Climate Change

Climate Change
06/08
ISSN 1862-4359

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2008

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2006

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Climate Change
06/08
ISSN 1862-4359

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2008

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2006

Umweltbundesamt

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
http://www.umweltbundesamt.de
verfügbar.

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

Redaktion: Fachgebiet I 4.6
Patrick Gniffke

Dessau-Roßlau, Mai 2008

Kontakt

Dieser Bericht entstand im Rahmen der Arbeiten der Nationalen Koordinierungsstelle für das *Nationalen Systems Emissionsinventare* (NaSE) am Umweltbundesamt. (UBA) Beiträge zur Landwirtschaft, zur Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft wurden vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) erarbeitet.

Die elektronische Fassung dieses Berichts sowie die entsprechenden zugehörigen Emissionsdaten im Common Reporting Format (CRF) (Version 1.00 auf Basis der Datenbank ZSE mit Stand vom 29.11.2006) sind auf der Internetseite des Umweltbundesamtes bereitgestellt: http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/veroeffentlichungen.htm

Autoren

Federführung Gesamtbericht: Michael Strogies, Patrick Gniffke (UBA I 4.6)

Für die einzelnen Kapitel:

Zusammenfassung	Patrick Gniffke (UBA I 4.6)
Kapitel 1.1	Rosemarie Benndorf (UBA I 4.1)
Kapitel 1.2.1, 1.2.3tw.,1.2.4, 1.3tw.	Marion Dreher (UBA I 4.6)
Kapitel 1.2.3.3, 1.2.5.6	Robert Kludt (UBA I 4.6)
Kapitel 1.2.5 tw., 1.6	Stephan Schiller (UBA I 4.6)
Kapitel 1.7., 1.8	Detlef Rimkus (UBA I 4.6)
Kapitel 1.5, 2, 3.1.8, 3.1.10-12	Michael Strogies (UBA I 4.6)
Kapitel 3.1	Petra Icha (UBA I 4.5), Kathrin Werner (UBA I 4.5), Kristina Juhrich (UBA I 4.6),
Kapitel 3.1.1 – 3.1.3, 3.1.4.6	Ulrike Wachsmann (UBA I 4.5), Rolf Beckers (UBA III 2.3)
Kapitel 3.1.4.1	Petra Icha (UBA I 4.5), Jacqueline Thomas (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 4.5)
Kapitel 3.1.4.4	Petra Icha (UBA I 4.5), Almut Reichart (UBA III 2.3)
Kapitel 3.1.4.2 - 3.1.4.3, 3.1.4.5	Petra Icha (UBA I 4.5), Kathrin Werner (UBA I 4.5),
Kapitel 3.1.4.4	Petra Icha (UBA I 4.5), Kathrin Werner (UBA I 4.5), Almut Reichart (UBA III 2.3)
Kapitel 3.1.4.7 - 3.1.4.11	Petra Icha (UBA I 4.5), Kathrin Werner (UBA I 4.5)
Kapitel 3.1.5.1	Falk Heinen (UBA I 3.2)
Kapitel 3.1.5.2 - 3.1.5.5	Gunnar Gohlisch (UBA I 3.1)
Kapitel 3.1.6 + 3.1.7	Anja Behnke (UBA III 2.3), Johannes-Heinrich Vogeler (UBA I 4.5)
Kapitel 3.1.9.1	Falk Heinen (UBA I 3.2)
Kapitel 3.1.9.2	Volker Brenk (UBA I 3.2)
Kapitel 3.2.1	Matthias Fischer (Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde der Universität Stuttgart: IKP), Jürgen Ilse (Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus), Sebastian Plickert (UBA III 2.1)
Kapitel 3.2.2	Edda Hoffmann (UBA III 2.3), Bernd Krause (UBA III 2.3)
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 II 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 4.6)
Kapitel 4.3.1 & 4.3.2	Jacqueline Thomas (UBA III 2.2)
Kapitel 4.3.3	Rainer Remus (UBA III 2.2)
Kapitel 4.3.4	Jens Reichel, Cornelia Elsner (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	Jens Reichel, Cornelia Elsner (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 4.6)
Kapitel 6	Ulrich Dämmgen (FAL), Julia Busche (UBA I 4.6)
Kapitel 7.1	Bernd Winkler (BMELV)
Kapitel 7.2, 7.3, 7.6, 7.7	Otto Heinemeyer, Andreas Gensior (FAL)
Kapitel 7.4, 7.5	N.N.
Kapitel 8.1	Wolfgang Butz (UBA III 3.3)
Kapitel 8.2	N.N. (Bettina Uhlmann) (UBA III 3.4), Christine Galander (UBA III 3.5)
Kapitel 10	Michael Kotzulla (UBA I 4.6)
Kapitel 11	Patrick Gniffke, Stephan Schiller (UBA I 4.6)
Anhang 1, 4	Michael Strogies (UBA I 4.6)
Anhang 2	Kathrin Werner (UBA I 4.5), Kristina Juhrich (UBA I 4.6), Marcus Machat (UBA E 1.1), Petra Icha (UBA I 4.5)
Kapitel 13.7	Kristina Juhrich (UBA I 4.6)
Kapitel 13.8 & 13.9	Michael Strogies (UBA I 4.6)
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 4.6)
Anhang 6	Marion Dreher (UBA I 4.6), Autoren entsprechend der fachlichen Zuständigkeit
Anhang 7	Detlef Rimkus (UBA I 4.6)

Impressum

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

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

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 23
TABELLENVERZEICHNIS 25
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 31
EINHEITEN UND GRÖßEN 37
ERKLÄRUNG DER EINLEITENDEN INFORMATIONSTABELLEN 38

0 ZUSAMMENFASSUNG 40
0.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN UND KLIMAWANDEL 41
0.2 EMISSIONEN VON TREIBHAUSGASEN SOWIE DEREN EINBINDUNG IN SENKEN (BEZOGEN AUF GWP) IM ZEITVERLAUF: 1990-2006 42
0.3 ÜBERBLICK ZU DEN EMISSIONSSCHÄTZUNGEN UND TRENDS DER QUELL- UND SENKENGRUPPEN 46

1 EINLEITUNG 49
1.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU KLIMAWANDEL UND TREIBHAUSGAS-INVENTAREN 49
1.1.1 Der Treibhauseffekt 49
1.1.2 Klimawandel 49
1.1.3 Reduktionsverpflichtungen und Berichterstattung zu Treibhausgasen 50
1.2 INSTITUTIONELLE FESTLEGUNGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIE INVENTARERSTELLUNG 51
1.2.1 Koordinierungsstelle des Nationalen Systems 52
1.2.2 Instrumente der Nationalen Koordinierungsstelle 52
1.2.3 Institutionelle und rechtliche Festlegungen des Nationalen Systems 53
1.2.3.1 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundsamt 53
1.2.3.2 Hausanordnung 11/2005 des UBA 54
1.2.3.3 Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels 54
1.2.3.4 Haushaltstitel und Umweltforschungsprojekte des UBA 55
1.2.3.5 Ressortvereinbarungen 55
1.2.3.6 Nationales System zu LULUCF im Geschäftsbereich des BMELV 56
1.2.3.7 Mustervereinbarung für die Zusammenarbeit mit NRO 56
1.2.3.8 Workshop zum Nationalen System 56
1.2.3.9 Cross Country Review 57
1.2.4 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems 57
1.2.5 Das Qualitätssystem Emissionsinventare 58
1.2.5.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und -sicherung 58
1.2.5.2 Aufbauorganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare 58
1.2.5.3 Ablauforganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare 59
1.2.5.4 Dokumentation im Qualitätssystems Emissionsinventare 60
1.2.5.5 Das QSE-Handbuch 63
1.2.5.6 Unterstützung der sachkundigen Überprüfungsgruppen 63
1.2.5.7 Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Verbesserung der THG-Emissionsinventare 64
1.3 KURZBESCHREIBUNG DER INVENTARERSTELLUNG 64
1.3.1 Vorgelagerte Abläufe 65
1.3.2 Bestimmung der Hauptquellgruppen (gemäß Tier 1-Verfahren) 66
1.3.3 Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten der Emissionen 66
1.3.4 Erweiterte Bestimmung der Hauptquellgruppen 67
1.3.5 Festlegung der Berechnungsgrundlagen 67
1.3.6 Datengewinnung 68
1.3.7 Datenaufbereitung und Emissionsberechnung 69
1.3.8 Berichterstellung 69
1.4 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERWENDETEN METHODEN UND DATENQUELLEN 72
1.4.1 Datenquellen 72
1.4.1.1 Energie 72
1.4.1.2 Industrieprozesse 74
1.4.1.3 Lösemittel- und andere Produktverwendung 77
1.4.1.4 Landwirtschaft 78
1.4.1.5 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft 79
1.4.1.6 Abfall und Abwasser 81
1.4.2 Methoden 82

1.5 KURZBESCHREIBUNG DER HAUPTQUELLGRUPPEN 83
1.6 INFORMATIONEN ZUM QUALITÄTSSICHERUNGS- UND –KONTROLLPLAN SOWIE ZUM INVENTARPLAN 87
1.7 GENERELLE UNSICHERHEITENSCHÄTZUNG 89
1.7.1 Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1, Kap 6 der GPG 89
1.7.2 Ergebnisse der Unsicherheitenschätzung 90
1.8 GENERELLE PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT 92

2 TRENDS DER TREIBHAUSGASE 94
2.1 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR AGGREGIERTE TREIBHAUSGASEMISSIONEN 97
2.2 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH TREIBHAUSGASEN 98
2.2.1 Kohlendioxid (CO_2) 98
2.2.2 Lachgas (N_2O) 99
2.2.3 Methan (CH_4) 99
2.2.4 F-Gase 100
2.3 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH QUELLKATEGORIEN 101
2.4 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR INDIREKTE TREIBHAUSGASE UND SO_2 104

3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1) 106
3.1 VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN (1.A) 106
3.1.1 Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a) 117
3.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.a) 117
3.1.1.2 Methodische Aspekte (1.A.1.a) 118
3.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.a) 121
3.1.1.3.1 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren 121
3.1.1.3.2 Ergebnis für N_2O 122
3.1.1.3.3 Ergebnis für CH_4 122
3.1.1.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren 122
3.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.a) 123
3.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.a) 123
3.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.a) 124
3.1.2 Mineralölraffinerien (1.A.1.b) 124
3.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.b) 124
3.1.2.2 Methodische Aspekte (1.A.1.b) 125
3.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.b) 126
3.1.2.3.1 Ergebnis für N_2O 126
3.1.2.3.2 Ergebnis für CH_4 126
3.1.2.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren 126
3.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.b) 126
3.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.b) 127
3.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.b) 127
3.1.3 Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger (1.A.1.c) 127
3.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.c) 127
3.1.3.2 Methodische Aspekte (1.A.1.c) 128
3.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.c) 130
3.1.3.3.1 Ergebnis für N_2O 130
3.1.3.3.2 Ergebnis für CH_4 130
3.1.3.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren 130
3.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.c) 130
3.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.1.c) 130
3.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.1.c) 131
3.1.4 Verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) 131
3.1.4.1 Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a) 135
3.1.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a) 135
3.1.4.1.2 Methodische Aspekte (1.A.2.a) 135
3.1.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.a) 135
3.1.4.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.a) 136
3.1.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a) 136

3.1.4.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.a) *136*
3.1.4.2 Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b) 136
3.1.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.b) *136*
3.1.4.2.2 Methodische Aspekte (1.A.2.b) *137*
3.1.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.b) *137*
3.1.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b) *137*
3.1.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b) *137*
3.1.4.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.b) *137*
3.1.4.3 Verarbeitendes Gewerbe – Chemische Industrie (1.A.2.c) 138
3.1.4.4 Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff, Papier und Druckerzeugnisse (1.A.2.d) 138
3.1.4.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.d) *138*
3.1.4.4.2 Methodische Aspekte (1.A.2.d) *138*
3.1.4.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d) *139*
3.1.4.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d) *139*
3.1.4.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d) *139*
3.1.4.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.d) *139*
3.1.4.5 Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e) 140
3.1.4.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.e) *140*
3.1.4.5.2 Methodische Aspekte (1.A.2.e) *140*
3.1.4.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.e) *141*
3.1.4.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e) *141*
3.1.4.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e) *141*
3.1.4.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.e) *141*
3.1.4.6 Verarbeitendes Gewerbe – Weitere Branchen (1.A.2.f, Summe) 141
3.1.4.7 Verarbeitendes Gewerbe - Zementherstellung (1.A.2.f, Zement) 142
3.1.4.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Zement) *142*
3.1.4.7.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Zement) *142*
3.1.4.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement) *143*
3.1.4.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement) *144*
3.1.4.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Zement) *144*
3.1.4.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Zement) *144*
3.1.4.8 Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik) 145
3.1.4.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Keramik) *145*
3.1.4.8.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Keramik) *145*
3.1.4.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Keramik) *145*
3.1.4.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik) *145*
3.1.4.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Keramik) *145*
3.1.4.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Keramik) *146*
3.1.4.9 Verarbeitendes Gewerbe - Glas (1.A.2.f, Glas) 146
3.1.4.9.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Glas) *146*
3.1.4.9.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Glas) *146*
3.1.4.9.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas) *146*
3.1.4.9.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas) *147*
3.1.4.9.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas) *147*
3.1.4.9.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Glas) *147*
3.1.4.10 Verarbeitendes Gewerbe - Kalkherstellung (1.A.2.f, Kalk) 147
3.1.4.10.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Kalk) *147*
3.1.4.10.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Kalk) *147*
3.1.4.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk) *148*
3.1.4.10.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk) *148*
3.1.4.10.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk) *149*
3.1.4.10.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f, Kalk) *149*
3.1.4.11 Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Energieerzeugung (1.A.2.f, Sonstige) 149
3.1.4.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f Sonstige) *149*
3.1.4.11.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f Sonstige) *149*
3.1.4.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f Sonstige) *150*
3.1.4.11.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f Sonstige) *150*
3.1.4.11.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige) *151*
3.1.4.11.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.2.f Sonstige) *151*
3.1.5 Transport (1.A.3) **151**
3.1.5.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a) 151
3.1.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a) *151*
3.1.5.1.2 Methodische Aspekte (1.A.3.a) *152*
3.1.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.a) *153*

3.1.5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a) 153
3.1.5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a) 159
3.1.5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.a) 159
3.1.5.2 Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b) 160
3.1.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b) 160
3.1.5.2.2 Methodische Aspekte (1.A.3.b) 160
3.1.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.b) 165
3.1.5.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b) 165
3.1.5.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b) 166
3.1.5.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.b) 166
3.1.5.3 Transport - Schienenverkehr (1.A.3.c) 166
3.1.5.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.c) 166
3.1.5.3.2 Methodische Aspekte (1.A.3.c) 167
3.1.5.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c) 168
3.1.5.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c) 168
3.1.5.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c) 168
3.1.5.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.c) 169
3.1.5.4 Transport - Schiffsverkehr (1.A.3.d) 169
3.1.5.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.d) 169
3.1.5.4.2 Methodische Aspekte (1.A.3.d) 169
3.1.5.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d) 171
3.1.5.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d) 171
3.1.5.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d) 171
3.1.5.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.d) 171
3.1.5.5 Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e) 171
3.1.5.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e) 171
3.1.5.5.2 Methodische Aspekte (1.A.3.e) 172
3.1.5.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.e) 173
3.1.5.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e) 173
3.1.5.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e) 174
3.1.5.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.3.e) 174
3.1.6 Sonstige: Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (1.A.4) 174
3.1.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4) 174
3.1.6.2 Methodische Aspekte (1.A.4) 176
3.1.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4) 178
3.1.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4) 180
3.1.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.4) 180
3.1.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.A.4) 180
3.1.7 Andere Bereiche (1.A.5) 180
3.1.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5) 181
3.1.7.2 Methodische Aspekte (1.A.5) 181
3.1.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.5) 182
3.1.7.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.5) 182
3.1.8 Vergleich mit dem CO_2-Referenzverfahren 182
3.1.9 Emissionen aus dem internationalen Verkehr (1.BU.1/1.BU.2) 183
3.1.9.1 Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr (1.BU.1) 183
3.1.9.2 Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.BU.2) 184
3.1.9.2.1 Methodische Aspekte (1.BU.2) 184
3.1.9.2.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.BU.2) 185
3.1.9.2.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.BU.2) 185
3.1.9.2.4 Quellenspezifische Rückrechnung (1.BU.2) 185
3.1.10 Lagerhaltung 185
3.1.11 Militär 185
3.1.12 Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A) 186
3.1.12.1 Vergleich mit einer unabhängigen CO_2-Berechbung 188
3.1.12.2 Vergleich mit den IEA-Ergebnissen 189
3.1.12.3 Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten 189
3.1.12.3.1 Geplante Verbesserungen 192
3.2 DIFFUSE EMISSIONEN AUS BRENNSTOFFEN (1.B) 192
3.2.1 Diffuse Brennstoffe (1.B.1) 192
3.2.1.1 Kohlenbergbau (1.B.1.a) 195
3.2.1.1.1 Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a) 195
3.2.1.1.2 Methodische Aspekte (1.B.1.a) 196

3.2.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.a) *197*
3.2.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a) *198*
3.2.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a) *199*
3.2.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.a) *199*
3.2.1.2 Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b) 199
3.2.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b) *199*
3.2.1.2.2 Methodische Aspekte (1.B.1.b) *199*
3.2.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b) *200*
3.2.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b) *200*
3.2.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b) *201*
3.2.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.b) *201*
3.2.1.3 Andere (1.B.1.c) 201
3.2.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.c) *201*
3.2.1.3.2 Methodische Aspekte (1.B.1.c) *202*
3.2.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.c) *202*
3.2.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c) *202*
3.2.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c) *202*
3.2.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.c) *203*
3.2.2 Öl und Erdgas (1.B.2) **203**
3.2.2.1 Methodische Aspekte (1.B.2) 205
3.2.2.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2) 208
3.2.2.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.) 208
3.2.2.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2) 208
3.2.2.5 Geplante Verbesserungen (1.B.2) 208
3.2.2.6 Öl (1.B.2.a) 209
3.2.2.6.1 Öl, Exploration (1.B.2.a.i) *209*
3.2.2.6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.i) 209
3.2.2.6.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.i) 209
3.2.2.6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i) 210
3.2.2.6.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i) 210
3.2.2.6.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i) 210
3.2.2.6.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.i) 210
3.2.2.6.2 Öl, Vorbehandlung (1.B.2.a.ii) *210*
3.2.2.6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.ii) 211
3.2.2.6.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii) 211
3.2.2.6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii) 211
3.2.2.6.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii) 211
3.2.2.6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii) 212
3.2.2.6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.ii) 212
3.2.2.6.3 Öl, Transport (1.B.2.a.iii) *212*
3.2.2.6.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iii) 212
3.2.2.6.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iii) 213
3.2.2.6.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iii) 214
3.2.2.6.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii) 214
3.2.2.6.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iii) 214
3.2.2.6.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.iii) 214
3.2.2.6.4 Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv) *214*
3.2.2.6.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv) 215
3.2.2.6.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv) 216
3.2.2.6.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv) 216
3.2.2.6.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv) 216
3.2.2.6.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv) 217
3.2.2.6.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.iv) 217
3.2.2.6.5 Öl, Verteilung von Ölprodukten (1.B.2.a.v) *217*
3.2.2.6.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v) 217
3.2.2.6.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.v) 218
3.2.2.6.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v) 219
3.2.2.6.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v) 219
3.2.2.6.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v) 219
3.2.2.6.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.v) 219
3.2.2.6.6 Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi) *219*
3.2.2.6.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi) 220
3.2.2.6.6.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi) 220
3.2.2.6.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi) 220

3.2.2.6.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi) 220
3.2.2.6.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi) 221
3.2.2.6.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.vi) 221
3.2.2.7 Erdgas (1.B.2.b) 221
3.2.2.7.1 Gas, Erkundung von Gas (1.B.2.b.i) 221
3.2.2.7.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i) 222
3.2.2.7.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.i) 222
3.2.2.7.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i) 222
3.2.2.7.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i) 222
3.2.2.7.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i) 222
3.2.2.7.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.i) 222
3.2.2.7.2 Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii) 222
3.2.2.7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii) 223
3.2.2.7.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii) 223
3.2.2.7.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii) 223
3.2.2.7.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii) 223
3.2.2.7.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii) 223
3.2.2.7.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.ii) 223
3.2.2.7.3 Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii) 224
3.2.2.7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii) 224
3.2.2.7.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii) 225
3.2.2.7.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii) 225
3.2.2.7.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii) 225
3.2.2.7.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii) 225
3.2.2.7.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.iii) 225
3.2.2.7.4 Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv) 226
3.2.2.7.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv) 226
3.2.2.7.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv) 228
3.2.2.7.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv) 228
3.2.2.7.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv) 228
3.2.2.7.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv) 228
3.2.2.7.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.iv) 228
3.2.2.7.5 Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v) 228
3.2.2.7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v) 229
3.2.2.7.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.v) 229
3.2.2.7.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v) 229
3.2.2.7.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v) 229
3.2.2.7.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v) 229
3.2.2.7.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.v) 229
3.2.2.7.6 Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c) 229
3.2.2.7.7 Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i) 230
3.2.2.7.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i) 230
3.2.2.7.7.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.i) 230
3.2.2.7.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i) 231
3.2.2.7.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i) 231
3.2.2.7.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i) 231
3.2.2.7.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.c.i) 231
3.2.2.7.8 Abfackelung und Entlüftung von Gas (1.B.2.c.ii) 231
3.2.2.7.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii) 231
3.2.2.7.8.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii) 231
3.2.2.7.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii) 231
3.2.2.7.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii) 232
3.2.2.7.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii) 232
3.2.2.7.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.c.ii) 232

4 INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2) 233
4.1 MINERALISCHE PRODUKTE (2.A) 233
4.1.1 Mineralische Produkte: Zement (2.A.1) 234
4.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1) 234
4.1.1.2 Methodische Aspekte (2.A.1) 235
4.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1) 236
4.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.1) 236
4.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.1) 237
4.1.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.1) 237

4.1.2 Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2) 237
4.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2) 237
4.1.2.2 Methodische Aspekte (2.A.2) 238
4.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2) 239
4.1.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2) 240
4.1.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.2) 240
4.1.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.2) 240
4.1.3 Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkgestein und Dolomit (2.A.3) 240
4.1.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3) 240
4.1.3.2 Methodische Aspekte (2.A.3) 242
4.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3) 242
4.1.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3) 242
4.1.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.3) 242
4.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.3) 242
4.1.4 Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4) 243
4.1.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4) 243
4.1.4.2 Methodische Aspekte (2.A.4) 243
4.1.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.4) 244
4.1.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4) 244
4.1.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.4) 244
4.1.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.4) 244
4.1.5 Mineralische Produkte: Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5) 244
4.1.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5) 245
4.1.5.2 Methodische Aspekte (2.A.5) 245
4.1.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5) 246
4.1.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5) 246
4.1.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.5) 246
4.1.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.5) 246
4.1.6 Mineralische Produkte: Straßenasphaltierung (2.A.6) 246
4.1.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6) 246
4.1.6.2 Methodische Aspekte (2.A.6) 247
4.1.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.6) 247
4.1.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6) 247
4.1.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.6) 248
4.1.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.6) 248
4.1.7 Mineralische Produkte: Glas (2.A.7 Glas) 248
4.1.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 Glas) 248
4.1.7.2 Methodische Aspekte (2.A.7 Glas) 249
4.1.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7 Glas) 250
4.1.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 Glas) 251
4.1.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Glas) 251
4.1.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.7 Glas) 251
4.1.8 Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7 Keramik) 251
4.1.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7 Keramik) 251
4.1.8.2 Methodische Aspekte (2.A.7 Keramik) 252
4.1.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7 Keramik) 253
4.1.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7 Keramik) 254
4.1.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.7 Keramik) 254
4.1.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.7 Keramik) 254
4.2 CHEMISCHE INDUSTRIE (2.B) 254
4.2.1 Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1) 255
4.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1) 255
4.2.1.2 Methodische Aspekte (2.B.1) 256
4.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1) 257
4.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1) 257
4.2.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.1) 257
4.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.1) 257
4.2.2 Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2) 258
4.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2) 258
4.2.2.2 Methodische Aspekte (2.B 2) 258
4.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2) 260
4.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2) 260
4.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.2) 260
4.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.2) 260

4.2.3 Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3) 261
4.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3) 261
4.2.3.2 Methodische Aspekte (2.B.3) 261
4.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3) 262
4.2.3.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.3) 262
4.2.3.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.3 262
4.2.4 Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4) 262
4.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4) 262
4.2.4.2 Methodische Aspekte (2.B.4) 263
4.2.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.4) 263
4.2.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4) 263
4.2.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.4) 263
4.2.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.4) 264
4.2.5 Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5) 264
4.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5) 264
4.2.5.2 Methodische Aspekte (2.B.5) 265
4.2.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.5) 268
4.2.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5) 269
4.2.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.5) 269
4.2.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.5) 269
4.3 METALLPRODUKTION (2.C) 269
4.3.1 Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1) 270
4.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1) 270
4.3.1.2 Methodische Aspekte (2.C.1) 270
4.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1) 276
4.3.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1) 276
4.3.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.1) 276
4.3.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.1) 276
4.3.2 Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2) 277
4.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2) 277
4.3.2.2 Methodische Aspekte (2.C.2) 277
4.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2) 277
4.3.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2) 277
4.3.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.2) 277
4.3.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.2) 277
4.3.3 Metallproduktion: Primäraluminiumproduktion (2.C.3) 278
4.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3) 278
4.3.3.2 Methodische Aspekte (2.C.3) 278
4.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3) 279
4.3.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3) 280
4.3.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.3) 280
4.3.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.3) 280
4.3.4 Metallproduktion: SF_6 in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4) 280
4.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4) 280
4.3.4.2 Methodische Aspekte (2.C.4) 281
4.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4) 282
4.3.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4) 282
4.3.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.4) 282
4.3.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.4) 282
4.3.5 Metallproduktion: Sonstige (2.C.5) 282
4.3.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5) 282
4.3.5.1.2 Methodische Aspekte (2.C.5) 283
4.4 ANDERE PRODUKTIONEN (2.D.) 283
4.4.1 Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1) 284
4.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1) 284
4.4.1.2 Methodische Aspekte (2.D.1) 284
4.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1) 285
4.4.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1) 285
4.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.1) 285
4.4.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.D.1) 285
4.4.2 Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2) 286
4.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2) 286
4.4.2.2 Methodische Aspekte (2.D.2) 287

4.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2) 288
4.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2) 288
4.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.2) 288
4.4.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.D.2) 288
4.5 PRODUKTION VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF_6 (2.E) 288
4.5.1 By-Product Emissionen (2.E.1) 289
4.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.1) 289
4.5.1.2 Methodische Aspekte (2.E.1) 289
4.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.1) 289
4.5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1) 290
4.5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.1) 290
4.5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.E.1) 290
4.5.2 Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2) 290
4.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2) 290
4.5.2.2 Methodische Aspekte (2.E.2) 290
4.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.2) 290
4.5.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2) 291
4.5.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.2) 291
4.5.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.E.2) 291
4.5.3 Sonstige (2.E.3) 291
4.6 VERBRAUCH VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF_6 (2.F) 291
4.6.1 Kälte und Klimaanlagen (2.F.1) 296
4.6.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1) 296
4.6.1.2 Methodische Aspekte (2.F.1) 296
4.6.1.2.1 Haushaltskälte (2.F.1.a) 296
4.6.1.2.2 Gewerbekälte (2.F.1.b) 297
4.6.1.2.3 Transportkälte (Kühlfahrzeuge und –container) (2.F.1.c) 298
4.6.1.2.4 Industriekälte (2.F.1.d) 300
4.6.1.2.5 Stationäre Klimaanlagen (2.F.1.e) 300
4.6.1.2.6 Raumklimageräte (2.F.1.e) 301
4.6.1.2.7 Mobile Klimaanlagen (2.F.1.f) 302
4.6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.1 alle) 303
4.6.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle) 304
4.6.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle) 304
4.6.2 Schaumherstellung (2.F.2) 304
4.6.2.1 PU-Schaumprodukte (2.F.2) 305
4.6.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2) 305
4.6.2.1.2 Methodische Aspekte (2.F.2) 305
4.6.2.2 PU-Montageschaum (2.F.2) 306
4.6.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2) 306
4.6.2.2.2 Methodische Aspekte (2.F.2) 306
4.6.2.3 XPS-Hartschaum (2.F.2) 307
4.6.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2) 307
4.6.2.3.2 Methodische Aspekte (2.F.2) 307
4.6.2.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2) 308
4.6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.2) 308
4.6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.2) 308
4.6.3 Feuerlöschmittel (2.F.3) 309
4.6.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.3) 309
4.6.3.2 Methodische Aspekte (2.F.3) 309
4.6.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3) 310
4.6.3.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3) 310
4.6.3.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.3) 310
4.6.4 Aerosole (2.F.4) 310
4.6.4.1 Dosieraerosole (2.F.4.a) 310
4.6.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.a) 310
4.6.4.1.2 Methodische Aspekte (2.F.4.a) 310
4.6.4.2 Sonstige Aerosole (2.F.4.b) 311
4.6.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.b) 311
4.6.4.2.2 Methodische Aspekte (2.F.4.b) 311
4.6.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle) 312
4.6.4.2.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle) 312
4.6.4.2.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.4 alle) 312
4.6.5 Lösemittel (2.F.5) 312

4.6.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.5) 312
4.6.5.2 Methodische Aspekte (2.F.5) 312
4.6.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5) 313
4.6.5.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5) 313
4.6.5.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.5) 313
4.6.6 Halbleiterproduktion (2.F.6) 313
4.6.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.6) 313
4.6.6.2 Methodische Aspekte (2.F.6) 313
4.6.6.3 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.6) 314
4.6.6.4 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.6) 314
4.6.7 Elektrische Betriebsmittel (2.F.7) 314
4.6.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7) 314
4.6.7.2 Methodische Aspekte (2.F.7) 315
4.6.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.7) 317
4.6.7.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7) 318
4.6.7.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.7) 318
4.6.8 Sonstige (2.F.8) 318
4.6.8.1 Isolierglasfenster (2.F.8.a) 319
4.6.8.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.a) 319
4.6.8.1.2 Methodische Aspekte (2.F.8.a) 319
4.6.8.2 Autoreifen (2.F.8.b) 320
4.6.8.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b) 320
4.6.8.2.2 Methodische Aspekte (2.F.8.b) 320
4.6.8.3 Sportschuhe (2.F.8.c) 320
4.6.8.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.c) 320
4.6.8.4 Spurengas (2.F.8.d) 321
4.6.8.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.d) 321
4.6.8.4.2 Methodische Aspekte (2.F.8.d) 321
4.6.8.5 AWACS Wartung (2.F.8.e) 322
4.6.8.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.e) 322
4.6.8.6 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8 alle) 322
4.6.8.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8) 322
4.6.8.8 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.8) 322
4.6.8.9 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F alle) 322
4.7 ANDERE BEREICHE (2.G.) 323

5 LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3) 324
5.1 LÖSEMITTEL - NMVOC (3.A-3.C & 3.D) 325
5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D) 325
5.1.2 Methodische Aspekte (3.A-3.C & 3.D) 326
5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.A-3.C & 3.D) 327
5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D) 328
5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D) 328
5.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.A-3.C & 3.D) 328
5.2 SONSTIGE - N_2O (3.D) 329
5.2.1 Verwendung von N_2O als Anästhetikum (3.D.1) 329
5.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1) 329
5.2.1.2 Methodische Aspekte (3.D.1) 332
5.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1) 332
5.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1) 334
5.2.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D.1) 334
5.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.D.1) 334
5.2.2 Sprengstoffe (3.D) 334
5.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D) 334
5.2.2.2 Methodische Aspekte (3.D) 336
5.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D) 336
5.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D) 337
5.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (3.D) 337
5.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (3.D) 337

6 LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4) 338
6.1 FERMENTATION BEI DER VERDAUUNG (4.A) 339
6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.A) 341
6.1.1.1 Berechnete Emissionen 341

6.1.2 Methodische Aspekte (4.A) 341
6.1.2.1 Charakterisierung der Tierbestände 343
6.1.2.1.1 Tierzahlen 344
6.1.2.1.2 Milchkühe 344
6.1.2.1.3 Andere Rinder 344
6.1.2.1.4 Schweine 344
6.1.2.1.5 Pferde 344
6.1.2.1.6 Schafe 345
6.1.2.1.7 Geflügel 345
6.1.2.1.8 Alle anderen Tiere 345
6.1.2.2 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Milchkuh-Haltung 345
6.1.2.3 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Haltung anderer Rinder (Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe, Zuchtbullen) 345
6.1.2.4 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Verdauung bei Sauen und wachsenden Schweinen (Aufzuchtferkel, Mastschweine) sowie Ebern 346
6.1.2.5 Berechnung der CH_4-Emissionen aller anderen Säugetiere (Schafe, Ziegen, Pferde, Büffel) 347
6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A) 347
6.1.3.1 Relevante Tierzahlen 347
6.1.3.2 Emissionsfaktoren 348
6.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A) 348
6.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A) 349
6.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.A) 350
6.2 WIRTSCHAFTSDÜNGER-MANAGEMENT (4.B) 351
6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B) 351
6.2.1.1 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B) 352
6.2.1.1.1 Berechnete Emissionen 352
6.2.1.2 Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management 353
6.2.1.3 Distickstoffoxid-, Stickstoffmonoxid- und Ammoniak-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management 353
6.2.2 Methodische Aspekte (4.B) 354
6.2.2.1 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF 4.B (CH_4) 354
6.2.2.2 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF/NFR 4.B (NH_3, N_2O, NO und N_2) 355
6.2.2.3 Relevante Tierzahlen 357
6.2.2.4 Ausscheidungen 358
6.2.2.5 Weidegang, Stalltyp und Aufstallungsdauer 359
6.2.2.6 Gülle- und Mist-Aufbereitung 359
6.2.2.7 Lagerung 360
6.2.2.8 Ausbringung 360
6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B) 360
6.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B) 360
6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B) 361
6.2.5.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (CH_4) 361
6.2.5.2 Quellenspezifische Rückrechnungen (NMVOC) 361
6.2.5.3 Quellenspezifische Rückrechnungen (NH_3, N_2O, NO, N_2) 362
6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.B) 363
6.3 REISANBAU (4.C) 363
6.4 LANDWIRTSCHAFTLICHE BÖDEN (4.D) 364
6.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.D) 364
6.4.2 Methodische Aspekte und Anforderungen (4.D) 366
6.4.2.1 Methan-Konsumption von landwirtschaftlichen Böden (4.D) 367
6.4.2.2 Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen (erste Schätzung) (4.D) 367
6.4.2.3 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Düngeranwendung) (4.D) 368
6.4.2.4 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Anwendung von Mineraldüngern) (4.D) 368
6.4.2.5 Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus der Anwendung von Harnstoff (4.D) 369
6.4.2.6 Distickstoffoxid- , Stickstoffmonoxid- Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Leguminosen) (4.D) 369
6.4.2.7 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Ernterückstände) (4.D) 370
6.4.2.8 Distickstoffoxid-Emissionen aus organischen Böden (4.D) 371

6.4.2.9 Distickstoffoxid-Emissionen aus beim Weidegang ausgeschiedenen Exkrementen (4.D) 371
6.4.2.10 Indirekte Distickstoffoxid-Emissionen als Folge atmosphärischer Deposition (4.D) 372
6.4.2.11 Indirekte Distickstoffoxid-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.D) 372
6.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.D) 373
6.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D) 373
6.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.D) 373
6.4.5.1 Methan-Konsumption von landwirtschaftlichen Böden (4.D) 373
6.4.5.2 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 373
6.4.5.3 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonooxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 373
6.4.5.4 Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 374
6.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.D) 374
6.4.6.1 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 374
6.4.6.2 Distickstoffoxid und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 375
6.4.6.3 Unsicherheit der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D) 375
6.5 BRANDRODUNG (4.E) 375
6.6 VERBRENNEN VON ERNTERÜCKSTÄNDEN AUF DER FLÄCHE (4.F) 375

7 LANDNUTZUNG, LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 5) 376

8 ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6) 377
8.1 ABFALLDEPONIE (6.A) 377
8.1.1 Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1) 377
8.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.A.1) 377
8.1.1.2 Methodische Aspekte (6.A.1) 379
8.1.1.2.1 Deponierte Abfallmengen 380
8.1.1.2.2 Abfallzusammensetzung 382
8.1.1.2.3 MCF (Methankorrekturfaktor) 383
8.1.1.2.4 DOC 384
8.1.1.2.5 DOC_F 384
8.1.1.2.6 F = Anteil des CH_4 am Deponiegas 384
8.1.1.2.7 Halbwertszeit 384
8.1.1.2.8 Deponiegasnutzung 385
8.1.1.2.9 Oxidationsfaktor 385
8.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1) 386
8.1.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.A.1) 386
8.1.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.A.1) 386
8.1.1.6 Geplante Verbesserungen (6.A.1) 387
8.2 ABWASSERBEHANDLUNG (6.B) 387
8.2.1 Methanemissionen der industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.1) 387
8.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1) 387
8.2.2 Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2) 388
8.2.2.1 Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2) 388
8.2.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2) 388
8.2.2.1.2 Methodische Aspekte (6.B.2) 388
8.2.2.1.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2) 389
8.2.2.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2) 389
8.2.2.1.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2) 389
8.2.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2) 390
8.2.2.2 Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2) 390
8.2.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2) 390
8.2.2.2.2 Methodische Aspekte (6.B.2) 391
8.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2) 391
8.2.2.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2) 391
8.2.2.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2) 391
8.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2) 392
8.2.2.3 Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2) 392
8.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2) 392
8.2.2.3.2 Methodische Aspekte (6.B.2) 392
8.2.2.3.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2) 393
8.2.2.3.4 Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/ -kontrolle und Verifizierung (6.B.2) 394
8.2.2.3.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2) 394
8.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2) 394

8.3 ABFALLVERBRENNUNG (6.C) 394
8.4 ANDERE BEREICHE (6.D) 395
8.4.1 Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1) 395
8.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1) 395
8.4.1.2 Methodische Aspekte (6.D.1) 395
8.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.1) 396
8.4.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1) 396
8.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.1) 396
8.4.1.6 Geplante Verbesserungen (6.D.1) 396
8.4.2 Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2) 396
8.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2) 396
8.4.2.2 Methodische Aspekte (6.D.2) 397
8.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2) 398
8.4.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2) 398
8.4.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.2) 398
8.4.2.6 Geplante Verbesserungen (6.D.2) 398

9 ANDERE (CRF SEKTOR 7) 399

10 RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN 400
10.1 ERKLÄRUNG UND RECHTFERTIGUNG DER RÜCKRECHNUNGEN 400
10.1.1 Generelles Vorgehen 400
10.1.2 Rückrechnungen im Berichtsjahr 2007 nach Quellgruppen 401
10.1.3 Rückrechnungen im Berichtsjahr 2007 nach Schadstoffen 403
10.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses 404
10.2 AUSWIRKUNG AUF DIE HÖHE DER EMISSIONEN 404
10.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990 405
10.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2005 406
10.3 AUSWIRKUNG AUF DIE EMISSIONSTRENDS UND DIE KONSISTENZ DER ZEITREIHE 407
10.4 GEPLANTE VERBESSERUNG DES INVENTARS 408

11 REFERENZEN 409

12 ANHANG 1: HAUPTQUELLGRUPPEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS 423
12.1 BESCHREIBUNG DER METHODE ZUR FESTLEGUNG DER HAUPTQUELLGRUPPEN 424
12.1.1 Tier 1 Level Approach 424
12.1.2 Tier 1 Trend Approach 427
12.1.3 Tier 2 Approach 431
12.1.4 Bewertung 431

13 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO_2 EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN 436
13.1 DIE DEUTSCHE ENERGIEBILANZ 436
13.2 AUFBAU DER ENERGIEBILANZEN 437
13.3 ERSTELLUNG VORLÄUFIGER ENERGIEBILANZEN AB 2003 DURCH DAS UBA 442
13.4 METHODISCHE ASPEKTE: ENERGIEBEDINGTE AKTIVITÄTSRATEN 443
13.5 UNSICHERHEITEN UND ZEITREIHENKONSISTENZ DER ENERGIEBILANZ 444
13.5.1 Das Bilanzjahr 1990 und die Energiebilanzen für 1991 bis 1994 444
13.6 UNSICHERHEITEN DER AKTIVITÄTSRATEN STATIONÄRER FEUERUNGSANLAGEN 445
13.7 CO_2-EMISSIONSFAKTOREN 445
13.7.1 Methodische Vorbemerkungen 446
13.7.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 447
13.7.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO_2 447
13.8 ENTWICKLUNG EINES VORLÄUFIGEN REFERENZ APPROACH AUF DER BASIS DER AUSWERTETABELLEN ZUR ENERGIEBILANZ 453
13.9 ANALYSE DER CO_2-EMISSIONEN AUS DER NICHTENERGETISCHEN VERWENDUNG VON ENERGIETRÄGERN 453

14 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN 453
14.1 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ENERGIE (1) 453

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) 453
14.1.1.1 Aktivitätsraten für das Jahr 1990 453
14.1.1.2 Methode zur Überarbeitung der Aktivitätsraten für das Jahr 1990 454
14.1.1.3 Ergebnisse (Aktivitätsraten 1990) 455
14.1.1.4 Überarbeitung der Aktivitätsraten für die Jahre 1991 bis 1994 464
14.1.1.4.1 Methode (Aktivitätsraten 1991-1994) 464
14.1.1.5 Ergebnisse (Aktivitätsraten 1991-1994) 465
14.1.1.5.1 Braunkohlen 465
14.1.1.5.2 Energieintensive Industrieprozesse 467
14.1.2 Energy Industries (1.A.1) 471
14.1.2.1 Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kap. 3.1.1.2*)* 471
14.1.2.2 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren 475
14.1.2.3 Methan-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben RENTZ et al, 2002 477
14.1.2.4 CO_2-Emissionen aus der Abgasentschwefelung (CRF 1.A.1, Kalksteinbilanz) 478
14.1.3 Transport (1.A.3) 479
14.1.3.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3a) 479
14.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3b) 479
14.1.3.2.1 Abgleich auf die Energiebilanz 479
14.1.3.2.2 Zuordnung von Biodiesel, Petroleum und Flüssiggas auf die Strukturelemente 482
14.1.3.2.3 Aktivitätsrate für Verdunstung 482
14.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren 482
14.1.3.3.1 Emissionsfaktoren aus TREMOD 482
14.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Petroleum und Flüssiggas 482
14.1.3.4 Erweiterung um den Energieträger Erdgas 483
14.1.3.5 Ableitung der Daten für West- und Ostdeutschland 1994 484
14.2 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE INDUSTRIEPROZESSE (2) 485
14.2.1 Mineralische Produkte (2.A) 485
14.2.2 Chemische Industrie (2.B) 485
14.2.3 Metall Produktion (2.C) 485
14.2.3.1 Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1, 1.A.2.a) 485
14.2.3.1.1 Ermittlung der Gesamtemissionen 485
14.2.3.1.2 Ermittlung der prozessbedingten Emissionen 485
14.2.3.1.3 Ermittlung der energiebedingten Emissionen 486
14.2.3.1.4 Sekundärbrennstoffe 487
14.2.4 Andere Produktion (2.D) 487
14.2.4.1 Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1) 487
14.2.4.1.1 Verfahren zur Fasergewinnung 488
14.2.4.1.2 Papier und Kartonherstellung 491
14.3 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (3) 493
14.4 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LANDWIRTSCHAFT (4) 493
14.5 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELL/SENKENKATEGORIE LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (5) 493
14.6 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ABFALL UND ABWASSER (6) 494
14.6.1 Abfall (6.A) 494
14.6.1.1 Unsicherheiten für die Quellgruppe Abfalldeponierung 494
14.6.2 Abwasser (6.B) –Angaben zur Bestimmung der Emissionsfaktoren der Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2) 496
14.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2) 497

15 ANHANG 4: CO_2 REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ 499

16 ANHANG 5: ÜBERPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND DER POTENTIELL NICHT ERFASSTEN QUELLEN UND SENKEN VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN 500

17 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN 504

17.1 ZUSATZINFORMATIONEN ZUR INVENTARERSTELLUNG UND ZUM NATIONALEN SYSTEM 504

17.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung 504

17.1.2 Stand der Umsetzung zum Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung 507

17.2 ZUSATZINFORMATIONEN ZUM QUALITÄTSSYSTEM EMISSION 509

17.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung 509

17.2.1.1 Einführung 509

17.2.1.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung 509

17.2.1.3 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten 510

17.2.1.4 QK/QS Plan 510

17.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle 511

17.2.1.6 Quellgruppenspezifische Qualitätskontrolle 512

17.2.1.7 Verfahren zur Qualitätssicherung 512

17.2.1.8 Verfahren zur Berichterstattung 513

17.2.1.9 Dokumentation und Archivierung 513

17.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt 515

17.2.1.10.1 Einführung 515

17.2.1.10.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung 515

17.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA 515

17.2.1.10.2.2 Verfahren zur Berichterstattung 515

17.2.1.10.3 QK-Plan, QS-Plan und Inventarplan 518

17.2.1.10.4 Verfahren zur allgemeinen und quellgruppenspezifischen Qualitätskontrolle 520

17.2.1.10.5 Verfahren zur Qualitätssicherung 520

17.2.1.10.6 Dokumentation und Archivierung 521

17.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher 522

17.3 DAS DATENBANKSYSTEM ZENTRALES SYSTEM EMISSIONEN 525

17.3.1 Dokumentation von Berechnungen im CalQlator 527

17.3.2 Datentransfer zwischen den Datenbanken TREMOD und ZSE 527

18 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE 528

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen' 42
Abbildung 2: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen' 47
Abbildung 3: Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen' 48
Abbildung 4: NaSE - Ziele und Instrumente 53
Abbildung 5: Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten 55
Abbildung 6: QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe 60
Abbildung 7: NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation 61
Abbildung 8: Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung 65
Abbildung 9: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich 72
Abbildung 10: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse 75
Abbildung 11: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung 77
Abbildung 12: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft 78
Abbildung 13: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft 79
Abbildung 14: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall 81
Abbildung 15: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abwasser 82
Abbildung 16: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990 98
Abbildung 17: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995 100
Abbildung 18: Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO_2 105
Abbildung 19: Merkmale der UBA-Struktur der Bilanz der Emissionsursachen zur Disaggregierung der Energiebilanz 109
Abbildung 20: Strukturzuordnung 1.A.1a Öffentliche Kraft- und Wärmeproduktion 118
Abbildung 21: Strukturzuordnung 1.A.1b Raffinerien 125
Abbildung 22: Strukturzuordnung 1.A.1c Produktion fester Brennstoffe und anderer Energien 128
Abbildung 23: Strukturzuordnung 1.A.2 Verarbeitendes Gewerbe 132
Abbildung 24: Strukturzuordnung 1.A.3b Straßenverkehr 163
Abbildung 25: Strukturzuordnung 1.A.3c Schienenverkehr 167
Abbildung 26: Strukturzuordnung 1.A.3. d Schifffahrt 169
Abbildung 27: Strukturzuordnung 1.A.3.e Übriger Verkehr 171
Abbildung 28: Strukturzuordnung 1.A.4 Andere 175
Abbildung 29: Strukturzuordnung 1.A.5 Andere Bereiche 181
Abbildung 30: Strukturzuordnung 1.BU.1 ziviler Luftverkehr (international) 183
Abbildung 31: Strukturzuordnung 1.BU.2 Seeverkehr (international) 184
Abbildung 32: CO_2-Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse 188
Abbildung 33: CO_2-Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse 188
Abbildung 34: Strukturzuordnung 1.B.1 Diffuse Brennstoffe 193

Abbildung 35: Strukturzuordnung 1.B.2.a Öl 204
Abbildung 36: Strukturzuordnung 1.B.2.b Gas 204
Abbildung 37: Strukturzuordnung 1.B.2.c Venting and Flaring (Öl & Gas) 205
Abbildung 38: Strukturzuordnung 2.A Mineralische Produkte 233
Abbildung 39: Strukturzuordnung 2.B Chemische Industrie 254
Abbildung 40: Strukturzuordnung 2.C Metall Produktion 270
Abbildung 41: Kohlenstoffbilanz der Roheisen- und Oxygenstahlerzeugung 272
Abbildung 42: Zuordnung der Gesamtemissionen der Eisen- und Stahlerzeugung auf prozess- und energiebedingte Emissionen 276
Abbildung 43: Strukturzuordnung 2.D Andere Produktion 283
Abbildung 44: Strukturzuordnung 2.E: Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6 288
Abbildung 45: Strukturzuordnung 2.F Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6 292
Abbildung 46: Anteil der Unterquellgruppen unter CRF 2.F an den Emissionen von HFKW, FKW und SF_6 für das Jahr 2005 293
Abbildung 47: Strukturzuordnung Quellgruppe 3 Lösemittel und andere Produktverwendung 324
Abbildung 48: Entwicklung N_2O-Emissionen in der medizinischen Anwendung (1990-2005) 331
Abbildung 49: Strukturzuordnung 4.A Fermentation 340
Abbildung 50: Strukturzuordnung 4.B Wirtschaftsdünger-Management 352
Abbildung 51: Stickstoff-Flüsse im Wirtschaftsdünger-Management einer Kategorie 356
Abbildung 52: Strukturzuordnung 4.D Landwirtschaftliche Böden 364
Abbildung 53: Strukturzuordnung 6.A Abfall 377
Abbildung 54: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2005 .. 378
Abbildung 55: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2006 mit Zwischenjahren 379
Abbildung 56: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2000 383
Abbildung 57: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2000 383
Abbildung 58: Strukturzuordnung 6.D: Andere Bereiche 395
Abbildung 59: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Berichterstattung 2007 für die gesamte Zeitreihe 403
Abbildung 60: Rückrechnung der schadstoffbezogenen Gesamtemission über alle Quellgruppen im Vergleich zur Berichterstattung 2007 für die gesamte Zeitreihe 404
Abbildung 61: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990 406
Abbildung 62: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2005 407
Abbildung 63: Zeilenstruktur der Energiebilanzen bis 1994 sowie ab 1995 439
Abbildung 64: Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 441
Abbildung 65: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO_2 446
Abbildung 66: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung 473
Abbildung 67: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung 516
Abbildung 68: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE 519

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe 44
Tabelle 2: Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe 45
Tabelle 3: QSE - Rollen und Verantwortlichkeiten 59
Tabelle 4: Global Warming Potential (GWP) der Treibhausgase 71
Tabelle 5: Anzahl der Quellgruppen und Hauptquellgruppen 84
Tabelle 6: Hauptquellgruppen für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz 85
Tabelle 7: Inventarplan 2008 88
Tabelle 8: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO_2 in Deutschland seit 1990 95
Tabelle 9: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO_2 in Deutschland seit 1990 95
Tabelle 10: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO_2 in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr 96
Tabelle 11: Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr 103
Tabelle 12: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Öffentliche Versorgung 110
Tabelle 13: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Kohlenbergbau 111
Tabelle 14: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen - Sonstige Industriekraftwerke 112
Tabelle 15: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – Raffinerien, Sonstige Energieerzeuger, Eisenschaffende Industrie 113
Tabelle 16: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – weitere Tabellen 114
Tabelle 17: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – gelöschte Strukturelemente 115
Tabelle 18: Struktur der Bilanz der Emissionsursachen – bereits ins ZSE integrierte und in der BEU nicht mehr ausgeführte Strukturelemente 116
Tabelle 19: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA 120
Tabelle 20: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL 120
Tabelle 21: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zellstoff- und Papierindustrie: CO_2-Emissionsfaktoren und biogener Anteil 139
Tabelle 22: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil 143
Tabelle 23: Eingesetzte Ersatzbrennstoffe in der Kalkindustrie: Emissionsfaktoren und biogener Anteil 148
Tabelle 24: Bislang (bis NIR 2003) verwendete Emissionsfaktoren 153
Tabelle 25: Referenzphasendauer für Triebwerke nach ICAO 155
Tabelle 26: NO_X -Emissionsfaktoren für 1992 und 2015 von NASA, ANCAT und DLR, ohne militärischen Flugverkehr (alle Flugphasen) 155
Tabelle 27: Angepasste Emissionsfaktoren für den zivilen Luftverkehr 159
Tabelle 28: Emissionen des Straßenverkehrs 161
Tabelle 29: Quellennachweis für AR in 1.A.3.c 167
Tabelle 30: Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default-EF Im Schienenverkehr 168
Tabelle 31: Quellennachweis für AR in 1.A.3.d 170
Tabelle 32: Verringerung der CH_4-Emissionen der Berichterstattung 2008 gegenüber der Berichterstattung 2007 174

Tabelle 33: Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher ... 178
Tabelle 34: Sektorale Emissionsfaktoren für die Feuerungsanlagen der militärischen Dienststellen ... 182
Tabelle 35: Vergleich der CO_2-Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen der CO_2 Emissionen ... 187
Tabelle 36: Vergleich der Ergebnisse der CO_2-Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren für die Jahre 1990 bis 2004 ... 191
Tabelle 37: Zuordnung von Methanemissionen zu Bereichen des CRF ... 194
Tabelle 38: Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2006 ... 195
Tabelle 39: Emissionsfaktoren für CH_4 aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2006 ... 198
Tabelle 40: Die sieben Emittentengruppen der Quellgruppen unter CRF 1.B.2 ... 205
Tabelle 41: Stufen des Ansatzes Logistik ... 206
Tabelle 42: Textstellen mit Hinweisen zur guten Inventarpraxis zu CRF 1.B.2 ... 207
Tabelle 43: Emissionsfaktoren zur Erdölgewinnung ... 211
Tabelle 44: In Deutschland verlaufenden Fernhochdruckrohrleitungen ... 213
Tabelle 45 Übersicht der Dokumente des EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2005 zum NFR Schlüssel 1.B.2.a.iv zu Prozessen in der Mineralölindustrie (Verarbeitung von Rohöl in Raffinerie) ... 215
Tabelle 46: Gasverteilungsnetz und verursachte Emissionen ... 227
Tabelle 47: Struktur des Gasverteilungsnetzes ... 227
Tabelle 48: Produktion und CO_2-Emissionen der deutschen Zementindustrie ... 235
Tabelle 49: Produktion und CO_2-Emissionen der deutschen Kalkindustrie ... 238
Tabelle 50: Kalksteinbilanz aus UBA 2006 ... 241
Tabelle 51: 2.A.3: Nebenbilanz Kalksteineinsatz in Rohstoffen bei der Ziegelherstellung ... 241
Tabelle 52: Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF ... 245
Tabelle 53: Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut ... 247
Tabelle 54: Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren ... 249
Tabelle 55: Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs) ... 250
Tabelle 56: Aktivitätsraten und prozessbedingte CO_2-Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b) ... 252
Tabelle 57: N_2O- und NO_X-Emissionsfaktoren aus der Salpetersäureproduktion ... 260
Tabelle 58: N_2O- und NO_X-Emissionen aus der Salpetersäureproduktion ... 260
Tabelle 59: IPCC Default Emissionsfaktoren für CH_4 aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie ... 265
Tabelle 60: nationale Emissionsfaktoren für CH_4 aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie ... 266
Tabelle 61: In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe ... 267
Tabelle 62: Meldenummern der Produktionsstatistik ... 267
Tabelle 63: Aktivitätsraten von Methanol, 1,2-Dichlorethan, Ruß, Ethylen und Styrol [t] ... 268
Tabelle 64: Zuordnung der fossilen CO_2-Emissionen in der Eisenschaffenden Industrie zu prozess- und energiebedingten Emissionen ... 271
Tabelle 65: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in Hochöfen, deren biogene Anteile und Emissionsfaktoren für CO_2 ... 273

Tabelle 66: Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO_2-Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung 274
Tabelle 67: Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen 275
Tabelle 68: AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2006 279
Tabelle 69: IPCC Default Emissionsfaktoren für SO_2, NO_x CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff 284
Tabelle 70: Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen 285
Tabelle 71: NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2) 287
Tabelle 72: Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F (Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6). 294
Tabelle 73: Aktuelle NMVOC Emissionen aus der Lösemittelverwendung 327
Tabelle 74: Expertenschätzung der Unsicherheiten (Tier 1) 328
Tabelle 75: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen in der medizinischen Anwendung in der BRD 330
Tabelle 76: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen mit Annahme konstanter N_2O-Emissionen im „sonstigen“ Bereich 332
Tabelle 77: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen in „Produktanwendung“ mit Annahme 3500 t/a für medizinische Anwendung im Jahr 2001 (maximale Emissionswerte) 333
Tabelle 78: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen in „Produktanwendung“ mit Annahme 3000 t/a für medizinische Anwendung im Jahr 2001 (minimale Emissionswerte) 333
Tabelle 79: Unsicherheiten für die N_2O-Zeitreihenentwicklung in „Produktanwendung“ 334
Tabelle 80: Zeitreihenentwicklung für die N_2O-Emissionen bei Sprengstoffanwendungen 336
Tabelle 81: Zeitreihenentwicklung für die N_2O-Emissionsfaktoren bei Sprengstoffanwendungen 336
Tabelle 82: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen aus Sprengstoffanwendungen für 1990 bis 2005 (3 %, 5 %, 7 %) 337
Tabelle 83: Unsicherheit für die Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen aus Sprengstoffanwendungen für 1990 bis 2005 337
Tabelle 84: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung) 341
Tabelle 85: Detaillierte Charakterisierung der Tierbestände nach IPCC und die in Deutschland vorgenommene Einteilung 343
Tabelle 86: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung von Rindern außer Milchkühen (Fermentation bei der Verdauung) (2005) 346
Tabelle 87: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung von Schweinen (Fermentation bei der Verdauung) (200) 347
Tabelle 88: Emissionsfaktoren: Default-Werte (EF_d) nach IPCC und in diesem Bericht verwendete resultierende Emissionsfaktoren (*IEF*) 347
Tabelle 89: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (IEF) 349
Tabelle 90: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Milchkühe. 350
Tabelle 91: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier andere Rinder. 350

Tabelle 92: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Schweine. 350
Tabelle 93: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 berechneten Summen der CH_4-Emissionen aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung). Angaben für Deutschland..... 350
Tabelle 94: CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). 353
Tabelle 95: NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), angegeben als NMVOC und NMVOC-C..... 353
Tabelle 96: N_2O-, NO- und NH_3-Emissionen E_{N2O}, E_{NO} und E_{NH3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)..... 354
Tabelle 97: Vergleich der im NIR 2006 angegebenen CH_4-Emissionen E_{CH4} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)..... 361
Tabelle 98: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)..... 362
Tabelle 99: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen N_2O-Emissionen E_{N2O} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland. 363
Tabelle 100: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen NO-Emissionen E_{NO} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland. 363
Tabelle 101: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen NH_3-Emissionen E_{NH3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland. 363
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) 365
Tabelle 103: NMVOC-C-Emissionen E_{NMVOC} aus landwirtschaftlichen Pflanzenbeständen. 366
Tabelle 104: CH_4-Konsumption E_{CH4} landwirtschaftlicher Böden. 366
Tabelle 105: CO_2-Emission E_{CO2} aus der Anwendung von Harnstoff. 366
Tabelle 106: Empfohlene Düngermengen 369
Tabelle 107: Datengrundlage für die Berechnung von N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aus Ernterückständen 371
Tabelle 108: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen direkten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (einschließlich Weidegang)..... 374
Tabelle 109: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen indirekten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden. 374
Tabelle 110: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen NO-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden..... 374
Tabelle 111: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen NH_3-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (einschließlich Weidegang). 374
Tabelle 112: Verwendete DOC-Werte..... 384
Tabelle 113: Halbwertszeiten der Abfallfraktionen..... 385
Tabelle 114: Organische Fracht des Abwassers in abflusslosen Gruben 388
Tabelle 115: Methanemissionen aus abflusslosen Gruben 389
Tabelle 116: Quellenspezifische Rückrechnungen in 6.B.2..... 390
Tabelle 117: Methanemissionen der offenen Schlammfaulung in den neuen Bundesländern..... 391
Tabelle 118: Tägliche Eiweißzufuhr pro Person in Deutschland 393
Tabelle 119: Bevölkerung in Deutschland..... 393
Tabelle 120: Lachgasemissionen in Deutschland nach IPCC-Methode..... 393
Tabelle 121: Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung..... 403

Tabelle 122: Rückrechnungen des Inventars in Zeitreihen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung ... 405
Tabelle 123: Rückrechnungen nachrichtlicher Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung ... 405
Tabelle 124: Rückrechnung der quellgrupppenspezifischen Gesamtemission über alle Schadstoffe 1990 ... 406
Tabelle 125: Rückrechnung der quellgrupppenspezifischen Gesamtemission über alle Schadstoffe 2005 ... 407
Tabelle 126: Hauptquellgruppen für Deutschland (2006) gemäß Tier 1 Level Approach (ohne Senken) ... 424
Tabelle 127: Hauptquellgruppen für Deutschland (Basisjahr & 2006) gemäß Tier 1 Trend Approach (ohne Senken) ... 428
Tabelle 128: Hauptquellgruppen für Deutschland (Basisjahr & 2006) gemäß Tier 1 Level und Trend Approach ... 432
Tabelle 129: Datenquellen für die Energiebilanzen ... 437
Tabelle 130: Aggregation und Zuordnung der Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 ab 1990, Energie ... 449
Tabelle 131: Aggregation und Zuordnung der Basis-Emissionsfaktoren für CO_2 ab 1990, Industrieprozesse ... 452
Tabelle 132: Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990) ... 456
Tabelle 133: Brennstoffeinsatz zur Industriewärmeerzeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990) ... 457
Tabelle 134: Brennstoffeinsatz zur Fernwärmezeugung in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990) ... 458
Tabelle 135: Gesamter Brennstoffeinsatz in öffentlichen Wärme- und Gruben- sowie Industriekraftwerken (Neue Bundesländer 1990) ... 459
Tabelle 136: Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken und Fernheizwerken (EBZ 18) (Neue Bundesländer 1990) ... 460
Tabelle 137: Brennstoffeinsatz im Umwandlungsbereich (Hilfsenergie / EBZ 45) (Neue Bundesländer 1990) ... 461
Tabelle 138: Endenergieverbrauch übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe: Prozessfeuerung (EBZ 73) (Neue Bundesländer 1990) ... 462
Tabelle 139: Endenergieverbrauch übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe: Industriewärme aus Kraftwerken und Heizkesseln (EBZ 73) (Neue Bundesländer 1990) ... 463
Tabelle 140: Braunkohleförderung nach Förderrevieren ... 466
Tabelle 141: Brennstoffbedarf für die Trocknung der Brikett- und Staubproduktion nach Revieren ... 467
Tabelle 142: Walzstahl ... 468
Tabelle 143: Roheisen ... 468
Tabelle 144: Siemens-Martin-Stahl ... 469
Tabelle 145: Zementklinker ... 469
Tabelle 146: Gebrannter Kalk ... 470
Tabelle 147: Zucker , Glas und Grobkeramik ... 470
Tabelle 148: Eisen-, Stahl- und Temperguss ... 470
Tabelle 149: Nichteisen-Schwermetalle ... 470

Tabelle 150: Anlagentypen nach Anhang der 4.BImSchV 474
Tabelle 151: Klassifikation der Quellen nach Feuerungstyp 475
Tabelle 152: Methan-Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen < 50 MW FWL und für Gasturbinen nach RENTZ et al, 2002 478
Tabelle 153: CO_2-Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken 479
Tabelle 154: Energiebilanzen 1990-2005 480
Tabelle 155: Heizwerte für Otto- und Dieselkraftstoff 481
Tabelle 156: Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz 481
Tabelle 157: Emissionsfaktoren für PKW mit Flüssiggasantrieb 483
Tabelle 158: Eingabestruktur Erdgas: Anteil Strukturelement am Energieverbrauch 483
Tabelle 159: Eingabestruktur Erdgas: Emissionsfaktoren 483
Tabelle 160: Kalksteineinsatz bei der Sinter- und Roheisenherstellung 486
Tabelle 161: CO_2-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Sinter- und Roheisenherstellung 486
Tabelle 162: Zuordnung der fossilen CO_2-Emissionen in der Eisenschaffenden Industrie zu prozess- und energiebedingten Emissionen 487
Tabelle 163: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in Hochöfen: CO_2-Emissionsfaktoren und deren biogene Anteile 487
Tabelle 164: Berichtete Methan Conversion Factor in den Nationalen Inventarberichten 497
Tabelle 165: Durchschnittlicher täglicher und jährlicher Eiweißbedarf 498
Tabelle 166: Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden 501
Tabelle 167: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elswhere, IE) 503
Tabelle 168: Stand der Umsetzung des Staatssekretärsbeschlusses zum Nationalen System 508
Tabelle 169: Dokumentationsinstrumente im Umweltbundesamt 521
Tabelle 170: Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche 522
Tabelle 171: Tabelle 6.2 der IPCC Good Practice Guidance - Details 529

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	Biolgischer 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
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 (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
W	Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung

WS	Anteil eines bestimmten Syszems 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
cal	Kalorie
g	Gramm
h	Stunde
ha	Hektar
J	Joule
m^3	Kubikmeter
ppm	parts per million
t	Tonne
W	Watt

Standardentsprechungen

Einheit	entspricht
1 Tonne (t)	1 Megagramm (Mg)
1 Kilotonne (kt)	1 Gigagramm (Gg)
1 Megatonne (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**	**2006- 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 2006 seinen sechsten Nationalen Inventarbericht (NIR 2008) 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 2007 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 2007 hat sich die diesjährige Berichterstattung auf Grund 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. Methodische Änderungen in der Emissionsberechnung haben nicht stattgefunden.

Genauere Angaben zu Rückrechnungen und Verbesserungen 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 der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) 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 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.

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

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: 1990-2006

Bis zum Jahr 2006 konnte die Verpflichtung Deutschlands im Rahmen der o.g. europäischen Lastenteilung mit einer Minderung von 18,4 % gegenüber den Basisjahremissionen der Berichterstattung 2006[5] in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO2-äquivalent bereits zu großen Teilen erfüllt werden (vgl. Abbildung 1). Gegenüber dem Vorjahr blieben die Emissionen nahezu unverändert.

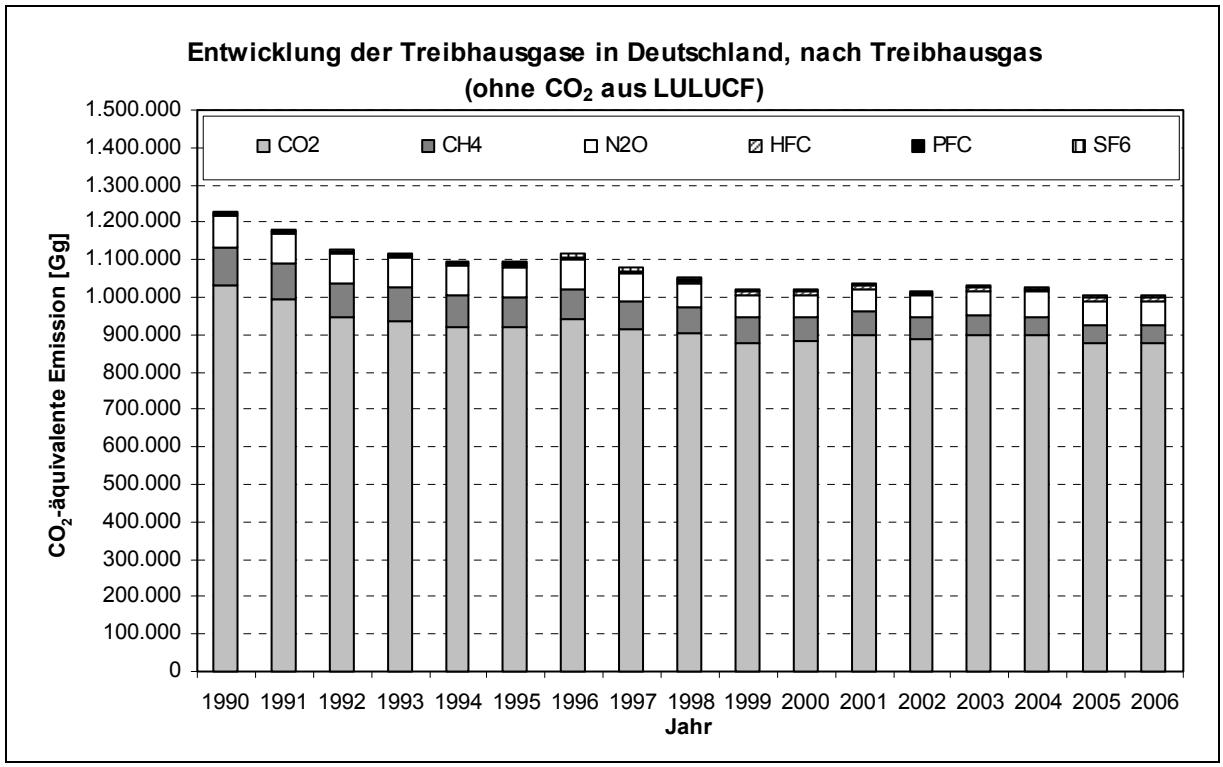


Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen [6,]

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

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 %.

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

einzelnen Treibhausgase an den Gesamtemissionen eines Jahres auch nicht verwunderlich (siehe Tabelle 2).

Im Jahr 2006 war die Freisetzung von Kohlendioxid mit einem Anteil von 87,6 % 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 3,8 Prozentpunkte gestiegen. Die durch Tierhaltung, Brennstoffverteilung und Deponieemissionen verursachten Methanemissionen (CH_4) haben einen Anteil von 4,6 %. Lachgasemissionen (N_2O) werden hauptsächlich durch die Landwirtschaft, Industrieprozesse und den Verkehr verursacht und tragen zu 6,3 %zu den Treibhausgasfreisetzungen bei. Die fluorierten Kohlenwasserstoffe (die so genannten F-Gase) tragen mit etwa 1,6 % zu den Gesamtemissionen bei. Die Verteilung der deutschen Treibhausgasemissionen ist typisch für ein hoch entwickeltes und industrialisiertes Land.

Die Emissionen werden für die einzelnen Treibhausgase in den durch IPCC vorgegebenen Quellgruppen bzw. Senken berechnet. Atmosphärenchemische Umsetzungen von nicht als CO_2 emittierten C-haltigen Verbindungen (z.B. NMVOC als Lösemittel) werden in den Treibhausgasinventaren nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

THG Emissionen/Senken	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	CO_2-äquivalent (Gg)																
Netto-CO_2-Emissionen/ -Einbindungen	1.003.557	964.798	916.483	906.192	891.378	889.252	911.347	880.531	873.185	846.492	849.038	866.291	851.198	864.943	863.566	840.314	843.433
CO_2-Emissionen (ohne LULUCF)	1.032.172	994.270	946.633	936.824	922.655	920.789	943.316	912.899	905.812	879.580	883.392	901.418	886.547	900.813	899.819	876.811	880.253
CH_4	99.266	93.881	89.753	89.301	84.746	81.476	78.372	74.532	69.279	68.565	64.704	61.418	57.852	53.757	49.583	47.678	45.879
N_2O	84.763	80.354	81.116	77.633	78.026	77.679	78.872	75.659	62.465	59.097	59.486	60.421	59.759	62.400	64.619	66.119	63.353
HFCs	4.369	4.013	4.098	4.224	4.354	6.472	5.853	6.384	6.951	7.192	6.469	7.878	8.542	8.381	8.669	9.362	9.815
PFCs	2.708	2.333	2.102	1.961	1.650	1.750	1.714	1.369	1.473	1.243	786	723	795	858	830	718	582
SF_6	4.785	5.118	5.634	6.405	6.694	7.220	6.929	6.903	6.701	5.310	5.078	4.898	4.197	4.311	4.486	4.734	5.333

Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.199.447	1.150.497	1.099.186	1.085.715	1.066.847	1.063.849	1.083.087	1.045.377	1.020.053	987.899	985.561	1.001.628	982.343	994.650	991.753	968.925	968.395
Gesamt-Emissionen ohne CO_2 aus LULUCF	1.228.063	1.179.969	1.129.336	1.116.348	1.098.124	1.095.385	1.115.055	1.077.746	1.052.680	1.020.987	1.019.916	1.036.756	1.017.692	1.030.521	1.028.005	1.005.422	1.005.215

THG Emissionen/Senken	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Quell- und Senkengruppen	CO_2-äquivalent (Gg)																
1. Energie	987.692	952.637	904.695	897.804	875.562	871.146	897.435	861.331	852.723	830.505	828.119	848.872	833.476	845.291	840.644	819.362	818.905
2. Industrieprozesse	119.799	114.432	114.433	110.734	118.976	121.275	117.242	119.939	106.040	97.676	100.929	99.659	99.782	102.972	107.063	107.139	108.178
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	2.089	2.005	1.922	1.839	1.756	1.673	1.590	1.507	1.423	1.340	1.257	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174	1.174
4. Landwirtschaft	77.685	70.132	68.129	67.001	64.968	66.589	66.581	65.486	65.688	66.951	67.122	66.586	64.612	64.287	63.957	63.542	63.542
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	-28.241	-29.097	-29.775	-30.258	-30.902	-31.162	-31.593	-31.994	-32.252	-32.713	-33.933	-34.706	-34.927	-35.449	-35.831	-36.076	-36.399
CO_2	-28.616	-29.472	-30.150	-30.633	-31.277	-31.537	-31.968	-32.369	-32.627	-33.088	-34.354	-35.128	-35.349	-35.870	-36.252	-36.497	-36.821
N_2O	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	422	422	422	422	422	422	422
6. Abfall	40.423	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	14.746	13.783	12.995

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

THG Emissionen/Senken	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Anteile Treibhausgase ohne CO_2 aus LULUCF	(%)																
CO_2 -Emissionen (ohne LULUCF)	84,0	84,3	83,8	83,9	84,0	84,1	84,6	84,7	86,0	86,2	86,6	86,9	87,1	87,4	87,5	87,2	87,6
CH_4	8,1	8,0	7,9	8,0	7,7	7,4	7,0	6,9	6,6	6,7	6,3	5,9	5,7	5,2	4,8	4,7	4,6
N_2O	6,9	6,8	7,2	7,0	7,1	7,1	7,1	7,0	5,9	5,8	5,8	5,8	5,9	6,1	6,3	6,6	6,3
HFCs	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0
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
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	0,4	0,5	0,5
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

THG Emissionen/Senken, Anteile	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Anteile Quell- & Senkengruppen ohne CO_2 aus LULUCF	(%)																
1. Energie	80,4	80,7	80,1	80,4	79,7	79,5	80,5	79,9	81,0	81,3	81,2	81,9	81,9	82,0	81,8	81,5	81,5
2. Industrieprozesse	9,8	9,7	10,1	9,9	10,8	11,1	10,5	11,1	10,1	9,6	9,9	9,6	9,8	10,0	10,4	10,7	10,8
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	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
4. Landwirtschaft	6,3	5,9	6,0	6,0	5,9	6,1	6,0	6,1	6,2	6,6	6,6	6,4	6,3	6,2	6,2	6,3	6,3
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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Abfall	3,3	3,4	3,5	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,4	2,2	1,9	1,8	1,6	1,4	1,4	1,3
7. Andere	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

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. Der leichte Wiederanstieg, insbesondere im Jahr 1996, ist temperaturbedingt. Dieses Jahr war durch niedrigere Temperaturen im Winter geprägt, die einen verstärkten Energieverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme zur Folge hatten und dadurch die Emissionen ansteigen ließen.

Insgesamt gingen die Emissionen der Treibhausgase gegenüber dem Basisjahr deutlich zurück (Rückgang der CO_2-Äquivalentemission um 18,4 %). 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) - 14,7 %, bei Methan (CH_4) - 53,8 % und bei Lachgas (N_2O) - 25,3 %. Bei den so genannten F-Gasen, die insgesamt etwa 1,6 % zu den Treibhausgasemissionen beitragen ist diese Entwicklung dagegen nicht ganz so einheitlich. In Abhängigkeit von der Einführung neuer Technologien sowie der Verwendung dieser Stoffe als Substitute sanken die Emissionen seit dem Basisjahr 1995 bei SF_6 um 26,1 % und bei FKW um 66,7 %, wohingegen sie bei den H-FKW um 51,7 % anstiegen.

Gegenüber dem Vorjahr 2005 veränderten sich die Emissionen kaum (Rückgang um 0,02 %). Dabei standen einem durch gestiegenen Energieverbrauch und gesteigerter Eisen- und Stahl Produktion Zuwachs der CO_2-Emissionen um 0,4 % Minderungen der Methan- und Lachgasemissionen von 3,8 % bzw. 4,2 % gegenüber. Bei Methan sind die deutlich gestiegene Verwertung von Grubengas sowie die weiter sinkenden Emissionen aus dem Abfallbereich Hauptursache der Entwicklung. Der Rückgang der Lachgasemissionen wird durch den Rückgang der Emissionen aus der Adipinsäure- und Salpetersäureproduktion dominiert

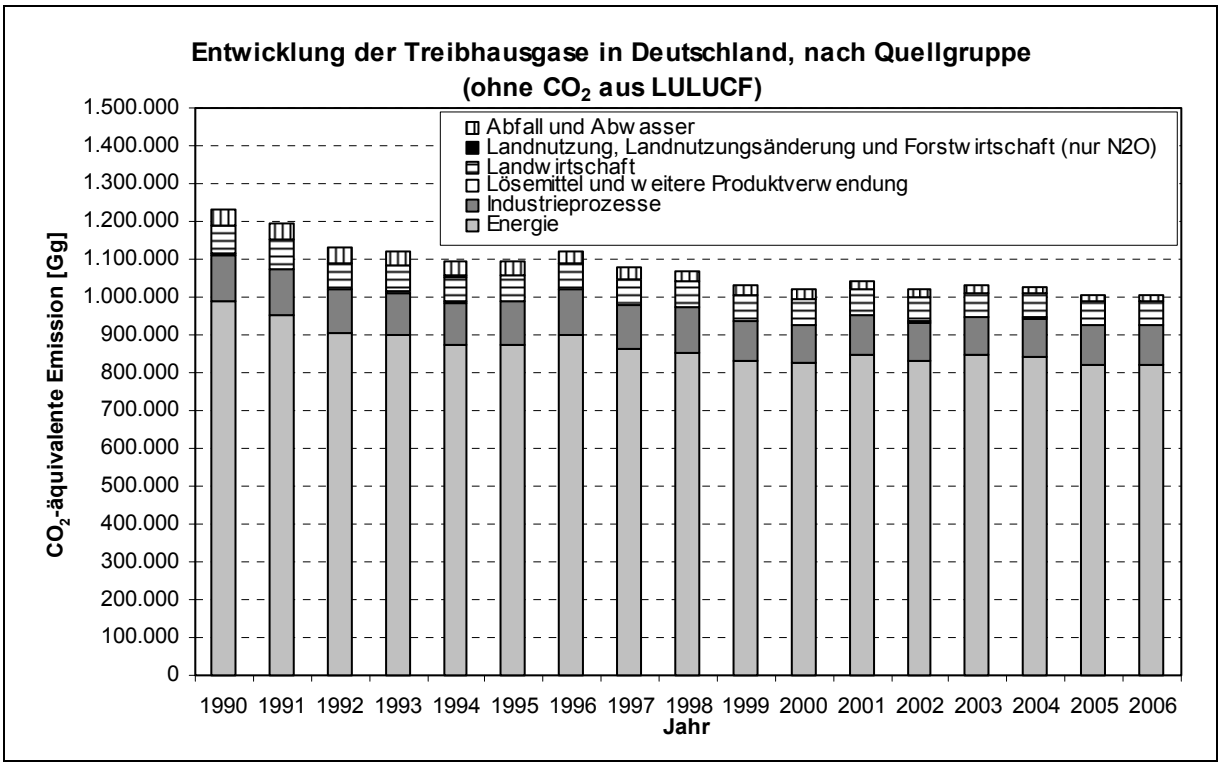


Abbildung 2: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen[7,]

In Abbildung 2 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.

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

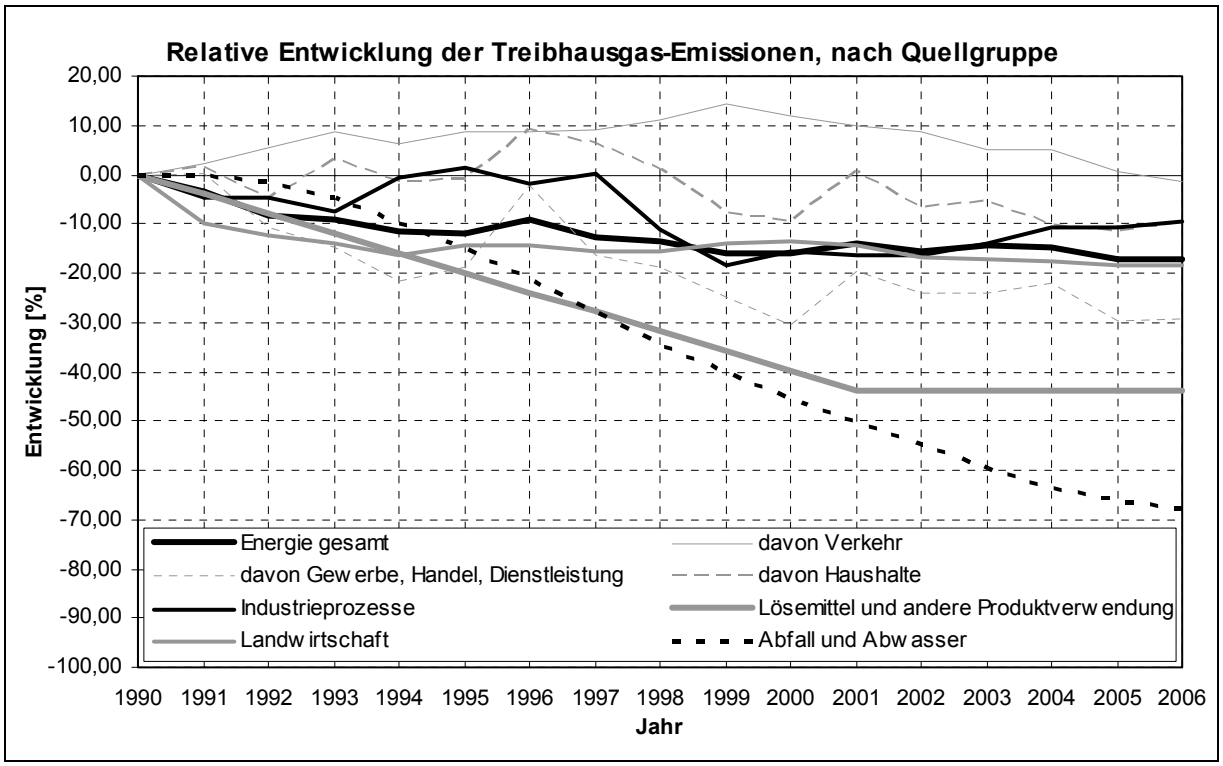


Abbildung 3: Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen[8,9]

[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

Während die Vertragsstaaten auf der Grundlage der Erkenntnisse aus dem vierten Sachstandsbericht der Zwischenstaatlichen Sachverständigengruppe für Klimaänderungen schon längst über weitergehende Verpflichtungen verhandeln, nimmt die Kohlendioxidintensität in der weltweiten Energieversorgung wieder zu – der langfristig abnehmende Trend kehrte sich nach dem Jahr 2000 um.

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 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 eines Staates in die Erstellung der Emissionsinventare eingebunden, die einen fachlich hochwertigen Beitrag hierfür leisten können. Zur Erfüllung der Aufgaben in der Treihhausgasberichterstattung werden ausreichende Ressourcen bereitgestellt.

Durch eine Vereinbarung der Staatssekretäre der genannten Ministerien wurde im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung vom 05.06.2007 beschlossen, dass die bisherigen Strukturen der Emissionsberichterstattung beibehalten werden und das UBA die Aufgaben als Nationale Koordinierungsstelle für Deutschland wahrnimmt. Durch den Staatssekretärsbeschluss werden die Geschäftsverteilung bzw. die Zuständigkeiten für die Quell- und Senkengruppen sowie die notwendige Finanzierung für 2008 geregelt.

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

1.2.1 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 betraut. Die Wahrnehmung der Aufgaben der Koordinierungsstelle im Fachgebiet I 4.6 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 2005 hat die Koordinierungsstelle prioritär neue Datenquellen erschlossen und neu in das *Nationale System* einzubindende institutionelle Einrichtungen identifiziert. Dies erfolgte unter anderem über einen Workshop zum *Nationalen System* Ende 2004 (siehe Kapitel 1.2.3.8). Weitere wesentliche Arbeiten bezogen sich auf die Einführung des Qualitätssystems Emissionsinventare (siehe Kapitel 1.2.5) und das Voranbringen der Institutionalisierung des *Nationalen Systems* (siehe Kapitel 1.2.3).

1.2.2 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. Dieses Verfahren erlaubt es anderen Organisationen, auf Ihren vorhandenen Strukturen aufbauend eigene hausspezifische Systeme zur Qualitätssicherung aufzubauen. Das QSE ist in Kapitel 1.2.5 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.

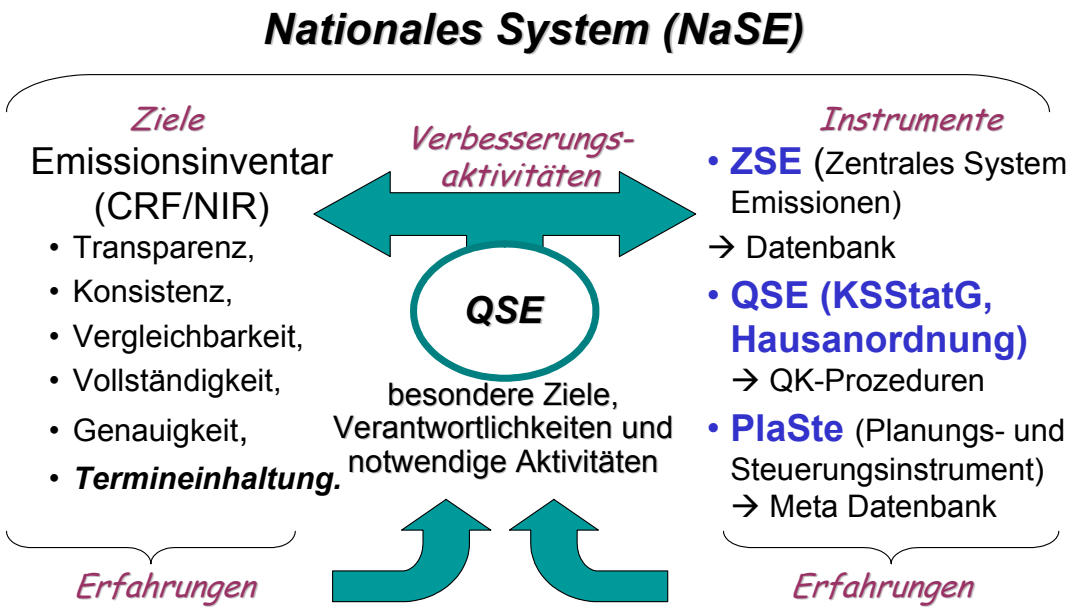


Abbildung 4: NaSE - Ziele und Instrumente

1.2.3 Institutionelle und rechtliche Festlegungen des Nationalen Systems

In den letzten drei Jahren konnte die Institutionalisierung des Nationalen Systems entscheidend vorangebracht werden. Dies geschah in Form einer Hausanordnung für das Umweltbundesamt (siehe Kapitel 1.2.3.2) und durch die Erarbeitung eines Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels (siehe Kapitel 1.2.3.3) sowie durch Entwürfe für Vereinbarungen zwischen der *Nationalen Koordinierungsstelle*, anderen Bundesinstitutionen und Nichtregierungsorganisationen (siehe Kapitel 1.2.3.5).

1.2.3.1 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 10 mal getagt. Die Bereitstellung notwendiger Informationen erfolgt

neben den Veranstaltungen des Arbeitskreises auch über ein Intranetangebot zur Emissionsberichterstattung.

1.2.3.2 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.

1.2.3.3 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.

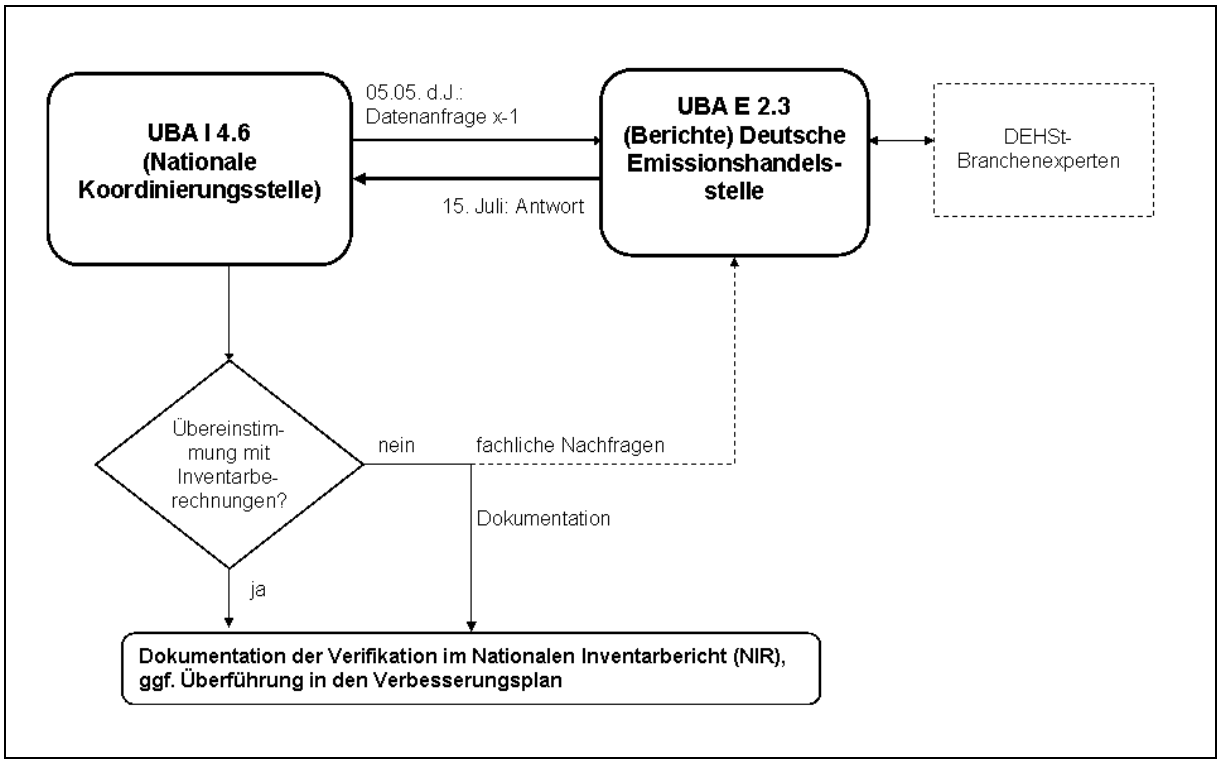


Abbildung 5: Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten

1.2.3.4 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 2002-2007 verfügte die Nationale Koordinierungsstelle für die Initiierung von Maßnahmen zur kontinuierlichen Inventarverbesserung jeweils über ein Globalvorhaben *Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung*.

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

1.2.3.5 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.

1.2.3.6 Nationales System zu 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 dieses Staatssekretärsbeschluß 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. Zuvor wurde die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) mit der Berichterstattung zur Anrechung forstlicher Tätigkeiten gemäß Artikel 3 Abs. 4 des KP beauftragt. Nach der Neustrukturierung der Ressortforschung des BMELV mit Wirkung zum 1.01.2008 sind grundsätzlich alle Aufgaben der Klimaschutzberichterstattung im Geschäftsbereich des BMELV auf das Institut Von Thünen Instituts (vTI) übergegangen.

Organisatorische Details sind noch auszuarbeiten. Insbesondere wird derzeit an Hand von Studien geprüft, inwieweit neue Daten erhoben oder abgeleitet werden können, um soweit erforderlich eine Verbesserung gegenüber Defaultwerten zu ermöglichen.

1.2.3.7 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.

1.2.3.8 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 fördert und der Umsetzung des Paragraphen 15 (b) der *Guidelines for National Systems* dient, die Inventare durch unabhängige Dritte prüfen zu lassen.

1.2.3.9 Cross Country Review

Für die Hauptquellgruppen Energie und Landwirtschaft wurde in 2004 erstmals ein Cross Country Review mit Finnland durchgeführt, der sehr hilfreich für die Inventarverbesserung war und in der EU viel Beachtung gefunden hat. Auch dieses Instrument wird wie der Workshop zum Nationalen System in der Folge weiter Anwendung finden, weil es eine effektive Umsetzung den Forderungen aus Paragraph 15 (c) der *Guidelines for National Systems* nach intensiverer unabhängiger Überprüfung der Hauptquellgruppen ermöglicht.

1.2.4 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
30. November	Bericht der Nationalen Koordinierungsstelle zur Einleitung der Ressortabstimmung an das Ministerium
30. 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

1.2.5 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 1.2.3.2). Einzelheiten bezüglich der Regelung der Verbindlichkeit für andere NaSE-Teilnehmer können dem Anhang 17.1.1 entnommen werden.

1.2.5.1 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 wird 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) erfolgen.

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.

1.2.5.2 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

1.2.5.3 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 6).

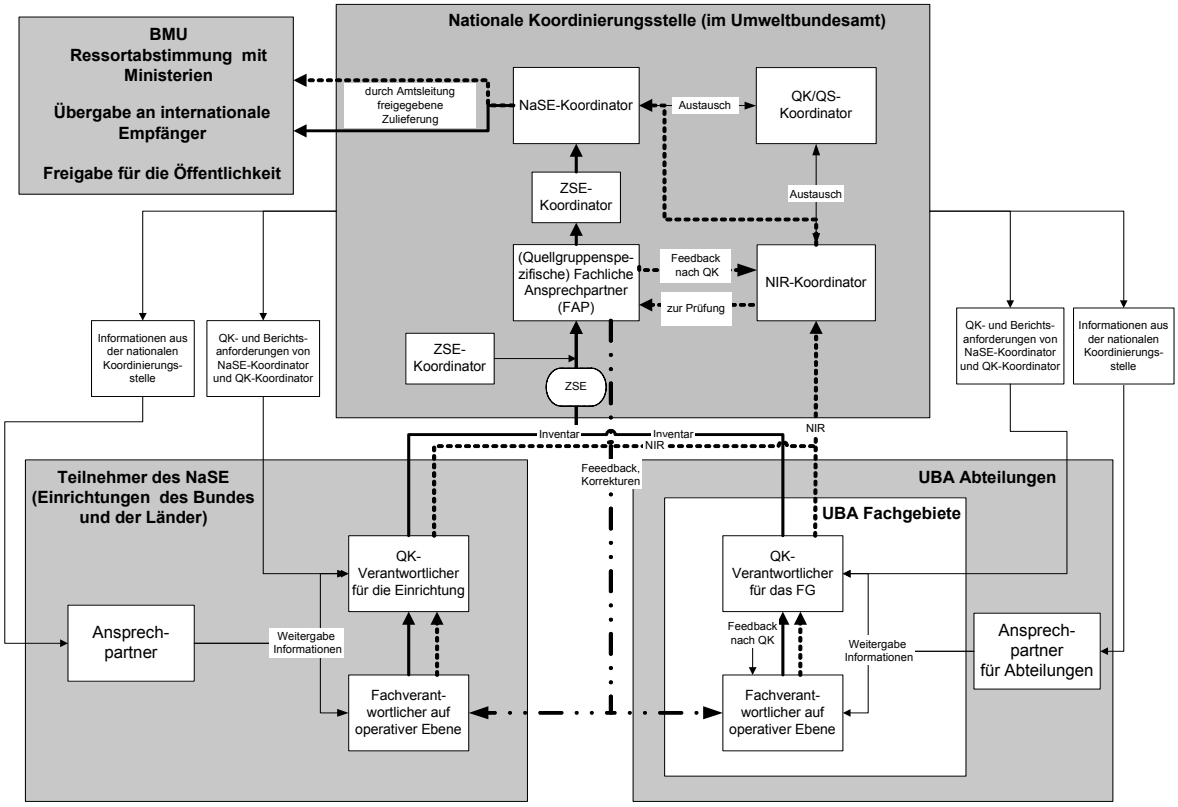


Abbildung 6: QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe

Die durchzuführenden QK-Prüfungen für Tier 1 gemäß Paragraph 14 (g) der *Guidelines for National Systems* sind erstmals im Jahr 2005 durchgeführt worden. Sie wurden in Form von QK-Checklisten mit der Datenanforderung als eine Art Begleitschein an die Fachexperten geschickt und über den Verlauf der Zuarbeiten entsprechend ausgefüllt. Dabei sind die QK-Checks nicht als Prüfungen sondern als Qualitätsziele definiert, dessen Einhaltung jeweils zu bestätigen oder dessen Nichteinhaltung zu begründen ist. Seit der Berichterstattung 2007 sind diese Checklisten in elektronischer Form im Einsatz, so dass eine datenbankgestützte Auswertung möglich ist. 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.

1.2.5.4 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 7 dargestellt.

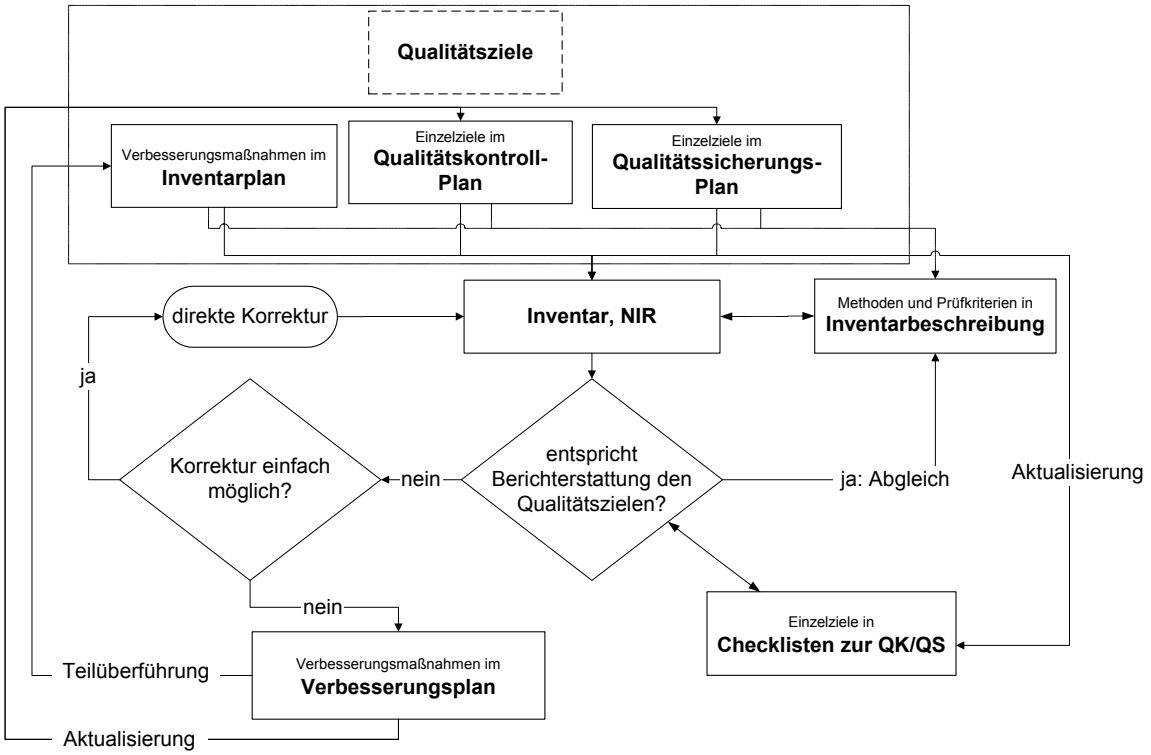


Abbildung 7: NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation

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 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. In den Checklisten wird nicht die Durchführung von Prüfungen abgefragt, sondern die Erreichung von vorgegebenen Qualitätszielen. Diese Checklisten zur Qualitätskontrolle sind von den

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

Teilnehmern des NaSE[12] parallel zur Inventarerstellung auszufüllen und sollen Auskunft über die Güte der dem Inventar zugrunde liegenden Daten und Methoden geben. Das UBA hat die systematische Qualitätskontrolle in Form von Checklisten erstmalig im Jahr 2005 mit den Teilnehmern des NaSE durchgeführt.

Beide Pläne und die QK-Checklisten stellen damit 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 1.2.5.5) 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:

- 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.

[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)

1.2.5.5 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 (Tier 1),
- den Qualitätssicherungsplan (Tier 1),
- die Rollenspezifischen QK/QS Checklisten,
- den Verbesserungsplan,
- die Anforderungen zur Berichterstattung aus den Guidelines,
- die Ergebnisse der Inventarüberprüfungen,
- quellgruppenspezifisch den Datenbestand jeder Quellgruppe,
- die Ergebnisse aus der Bestimmung der Hauptquellgruppen,
- den NIR,
- die CRF Tabelle 8(b) zur Dokumentation von Rekalkulationen (Musterausfüllung),
- 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.

1.2.5.6 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 in einer recherchefähigen Access-Datenbank vorgehalten, die ebenfalls die tabellarischen Dokumente der nationalen QK/QS enthält. Das Planungs- und Steuerungsinstrument (PlaSte) wird das wesentliche Instrument zur Erfolgskontrolle im Rahmen des QSE sein.

1.2.5.7 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 1.2.3.3).

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 Hauptprozesse der:

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

unterteilen.

Diese untergliedern sich in Teilprozesse (siehe Abbildung 8). Der Prozess der Inventarerstellung erfolgt in enger Verzahnung mit der Erstellung des Nationalen Inventarberichts und der Durchführung von Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung.

Es hat sich gezeigt, dass sich der Ablauf der Inventarplanung und -erstellung wesentlich auf die Qualität der Inventare auswirken kann, so dass die Reihenfolge beim Vorgehen 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

[13] FKZ 205 41 521

interne Evaluationen des Prozesses der Inventarerstellung nach Paragraph 15 (d) der *Guidelines for National Systems* einfach durchgeführt werden.

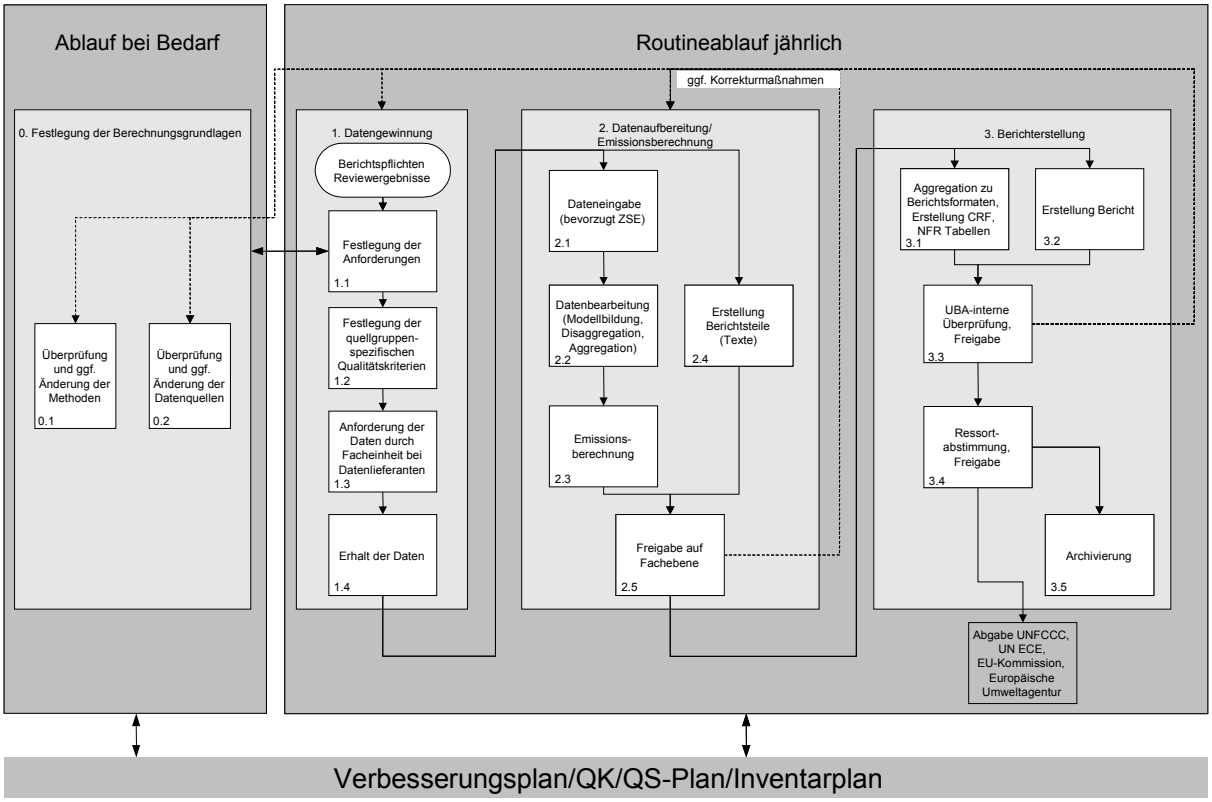


Abbildung 8: Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung

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 8 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*).

1.3.2 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 2006) sowie Trend (für 2006 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.

1.3.3 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.

1.3.4 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.

1.3.5 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.

1.3.6 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, über die Durchführung eigener Forschungsvorhaben oder die Verwendung persönlicher Informationen, sowie über einen Bund/Länder-Datenaustausch gewonnene Daten. 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.

1.3.7 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 werden 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.

1.3.8 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, 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 (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, Emissionsfaktoren und Emissionen über den Export in XML-Dateien in den CRF-Reporter eingelesen, in dem automatisiert die CRF-Berichtstabellen des IPCC erstellt werden. Aufgrund der weiterhin großen Probleme mit der CRF-Reporter-Software, sind aufwendige Qualitätskontrollen erforderlich, die eine Übereinstimmung der Daten zwischen ZSE und CRF-Reporter sicherstellen.

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 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

Quelle: 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**. 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

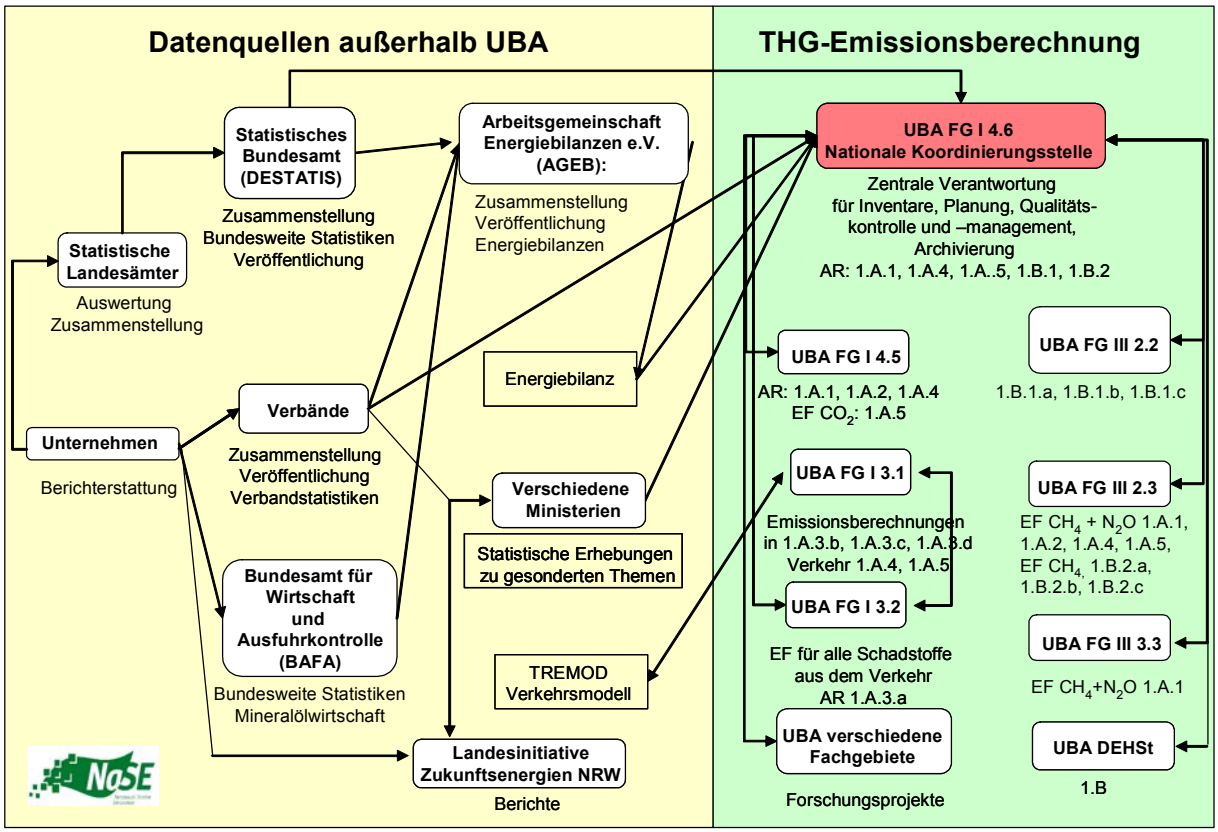


Abbildung 9: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich

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. Die Energiebilanz 2004 lag zum Zeitpunkt der Dateneingabe noch nicht vor.

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 *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 (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 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).

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.

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. Mit einigen der Verbände und mit einigen Unternehmen besteht eine fachliche Zusammenarbeit.

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 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 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 (VDZ, 2007). 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 (BV Glas, 2006), 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.

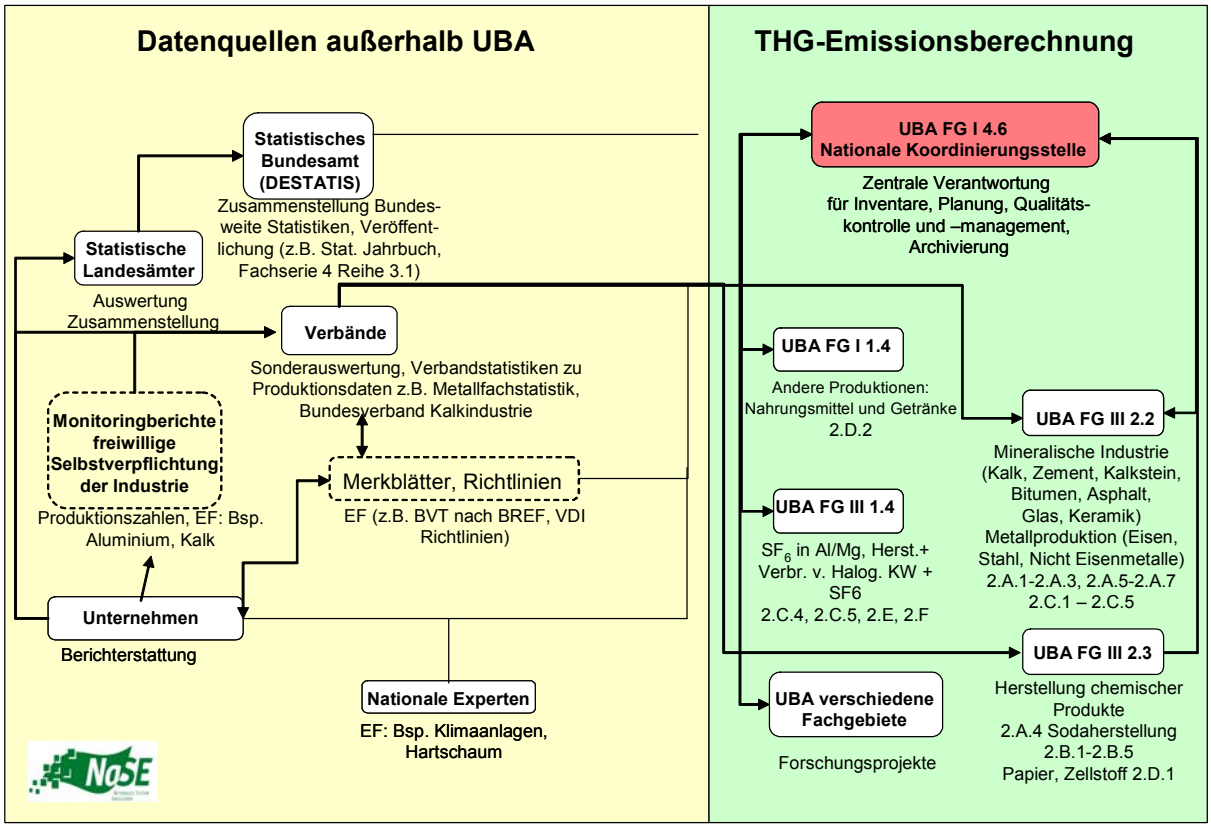


Abbildung 10: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse

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) benutzt.

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

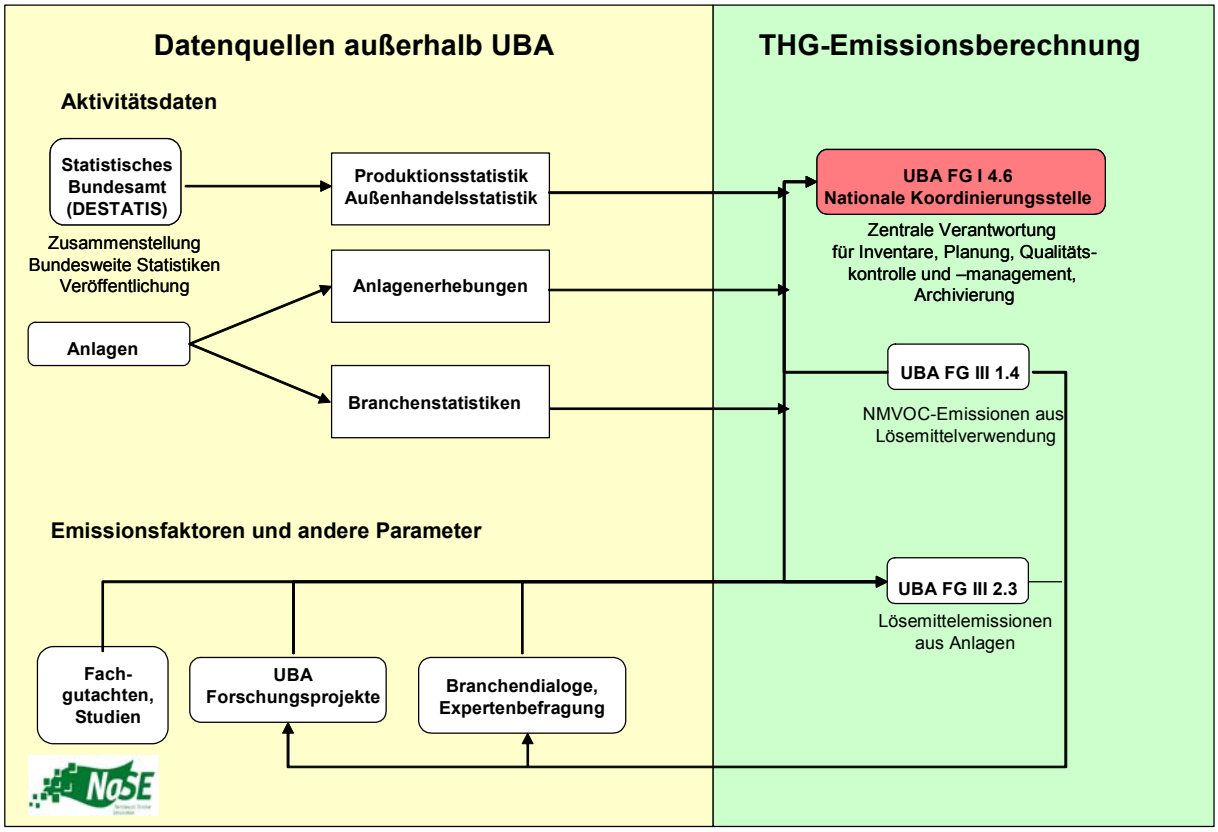


Abbildung 11: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung

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

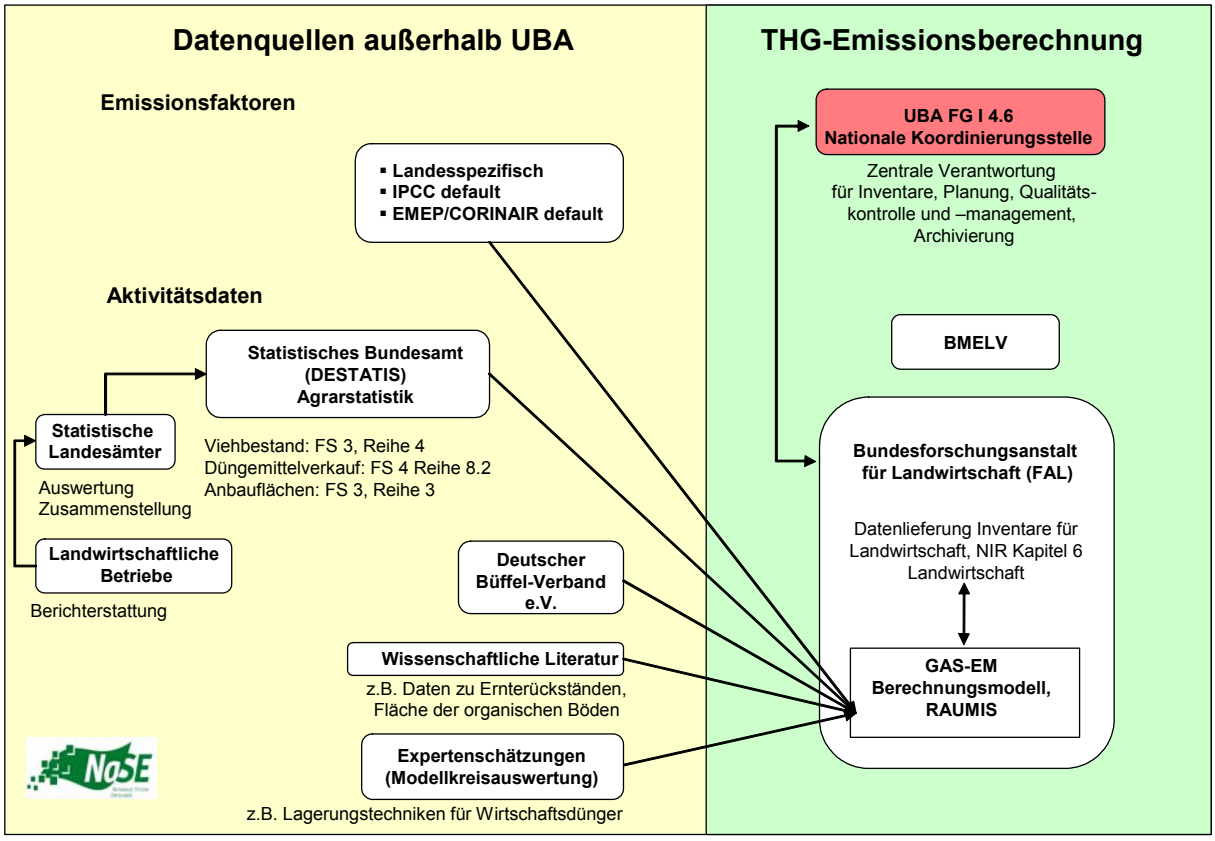


Abbildung 12: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft

Die Berechnungen der Emissionen für das Kapitel 6 (Landwirtschaft) erfolgen durch die FAL. Zur Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen in Deutschland wurde von BMU und BMELV ein Projekt initiiert, wonach die 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 oder Fläche der organischen Böden). 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 Revised 1996 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 ebenfalls von der FAL zusammengestellt und in das Berechnungsmodell eingebaut werden.

1.4.1.5 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

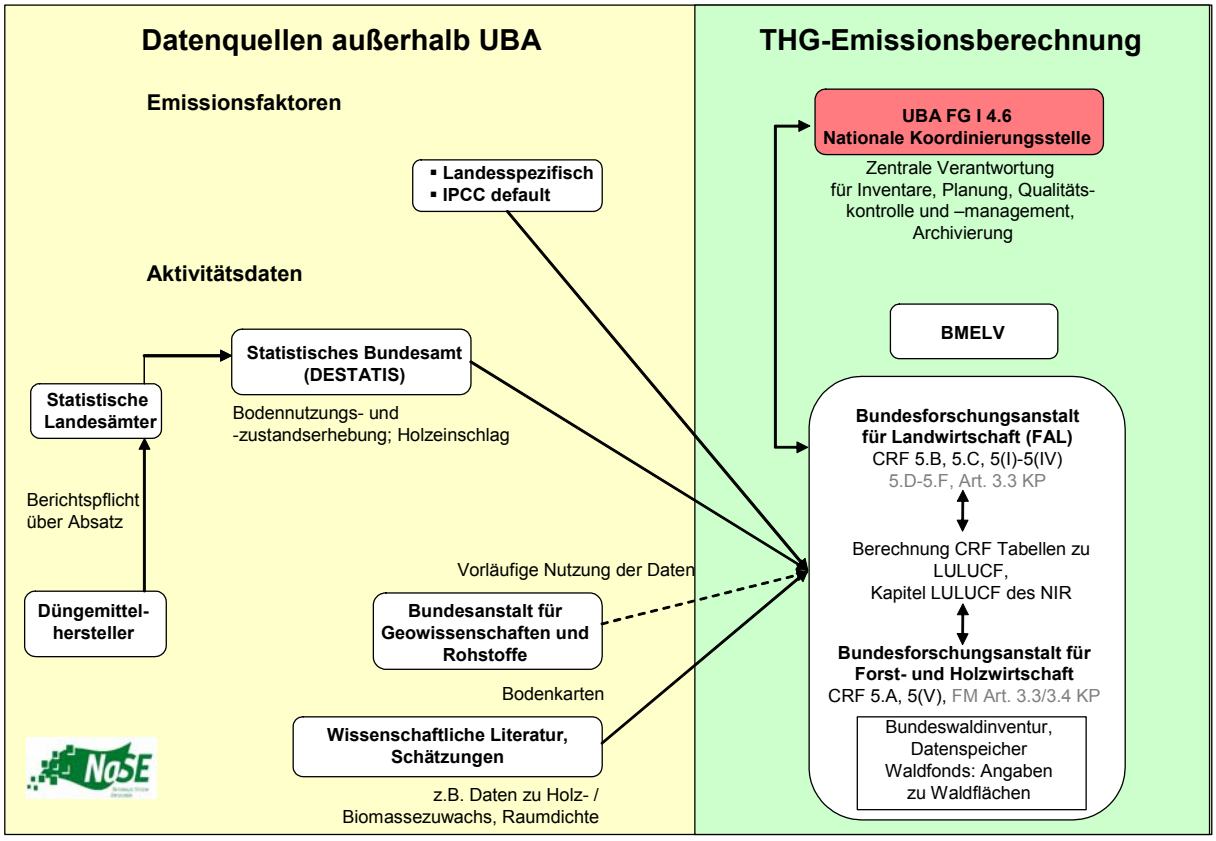


Abbildung 13: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft[15]

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 incl. 2006 durch die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft durch Extrapolation fortgeschrieben. Die Aktivitätsdaten basieren neben den Angaben der Bundeswaldinventuren auch auf den Informationen aus dem Datenspeicher Waldfonds. Derzeit wird die Extrapolationsmethodik für den Zeitraum 2008 bis 2012 verbessert. Die Ergebnisse werden zu einer Qualitätsverbesserung der Inventare spätestens ab dem Berichtsjahr 2009 führen. In diesem Zusammenhang ist auch eine vollständige Überarbeitung des Inventarberichts incl. detaillierter Beschreibung der verwendeten Methoden geplant. 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 Wesenlichen 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.

Künftig 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 erfolgen. 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 in den nächsten Jahren 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

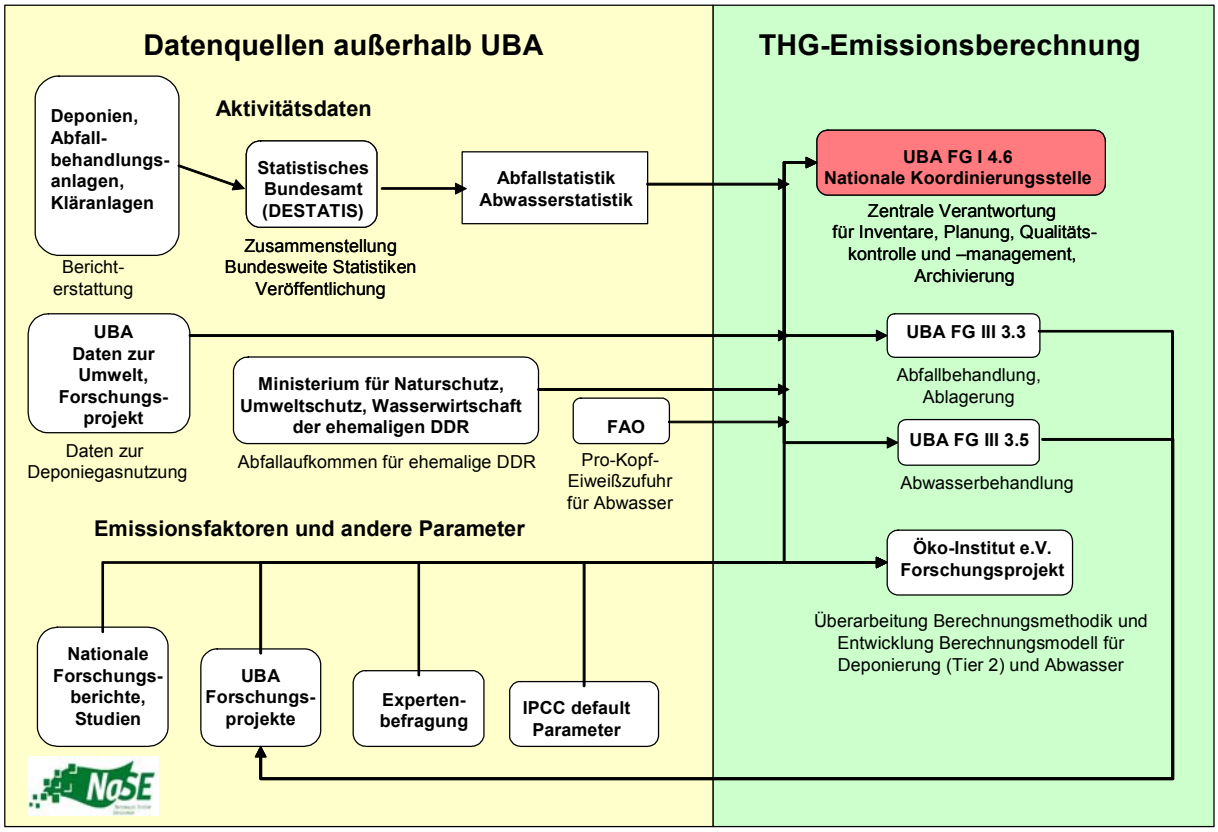


Abbildung 14: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall

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.

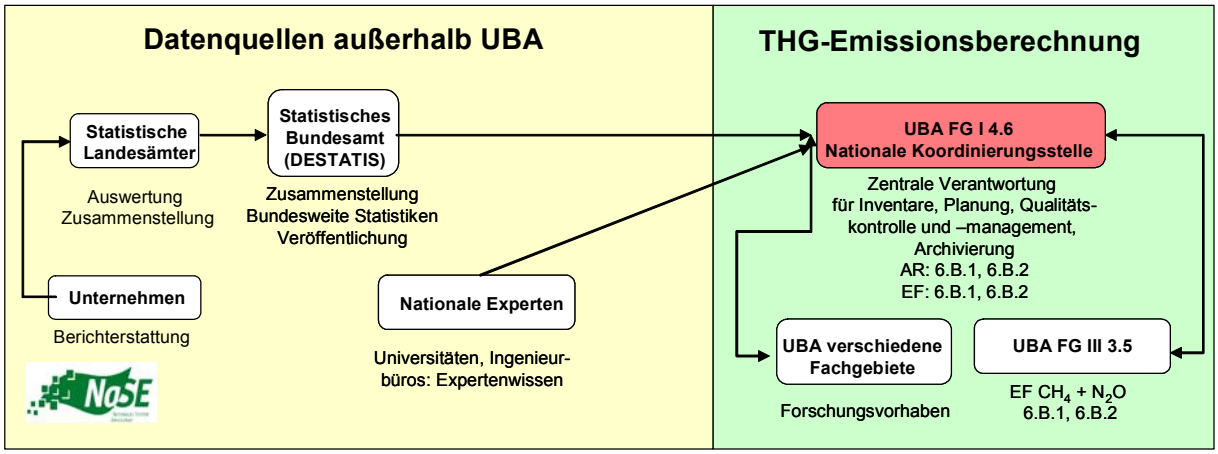


Abbildung 15: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abwasser

Für die Berechnung der Emissionen aus dem Bereich Abwasser und Schlammbehandlung 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 2006) sowie Trend (für 2006 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 die Emissionen durchgeführt und in einem zusätzlichen zweiten Durchlauf die Einbindung der Treibhausgase in die Senken einbezogen. In den ohne Senken durchgeführten Analysen

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.

fielen im Levelansätzen 2006 1 Quellgruppe (2.B.1 – CO_2 aus der Ammoniakproduktion) und in der Trenduntersuchung ebenfalls 1 Hauptquellgruppen (4.D.1 – N_2O aus landwirtschaftlichen Böden) heraus, da sich in allen die Senken einschließenden Verfahren die Kategorie 5.A Forest Land als zusätzliche Hauptquellgruppe ergab. Alle festgelegten Hauptquellgruppen gehen auf das Jahr 2006 zurück – sie ergaben sich entweder durch die Levelanalyse 2006 oder die Trendbewertung.

Im Ergebnis wurden für das Jahr 2006 insgesamt 39 der untersuchten 114 Quell- bzw. Senkengruppen als Hauptquelle identifiziert. Nur 26 hiervon wurden gleichzeitig durch die Trend- und Levelanalysen als Hauptquellgruppe ermittelt. Zusätzlich wurden 9 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 97,0 % der Treibhausgasemissionen (ohne LULUCF) des Jahres 2006 aus den Hauptquellgruppen freigesetzt wurden. Die identifizierten Hauptquellgruppen schließen unterschiedliche Anteile der einzelnen Treibhausgase an deren jeweiligen Gesamtemissionen (ohne LULUCF) ein: CO_2,(99,1 %), CH_4,(83,9 %), N_2O (75,7 %), HFC´s (100 %), PFC´s (32,3 %) sowie SF_6 (96,0 %).

Tabelle 5: Anzahl der Quellgruppen und Hauptquellgruppen

Quellgruppen		**114**	
			Hauptquellgruppen
nach Level	Level & Trend	Trend	
4	26	9	**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 (w/o Sinks)	Level 2006	Level 2006 (w/o Sinks)	Trend 2006	Trend 2006 (w/o Sinks)	Emission Baseyear	Emission 2006
1A1a Public electricity and Heat production	1A1a	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	335864,1	329294,5
1A1b. Petroleum Refining	1A1b	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	20005,9	20223,9
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	1A1c	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	59066,1	16620,5
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	1A2a	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	12577,9	11664,2
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	1A2e	all fuels	CO2					●	●	1989,2	636,2
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	1A2f	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	138312,0	88548,5
1A3a. Transport Civil Aviation	1A3a	Aviation Gasoline	CO2			●	●	●	●	2868,6	5289,7
1A3b. Transport Road Transportation	1A3b	all fuels	CH4					●	●	1271,1	155,5
1A3b. Transport Road Transportation	1A3b	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	150358,3	148881,7
1A3c. Transport Railways	1A3c	all fuels	CO2					●	●	2879,3	1271,6
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	1A4a	all fuels	CH4					●	●	1216,1	42,7
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	1A4a	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	63949,6	45976,0
1A4b. Other Sectors Residential	1A4b	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	129474,0	117164,2
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	1A4c	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	10917,1	6498,2
1A5 Other Include Military fuel use under this category	1A5	all fuels	CO2	●	●			●	●	11797,8	1546,2
1B1a. Fugitive Emissions from Fuels Coal Mining and Handling	1B1a	Solid Fuels	CH4	●	●			●	●	18415,2	4835,0
1B1c. Fugitive Emissions from Fuels Other (Abandoned Mines)	1B1c	Solid Fuels	CH4					●	●	1806,8	82,8
1.B.2.b. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Natural Gas	1B2b	Natural Gas	CH4	●	●	●	●	●	●	6781,5	6710,6
2A1. Mineral Products Cement Production	2A1		CO2	●	●	●	●			15145,8	13208,2
2A2. Mineral Products Lime Production	2A2		CO2	●	●	●	●			6135,0	5502,1
2B1. Chemical Industry	2B1	Ammonia production	CO2	●	●		●	●	●	4596,4	5137,7
2B2 Chemical Industry	2B2	Nitric Acid Production	N2O	●	●	●	●	●	●	4673,4	8478,7

IPCC Source Categories (cont.)	CRF	Activity	Emissions Of	Level Base Year	Level Base Year (w/o Sinks)	Level 2006	Level 2006 (w/o Sinks)	Trend 2006	Trend 2006 (w/o Sinks)	Emission Baseyear	Emission 2006
2B3 Chemical Industry	2B3	Adipic Acid Production	N2O	●	●			●	●	18804,6	3003,9
2B5 Chemical Industry	2B5	Other	CO2	●	●	●	●	●	●	6783,1	10143,2
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	2C1	Steel (integrated production)	CO2	●	●	●	●	●	●	48326,0	44859,2
2C3. Aluminium Production	2C3		PFC´s					●	●	1551,7	188,2
2C4. SF6 Used in Aluminium and Magnesium Foundries	2C4		SF6					●	●	197,1	2604,2
2E. Production of Halocarbons and SF6	2E	production of HCFC-22	HFC´s					●	●	4218,5	291,0
2F. Industrial Processes	2F	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC´s			●	●	●	●	2253,2	9522,7
2F. Industrial Processes	2F	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	●	●			●	●	6873,4	2520,9
4A.1. Enteric Fermentation	4A1a	Dairy Cattle	CH4	●	●	●	●			12653,6	10083,9
4A.1. Enteric Fermentation	4A1b	Non-Dairy Cattle	CH4	●	●	●	●	●	●	9985,6	6867,5
4D1. Agricultural Soils	4D1	Direct Soil Emissions	N2O	●	●	●	●		●	27711,2	23985,0
4D3. Agricultural Soils	4D3	Indirect Emissions	N2O	●	●	●	●			14906,4	12462,9
5.A Forest Land	5A		CO2	●		●		●		74399,5	79049,7
5.B Cropland	5B		CO2	●	●	●	●	●	●	26534,2	25007,1
5.C Grassland	5C		CO2	●	●	●	●	●	●	18555,2	16598,1
6 A1 Managed Waste Disposal on Land	6 A1		CH4	●	●	●	●	●	●	35910,0	9618,0
6B Wastewater Handling	6B2	Domestic and Commercial Wastewater	CH4					●	●	2226,2	115,4

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 1.2.5. 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. Sie werden im Verbesserungsplan gesammelt und um weiterführende Informationen ergänzt. Eine Teilmenge wird 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.

Für den Inventarplan 2008 sind nun die QK/QS-Checklisten aller Quellgruppen ausgewertet worden. Sie werden ergänzt um die Auswertung des Initial-Review 2006, des Synthesis & Assessment Report 2006 und der Ergebnisse des EU-Consistency-Report 2007. Aus den Inhalten wurde ein detaillierter (interner) Verbesserungsplan 2008 erstellt, aus dem die wesentlichen Maßnahmen in den Inventarplan 2008 überführt wurden. 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

1.2.5.2) und den in die Emissionsberichterstattung eingebundenen Bundesministerien Deutschlands (siehe Kapitel 1.2.3.5) umzusetzen sind. Die Einzelmaßnahmen wurden zu den inTabelle 7 dargestellten übergeordneten Maßnahmen zusammengefasst. Der Inventarplan wird in einem fortlaufenden Prozess regelmäßig aktualisiert.

Im Zuge der Umsetzung der Maßnahmen des Inventarplans 2007 konnten in Vorbereitungen des Initial Review und der Emissionsberichterstattung 2008 rund 60 % der enthaltenen Einzelmaßnahmen bearbeitet und damit aufgelöst werden.

Tabelle 7: Inventarplan 2008

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.1, 1.A.3.a, 2.B.1-2, 2.B.5, 4.D, 6.B.2
Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen berücksichtigt werden konnten.	1, 1.A, 1.A.1, 1.A.3.b, 1.B.1-2, 1.C.1, 2, 2.A.1, 2.B.3, 2.C.1+4, 2.F, 4, 5, 6.A-B
Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	1.A.1-2, 2.D.2, 3.D.1, 3.D.4
Überprüfung, ob die AR und deren Unsicherheiten plausibel und vollständig sind (ohne Fehlstellen und vollständig dokumentiert).	1.A.1-5, 1.B.1.c
Überprüfung, ob die EF und deren Unsicherheiten plausibel und vollständig sind (ohne Fehlstellen und vollständig dokumentiert).	1.A.1, 1.A.2, 1.A4, 1.A.5.a, 2.A.6, 2.B.1, 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.1, 1.A.3, 2.D.2, 6.B.2
Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	1.A.1, 1.A.3-5, 1.C.1.a-b, 2.A.6-7, 2.C.3-4, 2.F.1, 2.F.3, 2.F.6, 4.A, 4.D, 5, 6.B.2
Überprüfung, ob Rekalkulationen durchzuführen sind.	1.A.1-2, 1.A.4, 2, 6.D
Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	1.A, 1.B.1.a , 1.B.2, 1.A.4.a, 2.B.2, 2.B.5, 2.C.1, 2.F.1, 4.A, 4.D, 5.A.2, 5.B.1, 5.C.1, 6.A.1, 6.B.2
Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.	1.A, 1.C.1, 2.A.5-7, 2.B.5, 2.C.2, 2.E, 2.F.1, 2.F.3, 2.F.5-7, 3.D.1, 3.D.4, 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.1, 4.A, 4.D
Überprüfung, ob die Quellgruppe für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben ist.	1.A.1-5, 1.C.1., 2.A.5, 2.C, 2.C.3, 6.B.2
Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	1.A, 1.C.1.a, 2.A.5, 2.B.5, 2.D.2, 2.F.1-7, 4.A, 4.D, 5, 6.B.2
Überprüfung, ob die verwendeten Datenquellen(n) langfristig verfügbar sind.	1.A.1-5, 2.A.2, 2.B.1-2, 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.B.2, 1.C.1.b, 2.A.5-7, 2.B.5, 2.C.3, 4.A, 4.D, 5, 6.B.2
Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	1.A.1-2, 1.A.4-5, 2.C.2, 2.D.2
Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.	1.A.3, 1.A.5.b, 1.C.1.a, 2.A.5-6, 2.C.3, 2.D.2, 3.D.1, 3.D.4

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 (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. 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.

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.

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 2008 ist diese Datengrundlage 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 asymetrischen Unsicherheitenangaben wird der höhere Wert bei Annahme einer Normalverteilung als oberer und unterer Wert 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). Für Zeitreihen mit Aktivitätsraten erfolgt eine Gewichtung über

den Anteil der einzelnen Aktivitätsrate an der Gesamtaktivitätsrate des Sektors bzw. der Brennstoffkategorie des Sektors. Gleiches gilt für Zeitreihen mit berechneten Emissionen. Zeitreihen mit Emissionsfaktoren erhalten den Gewichtungsfaktor der korrespondierenden Aktivitätsrate zugewiesen.

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 für das Jahr 2006 beträgt nach Tier 1 +/-12,5 %. Die Lachgasemissionen des Sektors 4.D haben daran mit rund 70 % einen maßgeblichen Anteil. Die CO_2-Emissionen des Sektors 1.A stellen mit 13,5 % den zweiten wichtigen Beitrag zur Gesamtunsicherheit. Dabei dominieren die festen Brennstoffe des Sektors 1A1a sowie die Feuerungen der Haushalte und Kleinverbraucher (1.A.4.a/b/c). Hier zeichnet sich insbesondere die Brennstoffkategorie Biomasse mit einem hohen Beitrag aus. Weitere erwähnenswerte Einzelbeiträge liefern die Quellgruppen 5.B mit 3,3 % (CO_2) und 2.B mit 2,3% (N_2O).

Die hohen Unsicherheiten für N_2O sowohl aus den Expertenschätzungen als auch aus den IPCC-Adjustment Werten 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 und Industrie 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 Industrieprozesse wird die Quellgruppe 2.A.4 Soda Verwendung derzeit nicht berechnet. Diese Quellgruppe wird von der IPCC Good Practice Guidance nicht behandelt, da die Emissionen aus dieser Kategorie als gering eingeschätzt werden und die Daten für diese Quellgruppe meist nicht zur Verfügung stehen. Beide Gründe, die das IPCC für die Nichtbehandlung aufführt, treffen auch auf Deutschland zu.

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. Es ist im Entwurf zum Klimaschutzstatistikgesetz eine Regelung vorgesehen, dass zukünftig Daten trotz Geheimhaltung vollständig überprüft werden können.

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 2008 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 sank die Emission der Treibhausgase als CO_2-Äquivalentemission gegenüber der vorgenannten Bezugsgröße um 18,4 %. Gegenüber dem Vorjahr 2005 blieben die Gesamtemissionen unverändert (Rückgang um 0,02 %). Dabei standen einem Zuwachs der CO_2-Emissionen um 0,4 % durch gestiegenen Energieverbrauch und gesteigerter Eisen- und Stahl Produktion Minderungen der Methan- und Lachgasemissionen von 3,8 % bzw. 4,2 % gegenüber. Bei Methan sind die deutlich gestiegene Verwertung von Grubengas sowie die weiter sinkenden Emissionen aus dem Abfallbereich Hauptursache der Entwicklung. Der Rückgang der Lachgasemissionen wird durch den Rückgang der Emissionen aus der Adipinsäure- und Salpetersäureproduktion dominiert.

In Tabelle 10 werden für den Zeitraum seit 1990 die jeweiligen Emissionsveränderungen gegenüber dem Vorjahr zusammengestellt. Für CO_2 wird zum Beispiel deutlich, dass neben dem kontinuierlichen Rückgang der Emissionen, durch die im Vergleich der Entwicklung seit 1990 recht kalte Witterung insbesondere im Jahr 1996 ein verstärkter Energieeinsatz zur Erzeugung von Raumwärme erforderlich war, der in diesem Jahr die CO_2-Emissionen im Vergleich zum Vorjahr deutlich ansteigen ließ.

[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	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	(Gg)																
Netto-CO_2-Emissionen/ -Einbindungen	1.003.557	964.798	916.483	906.192	891.378	889.252	911.347	880.531	873.185	846.492	849.038	866.291	851.198	864.943	863.566	840.314	843.433
CO_2-Emissionen (ohne LULUCF)	1.032.172	994.270	946.633	936.824	922.655	920.789	943.316	912.899	905.812	879.580	883.392	901.418	886.547	900.813	899.819	876.811	880.253
CH_4	4.727	4.471	4.274	4.252	4.036	3.880	3.732	3.549	3.299	3.265	3.081	2.925	2.755	2.560	2.361	2.270	2.185
N_2O	273	259	262	250	252	251	254	244	201	191	192	195	193	201	208	213	204
HFCs (CO_2-äquivalent)	4.369	4.013	4.098	4.224	4.354	6.472	5.853	6.384	6.951	7.192	6.469	7.878	8.542	8.381	8.669	9.362	9.815
PFCs (CO_2-äquivalent)	2.708	2.333	2.102	1.961	1.650	1.750	1.714	1.369	1.473	1.243	786	723	795	858	830	718	582
SF_6 (CO_2-äquivalent)	4.785	5.118	5.634	6.405	6.694	7.220	6.929	6.903	6.701	5.310	5.078	4.898	4.197	4.311	4.486	4.734	5.333
CO	12.145	9.918	8.585	7.781	6.834	6.671	6.280	6.155	5.762	5.406	5.134	4.907	4.634	4.484	4.317	4.201	4.006
NMVOC	3.768	3.203	2.930	2.689	2.210	2.094	2.005	1.969	1.932	1.777	1.613	1.524	1.451	1.390	1.402	1.385	1.349
NO_X	2.862	2.635	2.476	2.368	2.226	2.132	2.048	1.966	1.919	1.888	1.815	1.735	1.640	1.580	1.532	1.447	1.394
SO_2	5.353	3.934	3.212	2.865	2.399	1.724	1.448	1.207	969	796	637	641	601	605	582	574	558

Tabelle 9: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO_2 in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
gegenüber dem Basisjahr bzw. 1990	(%)																
Netto-CO_2-Emissionen/ -Einbindungen	0,0	-3,9	-8,7	-9,7	-11,2	-11,4	-9,2	-12,3	-13,0	-15,7	-15,4	-13,7	-15,2	-13,8	-13,9	-16,3	-16,0
CO_2-Emissionen (ohne LULUCF)	0,0	-3,7	-8,3	-9,2	-10,6	-10,8	-8,6	-11,6	-12,2	-14,8	-14,4	-12,7	-14,1	-12,7	-12,8	-15,1	-14,7
CH_4	0,0	-5,4	-9,6	-10,0	-14,6	-17,9	-21,0	-24,9	-30,2	-30,9	-34,8	-38,1	-41,7	-45,8	-50,1	-52,0	-53,8
N_2O	0,0	-5,2	-4,3	-8,4	-7,9	-8,4	-7,0	-10,7	-26,3	-30,3	-29,8	-28,7	-29,5	-26,4	-23,8	-22,0	-25,3
HFCs (CO_2-äquivalent)						0,0	-9,6	-1,4	7,4	11,1	0,0	21,7	32,0	29,5	34,0	44,7	51,7
PFCs (CO_2-äquivalent)						0,0	-2,0	-21,8	-15,8	-29,0	-55,1	-58,7	-54,6	-51,0	-52,5	-58,9	-66,7
SF_6 (CO_2-äquivalent)						0,0	-4,0	-4,4	-7,2	-26,5	-29,7	-32,2	-41,9	-40,3	-37,9	-34,4	-26,1
Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen																	
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	0,0	-4,1	-8,4	-9,5	-11,1	-11,3	-9,7	-12,8	-15,0	-17,6	-17,8	-16,5	-18,1	-17,1	-17,3	-19,2	-19,3
Gesamt-Emissionen ohne CO_2 aus LULUCF	0,0	-3,9	-8,0	-9,1	-10,6	-10,8	-9,2	-12,2	-14,3	-16,9	-16,9	-15,6	-17,1	-16,1	-16,3	-18,1	-18,1
CO	0,0	-18,3	-29,3	-35,9	-43,7	-45,1	-48,3	-49,3	-52,6	-55,5	-57,7	-59,6	-61,8	-63,1	-64,5	-65,4	-67,0
NMVOC	0,0	-15,0	-22,2	-28,6	-41,3	-44,4	-46,8	-47,8	-48,7	-52,8	-57,2	-59,6	-61,5	-63,1	-62,8	-63,2	-64,2
NO_X	0,0	-7,9	-13,5	-17,3	-22,2	-25,5	-28,4	-31,3	-33,0	-34,0	-36,6	-39,4	-42,7	-44,8	-46,5	-49,5	-51,3
SO_2	0,0	-26,5	-40,0	-46,5	-55,2	-67,8	-72,9	-77,5	-81,9	-85,1	-88,1	-88,0	-88,8	-88,7	-89,1	-89,3	-89,6

Tabelle 10: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO_2 in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
gegenüber dem jeweils letzten Jahr	(%)																
Netto-CO_2-Emissionen/ -Einbindungen	0,0	-3,9	-5,0	-1,1	-1,6	-0,2	2,5	-3,4	-0,8	-3,1	0,3	2,0	-1,7	1,6	-0,2	-2,7	0,4
CO_2-Emissionen (ohne LULUCF)	0,0	-3,7	-4,8	-1,0	-1,5	-0,2	2,4	-3,2	-0,8	-2,9	0,4	2,0	-1,6	1,6	-0,1	-2,6	0,4
CH_4	0,0	-5,4	-4,4	-0,5	-5,1	-3,9	-3,8	-4,9	-7,0	-1,0	-5,6	-5,1	-5,8	-7,1	-7,8	-3,8	-3,8
N_2O	0,0	-5,2	0,9	-4,3	0,5	-0,4	1,5	-4,1	-17,4	-5,4	0,7	1,6	-1,1	4,4	3,6	2,3	-4,2
HFCs (CO_2-äquivalent)	0,0	-8,1	2,1	3,1	3,1	48,6	-9,6	9,1	8,9	3,5	-10,1	21,8	8,4	-1,9	3,4	8,0	4,8
PFCs (CO_2-äquivalent)	0,0	-13,8	-9,9	-6,7	-15,9	6,1	-2,0	-20,1	7,6	-15,6	-36,8	-8,0	9,9	7,9	-3,2	-13,5	-18,9
SF_6 (CO_2-äquivalent)	0,0	7,0	10,1	13,7	4,5	7,9	-4,0	-0,4	-2,9	-20,8	-4,4	-3,5	-14,3	2,7	4,0	5,5	12,7
Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen																	
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	0,0	-4,1	-4,5	-1,2	-1,7	-0,3	1,8	-3,5	-2,4	-3,2	-0,2	1,6	-1,9	1,3	-0,3	-2,3	-0,1
Gesamt-Emissionen ohne CO_2 aus LULUCF	0,0	-3,9	-4,3	-1,2	-1,6	-0,2	1,8	-3,3	-2,3	-3,0	-0,1	1,7	-1,8	1,3	-0,2	-2,2	0,0
CO	0,0	-18,3	-13,4	-9,4	-12,2	-2,4	-5,9	-2,0	-6,4	-6,2	-5,0	-4,4	-5,6	-3,2	-3,7	-2,7	-4,6
NMVOC	0,0	-15,0	-8,5	-8,2	-17,8	-5,3	-4,3	-1,8	-1,9	-8,0	-9,3	-5,5	-4,8	-4,2	0,9	-1,2	-2,6
NO_X	0,0	-7,9	-6,0	-4,4	-6,0	-4,2	-3,9	-4,0	-2,4	-1,6	-3,9	-4,4	-5,4	-3,7	-3,0	-5,6	-3,6
SO_2	0,0	-26,5	-18,4	-10,8	-16,3	-28,1	-16,0	-16,7	-19,7	-17,8	-19,9	0,6	-6,3	0,6	-3,7	-1,5	-2,6

2.1 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für aggregierte Treibhausgasemissionen

Bis zum Jahr 2006 konnte die eingangs beschriebene Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der EU-Lastenteilung mit einem Rückgang von 18,4 % bereits zu großen Teilen 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 14,7 % und die CH_4- und N_2O-Emissionen um 53,8 % bzw. 25,3 %. Die Ursachen für diese Reduktionen sind in einem ganzen Bündel von Maßnahmen zu sehen, die u.a. durch Brennstoffumstellungen, gesteigerte wirtschaftliche Effektivität, Veränderung von Tierhaltungsbedingungen und Abbau von Tierbeständen charakterisiert sind. Diese werden nachfolgend in der Trenddiskussion der einzelnen Treibhausgase näher ausgeführt.

Mit einem Anteil von 87,6 % 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 von 84,0 % auf 87,6 % gestiegen (s. Tabelle 2). Die überwiegend durch die landwirtschaftliche Tierhaltung, die Brennstoffverteilung und die Deponieemissionen verursachten Methanemissionen haben 2006 einen Anteil von 4,6 %. Die Distickstoffoxid-Emissionen, die hauptsächlich durch die Landwirtschaft, die Industrieprozesse und den Verkehr freigesetzt werden, tragen zu 6,3 % zu den Treibhausgasfreisetzungen bei. Die übrigen so genannten Kyoto- oder F-Gase verursachen insgesamt etwa 1,6 % der Gesamttreibhausgasemissionen. Dieses Verteilungsspektrum der Treibhausgasemissionen ist typisch für ein entwickeltes hoch industrialisiertes Land.

2.2 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Treibhausgasen

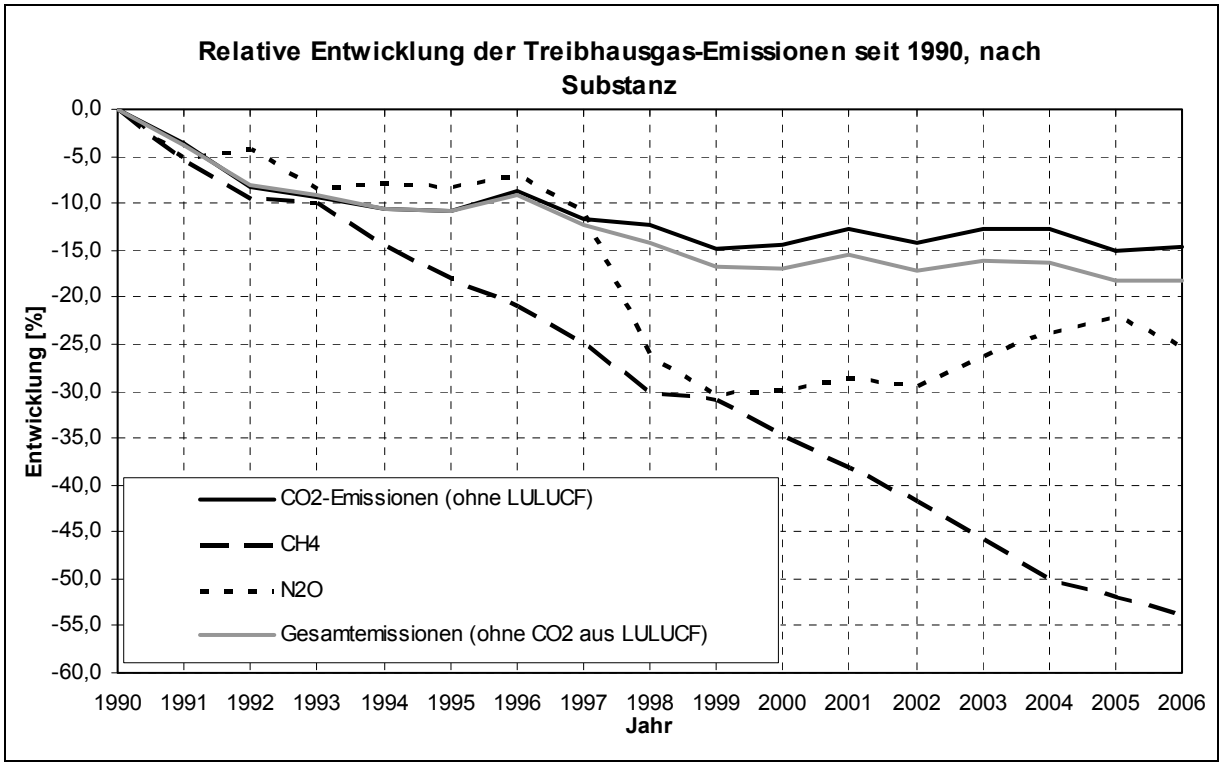


Abbildung 16: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990

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

2.2.1 Kohlendioxid (CO_2)

Die Minderung der CO2-Emissionen ist stark mit der Entwicklung im Energiesektor verbunden. Der starke Rückgang der Emissionen zwischen 1990-1995 ist hauptsächlich auf die Umstrukturierungsprozesse in den neuen Bundesländern zurückzuführen und der damit einhergehenden Steigerung der Energieeffizienz sowie auf den Umstieg auf emissionsärmere Energieträger und Stilllegung veralteter Anlagen. Ab 1995 nehmen die CO_2-Emissionen deutlich langsamer ab. Hier wirken vor allem Effizienzsteigerungen der Kraftwerke und weitere Änderungen im Energiemix mit verstärktem Einsatz emissionsärmerer und beginnend auch erneuerbarer Energieträger. Die CO_2-Emissionen durch die öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung sanken seit 1990 um 6 Mio. t. Dabei änderte sich der eingesetzte Brennstoffmix deutlich – während die Emissionen im Energiesektor durch den Einsatz von festen und flüssigen Brennstoffen um 6,6 % bzw. 40,1 % sanken nahmen die durch die Nutzung gasförmiger Brennstoffe verursachten CO_2-Emissionen um 63,8 % zu. Noch deutlicher wird dies im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher. Hier sanken die Emissionen zwischen 1990 und 2006 um insgesamt über 17 % von rund 204 Mio. t CO_2 auf rund 170 Mio. t CO_2. Auch hier ist neben Effizienzsteigerungen und dem Wechsel von Kohle zu Gas und Öl der zunehmenden Einsatz von erneuerbaren Energieträgern für das Sinken der Emissionen verantwortlich: Während

feste Brennstoffe im Jahr 1990 noch mit einem Anteil von 36 % zu diesen Emissionen beitrugen, sank dieser Anteil bis zum Jahr 2006 deutlich auf 14 %;der Emissionsanteil, der auf gasförmige Brennstoffe entfiel stieg deutlich von 23 % auf 51 %.Vergleichbare Entwicklungen haben sich auch im Verkehrsbereich vollzogen. Die CO_2-Emissionen stiegen von 162 Mio. t im Jahr 1990 auf über 186 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 160 Mio. t unter das Ausgangsniveau. Der Anteil von Dieselkraftstoff am Gesamtkraftstoffverbrauch im Straßenverkehr ist im Zeitraum 1990-2006 stark gestiegen. So wurden im Straßenverkehr 1990 die Emissionen noch zu fast 2/3 durch den Benzinverbrauch verursacht. Im Jahr 2006 hat sich das Verhältnis zwischen den durch Benzin- (46 %) bzw. Dieselverbrauch (54 %) verursachten Emissionen umgekehrt. Gegenüber dem Vorjahr stiegen die Gesamtemissionen 2006 insbesondere durch die Produktionssteigerungen im Eisen- und Stahlbereich (+ 2 Mio.t CO_2) aber auch durch gesteigerte energetische Verwendung insgesamt um 3,4 Mio.t (+ 0,4 %).

2.2.2 Lachgas (N_2O)

Die N_2O-Emissionen sanken im betrachteten Zeitraum um über 25 %. Der Emissionsrückgang gegenüber dem Vorjahr ist auf produktionsbedingten Rückgänge in der chemischen Industrie insbesondere der Salpetersäureherstellung zurückzuführen. Hauptverursacher sind die Anwendung stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft, Industrieprozesse in der chemischen 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. Weiterhin trug der Rückgang des Düngemitteleinsatzes in der Landwirtschaft zur Minderung der Gesamtemissionen bei.

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 nahezu 54 % 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 über 75 %. Ein weiterer Grund für die Emissionsminderung bestand in der Verringerung der Tierbestände, vorwiegend in der ersten Hälfte der 90´er 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 um

fast 4 %. 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 17 werden die Emissionsverläufe der sogenannten F-Gase im Zeitraum 1995-2006 dargestellt. Die Emissionen der HFC stiegen vor allem aufgrund des verstärkten Einsatzes als Kältemittel. 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 auf ein Zehntel 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. Der Anstieg der Gesamt SF_6-Emissionen in den letzten Jahren ist hauptsächlich auf den Einsatz von reinem SF_6 in der Aluminiumproduktion zurückzuführen, in den 90er Jahren wurde es hier nur als Zusatzstoff eingesetzt.

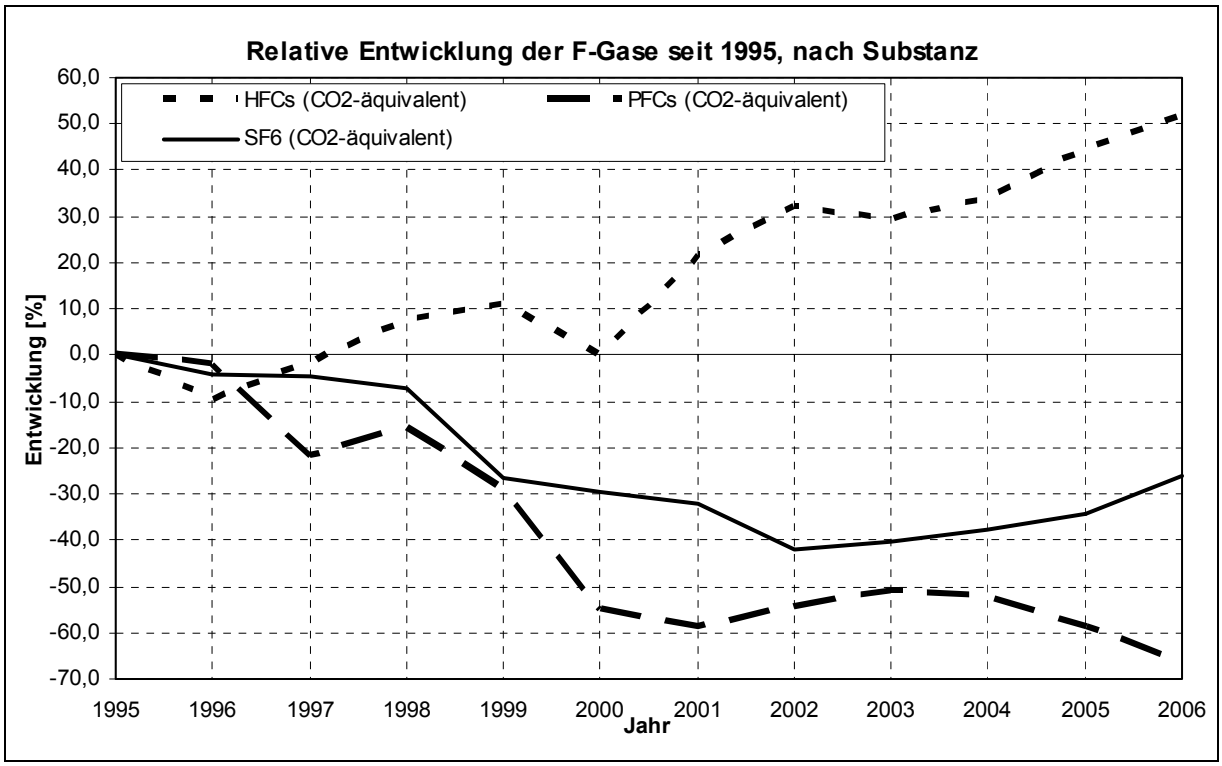


Abbildung 17: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995

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 17 % 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.

Im Bereich der Emissionen aus den Industrieprozessen ist ein relativ konstanter Beitrag der CO_2-Emissionen aus der Kalk- und Zementherstellung und der Eisen- und Stahlindustrie zu verzeichnen. Die Neuzuordnung der Emissionen des Eisen- und Stahlbereiches zu den energie- bzw. prozessbedingten Emissionen hat die Entwicklung dabei jedoch relativiert. Der Trend dieser Quellgruppe mit einer Minderung von über 12 % wird hauptsächlich durch die emissionsmindernden Maßnahmen im Bereich der Adipinsäureproduktion und die damit verbundene deutliche Minderung der N_2O-Emissionen bestimmt. Die 1997 begonnene Einführung dieser Techniken bei den Produzenten in Deutschland verursachte einen stark mindernden Effekt, dieser wird in den letzten Jahren durchzunehmende Emissionen aus der chemischen Industrie (Salpetersäureherstellung) etwas kompensiert. Gegenüber dem Vorjahr hat insbesondere der Produktionsanstieg bei der Herstellung von Metallen zu einer Steigerung der Emissionen in diesem bereich beigetragen.

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 Emissionen aus der Landwirtschaft geht im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierbestände und damit verbundenen Emissionsrückgang von über 24 % zurück. Darüberhinaus wirken sich jedoch auch die rückläufigen Einsatzmengen von mineralischen Düngern emissionsmindernd (- 14,7 %) aus. Gegenüber 1990 sanken die Emissionen insgesamt um über 18 %.

Die Zunahme der Einbindung von Treibhausgasen durch Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft um über 29 % geht im Wesentlichen auf eine Abnahme der CO_2-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden und auf eine Zunahme der Waldfläche zurück.

Die deutlichste Emissionsminderung von fast 68 % trat im Bereich der Abfallemissionen auf. Hier hat die Einführung eines verstärkten Recyclings von wiederverwertbaren Stoffen (Gelber Sack, Verpackungsverordnung u.ä.) zu einer Verringerung der jährlich deponierten Abfallmengen geführt und damit eine Minderung von über 73 % 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 44 %.

Tabelle 11: Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
gegenüber 1990	Veränderung in %																
1. Energie	0,0	-3,5	-8,4	-9,1	-11,4	-11,8	-9,1	-12,8	-13,7	-15,9	-16,2	-14,1	-15,6	-14,4	-14,9	-17,0	-17,1
2. Industrieprozesse	0,0	-4,5	-4,5	-7,6	-0,7	1,2	-2,1	0,1	-11,5	-18,5	-15,8	-16,8	-16,7	-14,0	-10,6	-10,6	-9,7
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	-4,0	-8,0	-11,9	-15,9	-19,9	-23,9	-27,9	-31,8	-35,8	-39,8	-43,8	-43,8	-43,8	-43,8	-43,8	-43,8
4. Landwirtschaft	0,0	-9,7	-12,3	-13,8	-16,4	-14,3	-14,3	-15,7	-15,4	-13,8	-13,6	-14,3	-16,8	-17,2	-17,7	-18,2	-18,2
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	3,0	5,4	7,1	9,4	10,3	11,9	13,3	14,2	15,8	20,2	22,9	23,7	25,5	26,9	27,7	28,9
CO_2 (Netto-Senke)	0,0	3,0	5,4	7,0	9,3	10,2	11,7	13,1	14,0	15,6	20,1	22,8	23,5	25,4	26,7	27,5	28,7
N_2O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
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	-63,5	-65,9	-67,9
7. Andere	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Emissionsentwicklung	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
gegenüber dem jeweils letzten Jahr	Veränderung in %																
1. Energie	0,0	-3,5	-5,0	-0,8	-2,5	-0,5	3,0	-4,0	-1,0	-2,6	-0,3	2,5	-1,8	1,4	-0,5	-2,5	-0,1
2. Industrieprozesse	0,0	-4,5	0,0	-3,2	7,4	1,9	-3,3	2,3	-11,6	-7,9	3,3	-1,3	0,1	3,2	4,0	0,1	1,0
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0	-4,0	-4,1	-4,3	-4,5	-4,7	-5,0	-5,2	-5,5	-5,8	-6,2	-6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Landwirtschaft	0,0	-9,7	-2,9	-1,7	-3,0	2,5	0,0	-1,6	0,3	1,9	0,3	-0,8	-3,0	-0,5	-0,5	-0,6	0,0
5. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0	3,0	2,3	1,6	2,1	0,8	1,4	1,3	0,8	1,4	3,7	2,3	0,6	1,5	1,1	0,7	0,9
CO_2 (Netto-Senke)	0,0	3,0	2,3	1,6	2,1	0,8	1,4	1,3	0,8	1,4	3,8	2,3	0,6	1,5	1,1	0,7	0,9
N_2O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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	-6,5	-5,7
7. Andere	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 18 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 90 %, die von CO um 67 %, die von den NMVOC um über 64 % und die von NO_X um über 51 % 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 Fordergrund.

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 wirkte sich insbesondere in den letzten Jahren auch auf die Emissionen der indirekten Treibhausgase aus.

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

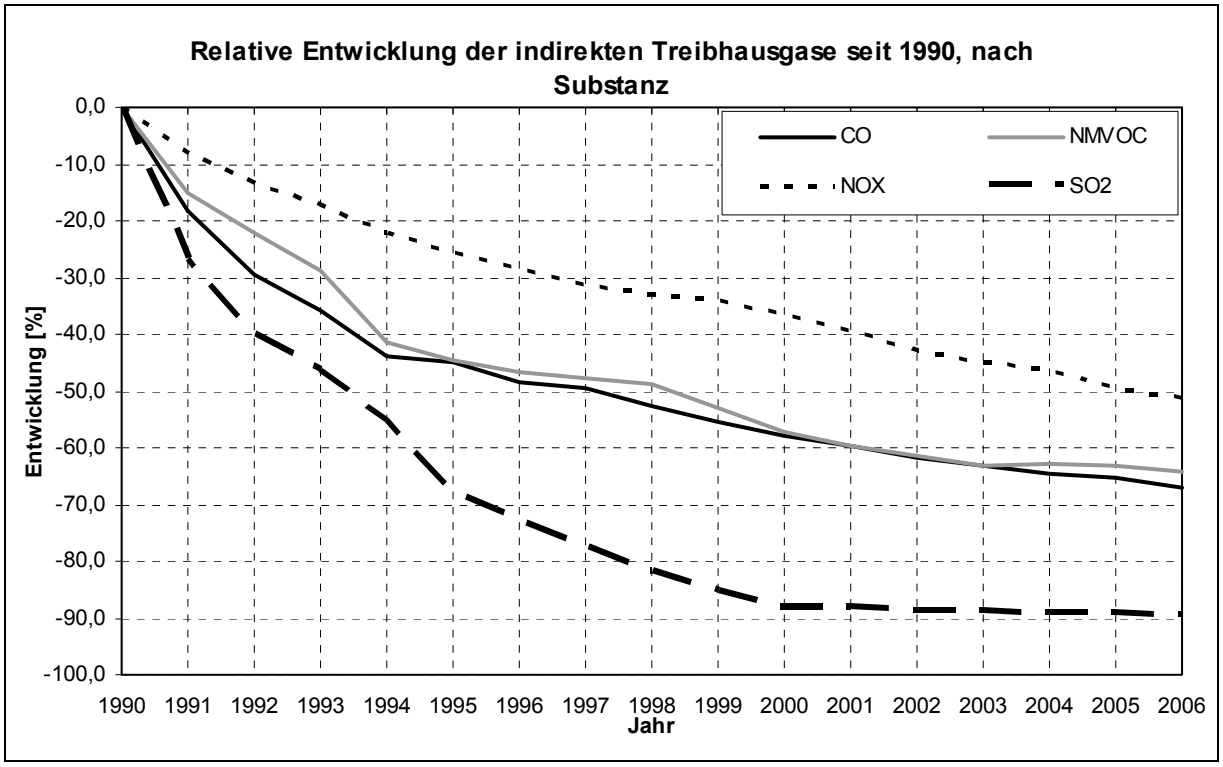


Abbildung 18: Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO_2

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 Datenbank „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 in den Jahren 2003 - 2006 überarbeitet worden. Dies ist 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 0 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 19 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 19: 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. Die Daten von 2003 bis 2006 sind vorläufig.

Abbildung 19 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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	26,35 %	31,42 %	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 2006 eine Netto-Engpassleistung von ca. 97 GW installiert. Davon wurden ca. 65 GW mit fossilen Energieträgern oder deren Umwandlungsprodukten betrieben. Alle fossil betriebenen Anlagen zusammen erzeugten ca. 337 TWh elektrische Arbeit. Das entspricht ca. 62 % der gesamten öffentlichen Stromerzeugung (ca. 540 TWh). Dabei entfiel allein auf die Brennstoffe Braun- und Steinkohle die Erzeugung von ca. 274 TWh Strom (DESTATIS 2006a).

Heizkraftwerke trugen im Jahr 2006 zur öffentlichen Versorgung mit einer elektrischen Leistung von ca. 11 GW und einer Wärmeengpassleistung von ca. 24 GW bei. Sie erzeugten im Jahr 2006 ca. 32 TWh Strom und ca. 224 PJ Fernwärme. Ergänzt wird die Fernwärmeversorgung durch Fernheizwerke (meist im Spitzenlastbetrieb) mit einer Wärmeengpassleistung von ca. 22 GW und einer Fernwärmeerzeugung von ca. 41 PJ. (vorläufige Daten, AGFW 2006/2007).

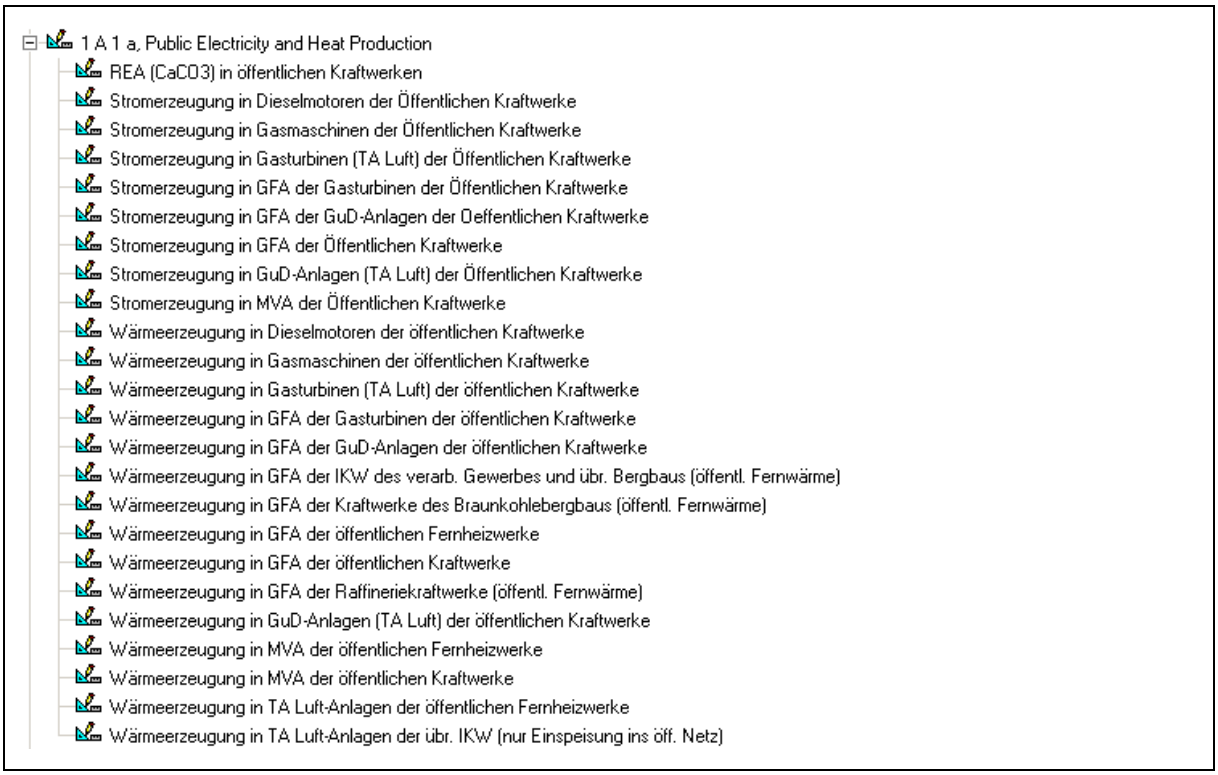


Abbildung 20: Strukturzuordnung 1.A.1a Öffentliche Kraft- und Wärmeproduktion

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, wobei letztere Statistik deutlich höhere Werte ausweist. 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 >/< 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 - 2006 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 0 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 2006

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 2006 wurden vor diesem Hintergrund geprüft und insgesamt als konsistent bewertet. Die Zeitreihen der CH_4-Emissionsfaktoren für die Jahre 1995 bis 2006 wurden ebenfalls geprüft und als in sich konsistent bewertet.

Für den Zeitraum von 1990 bis 1994 erfolgt gegenwärtig eine quellenspezifische Überprüfung der N_2O- und der CH_4-Emissionsfaktoren im Hinblick auf Konsistenz mit den Werten ab 1995. Bisher sind - wie bereits im NIR 2007 berichtet - die N_2O-Emissionsfaktoren bei Einsatz von Erdgas und leichtem Heizöl in Gasturbinen überprüft und angepasst worden.

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

Eine allgemeine Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht 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 brennstoffspezifischen 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 66) dargestellt. Ihre Ergebnisse wurden im NIR 2005 berichtet.

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

Aufgrund aktualisierten Datenmaterials (Aktualisierung der Auswertetabellen zur Energiebilanz) wurden für die Quellgruppe 1.A.2. + 1.A.1) für die Stromerzeugung für Heizöl andere Daten als im Inventar 2007 berichtet. Für das Jahr 2005 wurden die Daten für Heizöl von 100 PJ auf 52 PJ gesenkt.

Für den Brennstoffeinsatz von Hausmüll/Siedlungsabfall ergab sich eine Aktualisierung der Werte für das Jahr 2005, da für den NIR 2007 die Fachserie 19 mit den Werten für 2005 noch nicht vorlag. Deshalb wurden die entsprechenden Daten im vorherigen NIR geschätzt. Für das aktuelle Treibhausgasinventar wurden für das Jahr 2006 erneut die Werte geschätzt. Die Werte für 2006 werden mit Erscheinen der Fachserie 19 2007 (für das Jahr 2006) aktualisiert.

Die CO_2-Emissionsfaktoren für den Brennstoff Rohbraunkohle Helmstedt wurden aufgrund neuer Erkenntnisse der Emissionshandelsstelle für die gesamte Zeitreihe von 111 t/TJ auf 99 t/TJ herabgesetzt.

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

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln erwähnt, wird gegenwärtig daran gearbeitet, die Zeitreihenkonsistenz der N_2O- und der CH_4-Emissionsfaktoren für den Zeitraum 1990 bis 1994 mit dem Zeitraum ab 1995 zu überprüfen und gegebenenfalls Änderungen an den Zahlenwerten für die Emissionsfaktoren für den Zeitraum 1990-1994 vorzunehmen.

Längerfristig ist vorgesehen, im Rahmen von systematischen Untersuchungen das N_2O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen erneut zu überprüfen; auch soll das CH_4-Emissionsverhalten von Gasturbinen durch Messungen genauer als bisher bestimmt werden. Die hier im Vergleich zum NIR 2007 vorgenommene Verschiebung der fachlichen Akzente ist eine Folge des Review-Prozesses im Jahre 2007.

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	1,57 %	1,93 %	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 2006 rund 119 Mt. In diesem Zeitraum wurden 112 Mt Rohöl und 12 Mt Zwischenprodukte zur Weiterverarbeitung eingesetzt. Die Erzeugung an Mineralölprodukten betrug insgesamt 122 Mt, davon entfielen ca. 61 Mt auf Kraftstoffe, ca. 31 Mt auf Heizöle, ca. 9 Mt auf Naphtha und ca. 21 Mt auf andere Produkte. (MWV, 2007).

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.

Abbildung 21: Strukturzuordnung 1.A.1b Raffinerien

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 Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht 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 aktualisierten Datenmaterials (Aktualisierung der Auswertetabellen zur Energiebilanz) wurden für die Quellgruppe (1.A.2. + 1.A.1) für die Stromerzeugung für Heizöl andere Daten als im Inventar 2007 berichtet. Für das Jahr 2005 wurden die Daten für Heizöl von 100 PJ auf 52 PJ gesenkt.

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 beschriebenen Planungen hinsichtlich der Untersuchungen zum Emissionsverhalten sollen auch die Datenlage für Kraftwerke und Unterfeuerungen in Mineralölraffinerien adäquat verbessern.

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	4,63 %	1,59 %	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 21,4 Mt Steinkohle(25,6 Mt in 2005) (STATISTIK DER KOHLEWIRTSCHAFT 2006: für das Jahr 2005, Übersicht 1 und www.kohlenstatistk.de). Die Kokserzeugung betrug im Jahr 2005 8,3 Mt (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT 2006, für das Jahr 2005, S. 50, Zahlenübersicht 45, Zeile Koksproduktion). Die Herstellung von Steinkohlenbriketts und anderen Kohlenwertstoffen betrug zusammen weniger als1 Mt.

Im Jahr 2006 wurden in Deutschland 176,3 Mt Rohbraunkohle gefördert (www.kohlenstatistk.de). Die Herstellung von Braunkohlenbriketts und anderen Braunkohlenprodukten betrug ca. 5,2Mt (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 2006 knapp 3,4 Mt (MWV, 2007) und die Erdgasförderung erreichte ca. 18.750 Mm³ (H_u = 31.736 kJ/m³) (BAFA, 2007). 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.

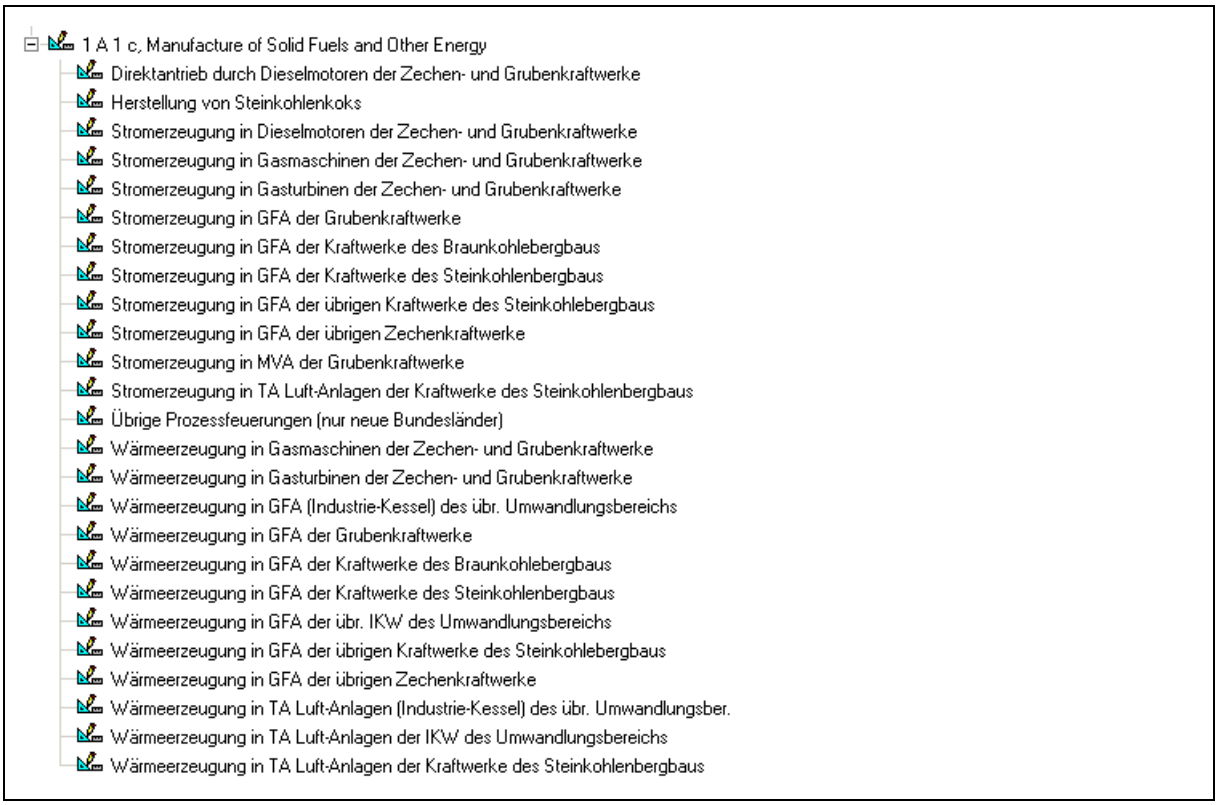


Abbildung 22: Strukturzuordnung 1.A.1c Produktion fester Brennstoffe und anderer Energien

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 Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht 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 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)

Die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.5 gelten entsprechend.

Die Aktivitätsraten zur Braunkohlentrocknung wurden für das Jahr 2005 wegen neuer Daten rekalkuliert.

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

Die im Kapitel 3.1.1.6 beschriebenen Planungen hinsichtlich der Untersuchungen zum Emissionsverhalten sollen auch die Datenlage für Emissionsfaktoren für Kraftwerke und andere Feuerungen des Bergbaubereichs adäquat verbessern.

Es ist geplant, die branchenspezifische Aufteilung des Brennstoffeinsatzes zur Stromerzeugung in Industriekraftwerken, also auch zur Stromerzeugung in Kraftwerken des Steinkohlen- bzw. Braunkohlenbergbaus, auf qualitativ hochwertigere Daten zu stellen. Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) hat dem Umweltbundesamt entsprechendes Datenmaterial zugesagt. Von diesen Daten erwarten wir eine größere Konsistenz der Zeitreihen untereinander, da die Konsistenz der AGEB-Daten mit der Energiebilanz sehr viel besser als bei den bisher verwendeten Daten sein dürfte.

Im Bereich Kokereien ist für das nächste Jahr eine Überprüfung der vorliegenden Emissionsfaktoren und der Zeitreihenkonsistenz vorgesehen. Zur Verbreiterung der Datenbasis ist weiterhin die Erarbeitung einer Strategie für zukünftige Datenlieferungen und Unsicherheitsschätzungen unter Einbeziehung von Verbänden, Betreibern und Überwachungsbehörden geplant. In Deutschland ist noch eine Braunkohlenkokerei in Betrieb. Die Relevanz dieser Kokerei für die Emissionsberichterstattung ist zu untersuchen.

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.

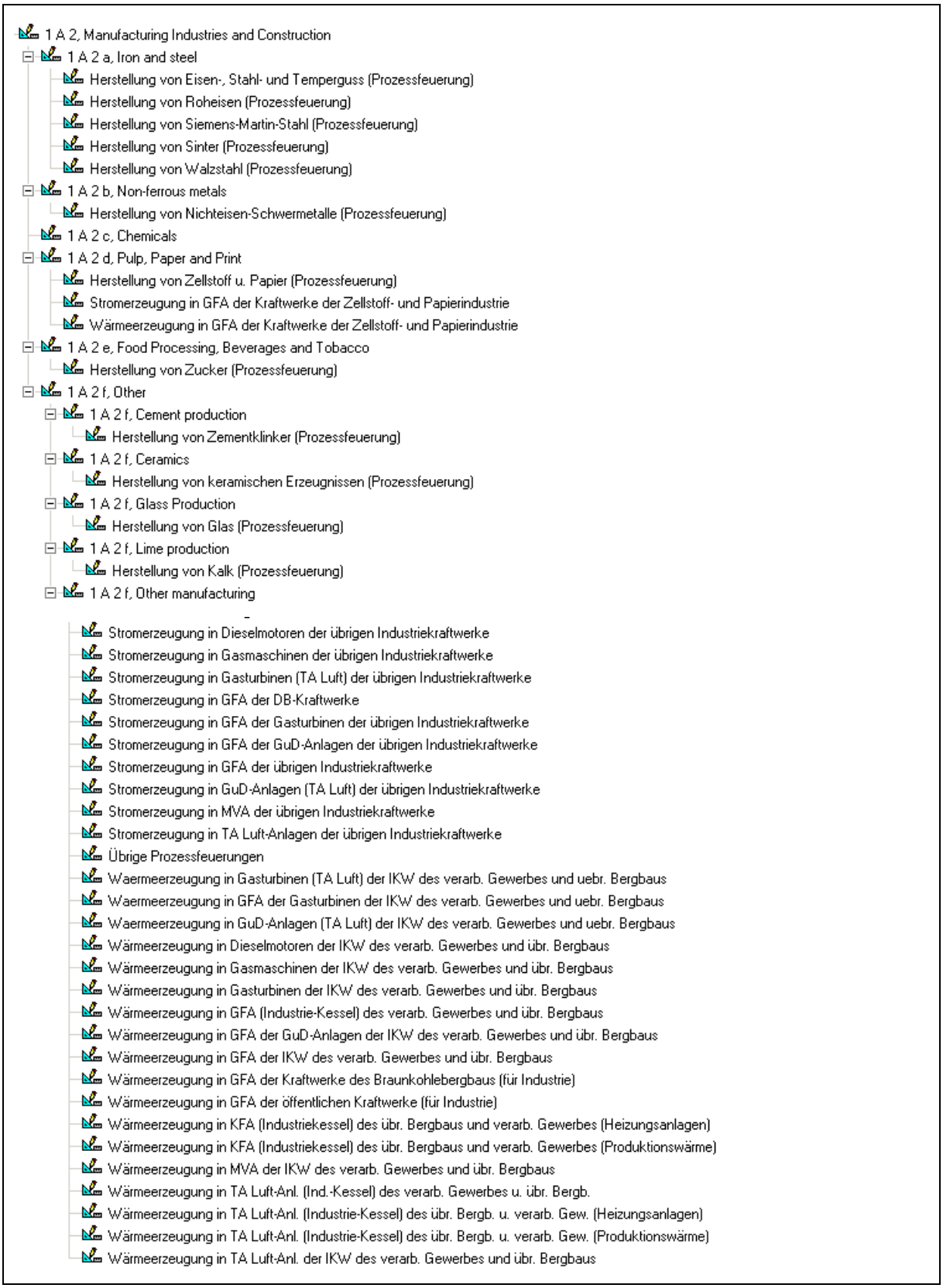


Abbildung 23: Strukturzuordnung 1.A.2 Verarbeitendes Gewerbe

In der Quellgruppe 1.A.2 wurden im Vergleich zum letzten Inventar folgende Verbesserungen vorgenommen:

Die Aktivitätsraten für die Bundesrepublik Deutschland ab 1995 wurden im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) ermittelt, das eine Überarbeitung des BEU-Modells zum Inhalt hatte.

Tabelle 12 bis Tabelle 18 stellen die überarbeitete Struktur des BEU-Modells dar.

Als Ergebnis der Überarbeitung wurden einige Strukturelemente der BEU ab 1995 zusammengelegt (Kleinfeuerungsanlagen werden jetzt unter TA-Luft-Anlagen berichtet, da die Datengrundlagen für eine getrennte Erfassung fehlen) und neu geschaffen (für die Wärmeerzeugung in den Industriekraftwerken werden jetzt auch GuD-Anlagen ausgewiesen).

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.

Zusätzlich wurde eine geringe Anzahl von Expertenschätzungen hauptsächlich für die Technologieaufteilung benötigt.

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

Die Aggregation der Industriekraftwerke und Kessel erfolgte 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 Prozessfeuerunen 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.

Aufgrund aktualisierten Datenmaterials (Aktualisierung der Auswertetabellen zur Energiebilanz) wurden für die Quellgruppe 1.A.2. (ebenso wie für 1.A.1) für die Stromerzeugung für Heizöl andere Daten als im Inventar 2007 berichtet. Für das Jahr 2005 wurden die Daten für Heizöl auf Grund einer Neuberechnung mit aktualisierten Zahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes durch die Arbeitsgemeinschaft für Energiebilanzen von 100 PJ auf 52 PJ gesenkt.

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	0,99 %	1,11 %	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 %										
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 zum Jahr 1993 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 Anhang-Kapitel 13.6 des NIR 2007 und 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-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt.

Im Rahmen des Forschungsprojekts (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) wurden die Datenzeitreihen zum Einsatz von Ersatzreduktionsmitteln in der Stahlindustrie, die von der Wirtschaftsvereinigung Stahl zur Verfügung gestellt wurden, einer intensiven Qualitätskontrolle unterzogen. Dazu wurde der gesamte Reduktionsmittel- und Brennstoffeinsatz aus fossilen Regelenergieträgern der Stahlindustrie erfasst und mit dem Verbrauch der Ersatzreduktionsmittel abgeglichen. Zusätzlich wurden die ermittelten CO_2-Emissionen aus regulären und Ersatzreduktionsmitteln bewertet.

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

Aufgrund der methodischen Überarbeitung der Aktivitätsdaten wurden für die gesamte Zeitreihe ab 1995 Rekalkulationen vorgenommen, die sich aber nur in geringem Maße auf die Gesamtemissionen der Quellgruppe auswirken.

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

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

3.1.4.2 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**	**2006- 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 und Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt.

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

Aufgrund der methodischen Überarbeitung der Aktivitätsdaten wurden für die gesamte Zeitreihe ab 1995 Rekalkulationen vorgenommen, die sich deutlich auf die Emissionshöhe der gesamten Quellgruppe auswirken.

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

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

3.1.4.3 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**	**2006- 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**	**2006- 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)

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)

Es ist geplant, mit neuen Daten aus der Energiebilanz auch die in den Kraftwerken der Papierindustrie eingesetzten Regelbrennstoffe den entsprechenden Strukturelementen zuzuordnen.

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
all fuels	- / t	CO_2	0,16 %	0,06	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										
Methode EF-Ermittlung										

Diese Quellgruppe Zuckerherstellung ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach dem Trend.

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 entschieden, dass mit der Statistik 060 (DESTATIS, 2006b) alle Brennstoffe für die Berechnung der Aktivitätsraten erfasst werden.

Die entsprechenden Brennstoffeinsätze sind in der BEU enthalten. Die Quelle für die Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 15.83, Herstellung von Zucker). Ab 2002 wird für die Berechnung der Aktivitätsraten auf Grund der geänderten Verfügbarkeit des Datenmaterials die Meldenummer 15.8 (sonstiges Ernährungsgewerbe ohne Getränkeherstellung) verwendet, da die dort berichteten Brennstoffeinsätze laut Statistischem Bundesamt fast ausschließlich der Zuckerindustrie zuzurechnen sind und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 DESTATIS, 2006c).

Eine Veränderung in der Statistik 067 (DESTATIS, 2006c) 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.

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

Die Brennstoffeinsätze für die neuen Bundesländer 1990 wurden mittels spezifischem Brennstoffverbrauch des Jahres 1989 und der Produktion des Jahres 1990 neu berechnet.

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

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

Aufgrund der methodischen Überarbeitung der Aktivitätsdaten wurden für die gesamte Zeitreihe ab 1995 Rekalkulationen vorgenommen, die sich deutlich auf die Emissionshöhe der gesamten Quellgruppe auswirken.

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

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

3.1.4.6 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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	10,85 %	8,45 %	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 und trägt knapp ein Prozent zum Gesamtinventar bei.

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 drei-stelligen 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 Datenqualitätvon 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 0 zu entnehmen.

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

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.

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

Aufgrund der methodischen Überarbeitung der Aktivitätsdaten wurden für die gesamte Zeitreihe Rekalkulationen durchgeführt.

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

Nach Abschluss der Überarbeitung der Daten innerhalb des Forschungsvorhabens „Dokumantation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) sind derzeit keine quellenspezifischen 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 entsprechenden Brennstoffeinsätze sind in der BEU enthalten. Die Quelle für die Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.40, Ziegelei, Herstellung von sonst. Baukeramik).

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. 26.40, 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. Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

Sie wurden für die Aktivitätsraten im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualitätvon Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ aktualisiert und im Endbericht dokumentiert

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

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.

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

Aufgrund der methodischen Überarbeitung der Aktivitätsdaten wurden für die gesamte Zeitreihe ab 1995 Rekalkulationen vorgenommen, die zu einer Erhöhung der Emissionen dieser Quellgruppe führen.

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

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

3.1.4.9 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 Datenqualitätvon 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)

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.

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

Aufgrund der methodischen Überarbeitung der Aktivitätsdaten wurden für die gesamte Zeitreihe ab 1995 Rekalkulationen durchgeführt.

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

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

3.1.4.10 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 Datenqualitätvon 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 0 zu entnehmen.

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

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.

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

Aufgrund der methodischen Überarbeitung der Aktivitätsdaten wurden für die gesamte Zeitreihe ab 1995 Rekalkulationen vorgenommen.

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 Gastubinen, 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)

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

Aufgrund der methodischen Überarbeitung der Aktivitätsdaten wurden für die gesamte Zeitreihe ab 1995 Rekalkulationen vorgenommen, die sich deutlich auf die Emissionshöhe der gesamten Quellgruppe auswirken.

Wegen der Aktualisierung der Auswertetabellen zur Energiebilanz wurden für die Quellgruppe 1.A.2. + 1.A.1 für die Stromerzeugung für Heizöl andere Daten als im Inventar 2007 berichtet. Für das Jahr 2005 wurden die Daten für Heizöl von 100 PJ auf 52 PJ gesenkt.

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 Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.5 gelten entsprechend.

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Jet Gasoline	l / t	CO_2	0,23 %	0,50 %	steigend

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 eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Der Flugverkehr unterscheidet sich in der Entstehung seiner Emissionen in hohem Maße von den land- und wassergebundenen Verkehrsträgern, da ein Großteil der Verbrennung des Treibstoffs unter von bodengebundenen Verhältnissen verschiedenen und zudem wechselnden atmosphärischen Bedingungen erfolgt. 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 Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxiden (NO_X, d.h. NO und NO_2), flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC), Methan (CH_4), Kohlendioxid (CO_2) sowie Distickstoffoxid (N_2O, Lachgas).

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

Für die in Deutschland operierenden Flugzeuge stehen keine nach den verschiedenen Flugphasen unterschiedenen Daten zur Verfügung.

Die Anforderungen für die Tier 2-Methode mit einer Unterscheidung der Emissionsfaktoren für LTO-Zyklus und Reiseflug können daher nicht erfüllt werden.

Im Inventar erfolgt die Berechnung der Emissionen aus dem Flugverkehr noch nach dem Tier 1-Ansatz gemäß der Gleichung 2.7 der IPCC GPG S. 2.57 (IPCC, 2000):

Emissionen = Treibstoffverbrauch * Emissionsfaktor

Aktivitätsrate:

Grundlage für die Aktivitätsdaten ist die Energiebilanz auf der Basis des in Deutschland verkauften Flugtreibstoffs. Der Emissionsfaktor für Kohlendioxid wurde, ausgehend vom Gehalt an Kohlenstoff im Kerosin, hergeleitet.

Emissionsfaktoren:

Entsprechend der Herleitung des mittleren Kohlenstoffgehalts im Kerosin wird ein Wert von 3.150 g/kg verwendet (73.256 kg/kJ).

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.

Aus der Studie UBA-Texte 17/01 (UBA, 2001a) konnte das Verhältnis zwischen nationalem und internationalem Flugverkehr mit 20 % zu 80 % ermittelt werden. Dieser Anteil beruht auf dem ermittelten Anteil der Passagiere, die dem innerdeutschen Flugverkehr (mit Umsteigern, Basisjahr 1995) zuzuordnen sind. Entsprechend diesem Verhältnis werden die ermittelten Gesamtemissionen zu 20 % dem zivilen nationalen Flugverkehr zugeordnet.

In Tabelle 24 sind die bislang verwendeten Emissionsfaktoren dargestellt. Dabei bezieht sich die erste Unterspalte auf die üblicherweise im Bereich der Luftfahrt angegebene Einheit g/kg Treibstoff, die zweite Unterspalte auf die im Rahmen der Berichtserstattung verwendete Einheit kg/TJ. Für die Emissionsberichterstattung ist eine Umrechnung der ermittelten Emissionsfaktoren auf die entsprechenden Energieäquivalente unter Berücksichtigung des Heizwertes von Kerosin erforderlich. In der Tabelle sind die bislang verwendeten Werte angegeben (bis 2003). Der dabei verwendete Umrechnungsfaktor ist 44.985.

Tabelle 24: Bislang (bis NIR 2003) verwendete Emissionsfaktoren

Bezeichnung	Emissionsfaktor [g/kg]	Emissionsfaktor [kg/TJ]
Schwefeldioxid	0,2	4,7
Stickstoffdioxid	17,4	390
flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan)	2,6	59
Methan	0,04	1
Kohlenmonoxid	17,4	390
Kohlendioxid	3.299,7	74000
Distickstoffoxid (Lachgas)	0,1	1,5

(Umrechnung mit Faktor 43.000 kJ/kg)

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

Eine Angabe der Unsicherheiten ist mit den verwendeten Emissionsfaktoren rein wissenschaftlich nicht möglich. Da voraussichtlich ab nächstem Jahr exaktere Emissionsdaten von der Europäischen Flugsicherungsagentur EUROCONTROL zu erwarten sind, die auf genaueren Berechnungen für Tier 2-Methoden (ggf. bereits Tier 3) beruhen, wird ab diesem Zeitpunkt die Angabe von Unsicherheitsbereichen möglich sein.

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

Es wurde eine den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechende allgemeine wie auch quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2) durchgeführt. Die derzeitige Berechnungs-Praxis wurde auf der Basis aktuellerer Daten und Erkenntnisse verifiziert. Dies betrifft die verschiedenen eingesetzten

Emissionsfaktoren und den zur Umrechnung in energiebezogene Emissionsfaktoren benötigten Energiegehalt. Für eine genauere Aufteilung zwischen nationalem und internationalem Flugverkehr liegen keine Daten vor, die einer genaueren Quantifizierung zugrunde gelegt werden könnten. Dabei wurden die vorgeschlagenen Emissionsfaktoren des IPCC bei den folgenden Erwägungen berücksichtigt. Allerdings muss hier festgestellt werden, dass die vorgeschlagenen Emissionsfaktoren 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 Flugtriebwerken 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, d.h. 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 25).

Tabelle 25: 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 26).

Tabelle 26: NO_X -Emissionsfaktoren für 1992 und 2015 von NASA, ANCAT und DLR, ohne militärischen Flugverkehr (alle Flugphasen)

	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).

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 90er Jahre

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.

Die bisher verwendete Aufteilung zur Bestimmung des Anteils des nationalen Flugverkehrs an den Gesamtemissionen (DESTATIS, Fachserie 8, Reihe 6) basierte auf einer pauschalen Zuweisung von 80 % der ermittelten Gesamtemissionen an den internationalen Flugverkehr. Diese Aufteilung basiert auf einer Untersuchung, die, im Auftrag des UBA, vom TÜV durchgeführt worden ist (UBA, 1989). Inzwischen hat sich der Flugverkehr zunehmend internationalisiert, so dass der nationale Anteil relativ kleiner geworden ist.

Grundlage für die Aufteilung muss die Definition der IPCC-Richtlinien für die Erstellung der nationalen Emissionsinventare sein. Demnach fallen unter den nationalen Flugverkehr all jene Flugbewegungen von Passagieren und Fracht mit Start und Ende des Fluges auf nationalem Gebiet. Der internationale Flugverkehr umfasst dagegen den gesamten zivilen Flugverkehr, der vom Ausland kommt oder das nationale Gebiet verlässt.

Auf Basis der 2002 insgesamt beförderten 114 Mio. Passagiere, von denen 13,6 Mio. unter die Kategorie *Inlandsflugverkehr* fielen, hatte der nationale Flugverkehr einen Anteil von 11,9 % am gesamten zivilen Flugverkehr über Deutschland. Werden allerdings die Umsteiger hinzugerechnet, so flogen 2002 insgesamt 19,8 Mio. Passagiere auf innerdeutschen Strecken, wodurch sich ein Anteil von 17,4 % ergibt. Gemäß den Definitionen des IPCC müssen Umsteiger grundsätzlich berücksichtigt werden.

Beim Frachtverkehr entfielen 2,1 der insgesamt 2,2 Mio. t in 2002 transportierter Frachten auf den internationalen Flugverkehr. Der nationale Anteil betrug somit 0,1 Mio. t oder 4,5 %.

Werden *Flugbewegungen* betrachtet, so wurden 2002 in Deutschland 1,45 Mio. Bewegungen registriert, von denen 0,339 Mio. innerdeutsche Ziele hatte. Dies entspricht einem Anteil von 23,4 %.

Eine weitere Größe, die für die Berechnung des Anteils des nationalen Flugverkehrs für die Ermittlung der Emissionen herangezogen werden könnte, ist die *Beförderungsleistung*. Grundsätzlich kann auch hier nicht davon ausgegangen werden, dass eine enge Korrelation zum Treibstoffverbrauch besteht. Gründe hierfür sind unter anderem der unterschiedliche Treibstoffverbrauch der Flotte und der relativ höhere Anteil des LTO-Zyklus, in dem aufgrund der Start- und Steigphase mehr Treibstoff verbraucht wird. 23,8 % der Transportleistung (unter Zugrundelegung eines Äquivalents von 0,1 tkm für einen Sitzplatzkilometer) entfielen dabei auf die Luftfracht. Insgesamt wurden 7,81 Mrd. Tonnenkilometer für das Jahr 2002 ermittelt. 21,4 % der Flugleistung aus Personenbeförderung entfielen 2002 auf den nationalen Flugverkehr. Dabei ist der Wert aus Fracht- und Personenbeförderung insgesamt kleiner, da der Frachtverkehr – wie oben ausgeführt – überwiegend internationale Zielorte bedient.

Da derzeit kein Berechnungsverfahren vorliegt, mit dem vorhandene Daten auf den Treibstoffverbrauch umgerechnet werden könnten und entsprechende Daten nicht erhoben werden, soll weiterhin mit einem Anteil von 20 % für den nationalen Flugverkehr gerechnet werden. Dieser Anteil beruht auf dem ermittelten Anteil der Passagiere, die dem innerdeutschen Flugverkehr (mit Umsteigern, Basisjahr 1995) zuzuordnen sind (UBA, 2001a). Auch die für Passagiere, Flugbewegungen und Personentransportleistung für das Jahr 2002 erfassten Daten ergeben diesen Anteil, wobei aber kein Zusammenhang zum Treibstoffverbrauch hergeleitet werden kann, der eigentlich zugrunde gelegt werden müsste.

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

Im Review des Jahres 2007 wurde der Emissionsfaktor für CO_2 im Zeitraum 1990-1999 rekalkuliert auf den EF des Zeitraums ab 2000 von 74.000kg/TJ auf 73.265kg/TJ.

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

Die europäische Flugsicherheitsbehörde EUROCONTROL führt eine umfassende Datenbank mit detaillierten Informationen zu jedem Flug im europäischen Luftraum. Auf Basis dieser Datenbank hat EUROCONTROL ein Modell entwickelt, das eine Berechnung der Emissionen des zivilen Luftverkehrs gemäß Tier 3 der 2006 IPCC Guidelines ermöglicht. Deutschland prüft in einem Pilotprojekt die Nutzung der Daten für die Berichterstattung. Nach ersten Analysen wird davon ausgegangen, dass Deutschland nächstes Jahr auf Basis der Daten von EUROCONTROL die Emissionen aus dem Luftverkehr mit höherer Methode neu berechnen und eine Rückrechnung der Zeitreihe durchführen wird.

In einem ersten Schritt wurden bereits die bis zum Jahr 2000 verwendeten Emissionsfaktoren für die Berechnungen im ZSE verwendet. Diese Emissionsfaktoren sind derzeit noch gültig.

Die für die letzten fünf Jahre und den Zeitraum davor verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 27 noch einmal dargestellt.

Tabelle 27: Angepasste Emissionsfaktoren für den zivilen Luftverkehr

Bezeichnung Jahr	**Emissionsfaktor neu 2000-2005 [g/kg]**	**Emissionsfaktor neu 2000-2005 [kg/TJ]**	**Emissionsfaktor alt 1990-1999 [kg/TJ]**
Schwefel	0,4	9,4	4,7
Stickstoffdioxid	14,00	325,58	390
flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan)	1,61	37,44	59
Methan	0,04	0,93	1
Kohlenmonoxid	9,20	213,95	390
Kohlendioxid	3.150,00	73.265	74.000
Distickstoffoxid (Lachgas)	0,15	3,49	1,5

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	11,80 %	14,21 %	steigend
All Fuels	- / t	CH_4	0,10 %	0,01 %	fallend

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 und für CH_4-Emissionen nach 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 Land- und Forstwirtschaft und ohne Militär. Die Berechnungen erfolgen für die Fahrzeugkategorien PKW, motorisierte Zweiräder, leichte Nutzfahrzeuge, schwere Nutzfahrzeuge 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 (siehe Tabelle 28, S. 161).

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. Diese sind 2006 gegenüber 2000 um 22,4 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).

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 (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 (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).

Einer Schätzung des DIW zufolge beläuft sich das im Jahr 2005 insgesamt importierte Kraftstoffvolumen auf rund 3,8 Milliarden Liter: 2,4 Mrd. Liter Diesel (mehrheitlich in Tanks von LKW) sowie 1,5 Mrd. Liter Ottokraftstoff - und damit mehr als 6 % des bundesdeutschen Kraftstoffverbrauchs (2005: ca. 62 Mrd. Liter) (DIW, 2005).

Tabelle 28: Emissionen des Straßenverkehrs

[Gg]	CO_2	CH_4	N_2O	NO_X	CO	NMVOC	SO_2
1990	150.358,33	60,53	1,96	1.341,45	6.527,26	1.408,97	90,20
2000	171.289,61	15,68	4,81	996,24	2.451,76	278,33	19,64
2002	165.961,12	12,40	4,50	852,47	2.036,44	218,31	3,45
2003	159.828,29	10,53	4,19	776,86	1.848,61	186,21	0,83
2004	159.993,14	9,52	4,09	731,86	1.696,65	168,16	0,83
2005	152.230,94	8,34	3,79	655,62	1.523,25	147,88	0,80
2006	148.881,71	7,40	3,54	613,33	1.385,71	133,49	0,79

Unter die Quellgruppe 1.A.3.b Straßenverkehr fallen im ZSE Mopeds, Motorräder, Diesel PKW, Otto PKW, Busse, Leichte Diesel- und Ottonutzfahrzeuge und Schwere Nutzfahrzeuge nach Minderungstechniken differenziert.

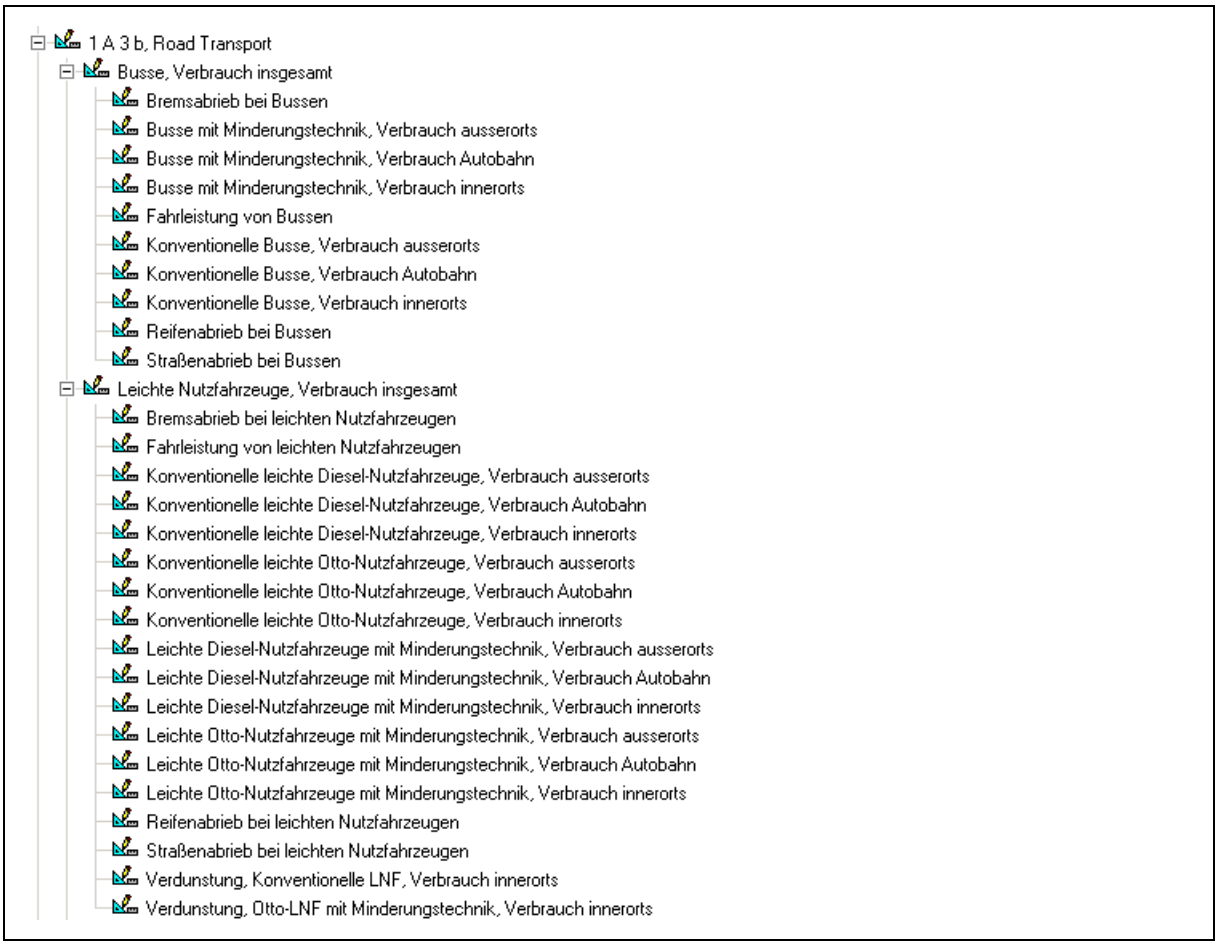

1 A 3 b, Road Transport
Busse, Verbrauch insgesamt
Bremsabrieb bei Bussen
Busse mit Minderungstechnik, Verbrauch ausserorts
Busse mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
Busse mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
Fahrleistung von Bussen
Konventionelle Busse, Verbrauch ausserorts
Konventionelle Busse, Verbrauch Autobahn
Konventionelle Busse, Verbrauch innerorts
Reifenabrieb bei Bussen
Straßenabrieb bei Bussen
Leichte Nutzfahrzeuge, Verbrauch insgesamt
Bremsabrieb bei leichten Nutzfahrzeugen
Fahrleistung von leichten Nutzfahrzeugen
Konventionelle leichte Diesel-Nutzfahrzeuge, Verbrauch ausserorts
Konventionelle leichte Diesel-Nutzfahrzeuge, Verbrauch Autobahn
Konventionelle leichte Diesel-Nutzfahrzeuge, Verbrauch innerorts
Konventionelle leichte Otto-Nutzfahrzeuge, Verbrauch ausserorts
Konventionelle leichte Otto-Nutzfahrzeuge, Verbrauch Autobahn
Konventionelle leichte Otto-Nutzfahrzeuge, Verbrauch innerorts
Leichte Diesel-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch ausserorts
Leichte Diesel-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
Leichte Diesel-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
Leichte Otto-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch ausserorts
Leichte Otto-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch Autobahn
Leichte Otto-Nutzfahrzeuge mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts
Reifenabrieb bei leichten Nutzfahrzeugen
Straßenabrieb bei leichten Nutzfahrzeugen
Verdunstung, Konventionelle LNF, Verbrauch innerorts
Verdunstung, Otto-LNF mit Minderungstechnik, Verbrauch innerorts

Abbildung 24: Strukturzuordnung 1.A.3b Straßenverkehr

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, 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)[18]. 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 17.3.2) an das ZSE übergeben. In Anlehnung an die CORINAIR-Berichtsstruktur sind diese Faktoren nur noch nach der Kraftstoffart, der Straßenart (Autobahn, Landstraße, Innerortsstraße) und innerhalb der Fahrzeugkategorien nach „ohne/mit" Schadstoffminderungstechnik differenziert. Bei der Minderungstechnik wird wie folgt unterschieden:

	Ohne Minderungstechnik	**Mit Minderungstechnik**
PKW/ Leichte Nutzfahrzeuge mit Otto-Motor	ohne Gkat	mit Gkat
PKW/ Leichte Nutzfahrzeuge mit Diesel-Motor, Busse, Schwere Nutzfahrzeuge, motorisierte Zweiräder	vor Euro 1	ab Euro 1

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.

Realdaten für die Jahre 1990-2000

Die Realdaten beziehen sich auf:

- Kraftfahrzeugbestände:
  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.

18 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.

- 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.
- Daten für die Jahre 2001 bis 2006

Die Daten beziehen sich auf:

- Bestandsentwicklung Straßenverkehr:
  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 2006 wurden mit Hilfe eines Flottenumschichtungsmoduls in TREMOD, das Trends der Bestandsentwicklung der Vergangenheit fortschreibt, berechnet.
- Emissionsfaktoren:
  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) vorgenommen.

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-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt.

Eine Qualitätsprüfung der Daten erfolgt durch den Vergleich des Energieverbrauchs nach top-down-Ansatz (Energiebilanz) und bottom-up-Ansatz (unkorrigierte TREMOD-Ergebnisse). Für Benzin wurden im Zeitraum 1994-2002 Abweichungen von 0,4 % bis 3,7 % festgestellt. Die Abweichungen beim Verbrauch von Dieselkraftstoff lagen zwischen 8,9 % und 17,7 %.

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

Die vorgelegten Emissionsdaten wurden mit Hilfe der TREMOD-Version 4.17 berechnet (IFEU, 2005). Gegenüber dem Berichtsjahr 2007 wurden mit dieser Version keine Veränderungen an der Datenbasis vorgenommen.

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

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	- / t	CO_2	0,23 %	0,12 %	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[19]. 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.

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

Für den Energieeinsatz in den Zügen der Deutsche Bahn AG spielt neben elektrischem Strom nur noch der Dieselkraftstoff eine bedeutendere Rolle. Die eingesetzten Mengen an festen Brennstoffen werden durch die Nutzung historischer Fahrzeuge verursacht, also im Wesentlichen zu Schauzwecken betriebene Dampflokomotiven. Die Anteile des Steinkohle- und Braunkohleverbrauchs für solche historischen Fahrzeuge ist von Jahr zu Jahr verschieden. Als Resultat ergeben sich jährlich unterschiedliche CO_2-Emissionsfaktoren für feste Brennstoffe. Sie sind mit 1,5 % des Gesamtenergie-Einsatzens im Schienenverkehr von geringer Bedeutung. Der Einsatz weiterer Energieträger speziell in privaten Kleinbahnen, z.B. Pflanzenöle oder Gas, wird bisher nicht erfasst und ist als vernachlässigbar anzusehen.

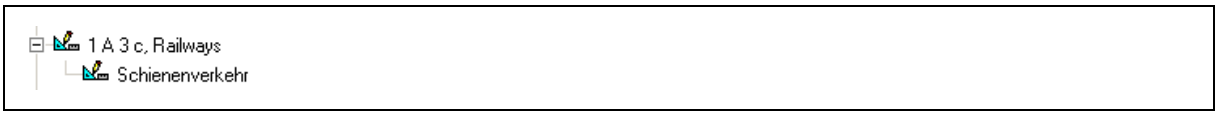


Abbildung 25: Strukturzuordnung 1.A.3c Schienenverkehr

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. 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 werden der *Energiebilanz* (AGEB, 2003) und für die Jahre 2003-2006 den Absatzzahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes entnommen. Im Einzelnen stammen die Angaben zu den Brennstoffen aus folgenden Zeilen der Energiebilanz in den jeweiligen Jahren:

Tabelle 29: 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

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 30: 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 Braunkohlenbriketts: 15,0 Rohbraunkohle: 15,0 Steinkohlenkoks: 0,5	Oil: 5 Coal: 10
N_2O	Dieselkraftstoff: 1,0 Steinkohle: 4,0 Braunkohlenbriketts: 3,5 Rohbraunkohle: 3,5 Steinkohlenkoks: 4,0	Oil: 0,6 Coal: 1,4

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFCH FC**	**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 keine Hauptquellgruppe.

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.

Abbildung 26: Strukturzuordnung 1.A.3. d Schifffahrt

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 der *Energiebilanz* (AGEB, 2003) bzw. ab 2002 den amtlichen Mineralöldaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle entnommen. Im Einzelnen stammen die Angaben zu den Brennstoffen aus folgenden Zeilen der Energiebilanz in den jeweiligen Jahren:

Tabelle 31: Quellennachweis für AR in 1.A.3.d

Brennstoffart	Zeile der Energiebilanz	Bereich	relevante Jahre
Dieselkraftstoff	6	international	alle
	77	inländisch	bis 1994
	64	inländisch	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.

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-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht vollständig durchgeführt.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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**	**2006- 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	--	--	--	--
EF Unsicherheiten in %	--	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	--	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	T1	T1	--	--	--	T1				

Die Quellgruppe Übriger Verkehr ist keine Hauptquellgruppe.

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.

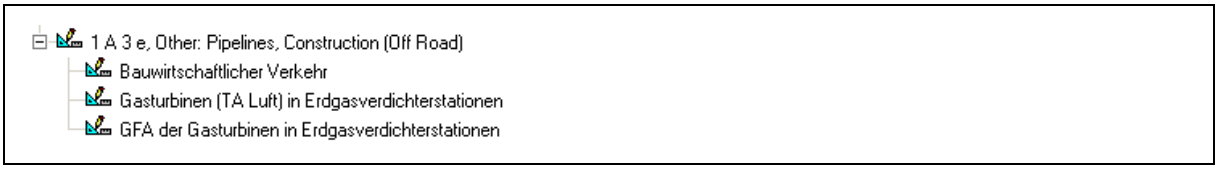


Abbildung 27: Strukturzuordnung 1.A.3.e Übriger Verkehr

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.

Aktivitätsrate - Bauwirtschaftlicher Verkehr:

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.

Emissionsfaktoren - Bauwirtschaftlicher Verkehr:

Die 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 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.

Aktivitätsrate - Erdgasverdichterstationen:

Der Bereich *Erdgasverdichterstationen* hat den geringeren Anteil beim Energieeinsatz. Die Energieverbrauchsdaten für Erdgas liegen mit 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.

Emissionsfaktoren - Erdgasverdichterstationen:

Die 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 Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht 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)

Erdgasverdichterstationen: die Ergebnisse des Kapitels 3.1.1.5 gelten entsprechend.

Für die Methanemissionen des bauwirtschaftlichen Verkehrs wurde eine Rückrechnung bis zum Jahr 1995 durchgeführt. Da die bis zum Berichtsjahr 2007 verwendeten Emissionsfaktoren die technische Weiterentwicklung nicht widerspiegelten, ergeben sich aus der Rückrechnung mit den aktualisierten Emissionsfaktoren geringfügig niedrigere Methanemissionen (vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 32: Verringerung der CH_4-Emissionen der Berichterstattung 2008 gegenüber der Berichterstattung 2007

Jahr	1995	2000	2003	2004	2005
Verringerung der CH_4-Emissionen [in Gg]	0,09	0,12	0,13	0,14	0,15

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

Es ist geplant, aktualisierte landesspezifische Emissionsfaktoren zu verwenden.

Erdgasverdichterstationen: die im Kapitel 3.1.1.6 beschriebenen Planungen können die bereits günstige Datenlage für Erdgasverdichterstationen weiter verbessern.

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
CRF 1.A.4.a (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)					
All Fuels	l / t	CO_2	5,02 %	4,39 %	fallend
All Fuels	- / t	CH_4	0,10 %	0,01 %	fallend
CRF 1.A.4.b (Haushalte)					
All Fuels	l / t	CO_2	10,16 %	11,18 %	steigend
CRF 1.A.4.c (Land-, Forstwirtschaft und Fischerei)					
All Fuels	l / t	CO_2	0,86 %	0,62 %	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 % - flüssige Brennstoffe		-25/ +50	-	-	-	± 35				
EF Unsicherheiten in % - gasförmige Brennstoffe		-50 / +100	-	-	-	± 35				
EF Unsicherheiten in % - feste Brennstoffe		-50/ +100	-	-	-	± 50				
Unsicherheitenverteilung		L	-	-	-	N				
Methode EF-Ermittlung		Tier 2	-	-	-	Tier 2				

Die Quellgruppe 1.A.4 Sonstige ist in allen ihren Subquellgruppen für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend. Zusätzlich ist die Quellgruppe 1.A.4.a Gewerbe, Handel, Dienstleistung für CH_4-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach 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.

Die folgende Abbildung 28 zeigt die Zuordnungen im Zentralen System Emissionen.

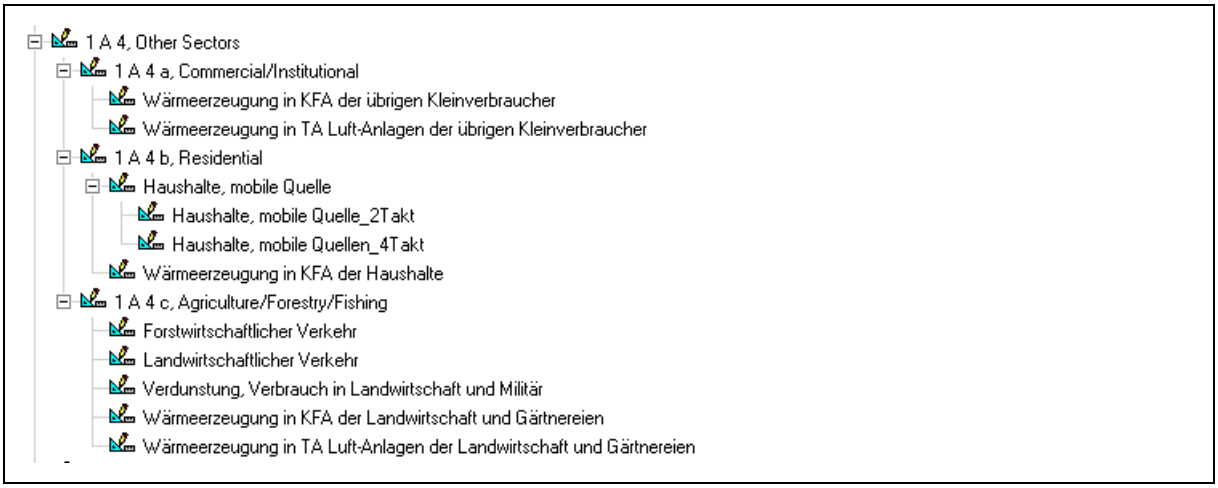


Abbildung 28: Strukturzuordnung 1.A.4 Andere

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 2000 mehr als 36 Mio. Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher) in

Deutschland installiert (UBA, 2003d: S. 10). Daran hatten Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe mit ca. 14,6 Mio. Anlagen den größten Anteil, gefolgt von Gasfeuerungsanlagen (ca. 13,5 Mio.) und Ölfeuerungsanlagen (ca. 7,9 Mio.). Die weitaus überwiegende Anzahl der Anlagen (mehr als 95 %) ist im Bereich der privaten Haushalte installiert (UBA, 2000a und UBA, 2003d).

Die in dieser Quellgruppe eingesetzten Holzbrennstoffe können nur teilweise von amtlichen Statistiken erfasst werden, da große Mengen privat gehandelt werden oder aus eigenem Waldbesitz stammen. 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 die Jahre bis 2006 als konstant angenommen.

Datengrundlage für die verwendeten **Emissionsfaktoren** ist UBA (2000a). Im Rahmen dieses Vorhabens wurden gerätebezogene und quellgruppenspezifische Emissionsfaktoren von Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher für alle wichtigen Abgaskomponenten mit hohem Detaillierungsgrad für das Bezugsjahr 1995 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-Methode der IPCC-GPG (2000: S. 2.39).

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

- Heizöl EL,
- Heizöl S/SA,
- Erdgas,
- Braunkohlen (Rohbraunkohle, Briketts aus dem Rheinischen-, Lausitzer-, Mitteldeutschen-Revier, Importbriketts),
- Steinkohlen (Koks, Briketts, Anthrazit) und
- Holz (naturbelassenes Holz, Resthölzer).

Außerdem wurden die Emissionsfaktoren nach der Gerätebauart, der Altersstufe, dem Leistungsbereich und der typischen Betriebsweise der Feuerungsanlagen differenziert erhoben. Im Bereich der Kleinverbraucher wurde zusätzlich zwischen nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen) und genehmigungsbedürftigen Anlagen, die den Anforderungen der Technischen Anleitung Luft unterliegen, unterschieden. Das Emissionsverhalten der Feuerungsanlagen wurde auf der Basis einer umfangreichen Literaturauswertung dokumentiert, wobei zwischen Ergebnissen aus Prüfstandsuntersuchungen und Feldmessungen unterschieden wurde. Ergänzend hierzu wurden Untersuchungen an Feuerstätten für den Einsatz fester Brennstoffe auf dem Prüfstand und in Feldmessungen vorgenommen.

Die Beschreibung der Anlagenstruktur der installierten Feuerungsanlagen erfolgte unter Verwendung der Statistiken zum Wohnungs- und Gebäudebestand, 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 ermittelten sektoralen Emissionsfaktoren.

Tabelle 33: Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher

Haushalte	**CH_4 [kg/TJ]**	**N_2O [kg/TJ]**
Steinkohlen und –briketts	273	11
Steinkohlen	259	12
Briketts	293	10
Steinkohlenkoks	7,1	0,8
Braunkohlenbriketts	105	4,4
Naturbelassenes Holz	123	1,5
Heizöl EL	0,06	0,61
Erdgas	1,1	0,31
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher)		
Steinkohlen und -briketts	9,2	4,9
Steinkohlen	9,2	4,9
Briketts	-	-
Steinkohlenkoks	20	0,81
Braunkohlenbriketts	248	0,47
Naturbelassenes Holz	96	0,99
Heizöl EL	0,02	0,56
Erdgas	0,12	0,34

Auf der Grundlage der ermittelten Werte für das Jahr 1995 wurde anhand zweier Szenarien die weitere Entwicklung der Emissionsfaktoren in 5-Jahresschritten bis in das Jahr 2020 abgeschätzt.

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 die betrachteten 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. In einigen dieser Fälle konnten die Datenlücken durch Übertragung von Emissionsfaktoren vergleichbarer Feuerungsbauarten bzw. durch Verwendung von Emissionsdaten anderer Studien teilweise geschlossen werden.

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 von Fachleuten aus dem Umweltbundesamt in Zusammenarbeit mit Experten des Instituts für

Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen der Universität Stuttgart durchgeführt. 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 all diesen Einflussgrößen erwies es sich als sinnvoll, zwischen Anlagen mit flüssigen und gasförmigen Brennstoffen und Anlagen mit festen Brennstoffen zu differenzieren. Alle Unsicherheiten mit Ausnahme des Messfehlers bei der N_2O-Bestimmung sind für Anlagen mit festen Brennstoffen höher anzusetzen als für Anlagen mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, dass sich die Gruppe der festen Brennstoffe aus einer Vielzahl von Brennstoffen mit jeweils unterschiedlichem Emissionsverhalten zusammensetzt (z.B. diverse Braunkohlen, Steinkohlen und Hölzer unterschiedlicher Provenienz und Beschaffenheit); bei Anlagen für gasförmige oder flüssige Brennstoffe hingegen werden die Emissionen nahezu ausschließlich durch den Einsatz von Erdgas bzw. leichtem Heizöl bestimmt.

Speziell 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 3.2.2.6 (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 in erster Näherung eine Normalverteilung angenommen. Bei CH_4 hingegen ist aufgrund der erheblich größeren Unsicherheiten (bis zu 100%) davon auszugehen, dass die Abweichungen hin zu größeren Werten deutlich ausgeprägter sind als hin zu kleineren Werten. Aus diesem Grund ist bei CH_4 für alle Brennstoffe eine log-Normalverteilung anzunehmen.

Die Emissionsfaktoren für CH_4 und N_2O wurden im Rahmen des o.g. Forschungsvorhabens für den Zeitraum 1995 (Bezugsjahr) bis 2020 in 5-Jahresschritten erhoben. Danach ergeben sich in der Zeit bis 2003 bei den meisten dieser Emissionsfaktoren keine Veränderungen. Lediglich bei Einsatz von einigen Festbrennstoffen (Braunkohle, Holz) wurde eine leichte Abnahme bei den CH_4-Emissionsfaktoren prognostiziert. Dies ist vor allem auf die Modernisierung des Anlagenbestandes (Ersatz von Altanlagen durch emissionsärmere Neuanlagen) und zum Teil auf Veränderungen in der Brennstoffverbrauchsstruktur (stark rückläufiger Einsatz ostdeutscher Braunkohlen seit 1990) zurückzuführen. Bei N_2O, das bei Kleinfeuerungsanlagen weitgehend brennstoffabhängig ist, kann für diesen Zeitraum in guter Näherung von konstanten Emissionsfaktoren ausgegangen werden.

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-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht 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. Die Überprüfung erfolgte z.B. durch Vergleiche mit bereits abgesicherten Daten sowie durch Plausibilitätsprüfungen. 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 wurden vom Forschungsnehmer dokumentiert.

Im Rahmen einer von Fachleuten des Umweltbundesamtes durchgeführten Qualitätsprüfung gemäß IPCC-GPG (2000: Kapitel 2.2.3 und 8) wurden zudem die nach Tier 2 ermittelten länderspezifischen Emissionsfaktoren für CH_4 und N_2O mit den IPCC-Tier 1 Default-Faktoren des IPCC Reference Manuals (1996b) 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 und die für N_2O niedriger liegen als die länderspezifischen Werte. Größere Abweichungen treten lediglich bei dem Brennstoff Heizöl auf, was auf einen sehr hoch angesetzten Tier 1 Default-Wert (10 kg/TJ CH_4 für „Oil“) zurückzuführen ist. Bei einem Vergleich mit dem entsprechenden Tier 2-Default-Wert (0,7 kg/TJ CH_4 für „Distillate Fuel Oil“) ergeben sich deutlich geringere Abweichungen von den länderspezifischen Werten.

Zusätzlich wurde ein Datenvergleich mit Österreich, das eine ähnlichen Anlagen- und Brennstoffverbrauchsstruktur wie Deutschland aufweist, angestellt (UBA Wien, 2004). Im Ergebnis wurde ebenfalls eine gute Übereinstimmung der Emissionsfaktoren festgestellt mit insgesamt geringeren Abweichungen als bei dem Default-Werte-Vergleich.

3.1.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.A.4)

Aufgrund aktualisierter Auswertetabellen der AGEB wurden für die Jahre 2004 und 2005 für alle Aktivitätsraten Rückrechnungen vorgenommen.

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

Zur Schaffung einer breiteren Datenbasis für die Ermittlung bestimmter Emissionsfaktoren (insbesondere für CH_4 bei Einsatz von festen oder gasförmigen Brennstoffen) sind weitere Untersuchungen notwendig. Diese werden im Rahmen eines derzeit laufenden Forschungsprojekts durchgeführt. Dasselbe gilt für die Aktivitätsraten zur Verbrennung von Biomasse (insbesondere Holz und Holz-Brennstoffe).

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.

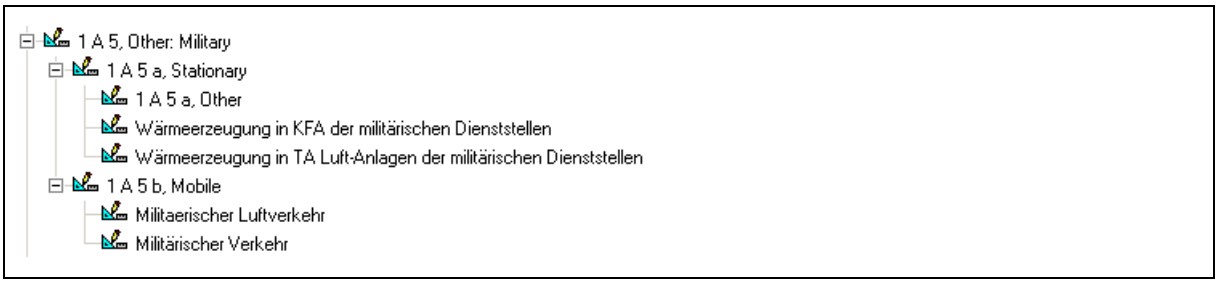


Abbildung 29: Strukturzuordnung 1.A.5 Andere Bereiche

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
All Fuels	l / t	CO_2	0,93 %	0,15 %	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 in %		25								
Unsicherheitenverteilung		N								
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, 2007) zurückgegriffen, das dem UBA den „Energieeinsatz zur Wärmeerzeugung in der Bundeswehr“ nach Brennstoffen 1999-2006 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 Kraft- und Flugtreibstoffverbräuche 1995-1999 in TJ einer Sonderauswertung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) entnommen. Für die Jahre 2000 bis 2006 wurde folgende Quelle verwendet: Mineralölwirtschaftsverband (MWV, 2007), Mineralöl-Zahlen 2006, S. 52. Die in 1000 t angegebenen Verbräuche werden auf Basis der jeweiligen für 2002 ausgewiesenen Heizwerte in TJ umgerechnet.

Datengrundlage der für die Quellgruppe 1.A.5.a verwendeten **Emissionsfaktoren** sind die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens der Universitäts Stuttgart im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA, 2000a). 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 1995 berechnet. Die Methode bei der Ermittlung der Faktoren entspricht der für

die Quellgruppe 1.A.4 beschriebenen. Tabelle 34 zeigt die verwendeten sektoralen Emissionsfaktoren.

Tabelle 34: Sektorale Emissionsfaktoren für die Feuerungsanlagen der militärischen Dienststellen

Militär	CH_4 [kg/TJ]	N_2O [kg/TJ]
Steinkohle und -Briketts	2,4	4,8
Steinkohlenkoks	19	0,8
Braunkohlenbriketts	242	0,37
Rohbraunkohle	368	
Heizöl EL	0,02	0,56
Erdgas	0,02	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 Rückrechnungen (1.A.5)

Aufgrund aktualisierter Daten in den Auswertetabellen der AGEB wurden für das Jahr 2005 Rückrechnungen für die Aktivitätsraten fester, gasförmiger und flüssiger Brennstoffe durchgeführt.

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 2004 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 35 zusammengestellt und werden in den Abbildungen 31 und 32 mit den verschiedenen Datensätzen verglichen. Im Durchschnitt aller Jahre liegt die Abweichung zwischen den Ergebnissen des Referenzverfahrens und dem sektoralen Berechnungsansatz bei 1,8 %. Die Abweichungen variieren im Bereich von - 0,7 und + 3,2 %.

Gegenüber den in den vergangenen Jahren auf der Basis eines Forschungsvorhaben von der PROGNOS AG durchgeführten (PROGNOS, 2000) Vergleichsberechnungen wurde das Referenzverfahren in diesem 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 vergangenen Jahr ausführlich im Anhang 2, Kapitel 13.9 des Inventarberichtes 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.

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 20 % für den Inlandflugverkehr und 80 % für den internationalen Luftverkehr vorgenommen. Diese Relation wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens für das Jahr 1996 bestätigt. Insgesamt ist der Ansatz als sehr konservativ zu bezeichnen, da er die großen Zuwächse im Flugverkehr anteilig dem nationalen und internationalen Luftverkehr zuordnet. In der Praxis dürften sich diese Zuwachsraten über die letzten 12 Jahre weit überwiegend nur im internationalen Luftverkehrsbereich ergeben haben.

Gegenwärtig werden FE-Aktivitäten zu einem gemeinsamen Projekt der europäischen Gemeinschaft (Europäische Kommission, EUROSTAT, EUROCONTROL und EEA) zur Berechnung der Emissionen aus nationalem und internationalem Flugverkehr für die Ebene der einzelnen Mitgliedsstaaten und der gesamten europäischen Union vorbereitet. Es wird erwartet, dass mit diesem Projekt die oben genannten Probleme gelöst werden können.

Der internationale zivile Luftverkehr wird im ZSE direkt ausgewiesen.

Abbildung 30: Strukturzuordnung 1.BU.1 ziviler Luftverkehr (international)

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.

Abbildung 31: Strukturzuordnung 1.BU.2 Seeverkehr (international)

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.

Die 19 deutschen Seehäfen an der Nord- und Ostsee wurden im Jahr 1997 von 97.248 Schiffen angefahren. Sie verweilten 902.057 Stunden im Seegebiet des deutschen Festlandssockels und nahmen 715.537 Tonnen Treibstoff, bestehend aus Schweröl und marinem Dieselöl, auf.

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 werden für die Hochseebunkerung direkt der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland entnommen. Ursache für deren separate Ausweisung ist die abweichende Besteuerung der in den Häfen verkauften Treibstoffmengen. Aktuelle Daten der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland liegen bis 2001 vor. Seither wurden Zahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes (www.mwv.de) 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 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 sind nicht erforderlich.

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 letztjährigen Inventarberichts 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, 2007).

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 35 werden die Ergebnisse der unterschiedlichen CO_2-Berechnungsansätze gegenübergestellt. Zur besseren Anschaulichkeit werden diese in Abbildung 32 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 33 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.

Tabelle 35: 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
Ergebnisse, Abweichung							**[Gg]**	/ [%]									
DIW (energiebedingte Emissionen)	**948,2**					**840,6**	**866,9**	**831,4**	**824,4**	**801,3**	**800,2**	**822,7**	**808,1**	**822,3**	**816,3**	**795,2**	**797,3**
Abweichung DIW von UBA	0,0					0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,3	-0,5	-0,3
IEA Statistiken (Sektoraler Ansatz)	**967,6**	**941,5**	**892,6**	**884,9**	**871,8**	**880,5**	**908,4**	**879,7**	**867,6**	**837,7**	**827,0**	**846,3**	**836,4**	**845,5**	**849,8**	**813,5**	**NE**
Abweichung IEA von UBA	2,0	2,8	2,5	2,5	3,3	4,6	4,6	5,5	4,9	4,3	3,2	2,8	3,4	2,8	3,6	1,8	NE
IEA Statistiken (Reference Approach) (IEA RA)	**972,2**	**937,5**	**897,5**	**883,7**	**870,7**	**877,8**	**895,5**	**870,4**	**869,9**	**833,9**	**843,7**	**868,4**	**846,3**	**848,5**	**842,8**	**819,1**	**NE**
Abweichung IEA RA von UBA	-3,2	-2,9	-2,1	-2,5	-2,4	-1,3	-1,8	-1,2	-0,4	-1,5	-0,6	0,2	-0,6	-1,9	-2,5	-2,6	NE
Abweichung IEA RA von UBA RA	-0,8	-0,4	0,1	-0,8	0,3	2,2	1,1	1,8	2,7	1,5	2,8	3,1	2,2	2,2	3,0	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**	**859,8**	**845,3**	**NE**	**NE**
Abweichung Bundesländer von UBA	3,4	5,0	5,1	5,5	5,3	6,0	5,2	6,7	7,1	7,1	7,3	7,3	6,5	4,4	3,1	NE	NE
Reference Approach UBA (RA)	**979,5**	**941,7**	**896,9**	**890,5**	**868,2**	**858,8**	**886,0**	**854,5**	**846,3**	**821,6**	**819,9**	**841,4**	**827,5**	**829,8**	**817,7**	**793,3**	**797,2**
Abweichung RA von UBA	3,2	2,8	3,0	3,1	2,9	2,2	2,2	2,7	2,5	2,4	2,4	2,2	2,3	1,0	-0,2	-0,7	-0,3
Sektoraler Ansatz UBA (1 A)	**948,0**	**915,1**	**870,3**	**862,6**	**843,3**	**840,0**	**866,8**	**831,2**	**825,1**	**801,5**	**800,4**	**822,7**	**808,2**	**821,8**	**819,1**	**798,9**	**799,4**

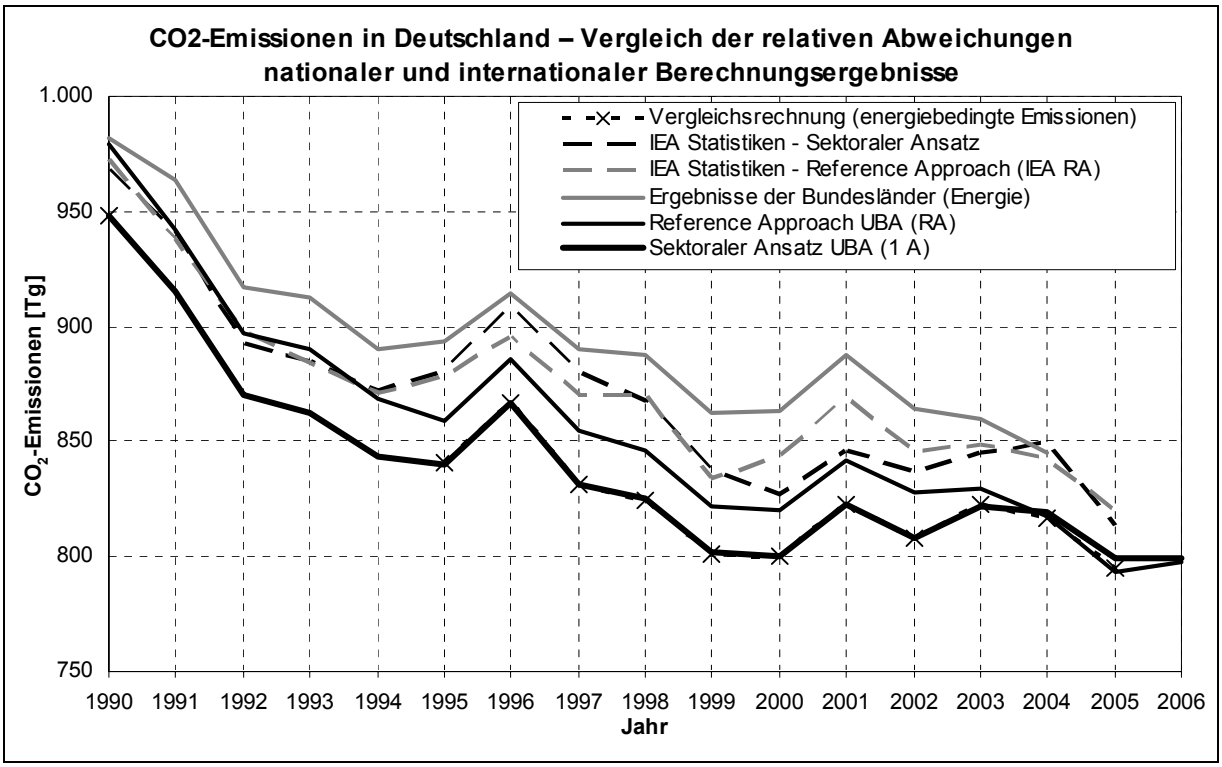


Abbildung 32: CO_2-Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

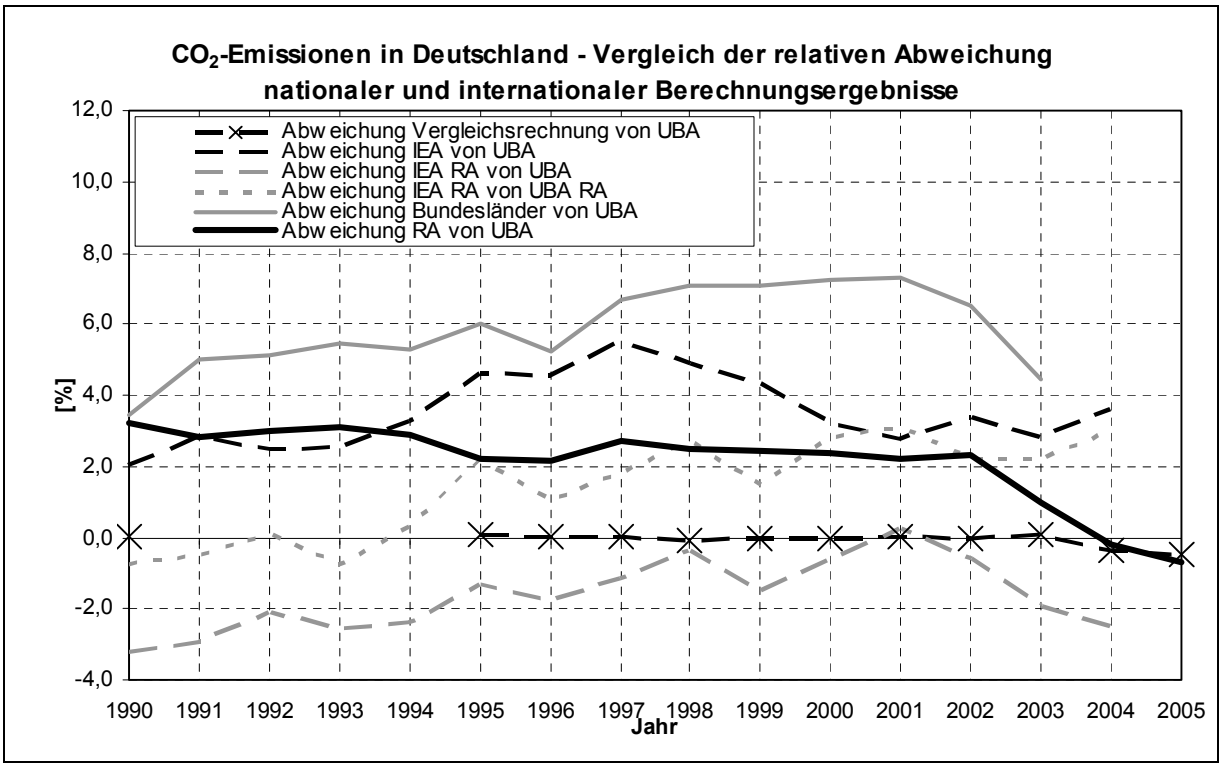


Abbildung 33: CO_2-Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

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 (2007) zurück. Diese Ergebnisse sollen zur Vollständigkeit

aufgenommen werden, da in zurückliegenden Inventarberichten oft 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 Abweichung von 0,1 % über alle Jahre sehr gering. Sie bestehen eigentlich nennenswert nur für die Jahre seit 2003 und hat 2005 mit 0,5 % (etwa 4 Mio. t) die größte Differenz. Hier wirken sich die abweichenden Annahmen für die Fortschreibung der Energiedaten für die Jahre aus, in denen eine detaillierte Energiebilanz noch nicht veröffentlicht ist. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung war die Bilanz 2004 noch nicht erschienen.

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, 2007) 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: 3,2 %, Schwankungsbreite zwischen 1,8 und 5,5 %).

Die Ergebnisse des von IEA durchgeführten Referenzverfahrens weichen vom in Deutschland durchgeführten Referenzverfahren im Mittel der 17 Jahre um 1,4 % ab. In den frühen 90ér Jahren ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung (>1 %). Die Differenz steigt jedoch im Zeitverlauf und liegt in den Jahren nach 200 bei etwa 3 %.

Ursachen für die abweichenden Ergebnisse beider Berechnungsansätze sind insbesondere nach den aktuellen umfangreichen methodischen Veränderungen der Emissionsberechnungen noch zu analysieren. 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[20].

20 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.

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 2004. Der Vergleich wird insbesondere 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 2004 zusammengestellt.

Tabelle 36: Vergleich der Ergebnisse der CO_2-Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren für die Jahre 1990 bis 2004

Bundesland	**1990**	**1992**	**1994**	**1996**	**1998**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
	[Gg CO_2]									
Baden-Württemberg	74.374	78.036	74.535	81.759	80.080	74.940	80.108	76.549	75.536	74.863
Bayern	84.544	87.041	87.871	92.265	92.708	88.705	90.377	84.578	83.783	*81.719*
Berlin	26.941	25.234	25.531	24.726	22.876	23.661	24.068	21.281	21.249	20.381
Brandenburg	81.894	58.894	54.011	50.312	59.255	60.564	60.928	61.537	57.910	58.659
Bremen	13.422	12.891	13.341	14.256	13.857	14.079	14.137	14.031	14.667	13.057
Hamburg	12.743	13.116	13.361	14.572	*13.940*	*13.940*	*13.940*	*13.940*	12.206	11.590
Hessen	50.338	53.267	56.201	59.935	57.156	56.011	57.817	54.897	55.528	*54.971*
Mecklenburg-Vorpommern	15.539	9.360	9.510	11.636	10.413	10.256	10.718	10.908	10.451	10.961
Niedersachsen	77.138	*82.276*	78.192	78.475	80.405	74.228	*73.145*	72.061	*71.040*	70.019
Nordrhein-Westfalen	299.028	306.287	295.874	312.345	304.784	293.987	299.969	295.293	295.885	291.555
Rheinland-Pfalz	27.394	28.914	30.274	31.463	31.167	28.853	29.574	27.793	26.787	26.432
Saarland	23.708	24.398	24.313	23.852	23.795	23.459	23.260	22.964	23.278	*23.031*
Sachsen	91.465	64.059	62.988	56.223	37.167	41.552	48.842	49.038	50.024	48.476
Sachsen-Anhalt	50.863	31.892	26.307	25.652	25.261	26.301	26.840	27.518	28.171	27.145
Schleswig-Holstein	24.200	24.082	24.191	23.517	22.426	21.378	22.737	21.455	21.401	20.592
Thüringen	28.098	18.687	13.992	13.641	12.713	12.059	12.339	12.066	11.924	11.812
Bundesländer Insgesamt	**981.688**	**918.433**	**890.493**	**914.629**	**888.002**	**863.973**	**888.799**	**865.910**	**859.840**	**845.263**
Bundesergebnis	**948.015**	**870.283**	**843.265**	**866.762**	**825.080**	**800.409**	**822.664**	**808.224**	**821.829**	**819.110**
Abweichung	33.673	48.150	47.228	47.867	62.921	63.563	66.135	57.685	38.012	26.153
Abweichung [%]	3,4	5,2	5,3	5,2	7,1	7,4	7,4	6,7	4,4	3,1

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 5,6 % höher als das Bundesergebnis. Die Abweichungen lagen in ihren Extremen bei 3,1 % im Jahr 2004 und 7,3 % in den Jahren 2000 und 2001. Bei Berücksichtigung der erfolgten Umbuchungen von jährlich etwa 35 bis 45 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).

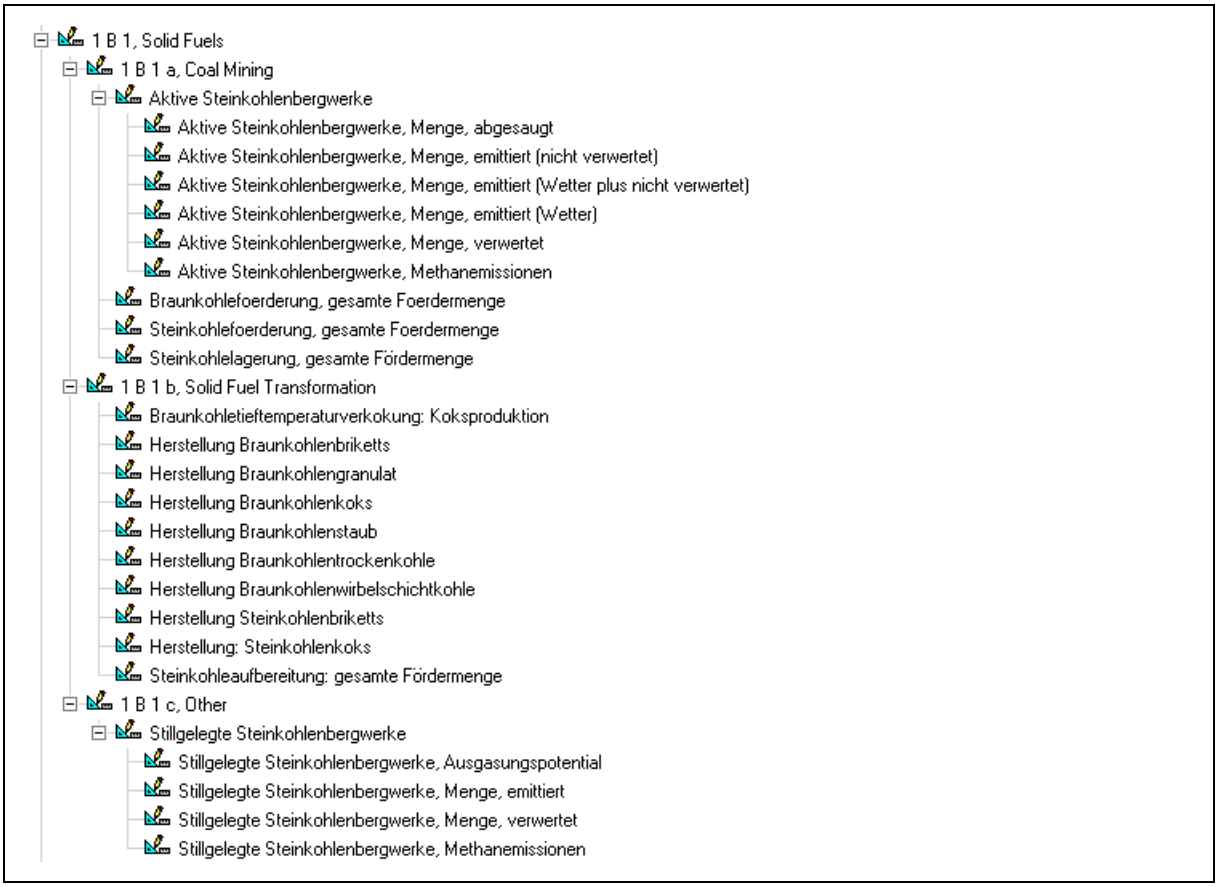


Abbildung 34: Strukturzuordnung 1.B.1 Diffuse Brennstoffe

In Tabelle 37 ist das Schema der Quellgruppenzuordnung sowie der zugehörigen Berechnungsverfahren (Tabelle 38) aufgezeigt.

Tabelle 37: 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 „Mining Activities“ 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 „Mining Activities“ 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 38 die berechneten Werte für und Informationen zur Herkunft der Aktivitätsdaten das Jahr 2006 bereit.

Tabelle 38: Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2006

			Aktivitätsdaten [Mt]	CH_4-Emissionen [Gg]
1.B.1.a. Kohlenbergbau			**197,20** (= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii)	= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii = 228,42+1,94 **= 230,36**
	i.	**Tiefbau**	**20,674**[21] Steinkohlen-Förderung 1)	**= bergbauliche und anschließende bergbauliche Tätigkeiten** = 216,39 + 12,03 **= 228,42**
		bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 20,674 * 10,47 **= 216,39**
		anschließende bergbauliche Tätigkeiten		**= 12,03**
	ii.	**Tagebau**	**176,32** Braunkohlenförderung 1)	**= bergbauliche Tätigkeiten** **= 1,94**
		bergbauliche Tätigkeiten		= AR * EF = 176,32 * 0,011 **= 1,94**
		anschließende bergbauliche Tätigkeiten		(enthalten in 1.B.1.a.ii) IE
1.B.1.b. Umwandlung von Kohle - Veredelung			**14,09** Summe an Veredelungs-produkten 2) 1)	$AR_{Steink.Prod.}$*$EF_{Steink.Prod.}$ + $AR_{Braunk.Prod.}$*$EF_{Braunk.Prod}$ = 8,47 * 0,049 + 5,62 * 0 **= 0,41**
1.B.1.c. Andere				**= Stillgelegte Kohlenbergwerke** **= 3,9**
		Stillgelegte Kohlenbergwerke	**NO**	Emissionspotenzial abzüglich Verwertung **= 3,9**

1) nach STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (2006)

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Solid Fuels	l / t	CH_4	1,44 %	0,46 %	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.

[21] ohne Kleinzechen

Für die Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a) sind vorwiegend nur Emissionen aus laufendem Abbau (coalseam methane, CSM) von Bedeutung. Emissionen aus der Steinkohlenveredelung werden in der Quellgruppe 1.B.1.b, Emissionen aus stillgelegtem Steinkohlenabbau (coalmine methane, CMM) in der Quellgruppe 1.B.1.c aufgeführt. Diese Aufteilung gilt nur für Steinkohle. Für Braunkohle werden durch das gewählte Berechnungsverfahren alle Emissionen unter 1.B.1.a(.ii) erfasst.

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 6 Revieren überwiegend, 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 2006 betrug die Förderung von Steinkohlen rund 21 Mio. t verwertbare Förderung. Die Förderung von Braunkohlen lag im Jahr 2006 bei 176 Mio. t (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, 2006). Damit hat sich die Förderung von Steinkohlen gegenüber dem Vorjahr um ca. 16,3 % verringert, die Förderung von Braunkohlen um ca. 0,9 %.

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. Mit dem am 10. November 2003 beschlossenen Finanzrahmen für die weitere Unterstützung der Steinkohle, hat die Bundesregierung die Begleitung der weiteren Anpassung der Produktion von 26 Mio. t in 2005 auf 16 Mio. t in 2012 umgesetzt (BMWA**,** 2003)**.** Daher wird mit einer weiteren Absenkung der Methanemissionen aus dem Steinkohlenbergbau zu rechnen sein.

Im internationalen Vergleich ist für die Situation in Deutschland zu beachten, dass Braunkohlen überwiegend, seit 2003 ausschließlich im Tagebau gewonnen werden. Bis zum Jahr 2002 wurde in einer Kleinzeche Braunkohle im Tiefbau gefördert. Dieser Betrieb wurde im November 2002 eingestellt. Steinkohlen werden in Deutschland nur im Tiefbau gefördert.

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 des deutschen Steinkohlebergbaus die Gesamtmethanmenge bestimmt und für das Inventar zur Verfügung gestellt (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT 2006). 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 10,47 kg/t (2006) 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 (2006) 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 39 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 39: Emissionsfaktoren für CH_4 aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2006

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	26,43	17,71	0,016	0,011
CH_4 aus Förderung abzüglich verwertetes Grubengas	15,46	10,36	-	-
CH_4 aus Lagerung	0,87	0,58	-	-
CH_4 aus Bergbau (Förderung und Lagerung abzüglich Grubengasnutzung)	16,33	10,94	0,016	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 nicht vollständig durchgeführt.

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**	**2006- 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 (2006) 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 (2006) 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 Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde nicht vollständig durchgeführt.

Bei der Betrachtung von Emissionsfaktoren ist der IPCC Konversionsfaktor von 0,67 $Gg/10^6 m^3$ 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 Nm^3 in m^3 umgerechnet werden.

Umrechnungsfaktor Normkubikmeter ⇔ Kilogramm:

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

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**	**2006- 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 234,5 Mio. m³ in 2006 gesteigert

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

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 des deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt) vorgenommen. Seit 1998 erfolgt eine teilweise Verwertung des entstehenden Methans, die bis zum Jahr 2005 zu einer deutlichen Verringerung der Methanemissionen aus dem Bereich 1.B.1.c geführt hat.

Die Emissionsmenge setzt sich aus der mit hoher Unsicherheit (Expertenschätzung: $\pm$ 50 %, Quelle: Deutsche Montan Technologie GmbH, DMT 2005) behafteten Schätzung zum Methananfall aus stillgelegten Bergwerken abzüglich der verwerteten Methanmenge zusammen.

3.2.1.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.1.c)

Es liegen keine genaue Kenntnisse über die diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen vor. Fachleute gehen bisher von 200 Mio. m³ aus. Da diese Zahl mit großen Unsicherheiten behaftet ist, sollen im Forschungsprojekt zum "Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas" weitere Verbesserungen erarbeitet werden.

3.2.2 Öl und Erdgas (1.B.2)

Die übergeordnete Kategorie 1.B.2 umfasst insgesamt dreizehn Quellgruppen. Die Gliederung der Kategorie 1.B.2 erfolgt zunächst nach Materialgruppen (Aggregatzuständen) zu drei Zwischenkategorien. Diese werden nach Kriterien der Wirtschaftsbranche der Erdöl und Erdgaswirtschaft weiter untergliedert, wobei die Prozessketten dieser Branchen zugrunde gelegt wurden. Erst in dieser Gliederungstiefe werden die Quellgruppen benannt, zu denen dann auch "Sonstige Emissionen" oder "Sonstige Leckagen" als eigene Quellgruppe aufgeführt werden.

Die diffusen Emissionen aus Öl und Erdgas sind in der Datenbank ZSE mit Daten zu den jeweiligen Quellgruppen und Subquellgruppen abgebildet. Aggregierte Informationen und Emissionsdaten sind in den CRF Tabellen (1(s2), „2. Oil and Natural Gas“ und 1.B.2 „Fugitive Emissions from Oil, Natural Gas and other Sources“) dargestellt.

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. Die hierzu verwendeten Berechnungsverfahren, die die jeweiligen Anforderungen seitens der Methoden erfüllen, werden in den Beiträgen zu den Quellgruppen skizziert.

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 einheitlich für die Verbesserung der Berechnungsverfahren angewendet. Er ermöglicht eine stufenweise Umstellung der Berechnungsverfahren zur Erfüllung der Anforderungen der Methoden des IPCC und des EMEP.

Im Inventarbericht 2008 wurde an die Verbesserung der Methodik aus dem Jahr 2007 angeknüpft.

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 einheitlich für die Verbesserung der Berechnungsverfahren angewendet. Er ermöglicht eine stufenweise Umstellung der Berechnungsverfahren zur Erfüllung der Anforderungen der Methoden des IPCC und des EMEP.

Abbildung 35: Strukturzuordnung 1.B.2.a Öl

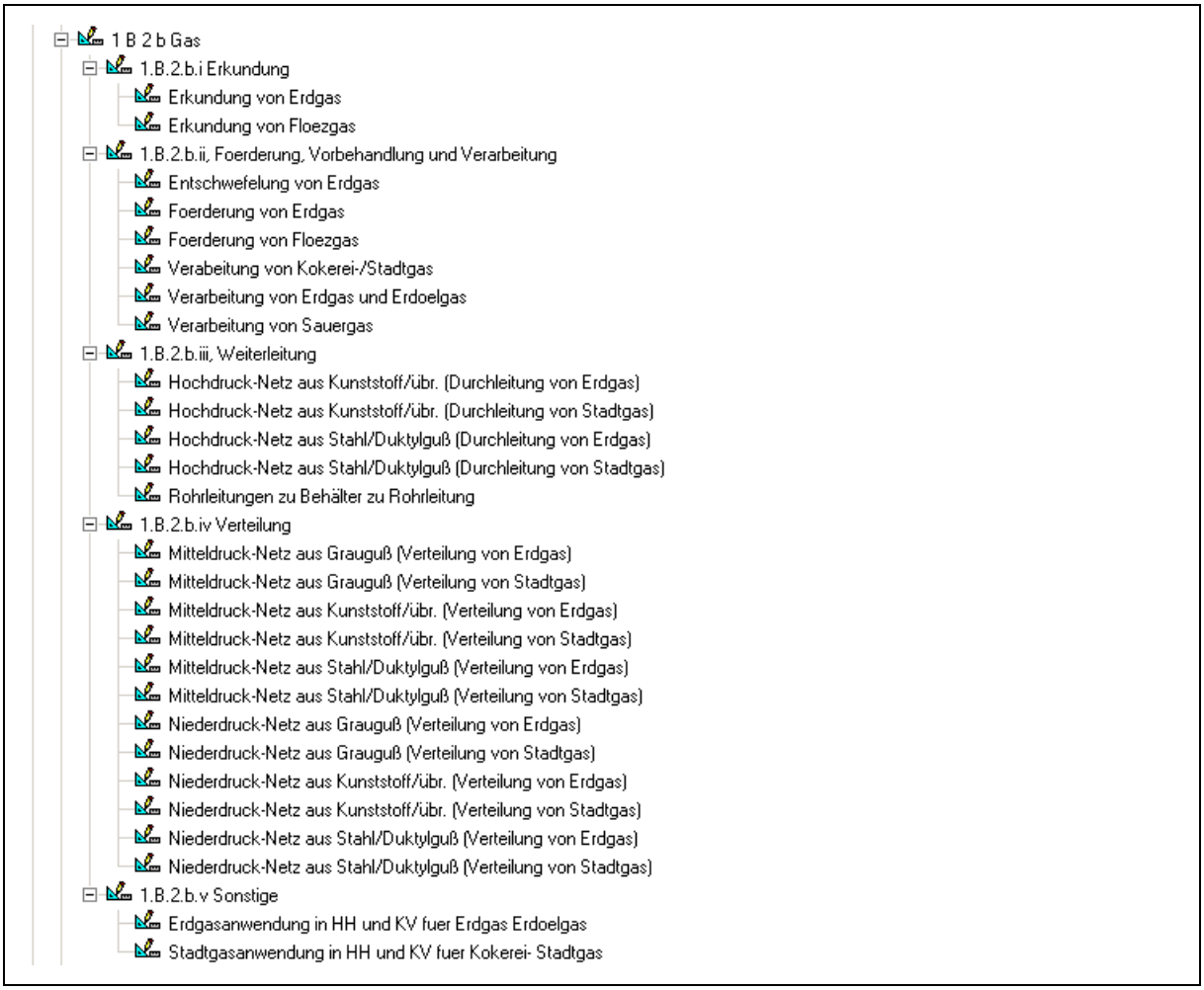


Abbildung 36: Strukturzuordnung 1.B.2.b Gas

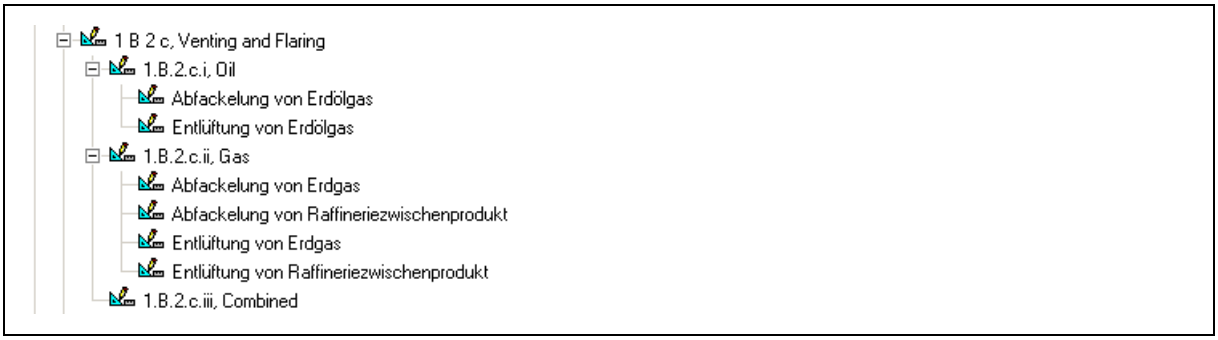


Abbildung 37: Strukturzuordnung 1.B.2.c Venting and Flaring (Öl & Gas)

3.2.2.1 Methodische Aspekte (1.B.2)

Nach dem Ansatz Logistik zu den Methoden der Bestimmung der Emissionen (u.a. IPCC, EMEP) wurden Stufen von Berechnungsverfahren nach den Ebenen der Genauigkeit erstellt („Tier 1 bis 3“ des IPCC, bzw. „Einfache Methode“ (engl. = Simpler Methodology) und „Genaue Methode“ (engl.: Detailed Methodology).

In der Methodik wurden die verschiedenen Anforderungen in Bezug auf Transparenz aus den bestehenden Betriebspflichten nach Klimarahmenkonvention und Genfer Luftreinhaltekonvention berücksichtigt. Zu allen Anforderungen nach den jeweiligen Kodierungen und Untergliederungen der genannten Berichtspflichten wurde eine Gegenüberstellung mit vergleichender Zusammenfassung (Synopse) erstellt, nach der CRF und NFR weitgehend inhaltlich der gleichen Gliederungsebene entsprechen. Nach der Aufschlüsselung des NFR mittels SNAP ergibt sich eine weitere Untergliederung zur Ermittlung der Emissionen dieser Quellgruppen nach Materialien, Armaturen und Tätigkeiten (siehe hierzu ZSE; Dimensionen und Deskriptoren).

Berechnungsverfahren

Nach dem Ansatz Logistik werden Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren oder Emissionen für den Umschlag, die Lagerung und die auftretenden Betriebszustände erfasst. Diese umfassen sowohl den Normalbetrieb als auch Wartung, Reperatur, Unfall und Havarie (im weiteren Sinne zusammengefasst als Störfall) sowie den Betriebszustand der Reinigung (außer Betrieb).

Tabelle 40: Die sieben Emittentengruppen der Quellgruppen unter CRF 1.B.2

	Emittentengruppen	Emittentengruppen	Emittentengruppe
Quellgruppen	**Normalbetrieb**	**Störfall**	**Reinigung**
Umschlag (Relation)	+	+ (IE)	-
Lagerung (Behälter)	+	+	+
Herstellung (Anlagen)	+	+	-

Für den Umschlag (Relation) werden Emissionen aus dem Normalbetrieb ermittelt. Auftretende Störfälle beim Umschlag werden den zu befüllenden Behältern zugeordnet, im Inventar mit IE gekennzeichnet und in der Lagerung berücksichtigt. Die Reinigung entfällt beim Umschlag als Emissionsquelle.

Für die Lagerung (Behälter) werden Emissionen aus dem Normalbetrieb, dem Störfall und der Reinigung ermittelt. Auftretende Emissionen bei Störfällen beim Umschlag werden dem zu befüllenden Behälter zugeordnet.

Für die Herstellung (Anlagen) werden Emissionen aus dem Normalbetrieb und dem Störfall ermittelt. Die Reinigung entfällt bei der Herstellung als Emissionsquelle.

Derzeit ergibt sich in der Umsetzung der Erstellung der Inventare und der Zusammenarbeit im NaSE zu den Quellgruppen folgende Gliederung der Aufbauorganisation zu den Quellgruppen.

Sofern keine Daten zur Verfügung stehen, werden in der Datenbank ZSE Aggregate von Strukturelementen gebildet, so dass Emissionen bestimmt werden können. Diese Stufen können den Ebenen der Genauigkeit zugeordnet werden.

Tabelle 41: Stufen des Ansatzes Logistik

Ansatz Logistik	Aggregation	IPCC Tier	EMEP Methode	Beschreibung
Stufe 1	aggregiert	1	einfache Methode	Wie Stufe 2, jedoch ganz oder teilweise zusammen mit diffusen Emissionen der Förderung und Verarbeitung ("Förderung", "Verarbeitung", jeweils mit der Notation "IE").
Stufe 2	aggregiert	1	einfache Methode	Umschlag von und zu einem Behälter (Rohrleitung, Tank) zusammen mit der Lagerung in einem Tank und während der Beförderung eines Tanks (einschließlich Rohrleitung) ohne Unterscheidung von Betriebszuständen.
Stufe 3	aggregiert	2	einfache Methode	Umschlag von und zu einem Behälter (Rohrleitung, Tank) zusammen mit der Lagerung in einem Tank und während der Beförderung eines Tanks (einschließlich Rohrleitung) im Betriebszustand des Normalbetriebs Lagerung während der Beförderung eines Tanks (mit allen Beförderungsmitteln) in den Betriebszuständen des Störfall und der Reinigung).
Stufe 4	disaggregiert	2/3	genaue Methode	Umschlag von und zu einem Behälter (Rohrleitung, Tank) zusammen mit der Lagerung in einem Tank (einschließlich Rohrleitung) in allen Betriebszuständen (Normalbetrieb, Störfall und Reinigung). Lagerung während der Beförderung eines Tanks (mit allen Beförderungsmitteln) in allen Betriebszuständen (Normalbetrieb, Störfall und Reinigung).
Stufe 5	disaggregiert	3	genaue Methode	Umschlag von und zu einem Behälter für alle einzelnen Margen (der jeweiligen Produkte) nach der Logistik Lagerung (einschließlich Beförderung) eines Tank (mit oder ohne dem jeweiligen Beförderungsmittel) für die disaggregierten Infrastruktur der Logistik und nach den jeweiligen Betriebszuständen (Normalbetrieb, Störfall und Reinigung) nach normative Vorgaben und auf Regelen bezogen
Stufe 6	disaggregiert	3	genaue Methode	Wie Stufe 5, zusätzlich nach Emissionsminderungstechnik und auf Armaturen bezogen

Die Strukturelemente in der Datenbank ZSE entsprechen zur Emissionsberichterstattung 2008 weitgehend der Stufe 3 und damit der Methode Tier 2 nach IPCC (1996a: Kapitel 1.6, Methane Emissions from Oil and Natural Gas Activities) und der einfacheren Methode nach dem Emission Inventory Guidebook (EMEP, 2005a: Group 5, Group 6, Group 9). Die dazu verwendeten Aktivitätsraten stammen aus Statistiken der Verbände, die in hoher Aufschlüsselung und Genauigkeit vorliegen. Die Emissionsfaktoren stammen aus Messungen und Modellierungen und wurden den Strukturelementen über abschließende Schätzungen durch Experten des Nationalen Systems oder durch die Ergebnisse von Forschungsprojekten zugeordnet.

Einige der veröffentlichten Default-Emissionsfaktoren der Guidelines oder der Guidebooks waren nach Validierung (ggf. mit Anpassungen) durch die nationalen Expertinnen und Experten verwertbar. Die Qualität der Emissionsdaten ist sehr heterogen und reicht von gemessenen bis zu geschätzten Werten.

Im NaSE wurden Expertinnen und Experten zu Emissionsdaten soweit es derzeit möglich war in die Ermittlung der Emissionen einbezogen oder kontaktiert (Gasverband, WEG und Gasstatistik, Jahresberichte der Gaswirtschaft, der Tanklagerbetreiber, des TÜV, Berichte einzelner Betreiber und Datenbanken (u.a. Störfalldatenbank).

Zur Unterstreichung von Maßnahmen der QK sowie zum Nachweis der Qualität der deutschen Emissionsberichterstattung wird in den Beiträgen zu den Quellgruppen die Beachtung und Erfüllung der guten Inventarpraxis (engl.: "Good Practice") dargestellt. In der Tabelle 42 werden die Textstellen mit Hinweisen zur guten Inventarpraxis aufgeführt.

Tabelle 42: Textstellen mit Hinweisen zur guten Inventarpraxis zu CRF 1.B.2

Gute Inventarpraxis
S. 2.79: If a rigorous bottom-up approach is chosen, then it is good practice to involve technical representatives from the industry in the development of the inventory.
S. 2.79: Good practice is to disaggregate the industry into the applicable segments and subcategories indicated in Table 2.15, Major Categories and Subcategories in the Oil and Gas Industry, and then evaluate the emissions separately for each of these parts.
S. 2.84: It is good practice to use the Tier 3 approach which will produce the most accurate emissions estimate.
S. 2.84 (EF):, Nonetheless, it is good practice to consider the impact of regional differences before adopting a specific set of factors.
2.91 (Completeness): Smaller individual sources, when aggregated nationally over the course of a year, may often be significant total contributors. Therefore, good practice is not to disregard them unless their collective contribution to total fugitive emissions is proven to be negligible.
2.92 It is good practice to document and archive all information required to produce the national emissions inventory estimates as outlined in Section 8.10.1 of Chapter 8, Quality Assurance and Quality Control.
2.93: (QA/QC): It is good practice to conduct quality control checks as outlined in Chapter 8, Quality Assurance and Quality Control, Table 8.1, Tier 1 General Inventory Level QC Procedures, and expert review of the emission estimates.

Quelle: IPCC GPG (2000)

Die Maßnahmen der QK zum Nachweis der Qualität der deutschen Emissionsberichterstattung werden die verschiedenen Aspekte der guten Inventarpraxis nach den Guidelines grundlegend erfüllt. Im Laufe der weiteren Verbesserungen werden alle Hinweise auf die gute Inventarpraxis aufgegriffen.

Im Jahr 2006 wurden zur Inventarerstellung der Ansatz Logistik in einer ersten Phase umgesetzt und die Berechnungsverfahren mit dem Bestand an Daten in der Datenbank ZSE übertragen und soweit möglich bereits neue Daten erfasst.

Die notwendigen Verbesserungen waren nicht im Inventarplan aufgeführt. Die durchgeführten Verbesserungen führten zur Umsetzung geplanter Verbesserungen nach dem Verbesserungsplan.

Der zuletzt seitens des Klimasekretariats durchgeführte Initial Check war ohne Mängel, wie auch Verbesserungen nach den vorgelegten Synthesis and Assessment, Teil 1 oder Teil 2 nicht nötig waren. Verbesserungen nach erfolgten individuellen Überprüfungen (Centralised Review, Desk Review, In Country Review) waren ebenfalls nicht erforderlich. Für diese Quellgruppe wurde bisher keine individuelle Überprüfung in Form eines Cross Country Review oder einer Überprüfung durch unabhängige Experten durchgeführt. Aus diesen Ergebnissen der Qualitätssicherung keinen Handlungsbedarf abzuleiten wäre falsch, da bisherige Darstellungen in den Nationalen Inventarberichten keine Prüfung zuließen, die die jetzt geplanten Verbesserungen zum Gegenstand haben.

3.2.2.2 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2)

Die Unsicherheiten in den Quellgruppen werden bei vielen Emissionsdaten mit 20 % angebenden. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen von Experten des WEG und der Mitglieder des NaSE und liegen in der angegebenen Spanne einiger Default-Emissionsfaktoren von + 25 % bis + 50 % (IPCC GPG, 2000: Kapitel 2.7.1.6, Energy - Uncertainty Assessment, S. 2.92).

3.2.2.3 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.)

Quellenspezifische Qualitätskontrolle

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

Quellenspezifische Qualitätssicherung

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung (siehe Centralised Review 2004 und 2005, In Country Review 2004) wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Verifikation

Die Beiträge zu den Quellgruppen konnten noch nicht mittels Vergleich, Gegenüberstellung oder Analyse der Inventare anderer Ländern verifiziert werden. Die Verifikation der jeweiligen Quellgruppe ist erschwert, da die hierzu benötigten Angaben in Inventaren anderer Länder nicht in den jeweiligen nationalen Inventarberichten zur Auswertung in geeigneter Art und Weise veröffentlicht werden.

3.2.2.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Trotz grundlegender Modifikationen im Berechnungsverfahren wegen der Einführung des Ansatzes Logistik für die Quellgruppen sind Rückrechnungen nur im Bezug auf die übergeordneten Ebenen innerhalb von 1.B.2 sinnvoll.

3.2.2.5 Geplante Verbesserungen (1.B.2)

Zur Verbesserung des Inventars müssen nach dem Ansatz der Logistik weitere Emissionsfaktoren ermittelt werden. Sofern adäquate spezifische Emissionsfaktoren nicht zu ermitteln sind, ist zu prüfen inwieweit Default-Werte aus den IPCC-Richtlinien abgeleitet werden können.

3.2.2.6 Öl (1.B.2.a)

3.2.2.6.1 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**	**2006 - 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 nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.a Öl keine Hauptquellgruppe.

Der Status der Quellgruppe ergibt sich über die Einstufung der übergeordneten Gruppe 1.B.2.a, wonach die Bestimmung der Emissionen nach der Methode Tier 2 oder Tier 3 anzuwenden ist (siehe IPCC GPG, 2000: Figure 2.13, Decision Tree for Crude Oil Production and Transport, Seite 2.81, hier "Box 2“ = Tier 2, ggf. Box 3" = Tier 3).

Die Emissionen der Quellgruppe 1.B.2.a.i " Öl, Erkundung " werden derzeit nicht bestimmt (Notation: „NE“).

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan, Kohlendioxid (Nicht-Verbrennung) und Lachgas zu berichten (siehe ebd.: Seite 2.79, hier 2.7.1. Methodological issues).

Nach den Berichtsvorgaben des Emission Inventory Guidebook ist die Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (VOC = CH_4 + NMVOC) zu berichten (Quelle: RYPDAL 1999 in EMEP 2005).

3.2.2.6.1.1 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 2006 wurden in Untersuchungsbohrungen eine Leistung von 346 m und in Teilfeldsuchbohrungen von 10.185 m erbracht (WEG, 2006: Tabelle Bohrerfolgsbilanz). Die zugrunde liegende Statistik über die Exploration unterscheidet nicht nach Erdöl und Erdgas.

3.2.2.6.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.i)

Zu dieser Quellgruppe liegen noch keine relevanten Zwischenergebnisse aus der Umstellung der Berechnungsverfahren vor (siehe 1.B.2).

Zu 1.B.2.a.i Oil Exploration und 1.B.2.b.i Gas Exploration wurde der Default EF aus der IPCC GPG (2000: S. 2.86, Tabelle 2.16, Zeile 5) für diffuse Emissionen aus Tätigkeiten zu Öl und Gas auf der Grundlage von Daten aus Nordamerika aus der Kategorie „Wells“, Subkategorie „Servicing“, Emissions Typ „all“ und der Default-Emissionsfaktor für CO_2 von 0,000095 Gg per number of producting and capable well“ herangezogen und mit der AR aus dem Jahresbericht des Wirtschaftverbandes Erdöl und Erdgasgewinnung e.V. (WEG) des Jahres

2004 (WEG 2004, S. 50, Tabelle Bohrerfolgsbilanz, hier Zeile Produktionsbohrungen, Gesamt, fündig in der Anzahl von 12 für das Jahr 2004) verwendet. Die Beibehaltung dieses Berechnungsverfahrens wird geprüft.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2).

3.2.2.6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.6.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i)

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.2 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**	**2006 - 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.

Der Status der Quellgruppe ergibt sich über die Einstufung der übergeordneten Gruppe 1.B.2.a, wonach die Bestimmung der Emissionen nach der Methode Tier 2 oder Tier 3 anzuwenden ist (siehe IPCC GPG, 2000: Figure 2.13, Decision Tree for Crude Oil Production and Transport, Seite 2.81, hier "Box 2“ = Tier 2). Eine Berechnung nach Tier 3 ist nicht vorgeschrieben, da weniger als 20 % des Ölgases abgefackelt oder in die Atmosphäre abgelassen werden (ebd.: Seite 2.81, hier „estimation of total associated and solution gas volumes). Die Emissionen der Quellgruppe 1.B.2.a.ii " Öl, Förderung und Vorbehandlung " werden nach der Methode Tier 2 bestimmt.

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan, Kohlendioxid (Nicht-Verbrennung) und Lachgas zu berichten (ebd.: Seite 2.79, hier 2.7.1. Methodological issues).

Nach den Berichtsvorgaben des Emission Inventory Guidebook ist die Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (VOC = CH_4 + NMVOC) zu berichten (EMEP 2005a: Gruppe 5, B521, Extraction, first treatment and loading of liquid & gaseous fossil fuels, S. 1).

3.2.2.6.2.1 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 2006 nach Angaben des Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG, 2006) 3.514.519 Mio. t. Sie lag damit geringfügig unter dem Vorjahreswert. Die Erdölförderung erfolgte aus 1097 produzierenden Erdölbohrungen auf den acht Erdölfördergebieten (ebd.).

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.

3.2.2.6.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii)

Zu dieser Quellgruppe liegen noch keine relevanten Zwischenergebnisse aus der Umstellung der Berechnungsverfahren vor (siehe 1.B.2, Kapitel 3.2.2).

Der Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG, 2006): dokumentiert folgende Emissionsfaktoren:

Tabelle 43: Emissionsfaktoren zur Erdölgewinnung

	CO_2	SO_2	NO_X	CH_4
Erdöl [kg/t]	64	0,14	0,06	0,1

Diese Emissionsfaktoren wurden rechnerisch ermittelt, indem die gemessenen Emissionen in Beziehung zur Fördermenge gesetzt wurden.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe 1.B.2).

3.2.2.6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.6.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii)

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.3 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**	**2006 - 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 1.B.2.a.iii " Öl, Weiterleitung " werden nach der Methode Tier 2 bestimmt.

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan, Kohlendioxid (Nicht-Verbrennung) und Lachgas zu berichten (ebd.: Seite 2.79, hier 2.7.1. Methodological issues).

Nach den Berichtsvorgaben des Emission Inventory Guidebook können in Anlehnung an das technische Dokument B521 (EMEP 2005a: Gruppe 5, B521, Extraction, first treatment and loading of liquid & gaseous fossil fuels, Kapitel 2, S. B521-1), die Emissionen nach B541 bestimmt werden. Danach treten auch in dieser Quellgruppe Emissionen der Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (VOC = CH_4 + NMVOC) auf).

3.2.2.6.3.1 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 2006 eine Länge von 1.861 km mit einem Durchsatz von 105,1 Mio. t Rohöl (MWV, 2006: S. 38 ff). Rohr(fern-)leitungen für Mineralöl hatten im Jahr 2005 eine Länge von 3331 km mit einem Durchsatz von 33,6 Mio. t.

In Deutschland existieren derzeit 11 Rohr(fern-)leitungen für den Transport von Mineralöl mit einem Durchmesser von 8 bis 24 Zoll und 16 Rohrfernleitungen für Rohöl mit einem

Durchmesser von 12 bis 40 Zoll. Die in Deutschland verlaufenden Mineralöl- und Rohölpipelines werden in nachstehender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 44: In Deutschland verlaufenden Fernhochdruckrohrleitungen

Fernhochdruckrohrleitungen in Deutschland
BSL, Rostock - Böhlen (RRB)
DEA, Heide – Brunsbüttel
FBG, NATO - Netz (CEPS/NEPS)
MIDER, Spergau – Hartmannsdorf
OMV, Burghausen – Feldkirchen
OMV, Feldkirchen – München
PCK, Schwedt – Seefeld
Rhein-Main-Rohrleitung (RMR), Grenze (NL) - Ludwigshafen/Raunheim
Rhein-Main-Rohrleitung (RMR), Pernis - Grenze DS (RRP)
Rohrleitung Rostock-Böhlen (RRB)
RUHR OEL, Gelsenkirchen - Duisburg
DEA, Brunsbüttel – Heide
MERO, Vohburg (TAL) - Nelahozeves (CZ)
Mineralölverbundleitung (MVL), Grenze (PL) - Schwedt
Mineralölverbundleitung (MVL), Rostock - Schwedt
Mineralölverbundleitung (MVL), Schwedt - Rostock
Mineralölverbundleitung (MVL), Schwedt - Spergau
Norddeutsche Ölleitung (NDO)
Norddeutsche Ölleitung (NDO), Wilhelmshaven - Hamburg
Nord-West-Oelleitung (NWO), Wilhelmshaven - Köln
OMV, Steinhöring (TAL) - Burghausen
Rotterdam-Rijn-Pijpleiding (RRP), Venlo - Köln
Rotterdam-Rijn-Pijpleiding (RRP), Venlo - Wesel
Rotterdam-Rijn-Pijpleiding (RRP); Rotterdam - Venlo
RUHR OEL, Wesel - Gelsenkirchen
Société du Pipeline Sud-Européen (SPSE)
SPSE, Lavéra (F) – Karlsruhe

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.

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

Nach dem umzusetzenden Berechnungsverfahren werden zunächst aufgrund fehlender landespezifischer Emissionsfaktoren im Bereich des Transportes von Öl per Pipeline 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/($10^3 m^3$ 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.

Zu dieser Quellgruppe liegen noch keine weiteren relevanten Zwischenergebnisse aus der Umstellung der Berechnungsverfahren vor (siehe 1.B.2, Kapitel 3.2.2).

Alle Emissionen der Anlagen zur Beförderung, zum Beispiel Fernrohrleitungen, werden in der Quellgruppe 1.A.3.e berichtet. Alle Emissionen der Fahrzeuge, die einen Tank transportieren fallen unter die Quellgruppen 1.A.3.b, 1.A.3.c oder 1.A.3.b oder anteilig auch in die

Quellgruppe 1.A.5. Die Anlandung von Rohöl, Erdöl oder Mineralölzwischenprodukten und die damit in Verbindung stehenden Emissionen werden in 1.A.3.d berichtet.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2).

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

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.6.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii)

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.iii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.4 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**	**2006 - 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 Quellgruppe 1.B.2.a.iv " Öl, Verarbeitung, Raffinerie " (Engl. = Processing, Refinery) ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.a Öl keine Hauptquellgruppe.

Die Bestimmung der Emissionen erfolgte nach den Methoden der IPCC GPG (2000: Figure 2.14, Decision Tree for Crude Oil Refining and Upgrading, Seite 2.82, hier "Box 1“ (Tier 1) und „Box 2" (Tier 3)).

Die Emissionen der Quellgruppe 1.B.2.a.iv " Öl, Verarbeitung, Raffinerie" werden für Teile in der Datenbank ZSE nach der Tier 1 oder nach Tier 3 Methode bestimmt.

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan, Kohlendioxid (Nicht-Verbrennung) und für die Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (CH_4 + NMVOC = VOC) zu berichten (ebd.: Seite 2.84, hier 2.7.1.2 choice of emission factors).

Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook sind die Schadstoffe SO_2, VOC, NO_X and CO zu berichten (2005a: Gruppe 4, B410, Processes in Petroleum Industries, S. 2). Im Dokument B410 (ebd.: S. 1) sind die Anleitungen zum Prozess der Verarbeitung von Rohöl in der Raffinerie in Bezug zum NFR Schlüssel 1.B.2.a.iv

heranzuziehen. Diese Zusatzinformationen zur Inventarerstellung werden in einer Übersicht der Berichtspflichten aufgeführt (Siehe hierzu auch IPCC 1996a: Kapitel 1.6, Methane Emissions from Oil and Natural Gas Activities. S. 1.27 3 und Kapitel 1.7 Ozone Precursors and SO_2 Emissions from Oil Refining, S. 1.31; IPCC 1996b: Kapitel 1.8, Fugitive Emissions from Oil and Natural Gas Activities, S. 1.114ff). Eine Inventarerstellung gemäß den Anforderungen ist an dieser Stelle erschwert, da die „IPCC Guidelines“ (1996a) und das „Guidebook“ (EMEP 2005a: Gruppe4, B410, Processes in Petroleum Industries) nicht pragmatisch miteinander verknüpft sind.

Tabelle 45 Übersicht der Dokumente des EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2005 zum NFR Schlüssel 1.B.2.a.iv zu Prozessen in der Mineralölindustrie (Verarbeitung von Rohöl in Raffinerie)

No.	Process	SNAP	Description
1.	Feed Stock handling and storage	**050401**	Marine Terminals
		050402	Other Handling and Storage
2.	Separation Processes	**040101**	Petroleum Products Processing
3.	Petroleum Conversion Processes	**040101**	Petroleum Products Processing
4.	Petroleum Treating Processes	**040101**	Petroleum Products Processing
		060310	Asphalt Blowing
5.	Product Blending	**040101**	Petroleum Products Processing
6.	Product Storage and Handling	**040104**	Storage and Handling of Products in Refinery
		050501	Refinery Dispatch Station
7.	Auxiliary Facilities	030104	Combustion
		030105	Combustion
		010306	Process Furnaces
		040103	Sulphur Recovery Plants
		0405	Organic Chemical Production
		091001	Waste Water Treatment in Industry
		091002	Waste Water Treatment In Residential /Commercial
		090202	Incineration of Industrial Wastes
		090203	Flaring in Oil Refinery
		090205	Incineration of Sludges From Water Treatment
		090400	Landfills
		k.A.	Cooling Towers
		k.A.	Vapour Recovery and Blowdown Systems

Danach sind zur Berichterstattung in der Quellgruppe 1.B.2.a.iv die SNAP Schlüssel 040101, 040103, 040104, 050401, 050402, 050501 und 060310 nach dem EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (2005a) anzuwenden.

3.2.2.6.4.1 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 124,6 Mio. t für das Jahr 2006. (MWV, 2006: S. 47).

3.2.2.6.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv)

Die Aktivitätsraten können aus der Bundesenergiebilanz der Arbeitsgemeinschaft für Energiebilanzen, aus den jährlichen Sonderveröffentlichungen des Mineralölwirtschaftsverbandes e.V. „Mineralöl-Zahlen 2006“ oder dem Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung „Jahresbericht Zahlen & Fakten 2006“ (WEG, 2006) entnommen werden.

Die Emissionen an CH_4 wurden aus landesspezifischen Emissionsfaktoren und den Aktivitätsraten berechnet.

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 Tabelle 41) 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.

Zu der Quellgruppe liegen derzeit keine weiteren relevanten Zwischenergebnisse aus der laufenden Inventarerstellung vor.

Zum Nachweis der Qualität der deutschen Emissionsberichterstattung nach der guten Inventarpraxis (engl.: "Good Practice") wurden die sieben Nennungen der Guidelines zu „Good Practice“ für die Quellgruppe untersucht und festgestellt, dass sofern die Berechnungsverfahren bestehen, diese Anforderungen erfüllt werden.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2).

3.2.2.6.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.6.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv)

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

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 2004 von 0,02 kg CH_4/t Rohöl mit dem unteren Heizwert von Rohöl (42,7 MJ/kg) umgerechnet, ergibt sich ein Emissionsfaktor von 468,4 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.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.iv)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.5 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**	**2006 - 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 1.B.2.a.v "Öl, Verteilung" werden in der Datenbank ZSE nach der Tier 2 oder nach Tier 3 Methode bestimmt (siehe Quellgruppe 1.B.2.a.iii, Kapitel 3.2.2.6.3).

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan, Kohlendioxid (Nicht-Verbrennung) und für die Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (CH_4 + NMVOC = VOC) zu berichten (ebd.: Seite 2.84, hier 2.7.1.2 choice of emission factors).

Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook sind die Schadstoffe NMVOC zu berichten. Hierzu werden im Dokument B551 Angaben zur Bestimmung relevanter NMVOC Emissionen gemacht (EMEP 2005a: Group 5, B551, Gasoline Distribution). Die weitere Untergliederung dieses SNAP-Schlüssels ist nicht in allen Teilaspekten auf die Vorgaben zur Berichterstattung nach dem CRF Schlüssel übertragbar, da das IPCC diese Inventarerstellung im Kapitel zu Raffinerien beschreibt (IPCC 1996b: Kapitel 1.8.9 Refineries, S. 1.134, hier Storage and handling (SNAP 40104)). Im Dokument B541 werden keine weiteren Angaben zur Bestimmung der Emissionen aufgrund von Geringfügigkeit gemacht (EMEP 2005a, Group 5, B541, Liquid Fuel Distribution (Exept Gasolines, S. 1).

3.2.2.6.5.1 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 2006 auf

119.378.000 t (MWV, 2006). Der Inlandsverbrauch von Ottokraftstoff betrug im Jahr 2006 nach dem MWV (ebd.) 22.604.000 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 88 % 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 zur einem höheren Wirkungsgrad bezüglich der Vermeidung der VOC-Emissionen während des Betankungsvorgangs.

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.

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

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

Das nach dem Ansatz Logistik erstellte Berechnungsverfahren wurde nach den Anforderungen an die Emissionsberichterstattung nach Klimarahmenkonvention, hier gemäß der Methode Tier 2, und Genfer Luftreinhaltekonvention, hier gemäß der einfacheren Methode, erstellt.

Die Berechnungsverfahren verwenden für NMVOC Emissionen landessspezifische Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung (siehe Centralised Review 2004 und 2005, In Country Review 2004) werden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis (engl.: "Good Practice") nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2).

3.2.2.6.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.6.5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v)

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

Die NMVOC-Emissionen aus der Befüllung von Transportmitteln für Straße, Schiene, Wasser innerhalb von Raffinerien (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.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.v)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.6 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**	**2006 - 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 (siehe Quelle: IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 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).

3.2.2.6.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi)

Bei der Reinigung von Behältern, einem Betriebzustand außerhalb des Normalbetriebs, 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).

3.2.2.6.6.2 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.

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis (engl.: "Good Practice") nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2).

3.2.2.6.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi)

Informationen zu Unsicherheiten werden zurzeit in der Inventarbeschreibung hinterlegt. Weitere Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.6.6.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi)

Weitere Ergebnisse zur Verifikation liegen noch nicht vor.

3.2.2.6.6.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.6.6.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.a.vi)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7 Erdgas (1.B.2.b)

CRF 1.B.2.b					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990- Anteil an der Gesamtemission**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Natural Gas	l / t	CH_4	0,53	0,64	steigend

Die Quellgruppe Erdgas ist für CH_4-Emissionen aus Erdgas (engl. natural gas) eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Quellgruppen in der übergeordneten Gruppe der diffusen Emissionen aus Gas (gasförmige Brennstoffe) 1.B.2.b "Gas" umfasst alle Quellen von der Erkundung, der Vorbehandlung und Verarbeitung von Erdgas, Erdölgas und Flözgas, der Weiterleitung von Gasen und die Verteilung der Gasprodukte bis zum Gebrauch durch die Kunden. Im Unterschied zu den Quellgruppen in der anderen übergeordneten Gruppe der diffusen Emissionen bei 1.B.2.a "Öl" , werden in den Quellgruppen 1.B.2.b "Gas" die Vorbehandlung und Verarbeitung nicht voneinander getrennt. Die Unterscheidung von Weiterleitung, Verteilung und Lagerung spielt in den Quellgruppen eine besondere Rolle.

Die diffusen Emissionen aus 1.B.2.b "Gas" sind in der Datenbank ZSE mit Daten zu den jeweiligen Quellgruppen und Subquellgruppen abgebildet (s. Abbildung 36).

3.2.2.7.1 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 Gas, Erkundung 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 1.B.2.b.i "Gas, Erkundung" werden derzeit nach der Tier 2 Methode bestimmt.

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan, Kohlendioxid (Nicht-Verbrennung) und für die Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (CH_4 + NMVOC = VOC) zu berichten (ebd.: Seite 2.84, hier 2.7.1.2 choice of emission factors).

Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook sind zu den genannten Schadstoffen außerdem NMVOC zu berichten (EMEP 2005a: Group 5, B561 gas distribution networks, S. 1). In dieser Anleitung werden in Table 8.31 (und 8.32) Gasprofile für

diffuse Emissionen zu Förderstationen angegeben. Daraus ist abzuleiten, das je nach Gas ggf. auch die Bestandteile von N_2, CO_2, H_2S und weiteren NMVOC von Bedeutung sein können (ebd.: B521 Extraction, first treatment and loading of liquid & gaseous fossil fuels, S. 24).

3.2.2.7.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i)

Zur Beschreibung der Quellgruppe siehe 1.B.2.a.i.

3.2.2.7.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.i)

Die Herangehensweise in den Berechnungsverfahren entspricht denen der Quellgruppe 1.B.2.a.i. Weitere Informationen siehe dort (Kapitel 3.2.2.6.1).

3.2.2.7.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i)

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

3.2.2.7.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i)

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

3.2.2.7.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.2 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 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 1.B.2.b.ii "Gas, Vorbehandlung und Verarbeitung " (Engl. = Exploration) wird derzeit nach der Tier-2-Methode bestimmt.

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan, Kohlendioxid (Nicht-Verbrennung) und für die Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (CH_4 + NMVOC = VOC) zu berichten (ebd.: Seite 2.84, hier 2.7.1.2 choice of emission factors).

Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook sind zu den o.g. Schadstoffen außerdem NMVOC zu berichten (EMEP 2005a: Group 5, B561, gas distribution networks, S. 1).

3.2.2.7.2.1 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).

3.2.2.7.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii)

Die Herangehensweise in den Berechnungsverfahren entspricht weitgehend der Quellgruppe 1.B.2.a.ii. Weitere Informationen siehe dort (Kapitel 3.2.2.6.2).

3.2.2.7.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.7.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii)

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.3 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 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/Kategorie 1.B.2.b.iii "Gas, Weiterleitung von Gas" werden derzeit nach der Tier-2-Methode bestimmt.

Nach den Vorgaben der Guidelines sind Emissionen für die Schadstoffe Methan, Kohlendioxid (Nicht-Verbrennung) und für die Gruppe der leicht flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffe (CH_4 + NMVOC = VOC) zu berichten (ebd.: Seite 2.84, hier 2.7.1.2 choice of emission factors).

Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook sind zu den o.g. Schadstoffe außerdem NMVOC zu berichten (EMEP 2005a: Gruppe 5, B561, gas distribution networks, S. 1).

3.2.2.7.3.1 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. Stadtgas wurde in relevanten Mengen bis zum Jahr 1997 durch Rohrleitungen weitergeleitet. Diese Weiterleitung erfolgt mittels Logistik über Rohrleitungen (Fernhochdruckrohrleitungen) und in Behältern (Tanks).

Zur Weiterleitung von Gas werden Rohrleitungen der Druckstufe Hochdruck 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. Das Netz der Fernhochdruckrohrleitungen für Gas in Deutschland hat zurzeit eine Länge von 6.362 km. Die Betreibergesellschaften der bedeutesten 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 3.2.2.7.4).

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).

3.2.2.7.3.2 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).

3.2.2.7.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.7.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii)

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.3.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.iii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.4 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 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/Kategorie 1.B.2.b.iv "Gas, Verteilung von Gas" 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.

3.2.2.7.4.1 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-, Mittel- und Hochdruck und der Leitungsmaterialien Kunststoff, Stahl/Duktilguss und Grauguss eingesetzt.

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 um über 98 % reduziert und durch emissionsärmere Kunststoffrohrleitungen ersetzt. Eine weitere Urssache 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 46: Gasverteilungsnetz und verursachte Emissionen

Parameter	1990	1995	2000	2005	2006
Gesamtlänge Leitungsnetz [km]	295.304	366.985	417.354	415.065	414.065
Methangesamtemission [t]	206.806	219.007	202.151	176.901	171.081
Emissionsfaktor [kg/km]	729,8	596,8	484,4	426,2	413,2
Änderung des Emissionsfaktors zum Basisjahr	0 %	18 %	34 %	42 %	43 %

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-, Mittel- und Hochdruckbereich. 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 um über 210 % im Mitteldruckbereich und über 330 % im Hochdruckbereich.

Tabelle 47: Struktur des Gasverteilungsnetzes

Verteilungsnetz		Länge des Verteilungsnetzes			Emissionsfaktoren [kg/km]		
Druckstufe	Material	1990 [km]	2006 [km]	Änderung [%]	1990 (Stadtgas)	1990 (Erdgas)	2006 (Erdgas)
Niederdruck	Grauguss	17.260	300	-98,3	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
Hochdruck	Kunststoff	904	3.898	331,2	11	44	44
	Stahl und Duktilguss	35.956	45.073	25,4	60	241	241
Insgesamt		**295.304**	**414.065**	**40,2**			

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).

3.2.2.7.4.2 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 3.2.2.6.5).

3.2.2.7.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.7.4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.iv)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.5 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 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.

3.2.2.7.5.1 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.

3.2.2.7.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.v)

Die methodischen Aspekte können derzeit noch nicht erläutert werden.

3.2.2.7.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

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

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

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterung der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.b.v)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.6 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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Die Quellgruppe Quellgruppe 1.B.2.c Abfackelung und Entlüftung ist für 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.

In der Quellgruppe ist zwischen Abfackelung und Entlüftung aufgrund der Schadstoffe zu unterscheiden. Die Anlagenteile von Anlagen, die in der Regel aus sicherheitsrelevanten Gründen der Entlüftung oder der Abfackelung im Störfall eines Produktionsprozesses der Öl- oder Gasbranche dienen, werden hier separat zu den beiden anderen übergeordneten Gruppen der diffusen Emissionen (1.B.2.a "Öl" und 1.B.2.b "Gas") berichtet. Bei Analysen von Teilen der Branche ist diese Aufgliederung zu berücksichtigen.

Die diffusen Emissionen aus 1.B.2.c "Abfackelung und Entlüftung" sind in der Datenbank ZSE mit Daten zu den jeweiligen Quellgruppen und Subquellgruppen abgebildet (siehe Tabelle Abbildung 37.

3.2.2.7.7 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 Abfackelung und Entlüftung, Öl ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.c Abfackelung und Entlüftung keine Hauptquellgruppe.

Der Status der Quellgruppe ergibt sich über die Einstufung der übergeordneten Gruppe 1.B.2.c oder aus 1.B.2. Für die Bestimmung der Emissionen sind keine Methoden vorgegeben (siehe IPCC GPG, 2000) lediglich der Entscheidungsbaum für Raffinerie (siehe 1.B.2.c.iii) enthält Abfackelung und Entlüftung als Kriterium.

Die Emissionen der Quellgruppe 1.B.2.c.i " Abfackelung und Entlüftung, Öl" werden derzeit nicht bestimmt oder werden anteilig an anderer Stelle in einer Quellgruppe von 1.B.2 berücksichtigt (Notation: „NE“ und „IE“).

3.2.2.7.7.1 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 sind soweit wie möglich in Prozessfeuerungen zu verbrennen. Sofern dies nicht möglich ist, sind die Gase einer Fackel zuzuführen. Die Fackeln sollen mindestens die Anforderungen an Fackeln zur Verbrennung von Gasen aus Betriebsstörungen und Sicherheitsventilen erfüllen. Die Fackel ist für eine Raffinerie (1.B.2.c.iii) 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.

3.2.2.7.7.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.i)

Im Zusammenhang mit dem Ansatz Logistik wird geprüft, ob diese Herangehensweise zur Entwicklung von Berechnungsverfahren nach den Anforderungen zur Emissionsberichterstattung nach Klimarahmenkonvention (Methode Tier 2/3) und Genfer Luftreinhaltekonvention (gemäß der einfachen / genauen Methode) geeignet ist. Zu den Ergebnissen in dieser Quellgruppe liegen noch keine relevanten Zwischenergebnisse aus der laufenden Inventarerstellung vor.

Ob die zu berichtenden Schadstoffe aus den Angaben des CRF-Reporter oder der CRF Inventartabellen nur Emissionen zu den Schadstoffen CH_4, N_2O und CO_2 erforderlich

machen, oder ob das Spektrum der verbrennungsbedingten Schadstoffe, wie CH_4, CO, CO_2, N_2O, NH_3, NMVOC, NO_X, und SO_2 bestimmt werden soll, ist Gegenstand weiterer Klärung.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung (siehe Centralised Review 2004 und 2005, In Country Review 2004) werden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt. Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 3.2.2).

3.2.2.7.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i)

Zur Erläuterung der Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz siehe 1.B.2.

3.2.2.7.7.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)

Erläuterungen zur quellenspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung entfallen. Die Verifikation ist zurzeit nicht möglich (siehe 1.B.2).

3.2.2.7.7.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich. Zur Erläuterungen der quellenspezifischen Rückrechnungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.c.i)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

3.2.2.7.8 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 Abfackelung und Entlüftung, Gas ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.c Abfackelung und Entlüftung keine Hauptquellgruppe.

Der Status der Quellgruppe ergibt sich über die Einstufung der übergeordneten Gruppe 1.B.2.c oder aus 1.B.2. Für die Bestimmung der Emissionen sind keine Methoden vorgegeben (siehe IPCC GPG, 2000), lediglich der Entscheidungsbaum für Raffinerien (siehe 1.B.2.a.iiii) enthält Abfackelung und Entlüftung als Kriterium.

Die Emissionen der Quellgruppe 1.B.2.c.ii " Abfackelung und Entlüftung, Gas" werden derzeit nicht bestimmt oder werden anteilig an andere Stelle in einer Quellgruppe von 1.B.2 berücksichtigt (Notation: „NE“ und „IE“).

3.2.2.7.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii)

Zur Beschreibung der Quellgruppe siehe 1.B.2.c.i.

3.2.2.7.8.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii)

Zur Beschreibung der Quellgruppe siehe 1.B.2.c.i.

3.2.2.7.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii)

Erläuterungen zu Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz entfallen.

3.2.2.7.8.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii)

Erläuterungen zu Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung entfallen (Siehe „Geplante Verbesserungen“). Die Verifikation ist zurzeit nicht möglich (siehe 1.B.2).

3.2.2.7.8.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

3.2.2.7.8.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (1.B.2.c.ii)

Zu geplanten Verbesserungen siehe 1.B.2.

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 ist.

Abbildung 38: Strukturzuordnung 2.A Mineralische Produkte

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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Zementproduktion	l / -	CO_2	1,19 %	1,26 %	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 Mineralische Produkte: Zement ist für CO_2-Emissionen aus der Zementproduktion eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe.

Im Jahr 2005 waren deutschlandweit 61 Öfen zum Brennen von Zementklinker mit einer Gesamtkapazität von 113.820 t/d in Betrieb. Den größten Anteil haben dabei die Öfen mit Zyklonvorwärmer (42), gefolgt von Öfen mit Rostvorwärmer (11) und Schachtöfen (8) (BDZ, 2006a). 22 Unternehmen mit 58 Zementwerken in Deutschland (davon 38 mit eigener Klinkererzeugung) sind dabei Mitglieder des *Bundesverbands der Deutschen Zementindustrie* (BDZ, 2006b, S. 48).

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, 2007) betrug die Klinkerproduktion im Jahr 2006 24.921 kt[22]. 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 13.208 kt CO_2 im Jahr 2006.

[22] Vorläufiger Wert.

Tabelle 48: 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

Quelle: VDZ, 2007

4.1.1.2 Methodische Aspekte (2.A.1)

Aktivitätsdaten

Die Erhebung der Aktivitätsraten 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 Aktivitätsraten 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, 2007).

In Tabelle 48 sind die Aktivitätsraten 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.

Die (geringe) Abweichung des deutschen Emissionsfaktors gegenüber dem vorgegebenen Default-Wert von 0,5071 t CO_2 / t Klinker 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 genannte Emissionsfaktor von 0,53 t CO_2 / t Zementklinker wird auch in den CO_2-Monitoring-Berichten der deutschen Industrie sowie bei Berechnungen im Rahmen des Treibhausgas-Emissionshandels verwendet. 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 48 enthält die berechneten CO_2-Emissionen der deutschen Zementindustrie für die Jahre 1990 bis 2006)

4.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1)

Es bestehen Unsicherheiten bei der Erfassung der Aktivitätsraten, da ein Teil der Daten nur anhand vorliegender Anlagendaten vom VDZ geschätzt werden kann.

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 Unsicherheit der verwendeten Aktivitätsraten wurde auf +/– 7 % geschätzt. In diese Expertenschätzung gingen folgende Fehlerquellen ein:

- die Unsicherheit bei der Erfassung und Übertragung von Daten,
- Unsicherheiten bei der Erfassung der Aktivitätsraten, da ein Teil der Daten nur anhand vorliegender Anlagendaten vom VDZ geschätzt werden kann.

Die Unsicherheit der verwendeten Emissionsfaktoren wurde auf +/– 5 % geschätzt. In diese Expertenschätzung gingen folgende Fehlerquellen ein:

- die Unsicherheit hinsichtlich der durchschnittlichen Anteile von Kalkstein und anderen Carbonaten in den Klinkerrohstoffen.

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 durchgeführt.

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. Gute Übereinstimmungen konnten festgestellt werden mit Australien, Kanada, Dänemark, Frankreich, Irland, Spanien, Großbritannien und den USA. Die geringe Abweichung (< 5 %) vom IPCC-Tier 1-Default-Faktor des IPCC-Reference Manuals (IPCC 1996b: Kapitel 2.3.2, S. 2.6) ergibt sich aus dem im Durchschnitt etwas höheren Karbonatgehalt der Klinker-Rohstoffe in Deutschland (s.o.).

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)

Der für die gesamte Zeitreihe verwendete Emissionsfaktor von 0,53 t CO_2 / t Klinker unterliegt momentan einer Überprüfung, insbesondere unter Berücksichtigung folgender Aspekte:

- anlagenspezifische Daten zum Carbonatgehalt der Klinkerrohstoffe bzw. Metalloxidgehalt des erzeugten Klinkers,
- Empfehlung des Initial Review, den länderspezifischen Emissionsfaktor regelmäßig auf der Basis der CaO-Gehalte zu überprüfen,
- neue gesetzliche Regelungen im ETS.

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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Kalk Produktion	l / -	CO_2	0,48 %	0,52 %	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[23]	--	--	--	--	--				
Unsicherheitenverteilung	L	--	--	--	--	--				
Methode EF-Ermittlung	D	--	--	--	--	--				

Die Quellgruppe Kalk ist für CO_2-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe.

Kalk entsteht durch Brennen von Kalkstein. Hauptbestandteil des Kalksteins ist Kalziumkarbonat. Beim Brennen von Dolomit entsteht Dolomitkalk. Dolomit ist aus chemischer Sicht ein Gemisch aus Kalzium- und Magnesium-Karbonat. Anlagen zum Brennen von reinem Magnesium-Karbonat (Magnesit; engl. *dead-burned magnesia*) werden in Deutschland nicht betrieben.

Kalk und seine Folgeprodukte (z.B. Kalkhydrat) und Dolomitkalk werden in vielen Bereichen eingesetzt, u.a. in der Stahlindustrie, der Chemischen Industrie, im Umweltschutz (z.B. Rauchgasentschwefelung in Kraftwerken oder Abwasserreinigung) und in der Landwirtschaft.

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.

[23] Gewichtete Unsicherheit für die Bereiche Kalk und Dolomit (Einzelunsicherheiten siehe ZSE)

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 letzten fünf Jahren 2002 -2006 waren vergleichsweise gering (Bandbreite 6,36 – 6,55 Mio. t).

Tabelle 49: 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	5,111	458.520	0,419
2005	6.359.666	4,992	463.174	0,423
2006 [24]	6.472.397	5,081	461.366	0,421

Quelle: BV KALK, 2007

Beim Vergleich der Jahre 1990 (Basisjahr) und 2006 ist die Produktion um etwa 9 % gesunken.

Die Dolomitkalkproduktion weist bei deutlich kleinerer Produktionsmenge im Wesentlichen ähnliche Schwankungen auf. Allerdings war die Produktion in den Jahren 2003 bis 2006 wesentlich geringer als noch 2002 und den Jahren davor (Rückgang in 2003 um etwa 15 %). Beim Vergleich der Jahre 1990 (Basisjahr) und 2006 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.

[24] Werte für 2006 vorläufig.

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 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).

Seit dem NIR 2007 liegen getrennte Angaben für die Produktion von Kalk bzw. Dolomitkalk und jeweils ein stöchiometrischer CO_2-Emissionsfaktor im ZSE vor. Aus den Teilemissionen der zwei Bereiche werden durch Addition die Gesamtemissionen für die Quellgruppe 2.A.2 ermittelt. Dieses Vorgehen liefert im Ergebnis keine anderen Emissionswerte als in den zurückliegenden Berichterstattungen, ist aber transparenter und mit weniger vorgelagerten Berechnungsschritten verbunden. Im ZSE werden somit für den Bereich Kalk zwei zu unterscheidende Strukturelemente geführt. Dabei wird zwischen den AR und EF für Kalk und Dolomit unterschieden.

Aktivitätsdaten

Die Produktionszahlen für Kalk und Dolomitkalk werden vom Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V. (BV Kalk) anlagenscharf erhoben und jährlich in aggregierter Form bereitgestellt. Für die Jahre bis 1994 liegen zur Produktion von Dolomitkalk keine getrennten Angaben für alte und neue Bundesländer vor; sie wurden aus dem Anteil des Dolomitkalks an der gesamten Kalkproduktion sowie der bekannten Gesamtaktivitäten von alten und neuen Bundesländern abgeschätzt. Auf die zu berechnenden CO_2-Emissionen hat diese künstliche Auftrennung keine Auswirkungen, weil für alte und neue Bundesländer die gleichen (aus der Stöchiometrie abgeleiteten) Emissionsfaktoren zum Einsatz kommen.

Angaben zu den Verunreinigungen der Rohstoffe und den Entsäuerungsgraden liegen nicht vor. Um die Vergleichbarkeit mit anderen Berichtspflichten, bei denen von den gleichen Annahmen ausgegangen wird, zu erhalten, wird von einem CaO- bzw. CaO • MgO-Gehalt von 100 % ausgegangen (= keine Verunreinigungen, vollständige Entsäuerung).

Die Emissionen aus der Herstellung von hydraulischem Kalk spielen in Deutschland eine untergeordnete Rolle und werden nicht abgeschätzt.

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 durchgeführt.

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)

Derzeit sind keine konkreten Verbesserungen geplant. Die gesamte Quellgruppe unterliegt jedoch einer kontinuierlichen Verifizierung.

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**	**2006 - 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 50), 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 50: 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

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde darüber hinaus eine Fehlstelle über die so genannte „Nebenbilanz“ identifiziert: Hier wurde der bisher nicht berücksichtigte 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 51: 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)

Im Forschungsprojekt Kalksteinbilanz (UBA 2006) wurden für alle relevanten kalksteinverwendenden Quellgruppen Einsatzmengen modelliert. D.h. die originären Daten zum Einsatz von Kalkstein liegen nicht in geeigneten Statistiken vor. Die Daten konnten aber zumeist mit Produktionsdaten errechnet werden und so in die Kalksteinbilanz eingehen. Über eine Nebenbilanz wurde darüber hinaus der natürliche Kalksteinanteil in den Rohstoffen bei der Herstellung von Ziegeln ermittelt.

Die erarbeitete Bilanz zeigte deutlich, welche Fehlstellen im Emissionsinventar vorlagen. Davon ausgehend wurden die nachfolgenden Bilanzposten bereits in 2006 in das Emissionsinventar aufgenommen:

- 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 durchgeführt.

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)

Die gesamte Quellgruppe unterliegt einer kontinuierlichen 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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	0 / 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.

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.

Emissionsfaktor

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 von DESTATIS 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 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**	**2006 - 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 2006 wurden in Deutschland ca. 181 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). Durch weitgehende Kapselung und Erfassung der Abgase können die Emissionen minimiert werden.

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, 2006). 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 52: Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF

	Produzierte oder verarbeitete Fläche in 2006 [Mio m^2]	**EF [kg/ m^2]**
Herstellung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	181	NMVOC 0,018
Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	181	VOC 0,043

4.1.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5)

Da die produzierte Dachbahnenfläche nicht mehr aus dem Bitumenverbrauch errechnet, sondern direkt vom Verband erhoben und berichtet wird, reduziert sich der entsprechende Fehler deutlich auf ca. 5 %. 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)

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

Die Ermittlung der Produktionsmenge (Aktivitätsrate) an Dach- und Dichtungsbahnen erfolgt bis zum NIR 2007 aus der eingesetzten Bitumenmenge. Dabei wurde angenommen, dass je nach Art und Herstellungsweise der Dach- und Dichtungsbahn zwischen 1,3 bis 4 kg Bitumen/m^2 verbraucht werden - im Mittel 3 kg/m^2 geschätzt. Die damit berechnete Produktionsmenge von ca. 233 Mio m^2 lag höher, aber die mögliche Spanne schließt die statistische Angabe des VDD ein und erscheint somit plausibel.

4.1.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.A.5)

Aufgrund der neuen Aktivitätsdaten ergeben sich neue, geringfügig niedrigere NMVOC-Emissionen für die gesamte Zeitreihe.

4.1.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.5)

Geplant ist die Überprüfung der Emissionsfaktoren, besonders bei der Verlegung der Dach- und Dichtungsbahnen. Dazu ist die Ermittlung der Anteile der „kalt“ verlegten Dach- und Dichtungsbahnen notwendig.

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**	**2006 - 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	NE	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 2006 wurden in Deutschland ca. 57 Mio. t Asphalt (DAV, 2007) in ca. 750 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, wobei die sinkende Tendenz momentan als gestoppt betrachtet wird (DAV, 2007).

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 53: 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)

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

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**	**2006 - 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. 54,4 % der Gesamtglasproduktion 2006) und Flachglas (ca. 23,6 % der Gesamtglasproduktion 2006) erreicht, die zusammen 78,0 % 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 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, 2007). 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 2006 wurden folgende Aktivitätsraten ermittelt:

Tabelle 54: Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren

Branchensektor	Aktivitätsrate 2006 [1.000 t]
Behälterglas	3.887,6
Flachglas	1.689,0
Spezialglas	357,1
Wirtschaftsglas	335,1
Glasfasern und -wolle	344,7
Steinwolle	529,2

Quelle: BV Glas, 2007

Bei allen Glassorten, außer bei Behälter- und Flachglas, wird mit einem Scherbenanteil von 0 % gerechnet. Deshalb ist es möglich, dass die Emissionen überschätzt werden. Bei Behälter- und Flachglas 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 1995 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). Anhand dieser Zahlen wurden für folgende Teilbranchen der Glasindustrie Emissionsfaktoren berechnet:

- Behälterglas
- Flachglas
- Wirtschaftsglas (bestehend aus Kristall- und Bleikristallglas)
- Spezialglas (bestehend aus Beleuchtungsglas, Bildröhrenglas, Apparateglas und optischem Glas)
- Glasfasern
- Steinwolle

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der **Emissionsfaktoren** für die einzelnen Glasoxide und der Emissionen ist detailiert 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 55: 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 / 68 - 86	171 - 229
Flachglas	208 / 173 - 190	210
Wirtschaftsglas	120 / -	-
Spezialglas	113 / -	0 - 178
Glasfasern	198 / -	0 - 470
Steinwolle	299 / -	238 - 527

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 und für die alten Bundesländer ab 1990 ist 0 %, da die Scherbenverteilung an die deutsche Behälterglasindustrie von der Gesellschaft für Glasrecycling und Abfallvermeidung mbH gemeldet wird. Dort werden alle Mengen genau erfasst. Für die neuen Bundesländer wurde eine Unsicherheit von 20 % angenommen.

Die Angaben zum Scherbeneinsatz bei Flachglas hingegen sind deutlich ungenauer, da dort nur Schätzungen vorliegen. Es wurde daher eine Unsicherheit von 20 % angesetzt.

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

Die errechneten Emissionsfaktoren wurden mit mehreren Quellen verglichen, u.a. mit dem CORINAIR-Handbuch sowie dem Emissionsfaktoren-Handbuch „Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg“ (UMEG 2004). Die errechneten Emissionsfaktoren können danach als zutreffend eingeschätzt werden.

Die berechneten Emissionen wurden ebenfalls mit den ETS-Daten in Deutschland abgeglichen, wobei eine weitgehende Übereinstimmung festgestellt werden konnte. Eine Abweichung bei Behälterglas führte zur Überprüfung der Berechnung und Korrekturen im Inventar.

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 bei der Behälterglasproduktion ergeben sich Rückrechnungen mit höheren Emissionen ab 1995. Für die gesamte Quellgruppe bedeutet das ab 1995 eine Erhöhung um ca. ein Viertel und somit einem geringfügig steigendem Trend.

4.1.7.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.A.7 Glas)

Die Ermittlung des Scherbeneinsatzes unterliegt weiterhin einer Überprüfung, der Vergleich mit den ETS-Daten wird fortgeführt.

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**	**2006 - 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 56: 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**				
	[kT]										
Keramische Erzeugnisse	21199	18003	16500	16443	16796	14643	16019				
davon:											
Mauerziegel	15383	12771	11686	11631	11697	9881	10883				
Dachziegel	2924	2642	2381	2383	2601	2485	2648				
Prozessbedingte CO_2-Emissionen											
Mauerziegel	448	372	340	338	340	288	317				
Dachziegel	84	76	68	68	74	71	76				
Gesamt	**531**	**447**	**408**	**407**	**415**	**359**	**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 56 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 gab 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 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.

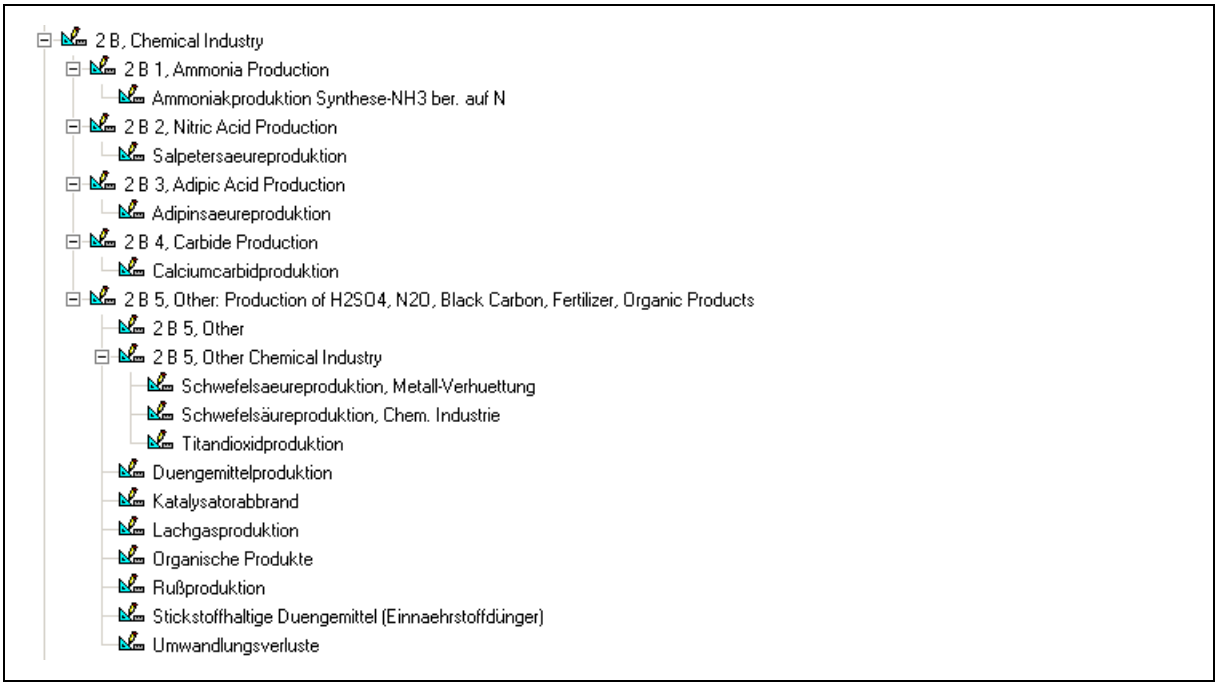


Abbildung 39: Strukturzuordnung 2.B Chemische Industrie

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**	**2006- Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Ammonia Production	l / t	CO_2	0,36 %	0,49 %	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)

Mangels anlagespezifischer Daten wird der als Default vorgeschlagene Emissionsfaktor von 1500 kg CO_2 /t NH_3 verwendet.

Die Produktionsmenge an Ammoniak in Deutschland wird vom Statistischen Bundesamt ermittelt (DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 3.1, 1991-2006). Die Angaben sind auf den Stickstoffgehalt normiert, so dass noch ein stöchiometrischer Faktor von (17/14) mit dem oben genannten Emissionsfaktor verrechnet werden muss.

Im ZSE wird daher mit einem Emissionsfaktor von 1815 kg CO_2 / t N gerechnet.

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).

Laut Angabe des DIW splitet 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.
.

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)

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.

Entsprechend den 2006 IPCC Guidelines wurde für die Aktivitätsrate eine Unsicherheit von ±5 % angesetzt.

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 durchgeführt.

4.2.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.1)

Rückrechnungen sind nicht durchgeführt worden.

4.2.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.1)

Das Ende 2006 abgeschlossene Forschungsvorhaben der Universität Utrecht unter Anwendung des NEAT-Modells (Non-energy Emission Accounting Tables; WEISS et al., 2006) untersuchte, inwieweit CO_2-Emissionen beim Nichtenergetischen Verbrauch während des Produkteinsatzes und innerhalb der industriellen Prozesse auftreten. Erkenntnisse über die in der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland als Nichtenergetischer Verbrauch enthaltenen Erdgasmengen für die Ammoniakproduktion werden zur Zeit geprüft.

Da die Ammoniakproduktion in Bezug auf die CO_2-Emissinen eine Hauptquellgruppe ist und es in Deutschland nur fünf Ammoniakhersteller gibt wird jedoch die direkte Mitteilung der anlagenspezifischen Daten angestrebt (Tier 3).

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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Nitric Acid Production	l / t	N_2O	0,37 %	0,81 %	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)

Die **Aktivitätsdaten** werden vom Statistischen Bundesamt übernommen (DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 3.1, 1991-2006: 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. Der außerordentlich große Produktionsanstieg im Jahre 2003 von nahezu 2/3 gegenüber 2002 wurde auf Nachfrage beim Statistischen Bundesamt damit begründet, dass zwei zusätzliche Hersteller hinzugekommen sind. Auf diesem hohen Niveau erfolgte 2004 nochmals ein signifikanter Zuwachs von 14 %. Bezogen auf das Jahr 2004 stiegen die Produktionsraten im Jahr 2005 nochmals um 47 %, welche nach Aussagen bei Destatis auf die genannte Umstellung des Datenerfassungssystems zurückzuführen waren Die Produktionsrate verringerte sich 2006 gegenüber 2005 wieder um 23 %.

Im Zeitraum von 1990 bis 2006 ist damit die Produktion von Salpetersäure um 81 % angestiegen.

Die vorhandenen Daten zu N_2O beruhen auf Messungen. 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/m³ der TA Luft 2002 nicht mehr überschreiten. Mit dieser angekündigten Emissionsbegrenzung für N_2O wird zukünftig der EF für Lachgas sinken.

Tabelle 57: N_2O- und NO_X-Emissionsfaktoren aus der Salpetersäureproduktion

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
N_2O [kg/Mg]	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
NO_X [kg/Mg]	7,9	6,6	5,0	3,7	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,35	1,29
Jahr	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
N_2O [kg/Mg]	5,5	5,5	5,5	5,5									
NO_X [kg/Mg]	1,24	1,19	1,13	1,06				0,75					

Tabelle 58: N_2O- und NO_X-Emissionen aus der Salpetersäureproduktion

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
N_2O [Gg]	15,1	12,0	11,0	11,0	11,1	12,7	12,1	12,1	12,0	12,5	13,4	11,8	12,9
NO_X [Gg]	21,7	14,3	10,1	7,3	6,1	5,8	4,6	4,0	3,5	3,4	3,4	2,9	3,0
Jahr	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
N_2O [Gg]	21,3	24,3	35,7	27,4									
NO_X [Gg]	4,8	5,2	7,3	5,3									

4.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2)

Für die Emissionsermittlung wird i.d.R. nicht nur die Produktionsmenge benötigt, die abgesetzt wird, sondern die gesamte, evtl. im Betrieb auch direkt weiterverwendete Menge. Aufbauend auf der Vermutung, dass ein wesentlicher Teil nicht vermarktet wird, ist zu prüfen, ob die nicht marktgehandelten Produktionsmengen in der Produktionsstatistik erfasst werden. Ferner ist zu verifizieren, ob alle Anlagen vom Statistischen Bundesamt berücksichtigt werden. Die zusammen gefasste Ausweisung von Salpetersäure und Nitriersäure ab 2002 durch das Statistische Bundesamt ist zu überprüfen.

Entsprechend den 2006 IPCC Guidelines wurde für die Aktivitätsrate eine Unsicherheit von ±2 % angesetzt.

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 durchgeführt.

4.2.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.2)

Rückrechnungen sind nicht durchgeführt worden.

4.2.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.2)

Die Salpetersäureproduktion ist eine Hauptquellgruppe für N_2O-Emissionen. Um entsprechend den IPCC-Guidelines anlagenspezifisch nach Tier 3 berichten zu können wurden bereits erste Schritte zur Institutionalisierung des Erhalts anlagenspezifischer Daten eingeleitet. 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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Adipic Acid Production	l / t	N_2O	1,48 %	0,29 %	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 Guidlines 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 in dem Zeitraum von 1990 bis 2005 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. 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 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.

4.2.3.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.2.3.5 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**	**2006 - 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)

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.

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 für die Interpolation der Produktion in den neuen Bundesländern 1990 verwendet, die durch vorhandene Schätzungen für die beiden Folgejahre ermöglicht wurde.

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 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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Other	l / t	CO_2	0,53 %	0,97 %	steigend

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF) Industrieruß	CS	CS	NO	NO	NO	NO	NO	CS	NO	CS
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.

Im NIR 2007 wurde über N_2O Emissionen aus der Hydroxylaminproduktion (Kapitel 4.2.6) berichtet. Zusätzliche Recherchen bei den wichtigsten Herstellern haben ergeben, dass seit Anfang der 90er Jahre durch thermische Abgasbehandlung keine Emissionen mehr von N_2O auftreten.

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.

Der EF für CO_2 aus der Industrierußproduktion wurde einem Forschungsvorhaben zur Abschätzung der CO_2-Emissionen aus der nicht-energetischen Nutzung von fossilen Rohstoffen in Deutschland (WEISS et al., 2006) entnommen. Dabei wurde nur der spezifische Input an Russölen (nicht-energetisch genutzte (Primär-)Rohstoffe) abzüglich der im Industrieruß gespeicherten Kohlenstoffmenge berücksichtigt. Die eingesetzte Erdgasmenge und die daraus resultierenden CO_2-Emissionen werden entsprechend der Zuordnung in der Energiebilanz als energetische Emissionen berichtet. 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 sind in der folgenden Tabelle 59 aufgeführt.

Tabelle 59: IPCC Default Emissionsfaktoren für CH_4 aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

-Industrieruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan[25]	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,

[25] 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.

ausgenommen staubförmige organische Stoffe) von 50 mg/m³ (Gesamtkohlenstoff) eingehalten werden. Die thermische Nachverbrennung (TNV) von flüchtigen organischen Stoffen aus Anlagen zur Herstellung organischer Grundchemikalien ist Stand der Technik.

Von den drei deutschen Herstellern von Industrieruß wird auf Grund dieses Sachverhalts ein Emissionsfaktor von 0,027 kg Methan pro t Industrieruß gemeldet. Da diese Technik bereits seit den siebziger Jahren im Einsatz ist, wird dieser EF gerundet zu 0,03 kg/t und auf die gesamte Zeitreihe angewandt.

Für die anderen vier Produkte wurde von dem größten deutschen Hersteller gemeldet, dass in diesen Bereichen auf Grund der thermischen Nachverbrennung keine Methanemissionen 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 60: nationale Emissionsfaktoren für CH_4 aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

Industrie-ruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan[26]	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 61 aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

[26] 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.

Tabelle 61: In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe

	Industrieruß [kg CO/t]	Industrieruß [kg SO_2/t][27]	Ethylen [kg NMVOC/t]	1,2-Dichlorethan [kg NMVOC/t]	Polystyrol [kg NMVOC/t]	Styrol [kg NMVOC/t]
1990	4,8 / 5	19,5 / [28]	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

Die Angaben der EF für NMVOC wurden für Polystyrol der European Commission (2005, BREF Polymere 2. Draft) 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 Annahmen des zuständigen Experten im Umweltbundesamt.

Aktivitätsraten

In der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) werden die folgenden Produkte berücksichtigt (Tabelle 62).

Tabelle 62: 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 meisten der folgenden Aktivitätsraten wurden der Produktstatistik entnommen.

[27] Bei zwei angegeben EF bezieht sich der zweite Wert auf die neuen Bundesländer.

[28] Für die neuen Bundesländer wird kein EF ausgewiesen, da diese SO_2-Emissionen nur pauschal in einer Summe berücksichtigt werden konnten.

Tabelle 63: Aktivitätsraten von Methanol, 1,2-Dichlorethan, Ruß, Ethylen und Styrol [t]

Produktion		Methanol	1,2-Dichlorethan (Ethylendichlorid)	Industrieruß	Ethylen	Styrol
Jahr	Gebiet					
1990	**D**	**1266239**	**1504577**	**401365**	**3071829**	**1289781**
	ABL	751083	1504577	394365	3071829	1289781
	NBL	515156		7000		
1991	**D**	**1231541**	**1306091**	**381561**	**3059474**	**1208046**
	ABL	716385	1306091	379561	3059474	1208046
	NBL	515156		2000		
1992	**D**	**1290994**	**1512774**	**377384**	**3335942**	**1130836**
	ABL	768831	1512774	376384	3335942	1130836
	NBL	522163		1000		
1993	**D**	**1202189**	**1654694**	**334620**	**3904814**	**1041505**
1994	**D**	**1438327**	**1881032**	**299000**	**4182722**	**1150723**
1995	**D**	**1425795**	**1796930**	**330799**	**4163377**	**1080531**
1996	**D**	**1546958**	**1887791**	**315587**	**3814680**	**1151244**
1997	**D**	**1409850**	**2278858**	**337579**	**4186421**	**1099974**
1998	**D**	**1596258**	**2528542**	**343319**	**4269586**	**1182697**
1999	**D**	**1533113**	**2806415**	**338542**	**4894764**	**1096934**
2000	**D**	**1886429**	**2902378**	**345976**	**5119316**	**1089573**
2001	**D**	**1921680**	**2597093**	**348371**	**5005029**	**957750**
2002	**D**	**1843285**	**3188715**	**338592**	**4944099**	**960561**
2003	**D**	**2008075**	**3184280**	**348318**	**5258006**	**1226236**
2004	**D**	**1822267**	**3276355**	**339765**	**5290938**	**1668951**
2005	**D**	**1960901**	**3323226**	**332505**	**5417942**	**1048420**
2006	**D**	**2089216**	**3045886**	**630843**	**5133129**	**921664**

D: Deutschland; ABL: Alte Bundesländer; NBL: Neue Bundesländer (ABL/NBL nur 1990-1992)

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 und die Ethen-, Styrol-, Methanol- und 1,2 Dichlorethanproduktion ab 1990 entstammen dem Statistischen Bundesamt (DESTATIS, Fachserie 4, Reihe 3.1, 1991-2006 Produzierendes Gewerbe, Produktion im Produzierenden Gewerbe).

Die Gründe für die Produktionsschwankungen im Zeitablauf sind unbekannt. Die Zunahme der Produktion von Industrieruß um nahezu 100 Prozent 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 durchgeführt.

Aus folgenden Angaben der Inventarberichte anderer Länder können sich möglicherweise Hinweise auf für Deutschland zu verwendende EF ergeben:

- Japan:
  Aus repräsentativen Abgasmessungen wurden EF gebildet, die teilweise mehr als 30- bis 80-mal kleiner als die IPCC-Defaults sind. Dies liegt an Minderungsmaßnahmen (Methanwiedergewinnung, Abfackelung), die vermutlich in den IPCC-Defaults noch nicht berücksichtigt wurden.
- Portugal:
  Der 25 % unter dem IPCC-Default liegende EF aus der Rußproduktion wurde aus Messungen 1990-94 bei dem einzigen Produzenten bestimmt.

4.2.5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.B.5)

Die N_2O-Emissionen aus der Caprolactam-Produktion wurden überprüft und eine Rekalkulation wurde durchgeführt. Seit Anfang der 90er Jahre wird eine thermische Abgasbehandlungsanlage verwendet. Es treten keine Emissionen von N_2O mehr auf.

4.2.5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.B.5)

Für die CO_2 Emissionen aus Raffinerien müssen noch weitere Überprüfungen durchgeführt werden, ob die Emissionen aus der Schwerölvergasung, Kalzinierung und Wasserstoffherstellung im Eigenverbrauch enthalten sind.

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.

Abbildung 40: Strukturzuordnung 2.C Metall Produktion

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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Steel (integrated production)	l / t	CO_2	3,79 %	4,29 %	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 2006 32,5 Mio t Rohstahl auf Erzbasis in sechs integrierten Hüttenwerken erzeugt. Die Elektrostahlproduktion betrug 14,7 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 64 veranschaulicht.

Tabelle 64: 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.

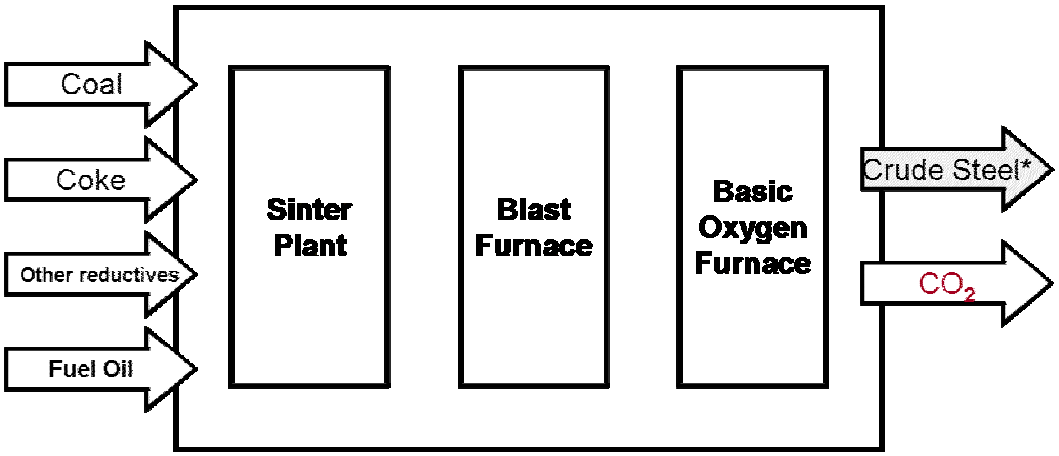


Abbildung 41: Kohlenstoffbilanz der Roheisen- und Oxygenstahlerzeugung

Die CO_2-Emissionen aus Reduktionsmitteln werden nach Tier 2 der IPCC GPG (2000) bestimmt. Da gleichbleibend etwa 97% des in Deutschland erzeugte Roheisen zu Oxygenstahl weiterverarbeitet werden, kann in Abwandlung der Tier 2-Methode auf eine getrennte Kohlenstoffbilanzierung von Roheisenerzeugung (Hochofen) und Oxygenstahlwerk verzichtet werden (siehe Abbildung 41). 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 65). 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 65: 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

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 66 angegebenen CO_2-Emissionen.

Tabelle 66: 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	705	2.060	310	2.370
1991	4.566	726	2.009	319	2.328
1992	4.152	669	1.827	294	2.121
1993	3.988	632	1.755	278	2.033
1994	4.281	701	1.884	308	2.192
1995	4.426	703	1.947	309	2.257
1996	4.273	649	1.880	286	2.166
1997	4.507	725	1.983	319	2.302
1998	4.526	707	1.991	311	2.303
1999	4.190	654	1.844	288	2.131
2000	4.381	723	1.928	318	2.246
2001	4.240	684	1.866	301	2.167
2002	4.091	689	1.800	303	2.103
2003	4.202	691	1.849	304	2.153
2004	4.371	703	1.923	309	2.233
2005	4.144	808	1.823	355	2.179
2006	4.255	850	1.872	374	2.246

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 68 zu entnehmen. Der Beitrag der Elektrostahlerzeugung (Elektrodenabbrand) ist mit 0,16% der gesamten prozessbedingten CO_2-Emissionen bzw. 0,12% der Gesamtemissionen der Eisen- und Stahlerzeugung unbedeutend.

Tabelle 67: 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	43.198.964	2.369.840	75.242	45.644.046
1991	42.924.494	2.328.480	68.464	45.321.438
1992	40.009.884	2.121.240	64.358	42.195.482
1993	37.832.422	2.032.800	56.805	39.922.027
1994	41.712.905	2.192.080	62.447	43.967.432
1995	41.703.756	2.256.760	65.930	44.026.446
1996	38.487.229	2.165.680	67.249	40.720.158
1997	43.306.138	2.302.080	71.238	45.679.456
1998	41.758.650	2.302.520	66.528	44.127.698
1999	38.942.065	2.131.360	61.335	41.134.760
2000	43.198.964	2.245.760	66.620	45.511.344
2001	41.371.778	2.166.560	62.721	43.601.059
2002	41.574.363	2.103.200	62.993	43.740.556
2003	40.957.459	2.152.920	64.071	43.174.450
2004	42.003.059	2.232.560	67.910	44.303.529
2005	40.330.099	2.178.835	65.192	42.574.125
2006	42.542.850	2.246.327	69.995	44.859.172

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.

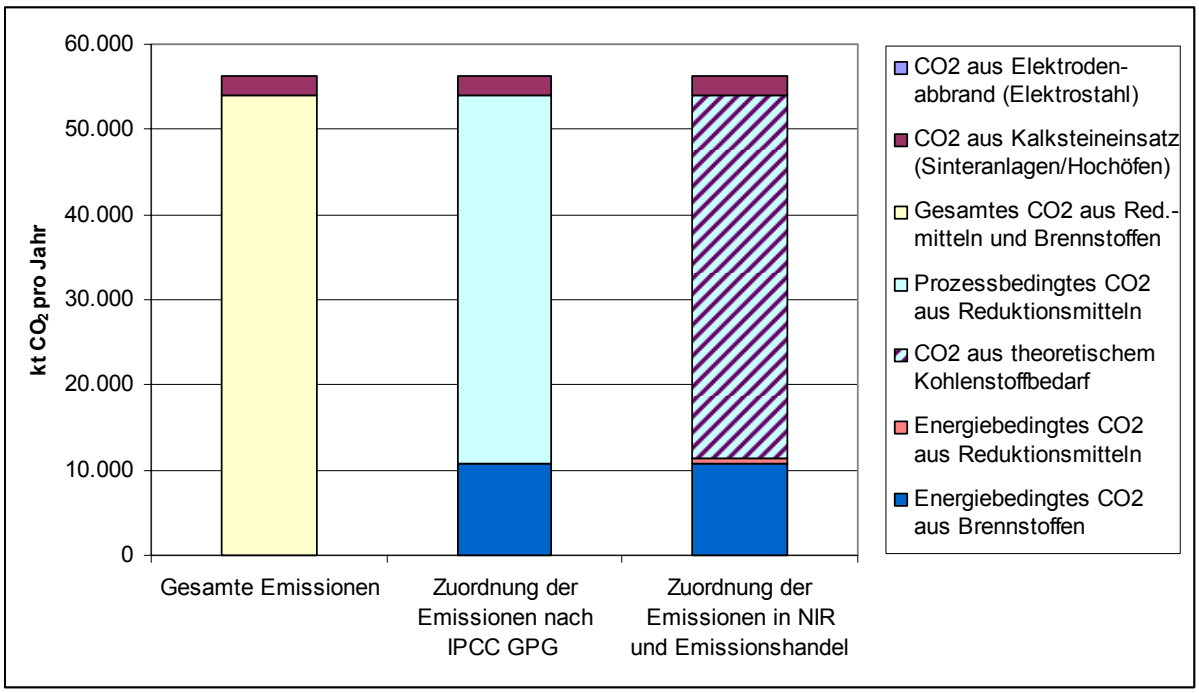
Erstens werden die Emissionsfaktoren für alle im Hochofen eingesetzten Reduktionsmittel (namentlich Steinkohle, HO-Koks trocken, sonstige feste Brennstoffe und Heizöl-S) energieseitig auf Null gesetzt.

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 im Sektor 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 42. Der Unterschied, d.h. die gemäß dem hier beschriebenen Ansatz abweichende Zuordnung von maximal 800 kt/a CO zu den energiebedingten Emissionen (in Abbildung 42 als „Energiebedingtes CO2 aus Reduktionsmitteln“ bezeichnet) macht weniger als 1,8% der prozessbedingten Emissionen nach IPCC GPG aus.



Anm.: 2.C.1 bzw. 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 42: 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 durchgeführt. Die 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 Ermittlung der exakten Mengen des Elektrodenabbrands wird noch erfolgen.

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**	**2005 - 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 Unsicherheitschätzung wurde nicht durchgeführt.

4.3.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2)

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

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**	**2006 - 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. FKW entstehen hier im Produktionsprozess als Nebeneffekt der elektrolytischen Reduktion von Aluminiumoxid (aus Tonerde) zu Aluminium. Durch umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen in deutschen Aluminiumhütten und der Stilllegung von Produktionskapazitäten sanken die absoluten Emissionen aus diesem Sektor zwischen 1995 und 2006 um 87 %. Die deutliche Minderung der CF_4-Emissionen gegenüber 2005 ist auf die Stillegung bestimmter Anlagen in 2006 zurückzuführen. 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 2006 ist dem Monitoring-Bericht der Aluminiumindustrie für das Jahr 2006 entnommen. Der durchschnittliche Anodenverbrauch liegt bei 430 kg Petrolkoks je Tonne Aluminium. In der Tabelle 68 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 68 genannten Emissionsfaktoren wurden mit den Emissionsangaben in BAT-Merkblättern[29] und anderen Quellen (z.B. der VDI Richtlinie 2286 Blatt 1) abgeglichen.

Tabelle 68: AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2006

		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	516.425	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[30] ermittelt. Die Zahl der Anodeneffekte wird in den Hütten erfasst und dokumentiert. Die CF_4-Gesamtemission 2006 wurde durch Multiplikation der gesamten Anodeneffekte in 2006 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.

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. Absoulut haben die Primärhütten 2006 nur 25 Tonnen CF_4 gegenüber 45 Tonnen in 2005

[29] siehe http://www.bvt.umweltbundesamt.de/kurzue.htm

30 „...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)

emittiert. Ursache hierfür ist ein Produktionsrückgang um rund 130000 Tonnen Aluminium. Die Gründe hierfür liegen in der vorübergehenden Stilllegung der Anlage HAW und ein teilweises Abschalten der Öfen des Werkes Stade/Hydro.

4.3.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3)

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

Aktivitätsangaben werden von der Industrie jährlich erhoben und u.a. dem Statistischen Bundesamt und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gemeldet. Die Zeitreihe erscheint plausibel und weist keine Inkonsistenzen auf. Es wird davon ausgegangen, dass diese Angaben qualitätsgesichert erhoben werden.

Die Ermittlung der spezifischen FKW-Emissionen während der Anodeneffekte erfolgte durch Messungen der Industrie in den Jahren 1996 und 2001 an allen Primäraluminium produzierenden Anlagen in Deutschland. Die Menge der entstehenden FKW hängt vor allem von der Dauer und Häufigkeit der Anodeneffekte ab. Durch computerbasierte Prozesssteuerung konnten die Dauer und die Häufigkeit der Anodeneffekte in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Der deutsche Emissionsfaktor für CF_4, aufgrund von Anodeneffekten, lag 2005 bei 0,070 kg/t Aluminium. Er liegt somit knapp 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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
SF_6 used in Aluminium and Magnesium Foundries	- / t	SF_6	0,01 %	0,25 %	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. Auf die Aluminium- und Magnesiumproduktion entfielen im Jahr 2005 ca. 43 % der SF_6-Emissionen.

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. Schutzgas wird in Deutschland nur bei der Verarbeitung von Magnesium verwendet, das in Barren importiert wird.

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 gilt ein $EF_{Anwendung} = 1$.

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.

Für das Berichtsjahr 2002 erfolgten erstmals eine Erhebung der SF_6-Verkaufszahlen des Gasehandels und eine Gegenüberstellung mit den erhobenen Angaben zu Verbrauchsmengen in der Industrie. Dadurch gelang die Identifizierung von SF_6-Anwendern im Bereich Aluminiumguss, die reines SF_6 verwenden. Seit dem Berichtsjahr 2006 werden die Verkaufszahlen für die Anwendung „Aluminiumguss“ jährlich vom zuliefernden Gasehandel erfragt.

Aktivitätsdaten Magnesiumproduktion

Die eingesetzte Menge SF_6 wurde bisher durch direkte Befragung der Gießereien nach ihrem jährlichen Verbrauch ermittelt. Die ermittelten Einsatzdaten wurden in diesem Jahr erstmals mit den ebenfalls erfragten Verkaufsmengen der Gasehändler in diesem Sektor abgeglichen. Die beschriebene Prozedur wurde für alle Berichtsjahre angewandt; außer 1996 und 1999, wo die fehlenden Jahresdaten durch Interpolation gewonnen wurden. Es

konnte eine gute Übereinstimmung festgestellt werden, so dass in Zukunft nur noch die Befragung über den Gasehandel erfolgen wird.

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 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 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 sehr gute Übereinstimmung.

Die Daten für das Berichtsjahr wurden, wie bereits für die meisten Vorjahre, im Auftrag des Umweltbundesamtes durch einen externen Experten erhoben, der auch die Qualitätssicherung übernimmt. Darüber hinaus werden die Daten - soweit möglich - durch den Fachverantwortlichen des UBA bei Abnahme geprüft.

4.3.4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.4)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.3.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.C.4)

Ab dem Berichtsjahr 2007 soll die Abfrage der SF_6-Verkaufsmengen nur noch über das UStatG (Abfrage bei den Gasehändlern) erfolgen.

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 vereinzelt HFKW-134a anstelle von SF_6 als Schutzgas über der Schmelze eingesetzt, wobei die verwendeten Mengen noch sehr gering sind.

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.

4.4 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.

Abbildung 43: Strukturzuordnung 2.D Andere Produktion

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)**	**1990- Anteil an der Gesamtemission**	**2006 - 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	D	D	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.

Sowohl die Sulfat- als auch die Sulfitzellstoffproduktion ist eine potentielle SO_2-Emissionsquelle. In der Sulfatzellstoffproduktion treten aus den Kalköfen auch Emissionen von NO_X, CO und NMVOC auf.

Die Herstellung von Holzstoff erfolgt in neun Anlagen.

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 die in Tabelle 69 aufgeführten Emissionsfaktoren aus den IPCC-Guidelines verwendet.

Tabelle 69: 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

Im Jahre 2006 wurden in 113 Anlagen folgende Mengen produziert:

Tabelle 70: Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen

Produkt	Produzierte Mengen 2006	
Erzeugung von Papier, Pappe und Karton (PPK)	22,6	Mio. t
Rohstoffproduktion:		
Papierzellstoff	1.469.973	t
davon Sulfitzellstoff	632.784	t
davon Sulfatzellstoff	836.189	t
Holzstoff	1.467.813	t
Altpapierstoff	12.747.000	t
Menge dazu eingesetzten Altpapiers	(15.243.994	t)

Quelle: Verband Deutscher Papierfabriken, Leistungsbericht 2007

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 die IPCC Default-Werte (IPCC, 1996b) verwendet. Diese Werte wurden nach Rücksprache von den deutschen Anlagenbetreibern bestätigt.

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 nicht durchgeführt.

4.4.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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.

Das FE-Projekt Kalksteinbilanz (FKZ 205 41 217) befasst sich nicht mit der Kaustifizierung in der Sulfatzellstoffproduktion, weil diese weder für die Kalksteinbilanz relevant sind noch zu CO_2-Emissionen aus der Kalksteinnutzung führen.

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**	**2006 - 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 %									10 - 20	
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). 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 138,2 Mrd. Euro im Jahr 2006 zu den bedeutenden Wirtschaftszweigen in Deutschland. Bundesweit waren circa. 519.300 Personen in 5.900 Unternehmen 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 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 71 zeigt die ermittelten Aktivitätsraten, verwendeten Emissionsfaktoren sowie die daraus berechneten NMVOC-Emissionen für das Jahr 2006

Tabelle 71: NMVOC-Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie (2 D 2)

Produkt	Aktivitätsraten		Emissionsfaktoren		Emissionen [t]
Brot	4.318.605	t	3	kg/t	12.955,8
Kuchen, Kekse, Frühstückscerealien	1.664.552	t	1	kg/t	1.664.6
Zucker	3.563.556	t	1	kg/t	3.563,6
Fleisch, Geflügel, Fisch	4.150.928	t	0,3	kg/t	1.245,3
- Fisch, geräuchert	20.977	t	1,1	kg/t	23,1
Margarine und harte und gehärtete Fette	650.379	t	1*(10)	kg/t	650,4
Zucker	3.563.556	t	1*(10)	kg/t	3.563,6
Kaffeeröstung	537.062	t	0,55	kg/t	295,4
Tierfutter	288.000	t	1	kg/t	288,0
Bier	9.693.700	t	0,2	kg/t	1.938,7
Wein					
- Rotwein	360.742	t	0,8	kg/t	288,6
- Weißwein	530.858	t	0,35	kg/t	185,8
- Sonstige Weine	471.735	t	0,35	kg/t	165,1
Spirituosen					
- Whisky	49.623	hl	15	kg/hl	744,7
- Branntwein	1.115,3	hl	3,5	kg/hl	3518,5
- Sonstige Spirituosen	3.165,8	hl	0,4	kg/hl	1266,3

* Multiplikation des Default Emissionsfaktors mit 0,1 aufgrund von Minderungsmaßnahmen

Für die Quellgruppe 2.D.2 ergeben sich insgesamt 28,8 Gg NMVOC-Emissionen (gegenüber 29,9 Gg im Jahr 2005).

4.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2)

Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten betragen schätzungsweise 5-20%. Es wurden Emissionsfaktoren aus dem IPCC Workbook (1996a, 2.41f) und dem Emission Inventory Guidebook (EMEP, 2006c, B 465, B 466) verwendet, die nicht immer den deutschen Verhältnissen entsprechen. Um den Datenbestand zu verbessern und eine möglichst realitätsnahe Schätzung von Emissionen aus dem Bereich Nahrungsmittelindustrie zu ermöglichen, wird zurzeit im Rahmen des UFOPLAN ein Forschungsprojekt durchgeführt.

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 vollständig 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)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

4.4.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.D.2)

Zur Verbesserung der Ermittlung der prozessbedingten Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie wird im Rahmen des UFOPLAN 2006 ein Forschungsvorhaben„Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie“ durchgeführt.

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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Production of Halocarbons and SF_6: fugitive emissions	- / t	HFC	0,34 %	0,03 %	fallend

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-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach 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).

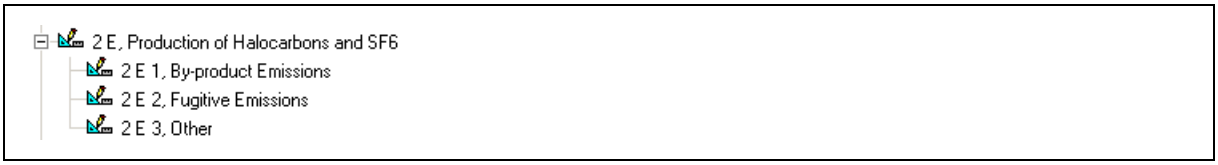


Abbildung 44: Strukturzuordnung 2.E: Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6

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 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 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 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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Consumption of Halocarbons and SF_6	l / t	SF_6	0,35 %	0,24 %	sinkend
Consumption of Halocarbons and SF_6	l / t	HFC	0,00 %	0,91 %	steigend

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 HFKW- und SF_6-Emissionen eine Hauptquellgruppe nach der Emissionshöhe und dem Trend, wobei der Anteil von SF_6 an der Gesamtemission sinkt und der der HFKW steigt.

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, siehe Tabelle 72. In der Tabelle sind auch die CRF-Gliederungen, wie sie in der nationalen Datenbank ZSE abgebildet sind (vgl. Abbildung 45), angegeben.

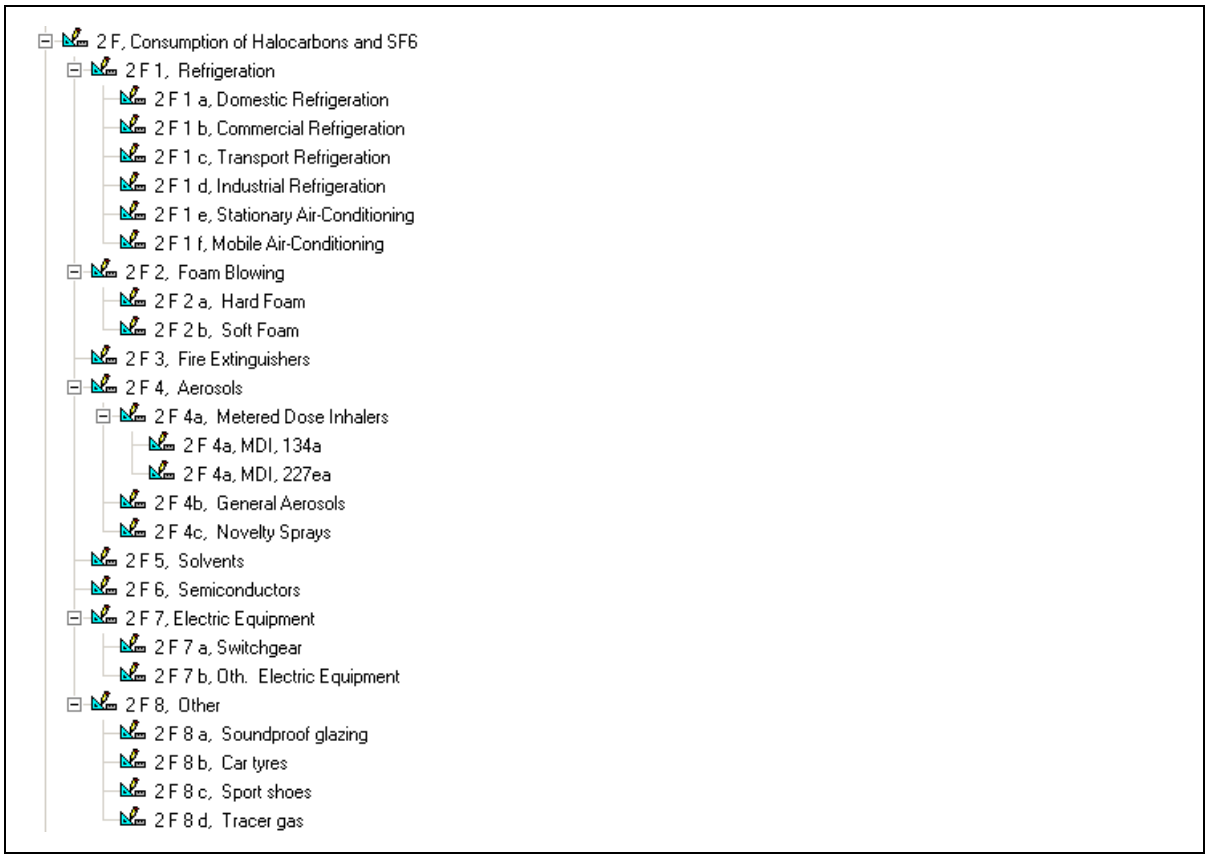


Abbildung 45: Strukturzuordnung 2.F Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF_6

Abbildung 46 zeigt exemplarisch für das Jahr 2005, welche prozentualen Anteile die einzelnen Unterquellgruppen an den gesamten Emissionen von HFKW, FKW und SF_6 haben.

Die Verwendung als Kältemittel in der stationären und mobilen Kühlung ist mit über 80 % für das Jahr 2005 die größte Quelle der HFKW-Emissionen. Der Anteil, den mobile Klimaanlagen an den gesamten HFKW-Emissionen haben, betrug im Jahr 2005 ca. 32 %. Die Verwendung von HFKW als Treibmittel in der Schaumherstellung war mit ca. 8 % eine weitere Hauptquelle der HFKW-Emissionen.

Die Teilgruppe „Feuerlöschmittel“ trug mit 0,1 % zu den HFKW-Emissionen bei. Knapp 7% der HFKW-Emissionen stammten von „Asthma-Dosieraerosolen“ und von einer Palette unterschiedlicher Aerosole, z.B. Kältesprays und Luftschlangensprays, letzteres gehört zur Gruppe der Novelty-Aerosole. Auf die Halbleiterproduktion (inkl. Leiterplatten, wegen geringer Relevanz nicht separat betrachtet) entfielen im Berichtsjahr, bezogen auf die jeweiligen Gesamtemissionsmengen, ca. 5 % aller FKW, 0,01 % aller HFKW und ca. 4 % aller SF_6-Emissionen. Auf die Teilgruppe „Elektrische Betriebsmittel“ entfielen ca. 20 % aller SF_6-Emissionen des Jahres 2005. Anwendungen in Autoreifen und als Spurengas, sowie in Sportschuhen und der AWACS-Wartung machten ca. 2 % der SF_6-Emissionen aus.

Der Einsatz in Isolierglasfenstern trug mit über 30 % 2005 stark zu den SF_6-Emissionen bei.

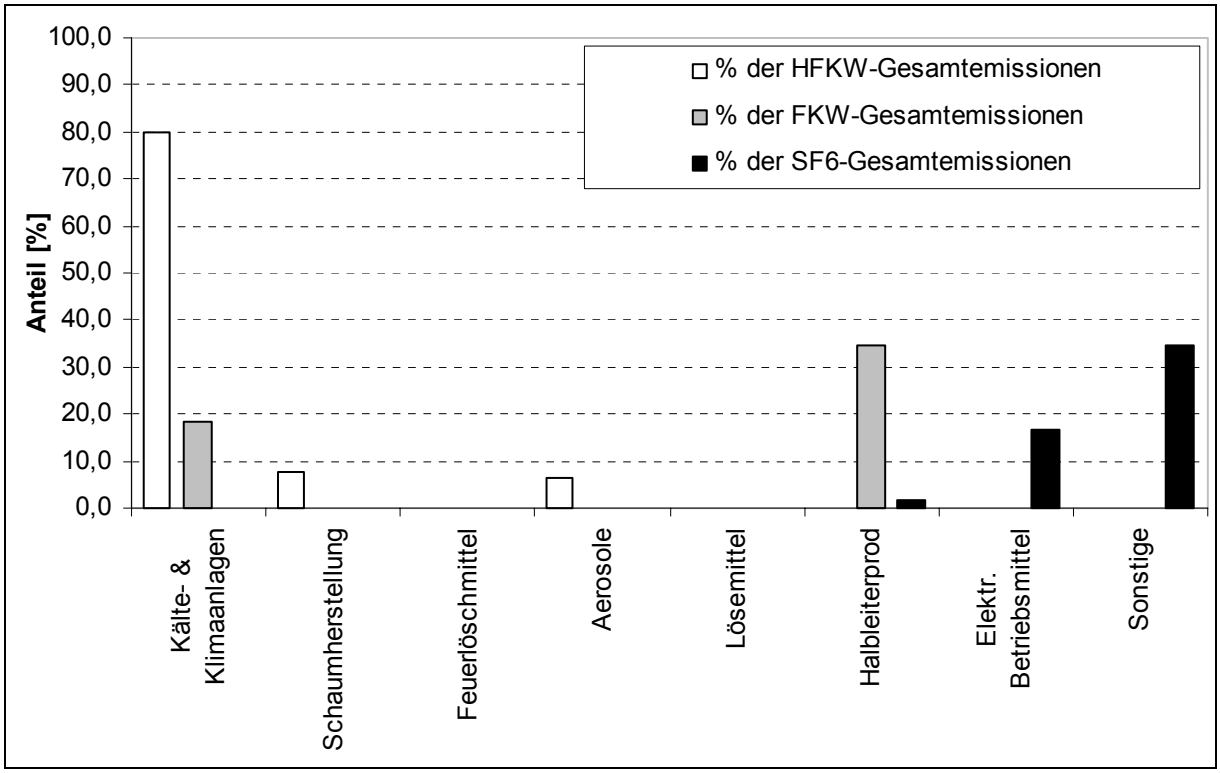


Abbildung 46: Anteil der Unterquellgruppen unter CRF 2.F an den Emissionen von HFKW, FKW und SF_6 für das Jahr 2005

Tabelle 72: 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	NO
Stationäre Klimaanlagen	2.F.1e					20 g/Anlage	0,06	NE
Raumklimageräte						NE	0,025	
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						0,15	0,01	
Integralschaum						1	NO	
Montageschaum (134a)						1,5 g/Dose	1	
Montageschaum (152a)						1,5 g/Dose	1	
XPS-Schaum (134a)						0,27	0,0066	
XPS-Schaum (152a)						1	NO	
Weichschaum	2.F.2b							
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	Equ. 3.35				0,015	1	
5. Lösemittel	**2.F.5**	**Equ. 3.36**				**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**							
Isolierglassscheiben	2.F.8a	Equ. 3.23			SF_6	0,33	0,01	1
Spurengas	2.F.8b					1	NO	NO
Autoreifen	2.F.8c	Equ. 3.24ff				NE	NE	1
Sportschuhe	2.F.8d	CS						

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)

4.6.1.1.1 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 72) 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.

Entsorgungsemissionen werden für das nächste Berichtsjahr in die Emissionsdatenbank aufgenommen.

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.

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

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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).
6. In der sonstigen Gewerbekälte werden die Daten zusammengefasst in steckerfertige Einzelgeräte und ortsmontierte Anlagen.

7. 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.
8. 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.
9. In der Gewerbekälte wird der Austausch von FCKW in Altanlagen gesondert berücksichtigt, ohne Unterscheidung von Lebensmittelhandel und sonstiger Gewerbekälte.
10. Herstellungsemissionen und Bestandsemissionen werden durch Gleichung 1 und Gleichung 2 errechnet. Die Herstellung erfolgt i.d.R. vor Ort.
11. 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 ist durch amtliche Statistiken fundiert. 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:

1. Die gesamte Untergruppe Transportkälte wird in vier Kühlfahrzeug-Größenklassen eingeteilt: 2-5 t, 5-9 t, 9-22 t und > 22 t zulässiges Gesamtgewicht.
2. 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.
3. 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.
4. Durch Kenntnis des Endbestands des Vorjahres können der mittlere Jahresbestand und der Jahresendbestand errechnet werden.
5. Gemäß FCKW-Halon-Verbotsordnung wurden in einer gewissen Zahl von Altanlagen FCKW-12 durch HFKW ausgetauscht. Diese Mengen sind dem jährlichen Neuzugang zuzuschlagen.
6. 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.
7. 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 72 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 auf 15 % und für Altanlagen auf 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)

Stationäre Klimaanlagen werden zur Klimatisierung ganzer Gebäude oder großer Säle verwendet. 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:

1. 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. Es braucht kein Außenhandel mit HFKW-haltigen Anlagen berücksichtigt werden, weil das Kältemittel grundsätzlich beim Anlagenaufbau vor Ort eingefüllt wird.
2. Für jede Kategorie wird eine bestimmte Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung angenommen.

3. 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.
4. Durch Kenntnis des Altbestands können der mittlere Jahresbestand und der Jahresendbestand errechnet werden.
5. Herstellungsemissionen werden durch Multiplikation der „Anzahl Neuanlagen“ mit dem $EF_{Herstellung}$ errechnet.
6. Bestandsemissionen werden gemäß Gleichung 2 errechnet.
7. 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.

4.6.1.2.6 Raumklimageräte (2.F.1.e)

Raumklimageräte dienen der Temperierung der Innenraumluft einzelner Räume oder ganzer Stockwerke und liegen von der Leistung her unter den stationären Klimaanlagen.

Eine inländische Produktion von Raumklimageräten gibt es nicht. Sämtliche Raumklimageräte werden befüllt importiert. 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:

1. Die Raumklimageräte werden in drei Kategorien eingeteilt, deren jeweilige Absatzmenge jedes Jahr durch Anbieterbefragung ermittelt wird: mobile Geräte, Splitgeräte, Multi-Split-Geräte.
2. Für jede Kategorie werden Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung festgelegt.

3. 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.
4. Herstellungsemissionen treten nicht auf. Verluste bei der Installation der ortsfesten Split- und Multi-Split-Geräte werden aufgrund ihrer geringen Menge im Modell nicht berücksichtigt.
5. Bestandsemissionen werden nach Gleichung 2 berechnet.
6. 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), Größen und Kältemittel-Typen auf 2,5 % geschätzt.

4.6.1.2.7 Mobile Klimaanlagen (2.F.1.f)

Mobile Klimaanlagen sind Fahrzeugklimaanlagen in Personenkraftwagen (PKW), Lastkraftwagen 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:

1. Ermittlung der Anzahl der jährlichen Fahrzeug-Neuzulassungen, jeweils für PKW, Lkw, Bus und Landmaschinen.
2. Ermittlung der durchschnittlichen Ausrüstungsquoten mit Klimaanlagen für PKW, Lkw, Busse und Landmaschinen. Die Durchschnittsquote beruht für PKW aus den Angaben für jeden Fahrzeugtyp, ansonsten auf Angaben von Branchenexperten.
3. Ermittlung der durchschnittlichen Füllmenge (Kältemittel) aus den Angaben für jeden Fahrzeugtyp (PKW) und den Angaben der Branchenexperten.
4. 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.
5. Ermittlung des jährlichen Neuzugangs an 134a für jeden Bereich aus den Angaben zuvor, sowie des Endbestands und des mittleren Bestands für jeden Bereich.
6. 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.
7. Herstellungsemissionen werden in Gleichung 1 errechnet.
8. 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. nachfolgende 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 systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die gesamte Unterquellgruppe Kälte- und Klimaanlagen ist für das Berichtsjahr 2005 begonnen worden und wird für das Berichtsjahr 2007 vervollständigt.

4.6.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)

.Bei den Industriekälteanlagen wurde für die beiden Jahre 2003 und 2004 eine Überprüfung der Entsorgungsberechnungen durchgeführt. Dies war notwendig, weil Berechnungen in der nationalen Datenbank zur Entsorgung fehlten. Dies wirkt sich vor allem auf die Bestandsemissionen aus. Betroffen sind fast alle HFKW.

In der Gewerbekälte waren im Berichtsjahr 2005 Rekalkulationen durch Berechnungsfehler bei der Ermittlung der Bestandsemissionen von R-134a, den Entsorgungsemissionen von R-134a und einem falschen Wert in der Tieftemperaturkühlung für 1998 notwendig.

Die implizierten Emissionsfaktoren wurden rekalkuliert, da diese in der bisherigen Submission aufgrund eines Softwarefehlers zu niedrig berechnet wurden.

4.6.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)

Es wird zukünftig versucht, die Daten für den Bereich der stationären Kühlung durch zeitnahe Abfragen des statistischen Bundesamtes zu den Verbräuchen (Reparatur, Nachfüllmengen etc.) zu verbessern. Diese Angaben können dann mit den Modelldaten abgeglichen werden. Aufgrund der großen Anlagenzahl (mehrere Millionen), werden die Emissionsangaben aber voraussichtlich mit größeren Unsicherheiten behaftet bleiben. Weitere Möglichkeiten der Datengewinnung und -verbesserung werden derzeit evaluiert. Hierzu zählt u. a. eine Bewertung von IT-gestützten Kälteanlagen-Erfassungsprogrammen. Die Programmierung der Entsorgung in der nationalen Datenbank soll im nächsten Berichtsjahr abgeschlossen werden. Dies gilt speziell für stationäre Klimaanlagen und Kühlfahrzeuge. Hier ist eine umfassende Rekalkulation für den NIR 2009 geplant.

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 gehören Weichschaum-, 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 1995 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 HFKW134a 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).

Die Daten zu Montageschaum vor dem Jahr 1995 stammen aus einem Gespräch mit führenden ausländischen OCF-Anbietern aus dem Jahr 2006 sowie älteren Veröffentlichungen.

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).

Aktivitätsraten

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. Als Ersatz von HFKW-134a stieg der Einsatz von HFKW-152a.

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:

1. Zahl der jährlich in Deutschland abgefüllten Dosen
2. HFKW-Gehalt je Dose in Gramm
3. Anteil der HFKW-Typen in Prozent
4. spezifischer Befüllungsverlust

Diese Daten werden durch Expertenbefragung erhoben.

Für die Ermittlung der Anwendungsemissionen pro Jahr werden folgende Angaben benötigt:

1. Inländischer Absatz an Dosen (standardisiert auf 750 ml; da Dosengrößen von 300-750 ml reichen)
2. HFKW-Gehalt pro Dose in Gramm
3. Anteile der beiden Treibmittel 134a und 152a in Prozent

Diese Daten stammen von den Herstellern selber.

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 HFKW-Inlands-Neuverbrauchs wird aus den mit den beiden HFKW (134a und 152a) jährlich produzierten Gesamtvolumina an XPS-Dämmstoff (in m^3) und der zur Herstellung eines Kubikmeters XPS-Schaums benötigten Masse an HFKW berechnet. Im Falle von HFKW-134a werden 3,2 kg benötigt, bei 152a sind es 3,0 kg.

Auffangen und Rückgewinnung 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. Sein $EF_{Herstellung}$ wird empirisch bestimmt und betrug in den Jahren 2001 und 2004 27 % (=0,27).

Die beiden $EF_{Herstellung}$ wurden vom Fachverband Polystyrol-Extruderschaumstoff e.V. (FPX) und der European Extruded Polystyrene Insulation Board Association (EXIBA) mitgeteilt. Der Sprecher des Fachverbands 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 produzierte Gesamtvolumina an XPS-Dämmstoffen (in m^3), Verlustrate bei der Produktion, Außenhandelssaldo für HFKW-

134a-haltige Dämmplatten stammen vom deutschen und europäischen Fachverband (FPX und EXIBA).

4.6.2.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für 2.F.2 ist für das Berichtsjahr 2005 begonnen worden und wird für das Berichtsjahr 2007 vervollständigt.

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 Produktionsmengen von XPS (AR) und Einsatzmengen der beiden HFKW-152a und 134a (AR) seit 2001 wurden 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)

Die implizierten Emissionsfaktoren wurden rekalkuliert, da diese in der bisherigen Submission aufgrund eines Softwarefehlers zu niedrig berechnet wurden.

4.6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.2)

Neue Möglichkeiten der Datengewinnung werden derzeit evaluiert. Eine erste Bewertung dieser Möglichkeiten hat gezeigt, dass die AR „Inlands-Neuverbrauch“ ggf. über das UStatG erhoben werden kann. Derzeit ist noch unklar, ob die über diesen Weg erhobenen Daten rechtzeitig für die Berichterstattung zur Verfügung stehen und ob eine Erfassung aller Anwender von HFKW zur PU-Schaumstoffproduktion möglich ist. Ferner hat sich ergeben, dass eine Erfassung des Im- und Exports von Schaumstoffen und damit des inländischen Absatzes nicht über bestehende Statistiken möglich ist, da diese nicht zwischen den Treibmitteln unterscheiden. Hier wird nach anderen Lösungen gesucht.

Bei PU-Montageschäumen besteht noch bezüglich der durchschnittlichen HFKW-Menge Verifizierungsbedarf. Eine Zusammenarbeit mit den Herstellern war bisher nicht möglich.

In Zusammenarbeit mit den Herstellern und Verbänden wird die Möglichkeit eines Monitoring-Systems bei XPS-Hartschaumprodukten mit formalisierter Datenübermittlung diskutiert. Der Prozess steht noch am Anfang. Eine Erfassung des Im- und Exports von

Schaumstoffen und damit des inländischen Absatzes ist hingegen nicht über bestehende Statistiken möglich, da diese nicht zwischen den Treibmitteln unterscheiden.

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 Handlöscher.

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 abgefüllt. 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 einen weiteren Anbieter gibt. Dieser hat jedoch nur einen sehr geringen Marktanteil und wird durch einen Aufschlag auf die Emissionsangaben des Marktführers mitberücksichtigt.

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 für das Berichtsjahr 2005 begonnen worden und wird für das Berichtsjahr 2007 vervollständigt.

4.6.3.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3)

Die implizierten Emissionsfaktoren wurden rekalkuliert, da diese in der bisherigen Submission aufgrund eines Softwarefehlers zu niedrig berechnet wurden.

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.

4.6.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle)

Der Zuschlagsfaktor für Krankenhäuser und Ärztemuster kann von den 13% um 2% nach oben oder unten abweichen.

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten ist für das Berichtsjahr 2005 begonnen worden und wird für das Berichtsjahr 2007 vervollständigt.

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.

4.6.4.2.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)

Die implizierten Emissionsfaktoren wurden rekalkuliert, da diese in der bisherigen Submission aufgrund eines Softwarefehlers zu niedrig berechnet wurden.

4.6.4.2.5 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.4 alle)

Verbesserungen sind gemeinsam mit dem Industrie-Verband in die Wege geleitet. Des Weiteren wird die Möglichkeit der Nutzung weiterer Datenquellen geprüft. Eine erste Bewertung dieser Datenquellen hat gezeigt, dass die AR „Neuverbrauch“ ggf. über das UStatG erhoben werden kann. Eine Erfassung des Im- und Exports und damit des inländischen Absatzes ist hingegen nicht über bestehende Statistiken möglich, da diese nicht zwischen den Treibgasen unterscheiden.

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 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)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Lösemittel ist für das Berichtsjahr 2005 begonnen worden und wird für das Berichtsjahr 2007 vervollständigt.

4.6.5.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.5)

Die implizierten Emissionsfaktoren wurden rekalkuliert, da diese in der bisherigen Submission aufgrund eines Softwarefehlers zu niedrig berechnet wurden.

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 gute 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)

Die implizierten Emissionsfaktoren wurden rekalkuliert, da diese in der bisherigen Submission aufgrund eines Softwarefehlers zu niedrig berechnet wurden.

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.

Emissionsminderungsmaßnahmen und die Berichterstattung sind in Schwarz, W. et al (2006). "The German Monitoring System for SF_6 Emissions from Equipment for Electricity Transmission and Distribution" näher beschrieben.

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 ab 2010 zu erwarten.

Drei Besonderheiten sind bei der Berichterstattung zu Schaltanlagen zu beachten:

1. 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).
2. 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 sowie nach den jährlichen (betriebsmittelbezogenen) Nachfüllungen zum Emissionsausgleich.
3. 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 2006 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 2006	Aktivitätsdaten			Emissionen			
	Jahresverbrauch Herstellung	Bestand	Außer Betrieb genommen	Herstellung	Betrieb	Nachnutzung	Summe
	(Tonnen SF_6)						
Elektrische Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung 2.F.8 (Summe), darin:	599,4	1679,0	1,462	18,198	8,449	0,026	26,67
MS Schaltanlagen und -geräte (in hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen)*	146,4	631,8	0,295	1,305	0,632	0,004	1,94
HS Schaltanlagen und -geräte (in geschlossenen Drucksystemen))**	394,6	920,8	1,167	4,547	7,435	0,021	12,00
Zwischensumme: HS- und MS-Schaltanlagen und -geräte	541,0	1552,6	1,462	5,852	8,067	0,026	13,94
Sonstige Elektrische Betriebsmittel ***	58,4	126,4	IE	12,346	0,382	IE	12,73

IE=in “HS Schaltanlagen…“ enthalten; marginal

Erläuterungen

* hermetisch abgeschlossene Drucksystme 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 beieinanderliegenden 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. Da der VDN in seinen Erhebungen bisher auch immer nach den Nachfüllungen bei Mittelspannungsanlagen fragte, sind Gegenproben möglich: Aus den VDN-Unterlagen ergaben sich für MS-Schaltanlagen (Lasttrennschaltanlagen) SF_6-Verluste von nur 0,06 % in den Jahren 1998/1999.

4.6.7.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.7)

Im letzten Jahr wurden für den Bereich „Elektrische Betriebsmittel“ für die Zeit von 1990 bis 2005 teilweise doppelt so hohe Aktivitätsraten und Emissionen gemeldet. Grund war ein Softwarefehler, der für das Berichtsjahr 2006 berichtigt wurde. Die Produktions- und Anwendungsemissionen wurden für das Jahr 2005 vom Verband ZVEI rekalkuliert. Alle anderen Daten unterliegen ebenfalls einer kontinuierlichen Rekalkulation, da häufig neue Firmen berichten oder weitere kleinere Anwendungsgebiete berücksichtigt werden.

Die Angaben der Verbände wurden durch einen externen Fachexperten geprüft und anschließend in die Datenbank ZSE eingegeben.

Die implizierten Emissionsfaktoren wurden rekalkuliert, da diese in der bisherigen Submission aufgrund eines Softwarefehlers zu niedrig berechnet wurden.

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 Spurengase) und in Radaranlagen (2.F.8 Radaranlagen).

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.

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 ein 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 $E_{Anwendung}$ 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 noch Abgänge durch Entsorgung bei den Emissionen zu berücksichtigen.

Da mit jedem Jahr die Scheibe 1 % Gas vom Vorjahreswert verliert, wird bei der Entsorgung nur ein Teil der ursprünglichen Füllung emittiert. Da aber keine Rückgewinnung stattfindet, erfolgt eine 100% Emission ($EF_{Entsorgung}$ = 1).

Aktivitätsraten

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.

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) 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. 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.

Aktivitätsraten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten an Reifenhändler und Kfz-Werkstätten festgestellt.

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. Seitdem wird FKW-218 eingesetzt, aber mit abnehmender Tendenz. Heute wird größtenteils Stickstoff verwendet. Eine Herstellung von Sportschuhen mit SF_6 in der Sohle gibt es in Deutschland nicht.

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 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 beruhten auf europaweiten Verkaufszahlen der Hersteller. Diese Angaben wurden 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.

Aktivitätsraten

Die Einschätzung des inländischen Gesamteinsatzes erfolgte 1996 durch die Experten aller Forschungseinrichtungen und dann jeweils im Abstand von 3 Jahren durch einen Experten. Die Einschätzungen zeigten nur geringe Variationen der Einsatzmengen.

4.6.8.5 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.

Aktivitätsdaten

Die Emissionsangaben basieren auf Angaben zu Einkaufsmengen zur Befüllung und Nachfüllung der NAEWF-Flotte der NATO, die mit Angaben des Gasehandels abgeglichen wurden. Die Emissionsangaben für die Berichtsjahre bis 2001 basierten 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.

Inländischer Neuverbrauch, Bestand und Emissionen werden unter CRF 2.G zusammen mit der Anwendung in Sportschuhsohlen und der Produktion von SF_6 berichtet, da diese Daten der Vertraulichkeit unterliegen.

4.6.8.6 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8 alle)

Für Isolierglasfenster ist der Jahres-Neuverbrauch auf Basis von kommerziellen Verkaufsdaten als ausreichend 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.

4.6.8.7 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.8)

Die implizierten Emissionsfaktoren wurden rekalkuliert, da diese in der bisherigen Submission aufgrund eines Softwarefehlers zu niedrig berechnet wurden.

4.6.8.8 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (2.F.8)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

4.6.8.9 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F alle)

Für die HFKW sind im Berichtsjahr 2005 mehrere Berechnungsverfahren überprüft worden. Durch die Korrektur von doppelt angerechneten Entsorgungsemissionen sind die

Gesamtemissionen für die Jahre 1995-2004 gegenüber den im Vorjahr berichteten Werten gesunken.

Eine allgemeine und eine quellenspezifische Qualitätskontrolle (Tier 1 und Tier 2), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde 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[31], Produktions- und Verkaufszahlen[32] etc.) herangezogen und diese durch Rücksprache mit Experten (Anwendern, Kältemittelherstellern, Lieferanten etc.) auf ihre Belastbarkeit geprüft.

Die Daten für die elektrischen Betriebsmittel und die Halbleiterproduktion haben einen verbandsinternen Prozess der Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung durchlaufen.

Für die Emissionen aus der Anwendung in Schallschutzscheiben erfolgte 2001 eine Plausibilitätskontrolle mit Hilfe des Berechnungsmodells. Hier konnte eine sehr gute Übereinstimmung des ermittelten und berechneten SF_6-Verbrauchs festgestellt werden.

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) und der Anwendung bei der AWACS Wartung (2.F.8 Sonstige – AWACS Wartung) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet.

Es sind keine weiteren Emissionsquellen für Treibhausgase bekannt.

[31] Erhebungen nach § 11 des UstatG.

[32] 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. Atmosphärenchemische Umwandlungsprozesse freigesetzter Kohlenstoffmengen (z.B. als NMVOC) zu CO_2 werden in den Inventaren nicht berücksichtigt.

Die Quellgruppe 3 Lösemittel und andere Produktverwendung untergliedert sich in die in Abbildung 47 genannten Kategorien. Dabei umfasst “Other“ (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.

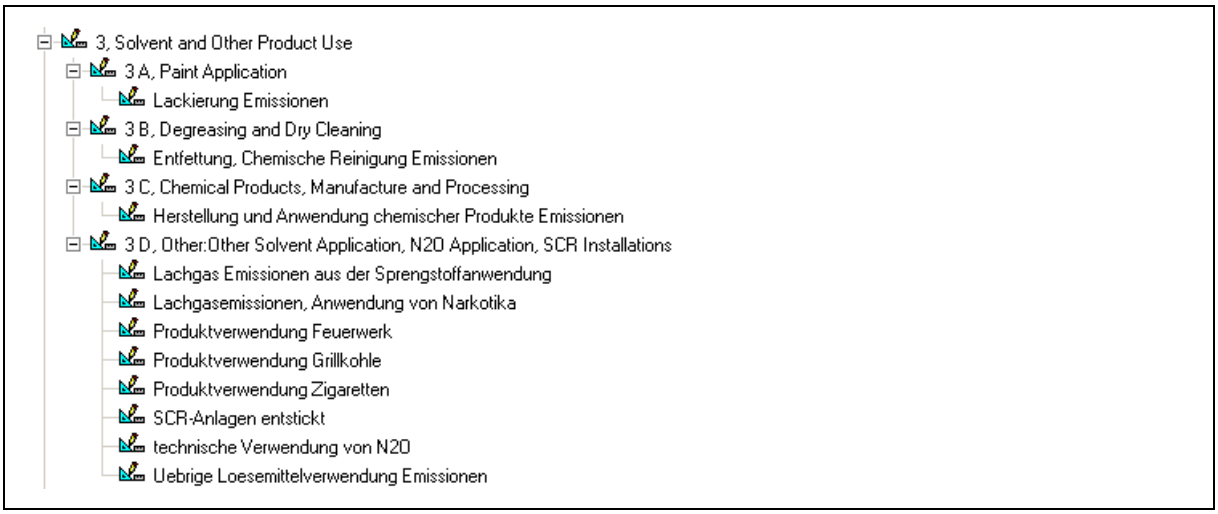


Abbildung 47: Strukturzuordnung Quellgruppe 3 Lösemittel und andere Produktverwendung

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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
	- / -				

Schadstoff	**CO_2**	**CH_4**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**N_2O**	**NO_X**	**CO**	**NMVOC**	**SO_2**
Emissionsfaktor (EF)	NE	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[33] 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[34]. Zur Konkretisierung des Begriffes „Lösemittelanwendung" (solvent use) wird für die Lösemitteldefinition ebenfalls auf die EG-Lösemittelrichtlinie zurückgegriffen[35].

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

33 hier in der Detaillierung des sogenannten SNAP Level 3

34 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.

35 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.

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.

5.1.2 Methodische Aspekte (3.A-3.C & 3.D)

Die Berechnung der NMVOC-Emissionen erfolgt auf der Basis eines produktverbrauchs-orientierten 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. Damit ergeben sich die in Tabelle 73 dargestellten NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung.

Tabelle 73: Aktuelle NMVOC Emissionen aus der Lösemittelverwendung

Quellgruppen der Treibhausgase	NMVOC [Gg]
Summe Lösemittel und andere Produktverwendung	**723,806**
A. Lackierung	304,857
B. Entfettung und chemische Reinigung	44,963
C. Herstellung und Anwendung chemischer Produkte	49,368
D. Sonstige	324,618

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.

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 Tabelle 74 zeigt die so ermittelten Fehlerbandbreiten für die Berichtskategorien.

Tabelle 74: Expertenschätzung der Unsicherheiten (Tier 1)

Quellgruppen der Treibhausgase	Unsicherheiten	
Summe Lösemittel und andere Produktverwendung	**+ 23,61 %**	**- 15,50 %**
A. Lackierung	+ 6,29 %	- 4,83 %
B. Entfettung und chemische Reinigung	+ 72,74 %	- 51,29 %
C. Herstellung und Anwendung chemischer Produkte	+ 10,96 %	- 11,93 %
D. Sonstige	+ 42,40 %	- 22,63 %

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 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)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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**	**2006 - 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 Entwicklung der N_2O-Emissionswerte ist in der Tabelle 75 zusammengestellt. 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 (s. Tabelle 75).

Tabelle 75: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen in der medizinischen Anwendung in der BRD

Anwendung	**Einheit**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
Medizin	N_2O [t/a]	6200	*5932*	*5664*	*5395*	*5127*	*4859*	*4591*	*4323*	*4055*	*3786*
Anwendung	**Einheit**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Medizin	N_2O [t/a]	*3518*	*3250*	*3250*	*3250*	*3250*	*3250*	*3250*			

Kursive Zahlen sind inter- und extrapolierte Werte

Die Reduktion der N_2O-Verwendung in diesem Zeitraum beruht darauf, dass sich die „Low-Flow-Methode“[36] 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. Die so abgeschätzten Werte ab 2002 und die aus linearer Interpolation berechneten Werte zwischen 1990 und 2001 sind in Tabelle 75 *kursiv* dargestellt.

Der "Worst Case" ist in Abbildung 48 als durchgezogene Verlaufslinie, der linearisierte Trend als gestrichelte Linie für die Jahre 1990 bis 2005 dargestellt.

[36] 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)

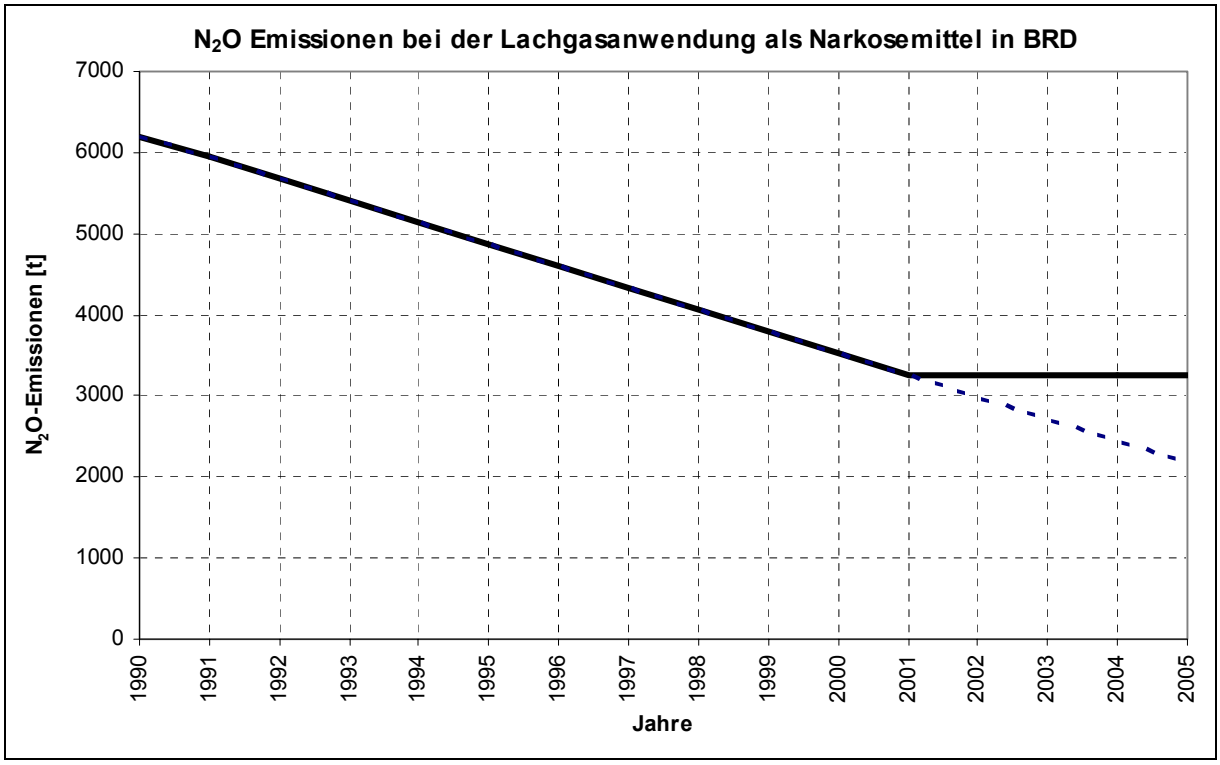


Abbildung 48: Entwicklung N_2O-Emissionen in der medizinischen Anwendung (1990-2005)

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[37], dass die N_2O-Mengen gering (unter 5 %) und damit von geringer Bedeutung sind.

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

[37] Persönliche Mitteilung Industriegaseverband e.V. (IGV)

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[38].

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 %[39]) und Anwendung in der Lebensmitteltechnik (unter 5 %[40]). 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.

Tabelle 76 zeigt die Zeitreihenentwicklung der N_2O-Emissionen für medizinische und „sonstige“ Anwendungen und deren Summe im Zeitraum 1990 bis 2005. Unter „sonstige“ Anwendung werden hier die Anwendung in der Lebensmitteltechnik und die technische Anwendung zusammengefasst. Die Verteilung der N_2O-Anwendung beträgt für die medizinische Anwendung 90 % und sonstige Anwendung 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.

Tabelle 76: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen mit Annahme konstanter N_2O-Emissionen im „sonstigen“ Bereich

Bereich	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Medizin	N_2O [t/a]	6200	*5932*	*5664*	*5395*	*5127*	*4859*	*4591*	*4323*	*4055*	*3786*
Sonstige	N_2O [t/a]	361	361	361	361	361	361	361	361	361	361
Summe	N_2O [t/a]	6561	6293	6025	5757	5488	5220	4952	4684	4416	4147
Bereich	**Einheit**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Medizin	N_2O [t/a]	*3518*	3250	*3250*	*3250*	*3250*	*3250*	*3250*			
Sonstige	N_2O [t/a]	361	361	*361*	*361*	*361*	*361*	*361*			
Summe	N_2O [t/a]	3879	3611	*3611*	*3611*	*3611*	*3611*	*3611*			

Kursive Zahlen: Inter- und extrapolierte Werte

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

[38] Schriftliche Mitteilung Industriegasverband e.V. (IGV)

[39] Persönliche Mitteilung Industriegaseverband e.V. (IGV)

[40] Persönliche Mitteilung Industriegaseverband e.V. (IGV)

- Konstanter Verlauf oder lineare Reduktion der N_2O-Emissionen von 2002 bis 2004

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-Menge. Tabelle 77 zeigt die maximale Emissionsmenge (Fall 1) für die Jahre 1990 bis 2005, Tabelle 78 die minimale Emissionsmenge (Fall 4) für den gleichen Zeitraum. Auch hier erfolgt die Berechnung der Werte für 1991 bis 2000 über lineare Interpolation und von 2002 bis 2004 über Extrapolation.

Tabelle 77: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen in „Produktanwendung“ mit Annahme 3500 t/a für medizinische Anwendung im Jahr 2001 (maximale Emissionswerte)

Bereich	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Medizin	N_2O [t/a]	6200	5955	5709	5464	5218	4973	4727	4482	4236	3991	3745	3500	3500	3500	3500
Sonstige	N_2O [t/a]	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389	389
Summe	N_2O [t/a]	6589	6343	6098	5853	5607	5362	5116	4871	4625	4380	4134	3889	3889	3889	3889

Tabelle 78: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen in „Produktanwendung“ mit Annahme 3000 t/a für medizinische Anwendung im Jahr 2001 (minimale Emissionswerte)

Bereich	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Medizin	N_2O [t/a]	6200	5909	5618	5327	5036	4745	4455	4164	3873	3582	3291	3000	2709	2418	2127
Sonstige	N_2O [t/a]	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
Summe	N_2O [t/a]	6533	6242	5952	5661	5370	5079	4788	4497	4206	3915	3624	3333	3042	2752	2461

Aus diesen Angaben (Tabelle 75, Tabelle 77, Tabelle 78) können die Unsicherheiten wie folgt zusammengefasst werden. 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.

Tabelle 79: Unsicherheiten für die N_2O-Zeitreihenentwicklung in „Produktanwendung“

Unsicherheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
U max [%]	0 %	1 %	1%	2%	2%	3%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	8%	8%	8%	8%
U min [%]	0 %	-1 %	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-16%	-24%	-32%	-40%

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**	**2006 - 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[41] 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.

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[42]. 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[43], von denen bereits Analysen vorliegen, um eine Abschätzung ermöglichen zu können. Man kommt zu folgendem

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

[42] Persönliche Mitteilung: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

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

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“[44] 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.

Tabelle 80: Zeitreihenentwicklung für die N_2O-Emissionen bei Sprengstoffanwendungen

Bereich	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Sprengstoff	[t/a]	51800	51800	51800	51800	51800	51800	51800	51800	51800	51800
N_2O 5%	[t/a]	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176
Bereich		**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Sprengstoff	[t/a]	51800	51800	51800	51800	51800	51800	51800			
N_2O 5%	[t/a]	176	176	176	176	176	176	176			

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:

Tabelle 81: Zeitreihenentwicklung für die N_2O-Emissionsfaktoren bei Sprengstoffanwendungen

Bereich	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Sprengstoff	[Kg/t]	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Bereich	**Einheit**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Sprengstoff	[Kg/t]	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4			

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

[44] 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.

Umax bei 7 % liegt (siehe Tabelle 82). Hierbei wird von einer Normalverteilung ausgegangen. Damit ergeben sich folgende Unsicherheiten für die oben ermittelte Zeitreihenentwicklung (Tabelle 83).

Tabelle 82: Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen aus Sprengstoffanwendungen für 1990 bis 2005 (3 %, 5 %, 7 %)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
N_2O 7% [t/a]	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247
N_2O 5% [t/a]	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176
N_2O 3% [t/a]	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106

Tabelle 83: Unsicherheit für die Zeitreihenentwicklung für N_2O-Emissionen aus Sprengstoffanwendungen für 1990 bis 2005

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Umax [%]	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Umin [%]	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%	-40%

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 wurden erstmals versuchsweise die IPCC Guidelines 2006 sowie die im Entwurf vorhandenen Kapitel des UNECE Atmospheric Emission Inventory Guidebook eingesetzt. Deutschland kommt 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 Teams anlässlich der Initial Reviews im Juni 2007 ausdrücklich gut geheißen. Die so erhaltenen Ergebnisse weichen erheblich von den mit früheren Methoden gewonnenen ab. Wegen der daraus resultierenden mangelnden Vergleichbarkeit der Verfahren und Ergebnisse werden die Daten für 2006 im landwirtschaftlichen Emissionsinventar 2008 auf der Basis der letztjährigen Berichterstattung zunächst fortgeschrieben. Die rechnerische Umsetzung der vom ERT vorgeschlagenen Änderungen erfolgt zunächst im „Arbeitsbericht für den NIR 2008“. Sie sollen nach weiterer Prüfung im NIR 2009 ausführlich beschrieben werden; es ist vorgesehen, den NIR 2009 ausschließlich nach den oben genannten aktualisierten Methoden zu erstellen.

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), Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (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; IPCC Guidelines: IPCC, 1996b; 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.D berichtet.

Herkunft der Aktivitätsdaten

Aktivitätsdaten werden, soweit vorhanden, der offiziellen deutschen Agrarstatistik entnommen. Für jedes zweite Jahr stehen die Ergebnisse der vollständigen Tierzählung für die deutschen Kreise zur Verfügung, für die dazwischen liegenden Jahre sind 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 2005 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:

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) schätzt die Ziegenzahlen. Diese Zahlen werden 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 und Aufzuchtferkel weichen von den aggregierten Zahlen der Offizialstatistik 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 (2005) 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. (2007) 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 85).

Die Kategorie CRF 4.A.1 „cattle“ setzt sich aus Milchkühen („dairy cows“) und den aggregierten Tierzahlen anderer Rinder („non-dairy cattle“, „other cattle“) zusammen. Die Gruppe der anderen 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 keine Methode bekannt 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. (2007) im Einzelnen näher beschrieben.

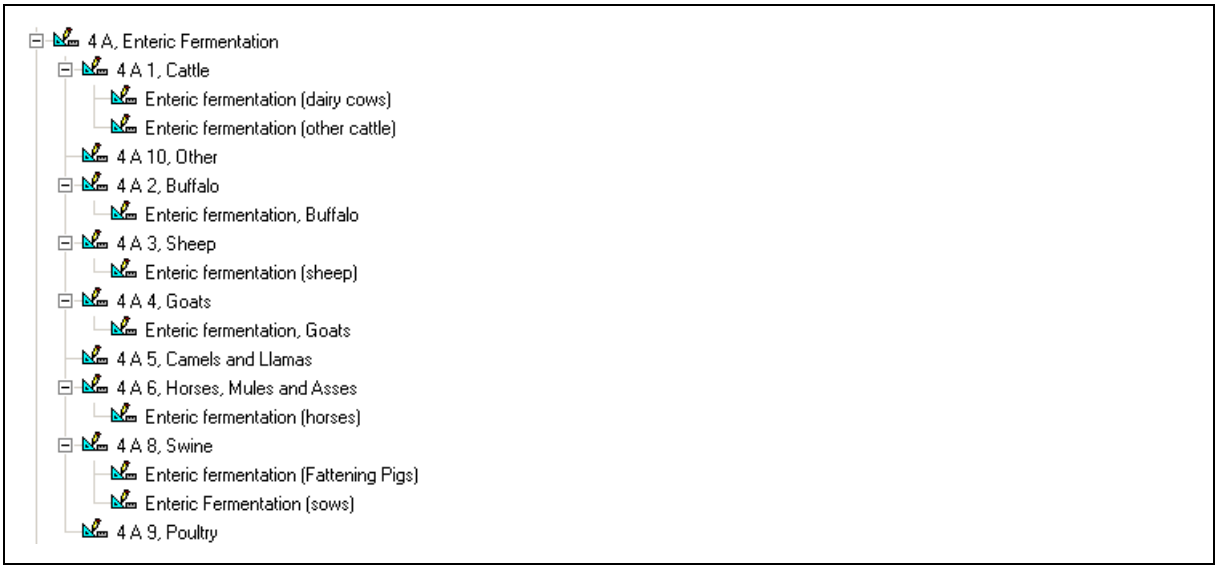


Abbildung 49: Strukturzuordnung 4.A Fermentation

6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.A)

CRF 4.A					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990- Anteil an der Gesamtemission**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Enteric Fermentation, Dairy Cattle (CRF 4.A.1.a)	l / -	CH_4	0,99 %	0,96 %	fallend
Enteric Fermentation, Non-Dairy Cattle (CRF 4.A.1.b)	l / t	CH_4	0,78 %	0,66 %	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, anderen 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 84 dargestellt.

CH_4-Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung entstammen in Deutschland fast vollständig der Rinderhaltung (2005: 93 %). Die Anteile aus der Schweinehaltung sind gering (2005: 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 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 LÜTTICH et al. (2007) zusammengestellt.

Tabelle 84: 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}	1,15	1,01	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,94	0,95
[Tg a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
E_{CH4}	0,93	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,87			

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-GPG (IPCC, 2000) 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

$$EF_{\mathrm{i}} = \frac{GE_{\mathrm{i}} \cdot x_{\mathrm{m}} \cdot \alpha}{\eta_{\mathrm{CH4}}}$$

mit
- EF_{i} Emissionsfaktor für jede Subkategorie i [kg Platz^{-1} a^{-1} CH4]
- GE_{i} Bruttoenergieaufnahme der Subkategorie i [MJ Platz^{-1} d^{-1}]
- x_{m} Methankonversionsrate (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* und die Methan-Konversionsrate aus IPCC-GPG (IPCC, 2000: Tabelle 4-8) bzw. aus nationalen Daten. Die Einheit Platz bezeichnet dabei den tatsächlich zur Produktion besetzten Tierplatz. Sie ermöglicht die Berechnung von Emissionsfaktoren und jährlichen Emissionen unabhängig von der Haltungsdauer eines Tieres, die kürzer oder länger als ein Jahr sein kann.

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. Die Werte sind in IPCC (1996b) gegeben. Für Kälber wurden nationale Werte verwendet.

Die Gesamtemissionen werden anschließend folgendermaßen ermittelt:

Gleichung 5: Vollständige Emissionen der Quellgruppe „Fermentation bei der Verdauung“

$$E_{\mathrm{CH4}} = \beta \cdot \sum EF_{\mathrm{i}} \cdot n_{\mathrm{i}}$$

mit:
- E_{CH4} Methan-Emissionen [Gg a^{-1}]
- $EF_{\mathrm{iCH4,}}$ Emissionsfaktor für jede Subkategorie i [kg Platz^{-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[45], 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.

Tabelle 85: 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	Mutterkühe, Zuchtbullen
	Jungtiere	Färsen, Kälber, männliche Jungrinder	Kälber, männliche und weibliche Jungrinder (Färsen und Mastbullen)
Schweine	Sauen	Tragende Sauen Ferkelnde Sauen	Sauen (inklusive Saugferkeln)
	Eber	---	Eber
	Jungtiere	Gesäugte Ferkel Wachsende Jungtiere Schlachtreife Tiere	Aufzuchtferkel, Mastschweine
Schafe	Mutterschafe	Tragende Schafe Milchschafe	Schafe, Mutterschafe, Lämmer
	Schafe >1 Jahr	---	
	Jungtiere	Männliche Tiere, kastrierte Tiere, weibliche Tiere	
sonstige	Pferde, Geflügel, Ziegen, Esel, Maultiere, Kamele, Pelztiere, etc.	---	Pferde (Großpferde und Kleinpferde), Geflügel (Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen, Junghennen, Gänse, Enten, weibliche und männliche Puten), Ziegen, Pelztiere, Büffel

Spalten 1 und 2 nach IPCC (2000)

[45] Volatile solids (VS): die leicht umwandelbaren Kohlenstoff-Anteile in den Exkrementen

6.1.2.1.1 Tierzahlen

Wesentliche Grundlage der Aktivitätsdaten sind die Tierzählungen der Jahre 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2001, 2003 und 2005. Die erhobenen Zahlen entsprechen Populationen, also tatsächlich zur Produktion besetzten Tierplätzen. Eine Interpolation der Tierzahlen zur Beschreibung der Jahre ohne Tierzahlen fand nicht statt; stattdessen wurden die Tierzahlen jeweils fortgeschrieben (LÜTTICH et al., 2007). 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 Offizialstatistik 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 Andere 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 Offizialstatistik 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., 2007).

6.1.2.1.6 Schafe

Die Zahlen der Schafe mussten korrigiert werden (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 dem Tier-1-Ansatz 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 LÜTTICH et al. (2007) zu finden.

6.1.2.2 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Milchkuh-Haltung

Zur Bestimmung des Emissionsfaktors wird der in IPCC (1996b) 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 Energie für die Nahrungsaufnahme lässt sich aus den Weidegangzeiten (Auflösung: Bundesländer und Jahre) ableiten. Die Milchleistung ist für (nahezu) jeden Kreis und jedes Jahr erhältlich. Die Milchfettgehalte werden den Berichten der Verbände entnommen (Auflösung: Bundesländer und Jahre). Bei Milchkühen wird angenommen, dass die Gewichtszunahme während dieses Lebensabschnitts vernachlässigbar ist. Die Verdaulichkeit wurde als Funktion der Leistung bei typischer Fütterung formuliert (nationale Daten; Auflösung: Kreise und Jahre).

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 2005 beträgt dieser Wert 18,5 kg Platz^{-1} d^{-1}. Dieser Unterschied ist erheblich. Alle Informationen sind in LÜTTICH et al. (2007) zusammengestellt.

Die CH_4-Emissionsfaktoren stiegen im nationalen Mittel von 94,8 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4 (1990) auf 113,3 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4 (2005). Eine detaillierte Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren findet sich in LÜTTICH et al. (2007), ihr Zustandekommen ist in DÄMMGEN et al. (2007) beschrieben.

6.1.2.3 Berechnung der CH_4-Emissionen aus der Haltung anderer 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 (1996b) verwendet. Es wurde berücksichtigt, dass saugende Kälber keine Wiederkäuer sind. Die Methan-Konversionsrate wurde entsprechend niedriger gewählt. Zu den die Emissionsfaktoren bestimmenden Größen und den resultierenden Emissionsfaktoren siehe LÜTTICH et al. (2007), zu den Einzelheiten ihrer Ableitung DÄMMGEN et al. (2007).

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 2005:

Tabelle 86: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung von Rindern außer Milchkühen (Fermentation bei der Verdauung) (2005)

Unterkategorie	EF_{CH4} [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]
Kälber	3,8
Färsen	33,5
Mastbullen	52,2
Mutterkühe	56,7
Zuchtbullen	71,6
Mittelwert	37,2
IPCC-Default	48

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. Hierbei 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. Nationale Daten waren schließlich durchgängig vorhanden. Sie sind der Zusammenstellung in LÜTTICH et al. (2007) zu entnehmen, die Berechnung der Tierzahlen und die Ableitung oder Anpassung der Methoden ist in DÄMMGEN et al. (2007) dargestellt.

Die Emissionen aus der Eberhaltung wurden aus dem Energiebedarf bei Annahme eines konstanten Gewichts von 120 kg Tier^{-1} berechnet.

Die für 2005 resultierenden Daten sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 87: CH_4-Emissionsfaktoren IEF_{CH4} aus der Haltung von Schweinen (Fermentation bei der Verdauung) (200)

Unterkategorie	IEF_{CH4} [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]
Sauen	1,8
Aufzuchtferkel	0,39
Mastschweine	1,45
Zuchteber	1,48
Mittelwert	1,28
IPCC-Default	1,5

6.1.2.5 Berechnung der CH_4-Emissionen aller anderen Säugetiere (Schafe, Ziegen, Pferde, Büffel)

Für alle anderen Säugetiere wurde das 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 (1996b: Kap. 4) eingesetzt. Für Kleinpferde wurde ein $EF_{CH4,po}$ = 12 kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4 ermittelt:

Tabelle 88: Emissionsfaktoren: Default-Werte (EF_d) nach IPCC und in diesem Bericht verwendete resultierende Emissionsfaktoren (IEF)

Tierkategorie	EF_d nach IPCC (1996b, Kap. 4) [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]		IEF nach Anwendung nationaler Datensätze [kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]
Schafe	8	(Table 4-3)	
Ziegen	5	(Table 4-3)	
Großpferde	18	(Table 4-3)	16,4
Büffel	55	(Table 4-3)	

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 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, 1996b) und die tatsächliche Rationsgestaltung, insbesondere bei Rindern.

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

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 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 Deutschland im mittleren Bereich der Spannbreite liegt.

Tabelle 89: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (IEF) [46]

	IEF_{CH_4}	Milchleistung	Gewicht	Anteil tragender Kühe
	[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	kg Platz^{-1} d^{-1}	[kg Tier^{-1}]	[%]
Österreich	115,0	15,9	700	90
Belgien	103,3		580	
Tschechische Republik	110,4	19,3		90
Dänemark	126,2	22,2	575	
Deutschland	*113,3*	*18,0*	*590*	*78*
Frankreich	103,6			
Niederlande	andere Quellkategorien für Rinder			
Polen	90,0			
Schweiz	109,3			
Vereinigtes Königreich	101,8	18,1	579	

Quelle: UNFCCC 2006, Table 4.A

Das vorliegende Inventar gibt zu nahezu allen Aktivitätsdaten, Emissionsfaktoren oder Daten, die zur Berechnung von Emissionsfaktoren dienen, erstmals 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.

6.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A)

Die vorläufigen Tierzahlen für 2004 wurden in den meisten Fällen durch endgültige ersetzt.

Die Erhebung der Tierzahlen auf Kreisebene und das Vorliegen der Flächennutzungsdaten für das Jahr 2003 erlaubte eine Neuberechnung der Emissionsfaktoren für 2003 und die Folgejahre. Die Änderungen gegenüber den Angaben des letzten Inventars sind gering (vgl. Tab. 7 bis 9).

Die Beschreibung der Rationsgestaltung bei Mastbullen wurde verbessert. Die N-reduzierte Fütterung von Mastschweinen im Bereich Weser-Ems wurde einbezogen. Dadurch ergaben sich ebenfalls andere Energiegehalte des Futters.

[46] IEF: berechneter Emissionsfaktor aus Emission und Milchkuhbestand. Angaben für Deutschland für das Jahr 2004, Daten anderer Länder für 2003.

Tabelle 90: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 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 2006	94,8	95,7	99,1	101,6	101,3	102,3	103,3	103,3	104,9	106,6
NIR 2008	94,8	95,7	99,1	101,6	101,3	102,3	103,3	103,3	104,9	106,6
[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2006	108,1	110,1	109,9	111,6	111,7					
NIR 2008	108,1	110,1	109,9	111,5	111,8	113,3	113,3			

Tabelle 91: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 verwendeten mittleren CH_4-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier andere Rinder.

[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2006	37,5	37,7	38,1	38,4	38,5	38,3	38,1	38,0	38,2	38,4
NIR 2008	36,2	36,0	36,7	36,9	37,1	36,9	36,7	36,5	36,9	37,0
[kg Platz^{-1} a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2006	38,8	39,2	38,9	38,8	38,5					
NIR 2008	37,2	37,5	37,2	37,4	37,2	37,2	37,2			

Tabelle 92: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 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 2006	1,19	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,26
NIR 2008	1,19	1,18	1,19	1,21	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,27
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2006	1,26	1,26	1,27	1,27	1,27					
NIR 2008	1,27	1,27	1,27	1,28	1,28	1,28	1,28			

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 nicht geändert.

Hieraus ergeben sich insgesamt deutlich andere Emissionen von CH_4 aus der Fermentation bei der Verdauung für die zurückliegenden Jahre. Die Änderungen gehen aus Tabelle 93 hervor.

Tabelle 93: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 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 2006	1,16	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,96	0,95	0,95
NIR 2008	1,15	1,01	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,94	0,95
[Tg a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2008	0,94	0,95	0,92	0,91	0,88					
NIR 2008	0,93	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,87			

6.1.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.A)

Die Basis für die Daten außerhalb der Offizialstatistik 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**	**2006 - 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 Wirtschaftsdünger-management von Rindern, Schweinen, Schafen, Ziegen, Pferden, Büffeln, Pelztieren (nur NH_3) und Geflügel, nicht jedoch über Esel und Maultiere (NE).

Die Quellgruppe 4.B „Wirtschaftsdünger-Management“ ist hierbei in die in Abbildung 50 dargestellten Kategorien unterteilt.

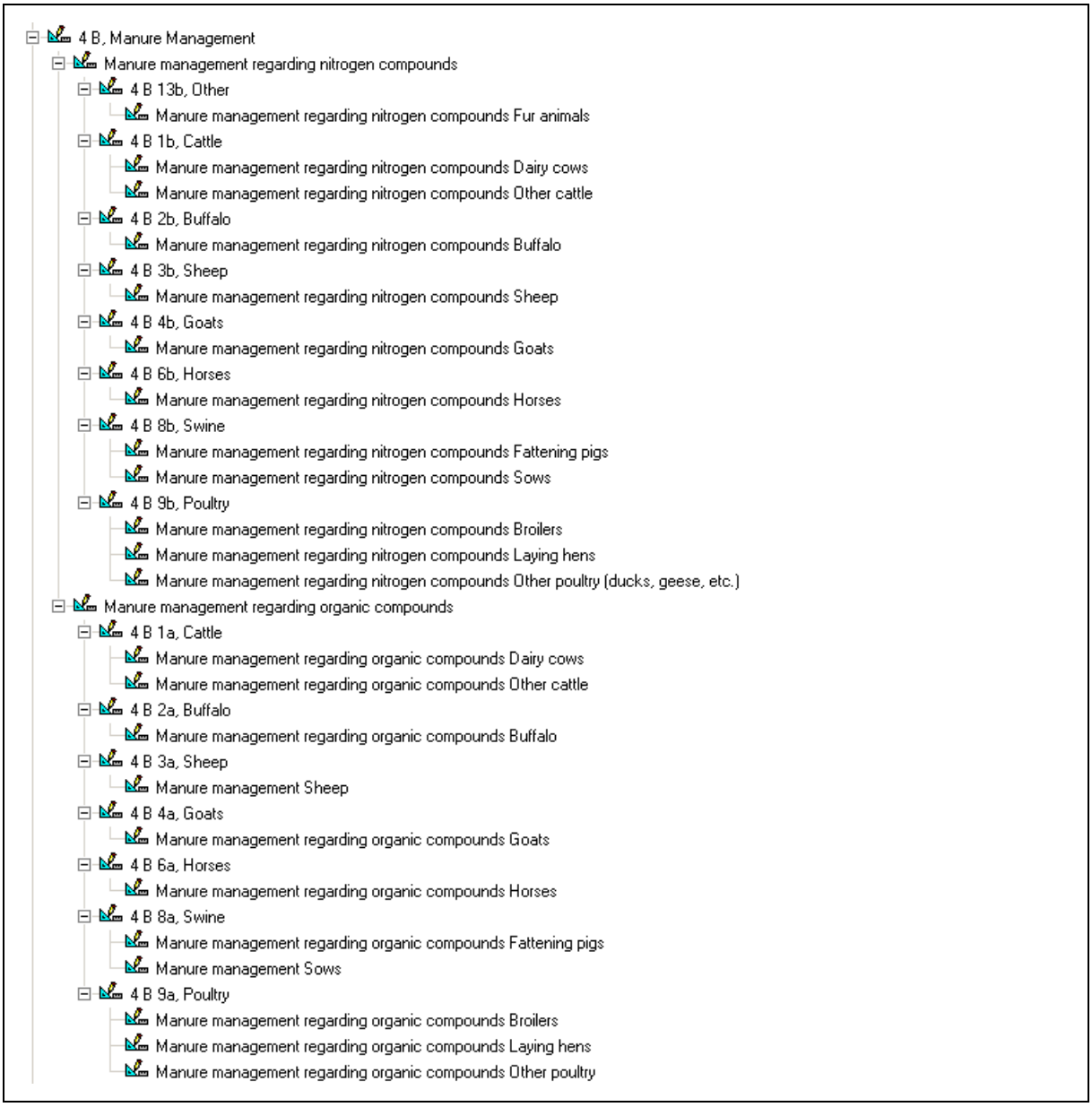


Abbildung 50: Strukturzuordnung 4.B Wirtschaftsdünger-Management

6.2.1.1 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

6.2.1.1.1 Berechnete Emissionen

In Tabelle 94 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 zu rund zwei Dritteln (69 % für 1990; 64 % für 2005) und die Schweine mit knapp einem Drittel (28 % für 1990; 31 % für 2005) bei. Die Emissionen aus der Geflügelhaltung und aus der Haltung von Pferden, Schafen, Ziegen, Büffeln und Geflügel sind demgegenüber vernachlässigbar.

Tabelle 94: 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}	0,28	0,25	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
[Tg a^{-1} CH_4.]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
E_{CH4}	0,25	0,26	0,25	0,24	0,23	0,24	0,24			

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 (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., 2007). Die Zeitreihe der NMVOC-Emissionen ist in Tabelle 95 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 95: 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**			
E_{NMVOC}	0,26	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	0,12	0,12			

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 0,03 bis 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 96 zusammengestellt. Da N_2O-und NO-Emissionen proportional sind, wurde auf eine entsprechende Darstellung der NO-Emissionen verzichtet. Bezogen auf das Basisjahr nehmen die N_2O- und NO-Emissionen deutlich ab. Den Hauptanteil der N_2O- und NO-Emissionen bestimmen die Rinder (65 % im Jahr 1990; zurückgegangen auf 56 % im Jahr 2005). Bezogen auf das Jahr 1990 werden 64 % der NH_3-Emissionen von Rindern, 29 % aus der Schweinehaltung und 6 % aus der Geflügelhaltung emittiert. 65 % der (direkten) N_2O- und NO-Emissionen gehen auf Rinderhaltung zurück, 17 % auf die von Schweinen und 13 % auf die von Geflügel. Im Jahr 2005 lagen die Anteile bei NH_3 bei 60 %, 29 % und 8 %. Für N_2O bzw. NO betrugen die Anteile im Jahr 2005 56 %, 16 % und 18 %.

Tabelle 96: 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
EN2O	0,013	0,012	0,011	0,011	0,009	0,009	0,010	0,009	0,009	0,010
ENO	0,0018	0,0016	0,0015	0,0015	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
ENH3	0,62	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,51	0,51	0,51
[Tg a^{-1} N_2O, NO bzw. NH_3]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
EN2O	0,009	0,010	0,009	0,010	0,010	0,010	0,010			
ENO	0,0013	0,0013	0,0013	0,0014	0,0013	0,0013	0,0013			
ENH3	0,50	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49			

6.2.2 Methodische Aspekte (4.B)

6.2.2.1 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF 4.B (CH_4)

IPCC (1996b) 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[47] 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}]
- 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 als Hauptquellgruppe eingestuft (zu Einzelheiten siehe Kapitel 6.2.1). Für dieses Inventar wurden auch die VS-Ausscheidungen von Legehennen und Junghennen unter Berücksichtigung von Leistung und Fütterung berechnet (HAENEL & DÄMMGEN, 2007a, 2007b).

Die Berechnungen erfolgen für Landkreise (DÄMMGEN et al., 2007).

[47] VS (volatile solids): die leicht umwandelbaren Kohlenstoff-Anteile in den Exkrementen

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 und Geflügel außer Legehennen und Junghennen zu.

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., 2007). Es behandelt *alle* Flüsse von N-Spezies nacheinander und nebeneinander nach dem in Abbildung 51 wiedergegebenen Schema.

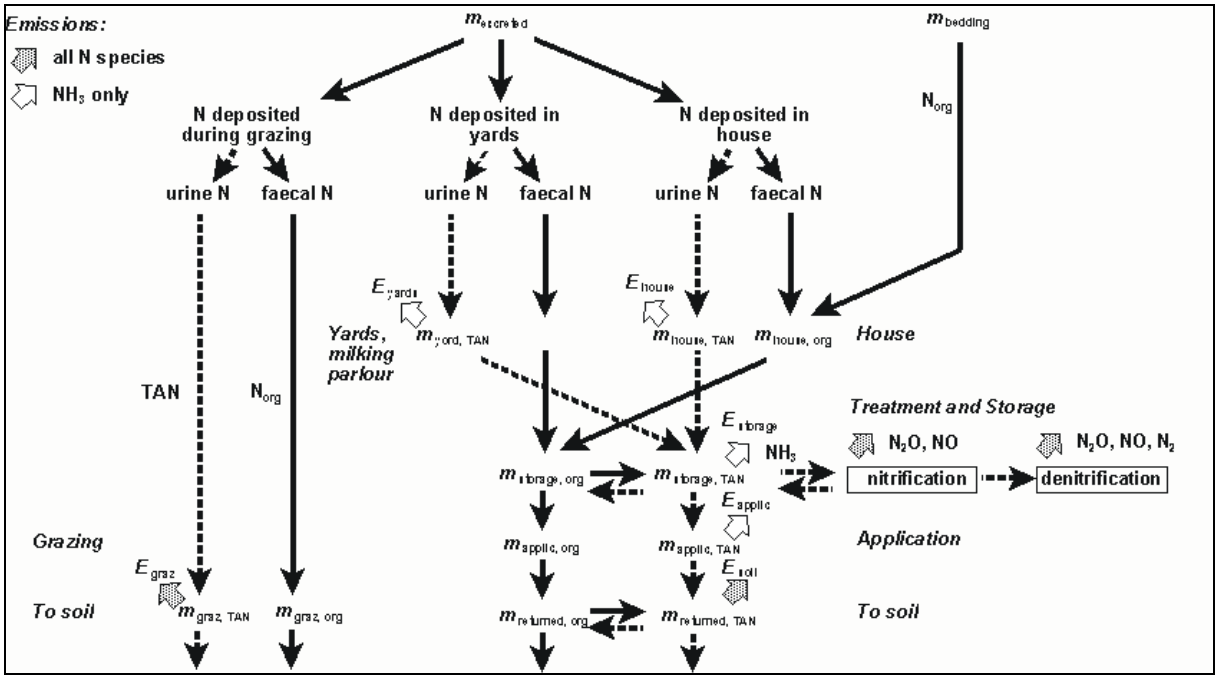


Abbildung 51: Stickstoff-Flüsse im Wirtschaftsdünger-Management einer Kategorie.[48]

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 (1996b) 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 (2000) 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]

[48] 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 (1996b) 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 (Gesamt-N $\rightarrow$ TAN) mineralisiert.

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) 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 (2000) befinden sich jedoch auch Default-Werte für Emissionsfaktoren (Tabellen 4-12 und 4–13).

Die Emissionsfaktoren (Gülle-basierte Systeme: $EF_{N2O-N} = EF_{NO-N} = 0{,}001$ kg kg^{-1} N, $EF_{N2} = 0{,}007$ kg kg^{-1} N; strohbasierte Systeme: $EF_{N2O-N} = 0{,}02$ kg kg^{-1} N, $EF_{NO-N} = 0{,}002$ kg kg^{-1} N, $EF_{N2} = 0{,}06$ kg kg^{-1} N) wurden IPCC entnommen bzw. davon abgeleitet (IPCC 1996b: Tabelle 4-22; Daten für NO und N_2 in Übereinstimmung mit Experimenten in Großbritannien, werden auch in Großbritannien, Schweiz und Dänemark verwandt. Alle in Deutschland üblichen Stallkategorien werden berücksichtigt. Über die Häufigkeitsverteilungen wird bei LÜTTICH et al. , 2007, 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., 2007).

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. Dabei wird mit nationalen 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.

6.2.2.4 Ausscheidungen

C-Spezies:

Die Berechnung der Ausscheidungen von „volatile solids“ basiert bei Rindern, Schweinen, Legehennen und Junghühnern auf Tier-2-Rechnungen des Energie- und Stoff-Umsatzes. Für alle übrigen Tiere wurden die Default-Werte nach IPCC (1996b: Tabellen B-1 und B-7) übernommen:

Schafe	0,40	kg Platz^{-1} d^{-1} C
Ziegen	0,40	kg Platz^{-1} d^{-1} C
Pferde	1,72	kg Platz^{-1} d^{-1} C
Geflügel	0,10	kg Platz^{-1} d^{-1} C
Büffel	2,7	kg Platz^{-1} d^{-1} C

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 Raufutters berechnet. Die ausführliche Beschreibung findet sich in DÄMMGEN et al. (2007), die Bewertung des Verfahrens in DÄMMGEN & LÜTTICH (2005). Dieses Rechenverfahren liefert auch die TAN-Ausscheidungen.

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.

Bei Legehennen sind Legeleistung, Gewicht und Gewichtszunahme sowie Fütterung die die Ausscheidung bestimmenden Größen. Für Legehennen werden die Ausscheidungen als Funktion von Gewichtszunahme, Endgewicht, Eizahl und Futtereigenschaften berechnet (HAENEL & DÄMMGEN, 2007a, 2007b).

Für alle anderen Tiere wurden die Angaben zu den N-Ausscheidungen der deutschen Literatur entnommen (DÄMMGEN et al., 2007). Im Einzelnen wurden verwendet:

männliche Mastrinder	44 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
junge weibliche Rinder (Färsen)	40 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Kälber	16 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Mutterkühe	96 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
Großpferde	53,6 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Kleinpferde	33,4 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Masthühnchen und -hähnchen	0,41 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Gänse	0,55 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Enten	1,48 kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Puten	0,81kg	Platz^{-1} a^{-1} N
Büffel	70 kg	Platz^{-1} a^{-1} N

Bei Tieren mit Lebensdauern < 1 a wurden die Zahlen für Tierplätze bei durchschnittlicher Umtriebzeit berechnet.

Der Anteil an leicht umsetzbarem Stickstoff (total ammoniacal N: TAN) am Gesamt-Stickstoff wurde wie folgt angesetzt:

Milchkühe	variabel
Rinder außer Milchkühen	0,60 kg kg^{-1} N
Sauen und Eber	0,70 kg kg^{-1} N
Aufzuchtferkel und Mastschweine	variabel
Schafe	0,40 kg kg^{-1} N
Pferde	0,40 kg kg^{-1} N
Geflügel	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 (LÜTTICH et al., 2007) Die Daten sind in den CRF-Berichtstabellen 4.B(a) und 4.B(b) (Additional Information) 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 werden berücksichtigt. Tägliche Ausbringung ist in Deutschland unüblich; offene Lagunen werden nicht benutzt. In der CRF-Tabelle 4.B(b) werden die Häufigkeitsverteilungen der 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 ist die Größenordnung wahrscheinlich zutreffend.

Die Zeitreihe der Offizialstatistik ist hinsichtlich der Tierzahlen, bedingt durch die Änderung des Agrarstatistikgesetzes, 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 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). Informationen über Unsicherheiten können nur größenordnungsmäßig angegeben werden.

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, wurde nicht vollständig durchgeführt.

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. Sie müssen durch Befragungen erhalten werden.

Das vorliegende Inventar gibt zu nahezu allen Aktivitätsdaten, Emissionsfaktoren oder Daten, die zur Berechnung von Emissionsfaktoren dienen, erstmals 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 im vorliegenden Inventar beseitigt. Das Massenfluss-Verfahren wurde innerhalb der Expertengruppe EAGER überprüft und die in Europa erhaltenen Ergebnisse miteinander verglichen. Die zusammenfassende Darstellung für Rinder findet sich in REIDY et al. (2007).

6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B)

6.2.5.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (CH_4)

Vorläufige Tierzahlen für 2004 wurden durch endgültige ersetzt. Die Verfügbarkeit der Daten aus der Tierzählung und der Flächennutzungserhebung 2003 führte zu einer Veränderung der Häufigkeitsverteilungen für die Lagerungsverfahren nach 2002.

Bei Mastbullen wurde die Fütterung aktualisiert. Dadurch verändern sich die Ausscheidungen.

Bei Legehennen und Junghennen wurden die Ausscheidungen nach einem Tier-2-Verfahren berechnet (HAENEL & DÄMMGEN, 2007a, 2007b).

Die Unterschiede sind in der folgenden Tabelle erkennbar.

Tabelle 97: Vergleich der im NIR 2006 angegebenen 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
NIR 2006	0,29	0,26	0,25	0,25	0,27	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27
NIR 2008	0,28	0,25	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
[Tg a^{-1} CH_4]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2006	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25					
NIR 2008	0,25	0,26	0,25	0,24	0,23	0,24	0,24			

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.

Bei den Berechnungen für Schafe wurden Übertragungsfehler beseitigt.

Tabelle 98: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 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 2006	0,33	0,29	0,28	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
NIR 2008	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**			
NIR 2006	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25					
NIR 2008	0,26	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 2003 in RAUMIS neu berechnet. Für die zuvor mit Hilfe der Daten für 1999 berechneten Emissionen der Jahre 2003 und 2004 ergeben sich neue Werte.

Bei Milchkühen, Mastbullen und Schweinen wurde die Berechnung der N-Ausscheidung auf eine neue Grundlage gestellt. Dadurch wurden Rückrechnungen für die Emissionen aller N-Spezies aus der Tierhaltung erforderlich.

Im Einzelnen wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Die Stickstoff-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 wir zuvor durchgeführt.

Stickstoff-Ausscheidungen für Junghennen und Legehennen wurden leistungsabhängig berechnet.

Bei Puten, Enten und Gänsen wurden die Stickstoff-Ausscheidungen nach dem jeweiligen Mastverfahren bzw. der Rasse differenziert und aktualisiert. Einige Transkriptionsfehler wurden beseitigt.

- 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.

- Die Stickstoff-Ausscheidungen der Masthähnchen und –hühnchen sowie der Gänse, Enten und Puten wurden dem Stand des Wissens angepasst.

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 daraus resultierenden Änderungen in den Emissionen, die für NO erheblich sind, gehen aus den folgenden Tabellen hervor:

Tabelle 99: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen N_2O-Emissionen E_{N2O} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland.

[Gg a^{-1} N_2O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2006	13,3	11,8	11,4	11,3	9,5	9,5	9,6	9,5	9,5	9,6
2007	13,2	11,7	11,3	11,2	9,4	9,7	9,5	9,4	9,4	9,6
[Gg a^{-1} N_2O]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
2006	9,5	9,6	9,4	9,4	9,2					
2007	9,4	9,6	9,3	10,0	9,9	9,8	9,8			

Tabelle 100: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen NO-Emissionen E_{NO} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland.

[Gg a^{-1} NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2005	18,2	16,0	15,5	15,4	13,0	13,0	13,2	13,0	12,9	13,1
2006	1,8	1,6	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
[Gg a^{-1} NO]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
2006	12,9	13,1	12,8	12,8	12,5					
2007	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3			

Tabelle 101: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen NH_3-Emissionen E_{NH3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland.

[Tg a^{-1} NH_3]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2006	0,61	0,54	0,53	0,52	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50
2007	0,62	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,51	0,51	0,51
[Tg a^{-1} NH_3]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
2006	0,49	0,50	0,49	0,49	0,48					
2007	0,50	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49			

6.2.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.B)

Die Methodik des Massenfluss-Modells und seine Parameter werden in internationaler Zusammenarbeit überprüft, erweitert und harmonisiert.

Die Verbesserung der Datenbasis zur Ableitung von Emissionsfaktoren wird Gegenstand eines Projektes sein, das in den Jahren 2007 bis 2009 durchgeführt wird.

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.

Der Quellgruppe 4.D Landwirtschaftliche Böden sind im ZSE Kulturen mit und ohne Düngeranwendung zugeordnet.

Abbildung 52: Strukturzuordnung 4.D Landwirtschaftliche Böden

6.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.D)

CRF 4.D

Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990- Anteil an der Gesamtemission**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
Agricultural Soil, Direct Soil Emissions (CRF 4.D.1)	l / t	N_2O	2,17 %	2,29 %	Steigend
Agricultural Soil, Indirect Emissions (CRF 4.D.3)	l / -	N_2O	1,17 %	1,19 %	Stagniert

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}	142,9	131,2	127,1	123,6	117,5	123,0	123,0	122,1	123,2	126,8
E_{NO}	65,2	59,3	57,1	55,6	52,0	55,0	55,2	54,8	55,4	57,3
E_{NH3}	74,8	67,5	62,8	66,8	61,9	69,7	70,0	71,9	73,6	80,0
[Gg a^{-1} N_2O], [Gg a^{-1} NO] bzw. [Gg a^{-1} NH_3]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
E_{N2O}	129,0	126,0	122,7	122,1	123,2	122,1	122,1			
E_{NO}	58,3	56,5	54,6	54,1	55,1	54,4	54,4			
E_{NH3}	84,1	87,3	86,7	86,1	90,0	82,7	82,7			

2005 kann ein Anteil von 30 % der N_2O-Emissionen aus Böden dem Einsatz von Mineraldüngern im Boden zugeordnet werden, 29 % den indirekten Emissionen als Folge der Auswaschung, 18 % der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und 15 % den bewirtschafteten organischen Böden. Der Rest setzt sich aus Weidegang, Leguminosen, Ernterückständen und den indirekten Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies zusammen.

Auch bei den NH_3-Emissionen ist der aus der Anwendung von Mineraldüngern resultierende Anteil die bestimmende Größe: Er liegt bei 81 % im Jahr 1990 und 85 % im Jahr 2004.

Pflanzenbestände sind im Prinzip immer auch Quellen von flüchtigen organischen Verbindungen. Eine erste Schätzung entsprechender Emissionen für wichtige Fruchtarten wurde vorgenommen. NMVOC-Emissionen können verfahrensbedingt nur als NMVOC-C angegeben werden (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. Hierüber wird erstmals berichtet (Tabelle Tabelle 105).

Tabelle 103: NMVOC-C-Emissionen E_{NMVOC} aus landwirtschaftlichen Pflanzenbeständen.

[Mg a^{-1} NMVOC-C]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E_{NMVOC}	0,138	0,130	0,125	0,125	0,120	0,127	0,132	0,130	0,128	0,122
[Mg a^{-1} NMVOC-C]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
E_{NMVOC}	0,122	0,120	0,118	0,120	0,128	0,128	0,128			

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	0,030	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**			
E_{CH4}	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**			
E_{CO2}	0,58	0,64	0,65	0,63	0,67	0,60	0,60			

6.4.2 Methodische Aspekte und Anforderungen (4.D)

In IPCC (2000) werden die Tier-1a- und Tier-1b-Verfahren für die Ermittlung **direkter Lachgas-Emissionen** aus landwirtschaftlichen Böden beschrieben. Dabei stellt das Tier-1a-Verfahren das Vorgehen gemäß IPCC (1996b) dar. Das Tier-1b-Verfahren weist größere Präzision hinsichtlich der Entwicklung einzelner Terme auf. Liegen jedoch keine genaueren Aktivitätsdaten vor, kann die Berechnung nach dem Tier-1a-Verfahren erfolgen. 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-1a-Verfahren nennt zwei Emissionsfaktoren, einen für die Emissionen durch N-Einträge und einen für die Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden (IPCC, 2000: S. 4-54):

Gleichung 9: Tier-1a-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 = 0,0125 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]

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 (2000).

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-1a-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. $Frac_{GASF}$ und $Frac_{GASM}$ sind keine Konstanten.

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. Die Anbauflächen werden aus der Offizialstatistik für jedes Berichtsjahr übernommen. Die Berechnung der Emissionen für die Jahre nach 1999 beruht auf vorläufigen Annahmen zur Flächennutzung.

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 (EF_{CH4} = - 1,5 kg ha^{-1} a^{-1} CH_4). (siehe hierzu die ausführlichere Schilderung in DÄMMGEN et al., 2007).

6.4.2.2 Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen 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, 2003). Hier werden für einige der Hauptfruchtarten flächenabhängige Emissionsfaktoren angegeben (zu Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al., 2007).

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., 2007).

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. 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	Düngeempfehlung kg ha^{-1} N	Quelle
Winterweizen	220	LWK-WE (2003)
Sommerweizen	200	LWK-WE (2003)
Roggen	150	LWK-WE (2003)
Wintergerste	190	LWK-WE (2003)
Sommergerste	130	LWK-WE (2003)
Hafer	100	LWK-WE (2003)
Triticale	190	LWK-WE (2003)
Körnermais	180	LWK-WE (2003)
Silomais	180	LWK-WE (2003)
Raps	200	LWK-WE (2003)
Zuckerrübe	160	LWK-WE (2003)
Futterrübe	160	
Klee, Klee-Gras-Gemische, Klee-Luzerne-Gemische (Feldfutterbau)	0	
Luzerne	0	
Gras (Feldfutterbau)	270	KTBL (2004), S. 301
Kartoffeln	160	LWK-WE (2003)
Ackerbohnen	0	
Futtererbsen	0	
andere Hülsenfrüchte	0	
Weiden und Wiesen	130	KTBL (2004), S. 301

Die relevanten Düngermengen werden der Offizialstatistik entnommen, die Emissionsfaktoren EMEP (2003) bzw. IPCC (1996b).

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 44/14, bezogen auf N in Harnstoff.

6.4.2.6 Distickstoffoxid- , Stickstoffmonoxid- Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Leguminosen) (4.D)

Die durch Leguminosen fixierten N-Mengen werden aus den Anbauflächen (DÄMMGEN et al., 2007) und nationalen Mittelwerten der flächenspezifischen N-Fixierung berechnet.

Gleichung 13: Bestimmung der Emissionen von N-Spezies aus dem Leguminosen-Anbau

$$E_N = b \cdot EF_1 \cdot \sum_i A_i \cdot m_{NF,i}$$

mit
- E_N Emission von N-Spezies [Gg a^{-1} N]
- β Umrechnungsfaktor für Masseneinheiten [10^{-6} Gg kg^{-1}]
- EF_1 Emissionsfaktor für Emissionen aus N-Einträgen [kg kg^{-1} N] (siehe unten)
- A_i Anbaufläche einer Frucht i [ha]
- $m_{NF,i}$ durch Frucht i fixierte N-Mengen [kg ha^{-1} a^{-1} N] (siehe unten)

Unterschieden werden fixierte Mengen $m_{NF,i}$ für:

Hülsenfrüchte	250 kg ha^{-1} N
Klee, Klee/Gras, Klee/Luzerne	200 kg ha^{-1} N
Luzerne	300 kg ha^{-1} N

Als Emissionsfaktoren werden verwendet:

$EF_{1,N2O}$	0,0125 kg kg^{-1} N

$EF_{1,\ NO}$	0,007 kg kg^{-1} N

Gleichung 13 leitet sich unmittelbar aus Gleichung 4.21 in IPCC (2000) ab. Während dort vorgeschlagen wird, $m_{NF,i}$ für unterschiedliche Arten über den Ertrag oder die oberirdische Biomasse zu schätzen, werden im oben beschriebenen deutschen Verfahren die fixierten N-Mengen aus Tabellenwerken entnommen. Die Aktivität ist $\Sigma(A_i\ m_{NF,i})$.

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)-11.12 als Tier-2-Verfahren beschrieben.):

Gleichung 14: Bestimmung der Emissionen von N-Spezies aus Ernterückständen

$$E_{N2O,\,CR} = \left(\sum_i A_i \cdot x_{renew,\,i} \cdot y_i \cdot x_{DM,\,i} \cdot \left(a_{above,\,i} \cdot x_{N,\,above,\,i} + a_{below,\,i} \cdot x_{N,\,below,\,i} \right) - m_{N,\,harvest} \right) \cdot EF_{N2O,\,CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{N2O}$$

$$E_{NO,\,CR} = \left(\sum_i A_i \cdot x_{renew,\,i} \cdot y_i \cdot x_{DM,\,i} \cdot \left(a_{above,\,i} \cdot x_{N,\,above,\,i} + a_{below,\,i} \cdot x_{N,\,below,\,i} \right) - m_{N,\,harvest} \right) \cdot EF_{NO,\,CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{NO}$$

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}]
	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 zu unterirdischer Biomasse der Feldfrucht i [kg kg^{-1}]
	$x_{N,\,above,\,i}$	N-Gehalt der oberirdischen Biomasse einer Feldfrucht i [kg kg^{-1} N]
	$a_{below,\,i}$	Verhältnis von unterirdischer Biomasse zum Ertrag einer Feldfrucht i [kg kg^{-1}]
	$x_{N,\,above,\,i}$	N-Gehalt der unterirdischen Biomasse einer Feldfrucht i [kg kg^{-1} N]
	$m_{N,\,harvest}$	N-Menge, die mit der oberirdischen Biomasse abgefahren wird [kg N]
	$EF_{N2O,\,CR}$	N_2O-Emissionsfaktor für Ernterückstände ($EF_{N2O,\,CR}$ = 0,0125 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. Die Anbauflächen und Erträge werden der 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	0,005	0,59	0,008
Sommerweizen		0,89	0,9	0,005	0,59	0,008
Roggen		0,88	1,4	0,005	0,55	0,008
Wintergerste		0,89	1,0	0,005	0,50	0,008
Sommergerste		0,89	1,1	0,005	0,50	0,008
Hafer		0,89	1,2	0,005	0,53	0,008
Triticale		0,88	1,4	0,005	0,55	0,008
Körnermais		0,65	1,3	0,007	0,48	0,008
Silomais		0,30	1,2	0,0035		
Raps			1,7	0,007		
Zuckerrübe		0,22	0,8	0,029	0,1	0,016
Runkelrübe		0,22	0,3	0,024	0,1	0,016
Klee, Klee-Gras-Mischungen, Klee-Luzerne-Mischungen (Feldfutterbau)	50000	0,15	0,5	0,02	0,8	0,015
Luzerne	50000	0,99	0,3	0,06	0,4	0,023
Gras (Feldfutterbau)	34000	0,15	0,5	0,02		0,015
Kartoffel	0	0,22		0,004	0,1	0,016
Ackerbohne	0	0,90	2,1	0,015	0,55	0,022
Futtererbse	0	0,90	2,1	0,015	0,55	0,022
Andere Hülsenfrüchte	0	0,90	2,1	0,016	0,55	0,022
Wiesen und Weiden	45000	0,15	0,5	0,02	0,59	0,022

Quellen: ausführliche Darstellung in DÄMMGEN et al. (2007)

Die Rechnungen benutzen Default-Emissionsfaktoren für die Berechnung der Emissionen aus Mineraldünger- und Wirtschaftsdünger-Anwendungen (IPCC et al., 1996b: Tabelle 4-19 und EMEP, 2003: B1010-15): EF_{N2O-N} = 0,0125 kg kg^{-1} N; EF_{NO-N} = 0,007 kg kg^{-1} N; EF_{N2} = 0,1 kg kg^{-1} N. Die gleichen Faktoren werden auch auf die in Ernterückständen gebundenen N-Mengen angewendet.

Die Anbauflächen sind bei LÜTTICH et al. (2007) 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. Demnach 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., 2005). Als Emissionsfaktor wurde der „neue“ Default-Faktor EF_2 (alt: IPCC, 1996b: Tabelle 4.18: 5 kg ha^{-1} a^{-1} N_2O-N; neu: IPCC, 2000: Tabelle 4.17: 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., 2007). Die Höhe der N_2-Emissionen beeinflusst die Menge des in den Boden eingetragenen N.

Als Emissionsfaktoren werden verwendet (EMEP, 2003: B10 90-13; EMEP: Entwurf für Kapitel 10 09; IPCC, 1996b: Tabelle 4-22):

NH_3	0,075 kg kg^{-1} N
N_2O	0,02 kg kg^{-1} N
NO	0,02 kg kg^{-1} N
N_2	0,14 kg kg^{-1} N

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 15: Bestimmung der indirekten N_2O-Emissionen aus Böden als Folge der Deposition von reaktiven N-Spezies aus der Landwirtschaft

$$E_{N2O,ge} = \left[\left(m_{N,fert} \cdot x_{fert}\right) + \left(m_{N,ex} \cdot x_{ex}\right)\right] \cdot EF_4 \cdot \gamma_{N2O}$$

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 atmosphärischer Deposition [EF_4 = 0,010 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 Mineraldüngeranwendung und zum Leguminosenanbau 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, 1996b: Tab 4-23).

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 als Quelle angegeben. Für den auswaschbaren Anteil sowie für den Emissionsfaktor werden IPCC Default-Werte herangezogen (IPCC, 1996b: Tab. 4-24 und Tab. 4-23).

Die N_2O-Emissionen werden nach folgender Formel berechnet:

Gleichung 16: Bestimmung der indirekten N_2O-Emissionen aus Böden als Folge der Auswaschung von Stickstoff aus landwirtschaftlich genutzten Böden

$$E_{\mathrm{N2O,l}} = \left(m_{\mathrm{man}} + m_{\mathrm{fert}} + m_{\mathrm{SS}}\right) \cdot x_{\mathrm{leach}} \cdot EF_5 \cdot \gamma\ \mathrm{N2O}$$

mit:
- $E_{N2O,l}$ 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]
- x_{leach} Anteil des auswaschbaren N [kg kg^{-1} N]
- EF_5 Emissionsfaktor für N_2O-Emissionen aus Auswaschung [EF_5 = 0,025 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 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 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)

Bei den Emissionen aus der Anwendung von Mineraldüngern wurde für 1999 und 2003 erstmals eine Disaggregierung auf Landkreisebene vorgenommen. Anwendungen auf Grünland und Ackerland wurden unterschieden. Der resultierende Emissionsfaktor wurde geringer. Dadurch erhöhen sich die Einträge in die Böden.

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 (Sauen, Legehennen, 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.

Tabelle 108: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 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 2006	97,1	89,7	87,2	84,9	80,5	84,2	84,1	83,6	84,4	86,7
NIR 2008	94.8	87.6	84.9	82.8	78.6	82.3	82.4	81.9	82.6	84.9
[Gg a^{-1} N_2O]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2006	88,3	86,0	84,2	84,2	84,5					
NIR 2008	86.3	84.3	82.1	81.5	82.6	81.9	81.9			

Tabelle 109: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 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 2006	45,9	41,6	40,3	38,9	36,7	38,6	38,4	38,0	38,4	39,7
NIR 2008	48,1	43,6	42,2	40,8	38,8	40,7	40,6	40,2	40,6	41,8
[Gg a^{-1} N_2O]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2006	40,6	39,1	38,2	38,1	38,1					
NIR 2008	42,7	41,6	40,6	40,6	40,7	40,2	40,2			

Tabelle 110: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 angegebenen NO-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden.

[Gg a^{-1} NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NIR 2006	63,9	57,9	56,1	54,4	50,7	53,5	53,5	53,1	53,7	55,5
NIR 2008	65.2	59.3	57.1	55.6	52.0	55.0	55.2	54.8	55.4	57.3
[Gg a^{-1} NO]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2006	56,7	54,6	53,2	53,1	53,2					
NIR 2008	58.3	56.5	54.6	54.1	55.1	54.4	54.4			

Tabelle 111: Vergleich der in NIR 2006 und NIR 2008 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 2006	0,115	0,105	0,099	0,103	0,093	0,104	0,104	0,106	0,109	0,117
NIR 2008	0.091	0.082	0.077	0.082	0.075	0.083	0.084	0.086	0.087	0.094
[Tg a^{-1} NH_3]	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NIR 2006	0,121	0,125	0,124	0,123	0,128					
NIR 2008	0.098	0.101	0.100	0.099	0.103	0.096	0.096			

6.4.5.4 Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Über die Emissionen von CO_2 aus der Anwendung von Harnstoff wird erstmals berichtet.

6.4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.D)

6.4.6.1 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Diese Emissionen sollen weiter räumlich und zeitlich disaggregiert werden: Hierzu sollen die applizierten Dünger-Mengen nach Grünland und Ackerland differenziert werden. Dies kann mittlerweile geschehen, wenn entsprechend aufgelöste Aktivitätsdaten vorhanden sind. Eine zeitliche Auflösung von 1 Monat ist vorgesehen.

Die Emissionen während des Weidegangs sollen ebenfalls mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Monat erfasst werden.

Die Verbesserung ist an die Verfügbarkeit von entsprechenden Ressourcen geknüpft.

6.4.6.2 Distickstoffoxid und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Es ist geplant, mittelfristig ein Tier-3-Verfahren zur Berechnung der Emissionen dieser Gase einzusetzen. Kurzfristig wird versucht, die Literatur zur Emission von NO aus landwirtschaftlichen Nutzflächen auszuwerten, um bessere Emissionsfaktoren zu gewinnen.

Die Verbesserung ist an die Verfügbarkeit von entsprechenden Ressourcen geknüpft.

6.4.6.3 Unsicherheit der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Die der Emissionsberechnung zugrunde gelegten statistischen Angaben müssen um Angaben über Fehler und Streuung erweitert werden, um die geforderten Unsicherheiten berechnen zu können. Das derzeitige Inventar für landwirtschaftliche Emissionen trägt dem bereits Rechnung. Die Einzelfehler in den Termen einer komplexen Emissionsfunktion müssten mit einer Fehlerfortpflanzungsrechnung zum Gesamtfehler verrechnet werden. Dies ist hier insbesondere für die NH_3-Emissionen durchzuführen, die zu indirekten Emissionen führen, ebenso für die dem Boden zugeführten N-Mengen nach Anwendung von Wirtschaftsdüngern.

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)

In dieser Berichterstattung konnten die Inventare und der NIR nicht vollständig aktualisiert werden. Nur für die Quellgruppe 5.A Wälder wurden die Daten aktualisiert. Die Erstellung der Inventare für diese Quellgruppe sowie die verwendeten Datenquellen und Methoden sind im vorletzten NIR (2006) ausführlich beschrieben. Für die anderen Quellgruppen wurden die Daten der vorletzten Berichterstattung fortgeschrieben, daher sind Informationen zu diesen Quellgruppen auch dem NIR 2006 zu entnehmen.

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**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
6.A.1 Solid waste diposal on land	l / t	CH_4	2,82 %	0,92 %	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.

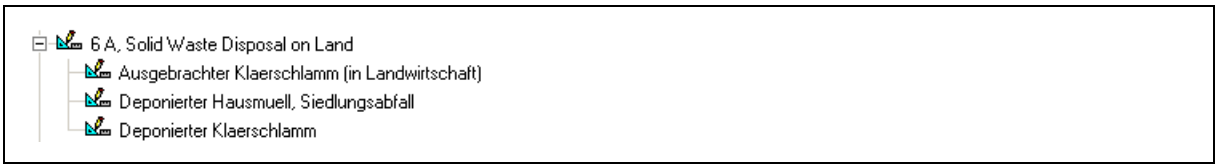


Abbildung 53: Strukturzuordnung 6.A Abfall

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 die Menge der deponierten Siedlungsabfälle von 1990 bis 2005 um mehr als 90% zurückgegangen ist (siehe Abbildung 54). 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).

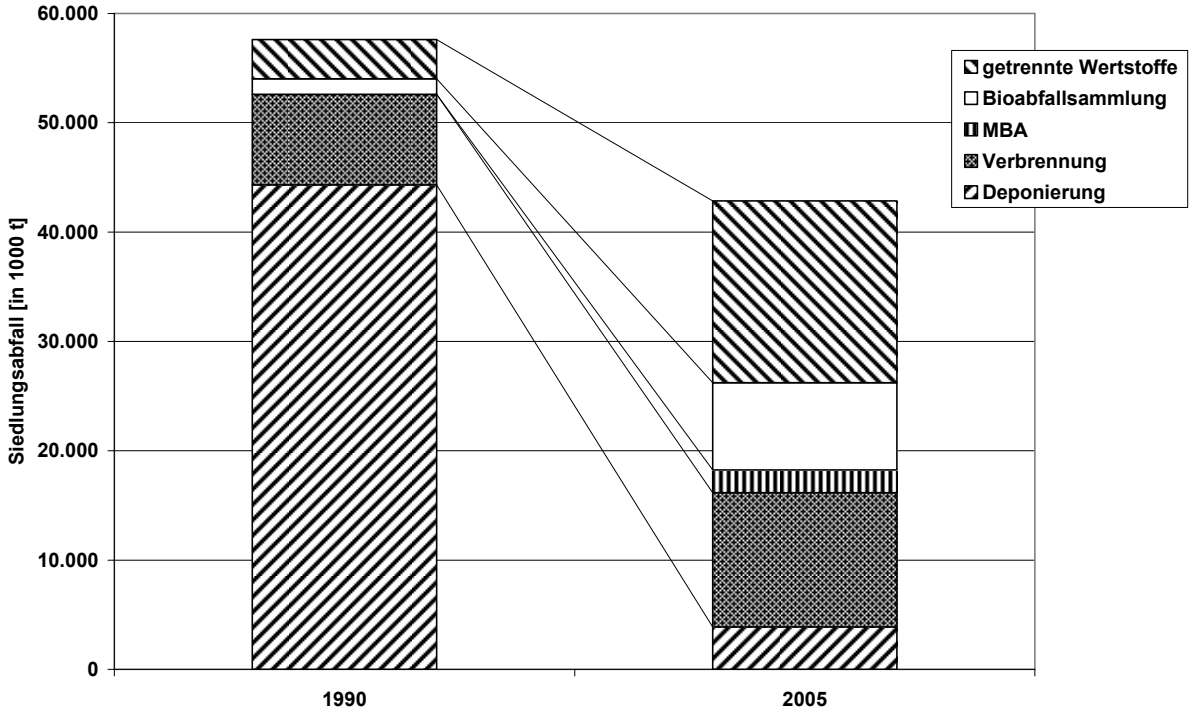


Abbildung 54: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2005

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 Deponien 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. Durch die Vorbehandlung werden die abgelagerten Abfallmengen gegenüber 2003 in der Zukunft um weitere 60 - 70 % reduziert werden. 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.

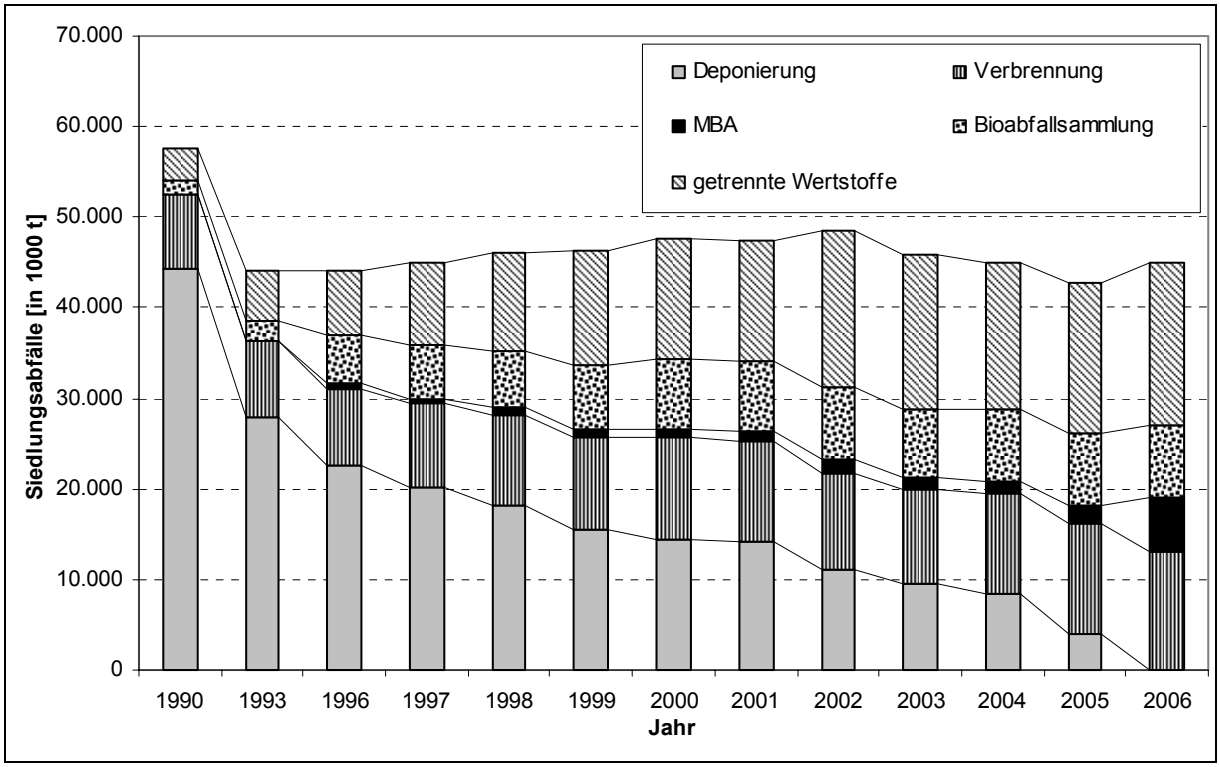


Abbildung 55: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2006 mit Zwischenjahren

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 17 berechnet:[49]

Gleichung 17:

$$CH_4\ erzeugt\ im\ Jahr\ t\ (Gg/Jahr) = \sum_x [(A * k * MSW_T(x) * MSW_F(x) * L_0(x) * e^{-k(t-x)}]$$

$$mit: L_0(GgCH_4/kgAbfall) = MCF * DOC * DOC_F * F * 16/12$$

$$für\ x = erstes\ Jahr\ bis\ t$$

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 die Oxidierung des Methans in den Deckschichten der Deponien berücksichtigt, wie Gleichung 18 widerspiegelt:

Gleichung 18:

$$CH_4\ emittiert\ in\ Jahr\ t\ (Gg/Jahr) = (CH_4\ erzeugt\ in\ Jahr\ t - R(t)) \bullet (1- OX)$$

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.

49 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).

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 56 und Abbildung 57). 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.

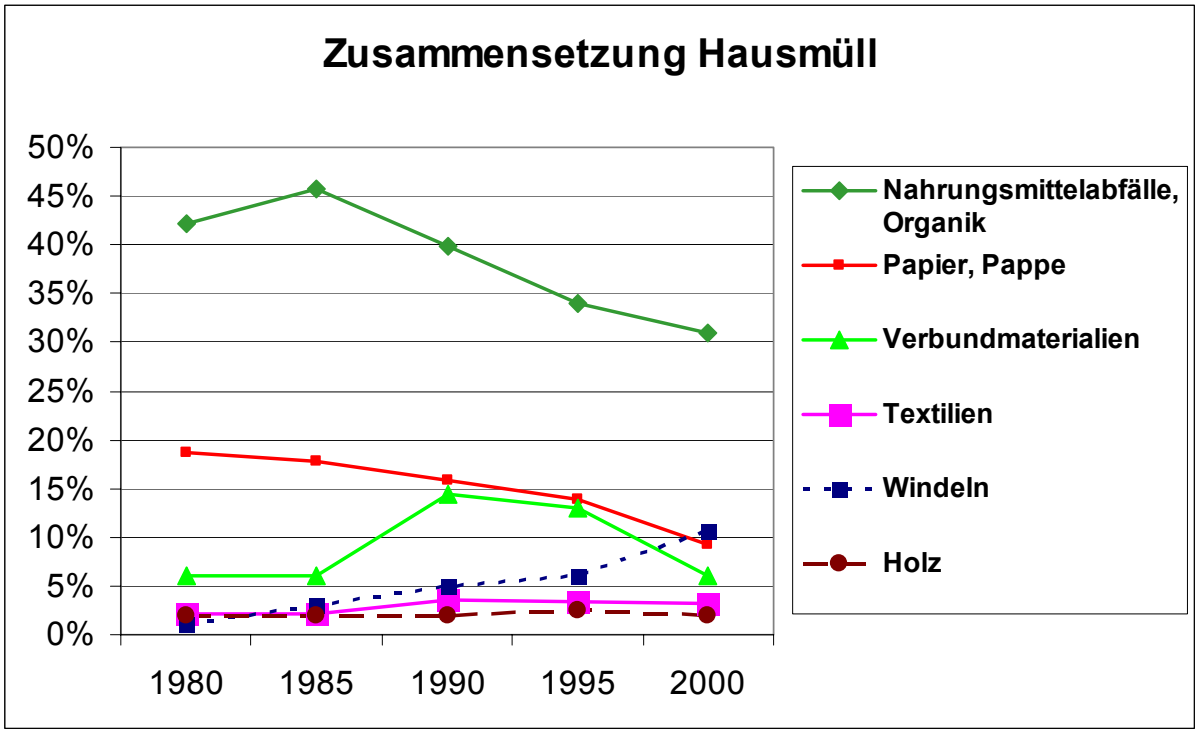


Abbildung 56: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2000

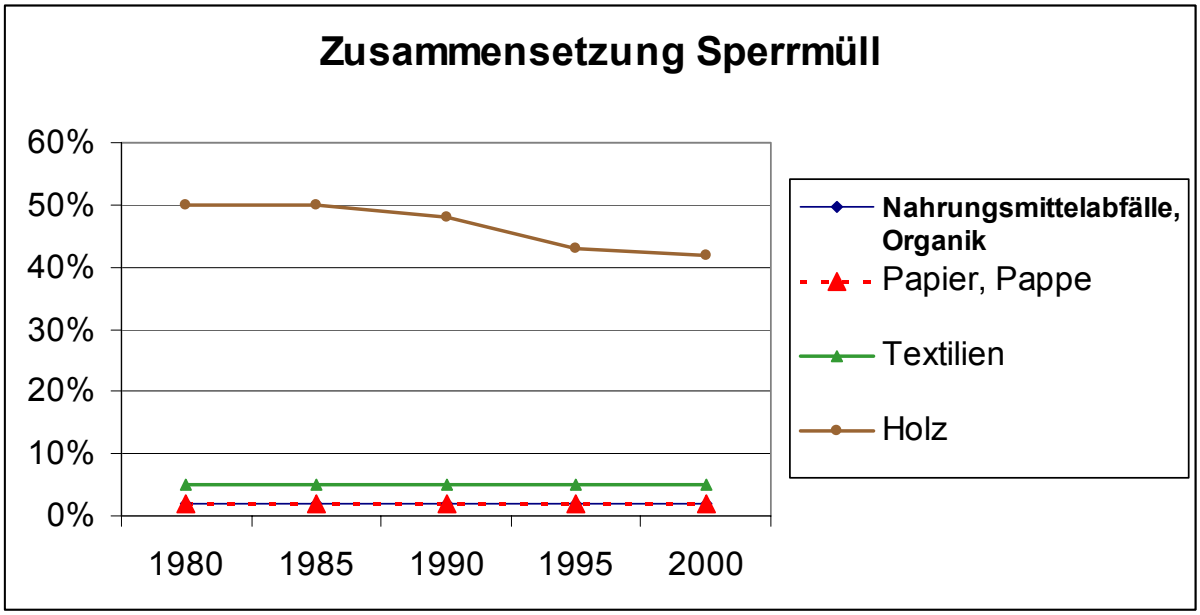


Abbildung 57: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2000

8.1.1.2.3 MCF (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 nationale Daten sowie Default-Faktoren des IPCC verwendet. Eine Übersicht über die verwendeten DOC-Werte ist in folgender Tabelle 112 enthalten.

Tabelle 112: 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 113 dokumentiert die verwendeten Halbwertszeiten für die Abfallfraktionen.

Tabelle 113: 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[50] 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.

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).

[50] Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von >Siedlungsabfälle (Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz) vom 14. Mai 1993

8.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1)

Die Unsicherheiten der Methode wurden 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 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)

Die gesamte Zeitreihe der CH_4 -Emissionen aus der Deponierung von Siedlungsabfällen von 1990 bis 2004 wurde unter Verwendung einer überarbeiteten Tier 2-Methode neu berechnet. Die Verbesserungen im Vergleich zum Vorjahr umfassen die folgenden Aspekte:

- Es wurden zum ersten Mal die Industrieabfälle in die Berechnungen einbezogen.
- Die bisher angenommene einheitliche Abfallzusammensetzung über den Berechnungszeitraum wurde durch eine Zeitreihe der Abfallfraktionen über den Zeitraum 1980 bis 2004 verbessert, die die verstärkten Aktivitäten der Getrenntsammlung und der Abfallverwertung widerspiegelt.
- Bei den Abfallfraktionen wurden neu auch Windeln und Verbundstoffe mit nationalen DOC-Werten berücksichtigt.
- Es wurden durch das Statistische Bundesamt zusätzliche Datenquellen für den Zeitraum 1975 bis 1990 zur Verfügung gestellt, die die bisherigen Annahmen in diesem Zeitraum ersetzt haben. Eine Literaturrecherche ergab neue Quellen für die Abfallzusammensetzung und Deponierung der ehemaligen DDR.

- Das Berechnungsmodell wurde in ein Multi-Phasenmodell umgewandelt, das die unterschiedlichen Halbwertszeiten der Abfallfraktionen berücksichtigt. In diesem Zusammenhang wurde auch der Betrachtungszeitraum des Modells erweitert, dass nun bei 1950 startet, und nicht mehr erst bei 1970, was von den IPCC Guidelines als „gute Praxis“ betrachtet wird.

8.1.1.6 Geplante Verbesserungen (6.A.1)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

8.2 Abwasserbehandlung (6.B)

CRF 6.B					
Hauptquellgruppe nach Level (l) / Trend (t)		**Schadstoff (HQG)**	**1990- Anteil an der Gesamtemission**	**2006 - Anteil an der Gesamtemission**	**Trend**
6.B.2 - Domestic and Commercial Wastewater	- / t	CH_4	0,17 %	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 aufgeführt.

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	NE	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)	NE	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, insbesondere in Ostdeutschland, 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 114. 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 114: 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**			
Abflusslosen Gruben	27,74	24,42	23,20	21,98	20,76	19,54	18,32			

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.

$$CH_4(abflusslose\ Gruben) = kg\ BSB_5\ /Jahr\ x\ 0{,}6\ kg\ CH_4\ /kg\ BSB_5\ x\ 0{,}5$$

Tabelle 115: 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**			
Abflusslosen Gruben	8,32	7,33	6,96	6,59	6,23	5,86	5,50			

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. Zur Aufstellung einer konsistenten Zeitreihe wurden die Aktivitätsraten jeweils zwischen 1991 und 1995, 1995 und 1998, 1998 und 2001 sowie 2001 und 2004 linear interpoliert. Die Aktivitätsrate für 1990 hingegen wurde aus der Zeitreihe 1991 bis 1995 extrapoliert. Die Aktivitätsdaten für 2005 und 2006 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 Qualitätskontrolle (Tier 1), die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entspricht, wurde durchgeführt.

Der MCF für abflusslose Gruben in Deutschland wurde auf Basis einer Auswertung der nationalen Inventarberichte anderer Staaten abgeleitet (vergleiche Kapitel 14.6.2).

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)

Umfangreiche Rückrechnungen wurden im NIR 2004 (UBA, 2004a) berichtet. Aktuell wurden aufgrund der neuen Aktivitätsdaten für 2004 Rückrechnungen, beginnend mit dem Jahr 2002 bis 2005, durchgeführt (vgl folgende Tabelle)

Tabelle 116: Quellenspezifische Rückrechnungen in 6.B.2

Methanemissionen: [kt CH_4]	2002	2003	2004	2005	2006
Abflusslosen Gruben (NEU)	6,96	6,59	6,23	5,86	5,50
Abflusslosen Gruben (ALT)	6,33	5,33	4,34	4,34	
Differenz	+0,63	+1,26	+1,89	+1,52	

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:

- Ablagerung auf Deponien: 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 117 aufgeführt.

Tabelle 117: 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)[51]. 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 mit der Emissionsberechnung der offenen Schlammfaulung in Ostdeutschland verbundenen Unsicherheiten wurden bislang noch nicht abgeschätzt.

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

8.2.2.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2)

Umfangreiche Rückrechnungen wurden im NIR 2004 (UBA, 2004a) berichtet. Aktuell wurden keine Rückrechnungen durchgeführt.

51 Der Emissionsfaktor wurde ermittelt indem die Differenz aus den Methanemissionen der psychrophilen Schlammstabilisierung in den neuen Bundesländern und der anfallenden Klärschlammenge gebildet worden ist.

8.2.2.2.6 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.).

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)[52] 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[53] 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 118) .[54]

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.

52 Der Ernährungsbericht wird im vierjährigen Rhythmus herausgegeben.

53 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.

54 FAO Statistical Yearbook 2004 Vol.1/1 http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/index.asp; September 2007

Tabelle 118: 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**			
	99	100	100	100	*100*	*100*	*100*			

Kursive Zahlen: Extrapolierte bzw. fortgeschriebene Werte
(FAO, 2004)

Tabelle 119: 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**			
	82.260	82.440	82.537	82.532	82.501	82.438	82.315			

(DESTATIS, 1991-2006)

Mit Hilfe von Tabelle 118 und Tabelle 119 sowie der IPCC-Methode können die Lachgasemissionen ermittelt werden, vergleiche Tabelle 120.

$$N_2O_{(s)} = \mathrm{Pr}otein\ x\ Frac_{NPR}\ x\ NR_{PEOPLE}\ x\ EF_6$$

dabei:

$N_2O_{(s)} = N_2O\ Emissionen\ des\ menschlichen\ Abwassers\ (kg\ N_2O-N/a)$

$\mathrm{Pr}otein = jährliche\ Eiweisszufuhr\ (kg/person/a)$

$NR_{PEOPLE} = Zahl\ der\ Einwohner\ im\ Land$

$EF_6 = Emissionsfaktor\ (Default\ 0{,}01\ (0{,}002-0{,}12)\ kg\ N_2O-N/kg\ produziertes\ Abwasser-N)$

$Frac_{NPR} = Anteil\ an\ Stickstoff\ im\ Eiweiß\ (Default = 0{,}16\ kg\ N/kg\ Eiweiß)$

Tabelle 120: Lachgasemissionen in Deutschland nach IPCC-Methode

	[t N_2O]									
N_2O Emissionen	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
	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.

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)

Da sich die Qualität einiger Daten und auch deren Erhebungsmethode im Vergleich zur Berichterstattung 2006 verändert hat, ist die Qualität der Berichterstattung im Vergleich zum Vorjahr verbessert, wobei aber ab 2004 aufgrund der fehlenden aktuellen Daten eine Fortschreibung der Daten erfolgte, weshalb eine gewisse Unsicherheit besteht. 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.

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 (vergleiche Anhang, Tabelle 165).

8.2.2.3.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2)

Mit den von der FAO in 2007 veröffentlichten Daten zum durchschnittlichen Eiweißverbrauch pro Person und Tag für die Zeiträume 1989-1991 und 2001-2003 (FAO-Jahrbuch 2004, veröff. 2007) wurden Rückrechnungen bis 1990 vorgenommen und die Daten ab 2004 fortgeschieben.

Aufgrund dieser Aktualisierungen und den aktuellen Bevölkerungszahlen in Deutschland für den Zeitraum von 1990 bis 2006 wurden die resultierenden N_2O-Emissionen für den benannten Zeitraum rekalkuliert. Die Daten können Table 8a der CRF-Berichtstabellen entnommen werden.

Die folgende Gegenüberstellung der beiden Tabellen zeigen die Änderungen

N_2O Emissionen [t N_2O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
NEU	7.173	7.220	7.357	7.390	7.408	7.433	7.451	7.455	7.453	7.465
ALT	7.173	7.146	7.134	6.867	7.109	7.058	7.225	6.853	7.228	7.239
Differenz	0	+74	+223	+523	+299	+375	+226	+602	+225	+226
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
NEU	7.474	7.566	7.575	7.574	7.571	7.566	7.554			
ALT	7.247	7.414	7.423	7.347	7.344	7.338				
Differenz	+227	+152	+152	+227	+227	+228				

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.

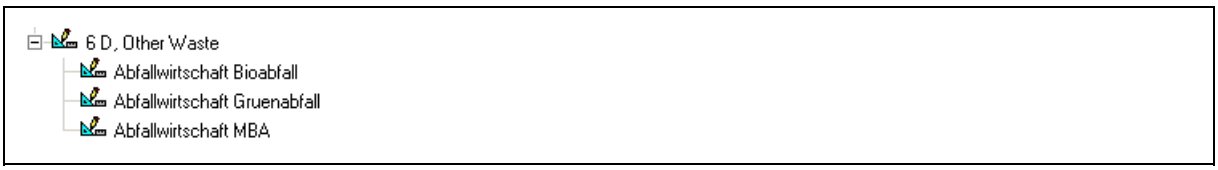


Abbildung 58: Strukturzuordnung 6.D: Andere Bereiche

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 durchschnitliche 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
$EF\text{-}CH_4$ = 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 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 zusammengesetze 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 2006 liegen jedoch noch keine Daten des Statistischen Bundesamtes vor. Nach Sätzung des Umweltbundesamtes wurden im Jahre 2006 ca. 5 Mio. Tonnen Abfall in mechanisch-biologischen Anlagen behandelt.

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. Eine Quantifizierung der Unsicherheiten für das Jahr 2005 ist z.Z. aus den vorstehend genannten Gründen nicht möglich; dies ist für das kommende Jahr geplant auf der Grundlage der dann vorliegenden Erfahrungen mit der Einhaltung der 30. BImSchV in der Praxis.

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 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 2007 und der des Berichtsjahrs 2008 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 Berichtsjahr 2007 nach Quellgruppen

Die Rückrechnungen begründen sich diesjährig, wie auch im Vorjahr, überwiegend auf Detailverbesserungen,. Die Inventare enthalten dabei Verbesserungen in folgenden Bereichen:

Energie:

- Aktualisierung der Aktivitätsdaten für die Stromerzeugung aus Heizöl entsprechend der Aktualisierung der Energiebilanzen (1.A.1, 1.A.2)
- Korrektur der Aktivitätsdaten für die Stromerzeugung aus Heizöl für 1995 (1.A.1)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten für den Brennstoffeinsatz von Hausmüll und Siedlungs-abfall für das Jahr 2005 (1.A.1)
- Aktualisierung der CO_2-Emissionsfaktoren für Rohbraunkohle aus Helmstedt (1.A.1)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten zur Braunkohlentrocknung für das Jahr 2005 (1.A.1.c)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten der gesamten Zeitreihe in den Bereichen Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a), Nichteisen-Metalle (1.A.2.b) und Zuckerherstellung (1.A.2.e)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten der gesamten Zeitreihe in den Bereichen Zement, Glas, Keramik und Sonstige (1.A.2.f, alle)
- Aktualisierung des CO_2-Emissionsfaktors von Kerosin im nationalen Flugverkehr für die Jahre 1990 bis 1999(1.A.3a)
- Aktualisierung der CH_4-Emissionsfaktoren des Bauwirtschaftlichen Verkehrs ab 1995 (1.A.3e)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten im Bereich Sonstige Feuerungsanlagen für 2004 und 2005 (1.A.4)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten für 2005 im Bereich Militär (1.A.5)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten des Kohlenbergbaues (1.B.1.a)
- Neuberechnung der CH_4-Emissionen aus stillgelegtem Steinkohlenbergbau ab 1998 (1.B.1.c)

Industrieprozesse:

- Neuberechnung der N_2O-Emissionen aus der Caprolactam-Produktion im Zeitraum 1991-2005 im Bereich Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5)
- Neuberechnung der HFKW-Emissionen aus Industriekälteanlagen für 2003 und 2004 (2.F.1)
- Korrektur der Emissionen einzelner Gase aus der Gewerbekälte für 1998 und 2005 (2.F.1)
- Neuberechnung der implizierten Emissionsfaktoren (IEF) für den gesamten Bereich Verbrauch halogenierter Kohlenwasserstoffe und SF_6 (2.F.1 – 2.F.7)
- Neuberechnung der Aktivitäts- und damit Emissionsdaten für 1990 bis 2005 (2.F.7)
- Neuberechnung der Emissionsdaten im Bereich Elektrische Betriebsmittel für 2005 (2.F.7)

Lösemittel und andere Produktverwendung:

- keine Rückrechnungen

Landwirtschaft:

- keine Rückrechnungen

Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft:

- keine Rückrechnungen

Abfall und Abwasser:

- Neuberechnung der gesamten CH_4-Zeitreihe unter Verwendung einer überarbeiteten Tier-2-Methode
- Aktualisierung und Neuaufnahme von Aktivitätsdaten im Bereich Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)
- Neuerfassung einzelner Abfallfraktionen im Bereich Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen rückwirkend bis 1980 (6.A.1)
- Erfassung neuer Datenquellen für die Jahre 1975 bis 1990 (6.A.1)
- Verbesserung des Berechnungsmodells im Bereich Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen und Ausweitung des Betrachtungszeitraumes bis 1950 (6.A.1)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten ab 2002 für den Bereich Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2)
- Aktualisierung der Aktivitätsdaten ab 1990 im Bereich Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2)

Aktualisierung der Aktivitätsdaten für 2004 und 2005 für die Bereiche Kompostierungsanlagen (6.D.1) und Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (6.D.2).

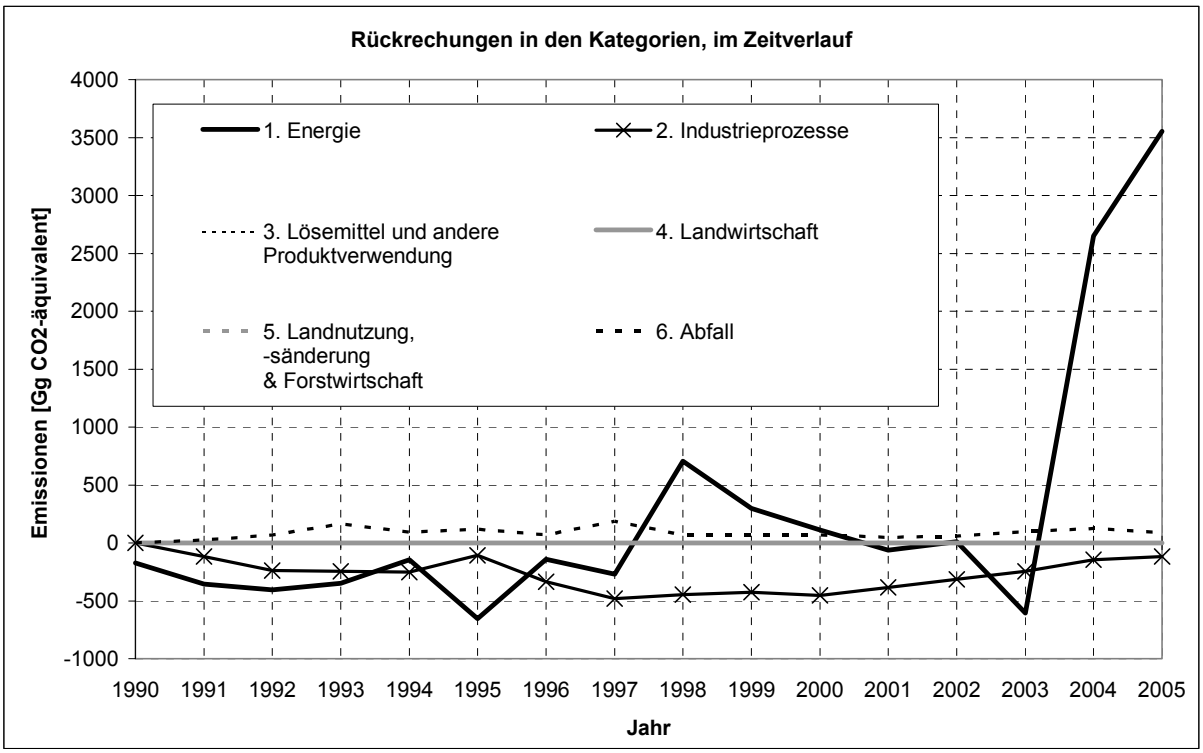


Abbildung 59: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Berichterstattung 2007 für die gesamte Zeitreihe

10.1.3 Rückrechnungen im Berichtsjahr 2007 nach Schadstoffen

Die Rückrechnungen beziehen sich diesjährig überwiegend auf Kohlendioxidemissionen.

CO_2: Rückrechnungen erfolgten in folgenden Quellgruppen:

- siehe Nennungen Energie unter 10.1.2
- siehe Nennungen Industrieprozesse 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 Abfall unter 10.1.2

F-Gase Rückrechnung erfolgte in folgenden Quellgruppen:

- siehe Nennungen Industrieprozesse unter 10.1.2

Tabelle 121: Rückrechnungen des Inventars gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Basisjahr (1990/ 1995)	**2004**
	[Gg CO_2-äquivalent Gg]	
Gesamt	-0,01%	0,46%
CO_2	-0,02%	0,44%
CH_4	0,00%	0,10%
N_2O	0,00%	-0,57%
HFC, PFC, SF_6	-0,14%	-0,02%

Quelle: eigene Berechnungen, Emissionen ohne LULUCF

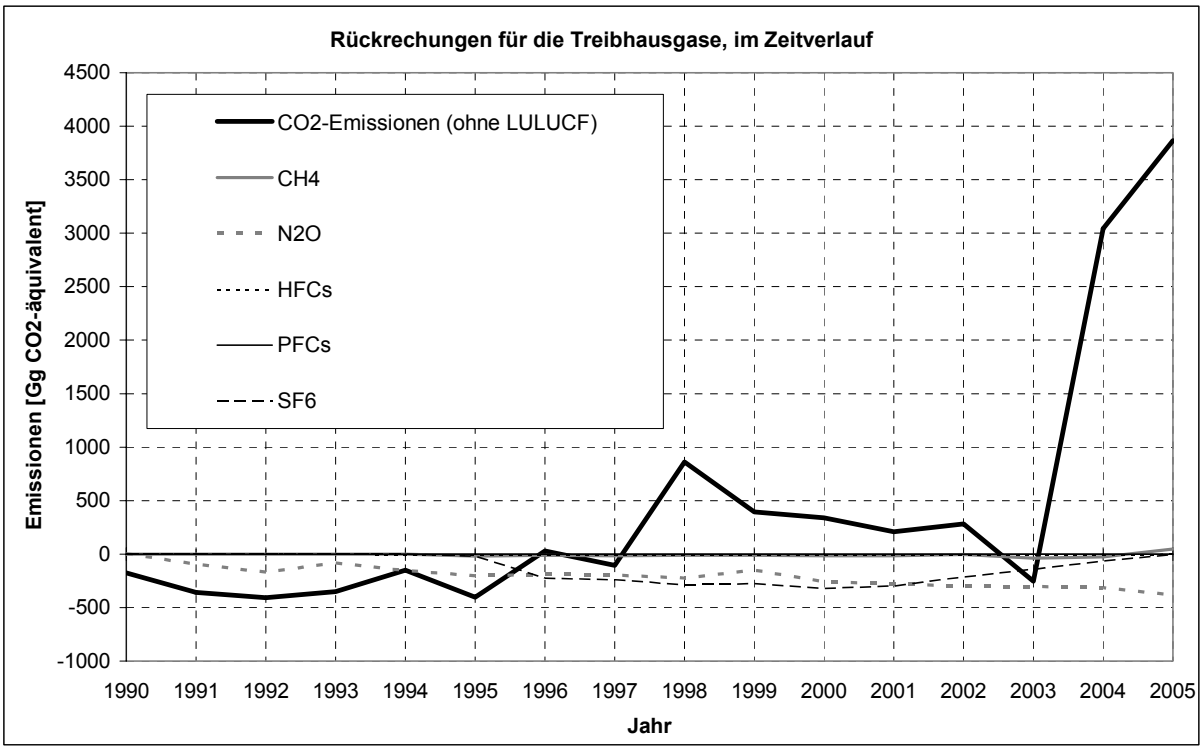


Abbildung 60: Rückrechnung der schadstoffbezogenen Gesamtemission über alle Quellgruppen im Vergleich zur Berichterstattung 2007 für die gesamte Zeitreihe

10.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

Einige Rekalkulationen sind direkte Folge von Benennungen vergangener Reviews:

- Der CO_2-Emissionsfaktor für Kerosin wurde angepasst. - Eine Korrektur erfolgte in textlicher Form bereits im NIR 2007. Mit dem vorliegenden Inventarbericht erfolgen die entsprechenden Rekalkulationen in den CRF-Tabellen.

10.2 Auswirkung auf die Höhe der Emissionen

Das Inventar wurde in Bezug auf Vollständigkeit und Genauigkeit verbessert. Ursache für Emissionserhöhungen sind die aktuelleren Energiebilanzen und die darauf beruhenden Berechnungen.

Tabelle 122: Rückrechnungen des Inventars in Zeitreihen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Nationale Gesamtemissionen an Treibhausgasen ohne Kohlendioxid aus LULUCF		
	Submission 2007	Submission 2008	Rückrechnung/ Differenz
	[Gg CO_2-äquivalent]	[Gg CO_2-äquivalent]	[%]
1990	1.228.235,33	1.228.063,02	-0,01
1991	1.180.420,74	1.179.969,14	-0,04
1992	1.129.912,79	1.129.336,49	-0,05
1993	1.116.782,17	1.116.347,71	-0,04
1994	1.098.429,74	1.098.124,32	-0,03
1995	1.096.029,35	1.095.385,40	-0,06
1996	1.115.461,73	1.115.055,27	-0,04
1997	1.078.309,94	1.077.745,91	-0,05
1998	1.052.352,20	1.052.680,36	0,03
1999	1.021.044,44	1.020.986,54	-0,01
2000	1.020.185,99	1.019.915,63	-0,03
2001	1.037.157,18	1.036.756,03	-0,04
2002	1.017.935,85	1.017.691,90	-0,02
2003	1.031.274,05	1.030.520,65	-0,07
2004	1.025.378,39	1.028.005,47	0,26
2005	1.001.897,31	1.005.422,04	0,35

Quelle: eigene Berechnungen, ohne Kohlendioxid aus LULUCF

Im Bereich LULUCF wurden keine Rückrechnungen vorgenommen.

Im Bereich der nachrichtlichen Mitteilungen wurden nur für Kohlendioxid und dort für die Ausweisung der Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr und aus Biomasse Rückrechnungen vorgenommen:

Tabelle 123: Rückrechnungen nachrichtlicher Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	1990	2005
	Änderung CO_2 [Gg]	
Emissionen aus dem internationalen Verkehr	-0,59%	±0,00%
Luftverkehr	-0,99%	±0,00%
Seeverkehr	±0,00%	±0,00%
Multilaterale Einsätze	NE	NE
CO_2 Emissionen aus Biomasse	-0,05%	+12,11%

Quelle: eigene Berechnungen

Die Änderung im internationalen Flugverkehr 1990 entspricht der für den nationalen Flugverkehr angegebenen. Hier wurde für die Jahre 1990 bis 1999 der CO_2-Emissionsfaktor für Kerosin angepasst und entsprechende Rückrechnungen vorgenommen (siehe Kapitel 3.1.5.1.5).

10.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die CO_2 Emissionen, die CH_4 Emissionen und die N_20 Emissionen veränderten sich für 1990 geringfügig. Die Gesamtemission für 1990 veränderten sich durch methodische Korrekturen nur geringfügig um insgesamt um -0,014 %.

Die Veränderungen erfolgten dabei mehrheitlich im Sektor Energie. Hier änderten sich unter anderem die CO_2-Emissionsfaktoren für Kerosin und für Braunkohle aus Helmstedt.

Detailliertere Informationen sind, in Ergänzenung zu nachfolgender Tabelle, in den CRF-Tabellen 8(a)s1 und 8(a)s2 verfügbar.

Tabelle 124: Rückrechnung der quellgrupppenspezifischen Gesamtemission über alle Schadstoffe 1990

	Übermittlung 2007 [Gg]	Übermittlung 2008 [Gg]	Änderung CO_2-äquivalent [Gg]	Änderung [%]
Nationale Gesamtemissionen (ohne LULUCF)	1.227.860	1.227.688	-172,1	-0,014%
1. Energie	987.864	987.692	-172,0	-0,017%
2. Industrieprozesse	119.799	119.799	-0,1	-0,000%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	2.089	2.089	±0,0	±0,000%
4. Landwirtschaft	77.685	77.685	±0,0	±0,000%
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	-28.241	-28.241	±0,0	±0,000%
6. Abfall	40.423	40.423	±0,0	±0,000%

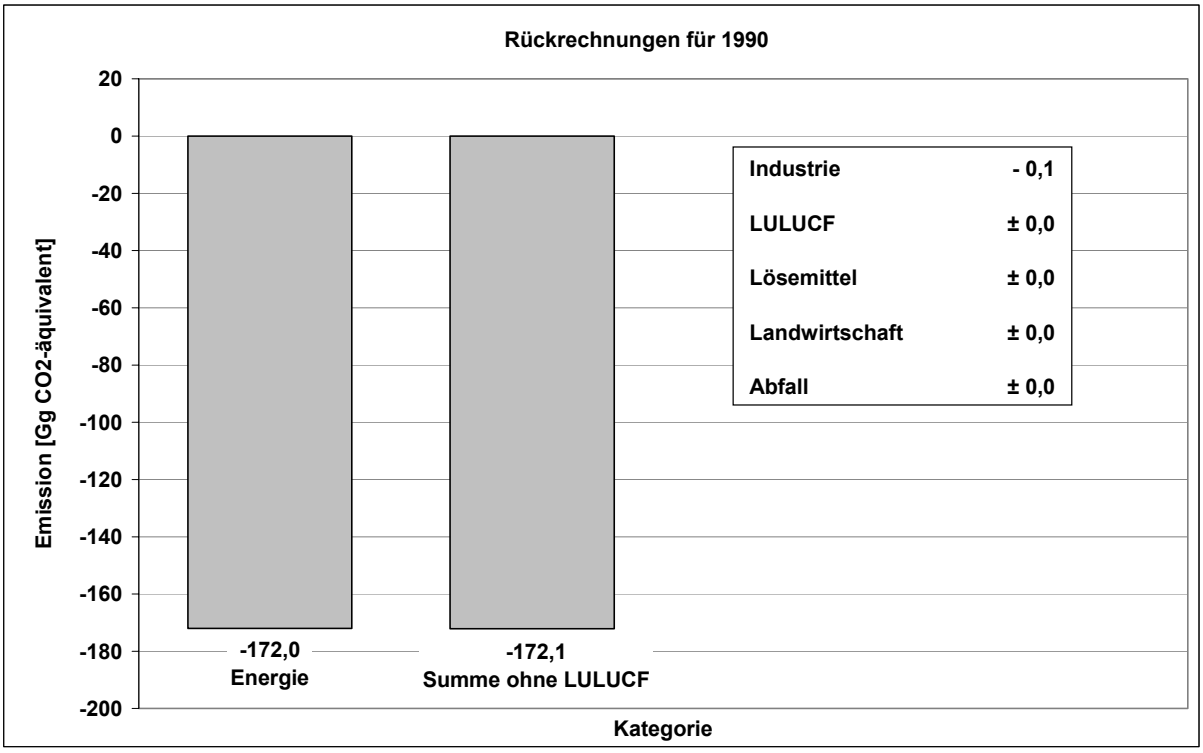


Abbildung 61: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990

10.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2005

Die Gesamtemissionen ohne LULUCF erhöhten für das Jahr 2005 im Vergleich zur Submission 2007 um 0,35 %.

Die Veränderungen erfolgten dabei größtenteils im Sektor Energie, wo unter anderem der CO_2-Emissionsfaktor für Braunkohle aus Helmstedt abgesenkt wurde.

Weitere Rückrechnungsinformationen enthalten die CRF-Tabellen 8(a)s1, 8(a)s2 und 8(b) und nachfolgende Zusammenstellung.

Tabelle 125: Rückrechnung der quellgrupppenspezifischen Gesamtemission über alle Schadstoffe 2005

	Übermittlung 2007 [Gg]	Übermittlung 2008 [Gg]	Änderung CO_2-äquivalent [Gg]	Änderung [%]
Nationale Gesamtemissionen (ohne LULUCF)	1.001.476	1.005.000	+3.524,7	+0,35%
1. Energie	815.807	819.362	+3.554,7	+0,44%
2. Industrieprozesse	107.258	107.139	-119,2	-0,11%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	1.174	1.174	±0,0	±0,00%
4. Landwirtschaft	63.542	63.542	±0,0	±0,00%
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	-36.076	-36.076	±0,0	±0,00%
6. Abfall	13.694	13.783	+89,2	+0,65%

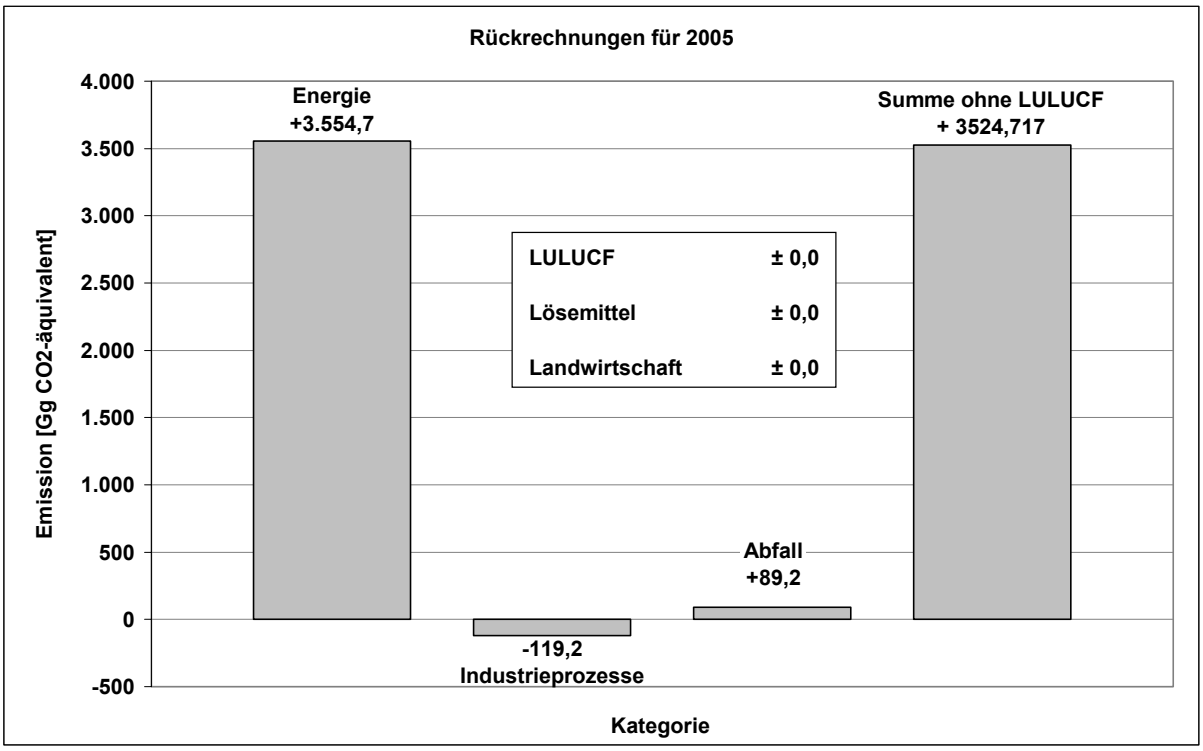


Abbildung 62: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2005

10.3 Auswirkung auf die Emissionstrends und die Konsistenz der Zeitreihe

Die Konsistenz der Zeitreihen hat sich auf Grund der Rückrechnungen verbessert. Es erfolgte im Bereich Abfall/Abwasser eine Methodenanpassung für die gesamte Zeitreihe und in der Glasindustrie für einen Teil der Zeitreihe. Dadurch konnten bestehende Zeitreihenbrüche reduziert wurden. Die quellgruppenspezifischen Trends änderten sich infolge dessen teilweise; die Trends auf höherem Aggregationsniveau wurden dagegen nur abgeschwächt.

Im Ergebnis stellt sich der Gesamttrend gegenüber dem Basisjahr in einer Reduktion von 18,4 % dar. Die CO_2-Emissionen nehmen gegenüber dem Vorjahr leicht zu. Die Emissionen von N_2O, CH_4 und besonders PFC sinken dagegen. Ein besonders deutlicher Anstieg zeigt sich außerdem bei HFC- und SF_6-Emissionen.

10.4 Geplante Verbesserung des Inventars

Alle Maßnahmen zielen auf volle Konsistenz mit den UNFCCC-Berichtsguidelines und den IPCC-Guidelines ab und sollen jedwede Adjustments unter dem Kyoto-Protokoll verhindern.

Konkrete geplante Verbesserungen sind den Kapiteln der Quellgruppen 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.

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.

BATZ, 1995: Kokereien und Produktemissionen. Mündliche Mitteilung. Umweltbundesamt.

BDZ, 2006a: Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.: Internetseite; Rubrik "Statistik"→ „Zahlen und Daten“ → „Wichtige Daten auf einen Blick“ → Punkt 9 → „Anzahl und Kapazität der Öfen mit Betriebsgenehmigung“ (http://www.bdzement.de/550.html?tab=Ofenkapazitaet).

BDZ, 2006b: Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.: Zement-Jahresbericht 2005-2006. Verfügbar unter: http://www.bdzement.de/fileadmin/gruppen/bdz/1Presse_Veranstaltung/Jahresberichte/Jahresb_05_06_gesamt.pdf

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 2006: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2005

BMVg, 2007: Bundesministerium der Verteidigung: Energieeinsatz zur Wärmeversorgung der Bundeswehr (unveröffentlicht).

BMWA, 2003: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Entscheidung der Bundesregierung zur Förderung des Steinkohlebergbaus von 2006-2012. Pressemitteilung vom 11.11.2003. Internetseite URL: http://www.bmwi.bund.de/Navigation/Presse/pressemitteilungen,did=27282.html.

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, 2007: Jahresbericht des Bundesverband Glasindustrie e.V., mit Statistischem Anhang

BVKalk, 2007 (Bundesverband der deutschen Kalkindustrie e.V.): Kalk Daten nationaler Inventarbericht; am 13. August 2007 per E-Mail an das UBA übermittelt.

BVE, 2007: Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. Internetseiten, URL: www.bve-online.de, Recherchedatum September 2007.

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, 2006: Dämmgen, U.: Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories. Landbauforsch 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 & LÜTTICH, 2006: Dämmgen, U.; Lüttich, M.: The Derivation of Nitrogen Excretions for Dairy Cows from Available Statistical Data.. Landbauforschung Völkenrode, special issue 291, 231-243

DAV, 2007: Deutscher Asphaltverband e.V., Schieffelingsweg 6, 53123 Bonn, Pressemitteilung vom 17.04. 07

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, 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. 1991-2004: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1: Produktion im produzierenden Gewerbe (für die Jahre 1990-2003), Wiesbaden

DESTATIS, Fachserie 4 Reihe 8.1, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt; Fachserie 4, Reihe 8.1; Eisen und Stahl, Poeschel-Verlag

DESTATIS, Fachserie 8 Reihe 4, Jg. 1991-2004: Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 4: Binnenschifffahrt (für die Jahre 1990-2003), Wiesbaden.

DESTATIS, Fachserie 8 Reihe 6, Jg. 2002: Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6: Verkehr, Luftverkehr, 2001, Wiesbaden

DESTATIS, Fachserie 19 Reihe 1, Jg 1990-2007: 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“

DIW, 2005: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung: Personal Communication F. Wittke. Berlin, Germany. In: Estimating CO2 Emissions from the Non- Energy Use of Fossil Fuels in Germany- Methodenaktualisierung fuer die Emissionsberechnung 2003, Utrecht University (UU) Copernicus Institute Department of Science, Technology, and Society (STS). FKZ 203 41 253/02.

DIW, 2005: Wochenbericht Nr. 32/2006: Rückgang von Fahrleistung und Kraftstoffverbrauch im Jahr 2005, anhaltender Trend zum Diesel-Pkw; Berlin, August 2006.

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

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, 2005: Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Chapter 1015 Particle Emissions from Animal Husbandry. EEA, Copenhagen

EMEP, 2005a: European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2005. Technical report No 30., Stand: 31.12.2005
URL: reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/

EMEP, 2006: Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Chapter 1090 Manure Management Regarding Nitrogen Compunds. Draft.

EMEP, 2006b: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006, 3rd edition, URL: http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/B3314vs2.2.pdf

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

FHG ISI, 2004: Eberhard Jochem, Michael Schön u.v.a.: Werkstoffeffizienz - Einsparpotenziale bei Herstellung und Verwendung energieintensiver Grundstoffe, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, FKZ 0327313A, URL: http://www.isi.fraunhofer.de/n/Projekte/pdf/IRB-Werkstoffeffizienz.pdf

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.

HAENEL & DÄMMGEN: 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: 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

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, 2003: Knörr, W. , Dünnebeil, F., Helms H., IFEU-Institut Heidelberg: Überarbeitung des Datentransfers zwischen den Datenbanken TREMOD (Transport Emission Estimation Model) und ZSE ("Zentrales System Emissionen"). Umweltbundesamt, Förderkennzeichen (Ufoplan) 201 41 261 / 03, in prep.

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 motorisierten 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, 2003: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 2.0, F+E-Vorhaben 298 43 100/02, Abschluss voraussichtlich 12/2003

INFRAS, 2004: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 2.1- Dokumentation, Bern, 188.8.2004

INNOVATIONS-REPORT, 2004: Anästhetikum an der Zulassungsschwelle, URL:http://www.innovationsreport.de/html/berichte/medizin_gesundheit/bericht-28102.html, Zugriff Juni 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, 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.

JEPSEN et al, 2004: Jepsen, D., Ipsen, A., Theloke, J, Zangel, S.: VOC-Emissionskataster. Emissionsdaten für flüchtige organische Verbindungen aus der Lösemittelanwendung – Methodenevaluierung, Datenerhebung und Prognosen. UFOPLAN Vorhaben. FKZ 20143306. Studie des ÖKOPOL-Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hamburg und Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart im Auftrag des Umweltbundesamts Berlin, Germany.

KRAUTH et al, 1994: N_2O in Kläranlagen, BMFT-Förderkennzeichen 02 WA 910 2/9. Im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie

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, 2006: Lüttich M, Dämmgen U, Eurich-Menden B, Döhler H, Osterburg B: Calculations of Emissions from German Agriculture – National Inventory Report (NIR) 2006 for the Year 2004. Part 2: Tables. Landbauforsch Völkenrode special issue 291A, 1-295.

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-WE, 2003: Landwirtschaftskammer Weser-Ems: Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der Nmin-Methode.

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

MWV, 2006: Mineralölwirtschaftsverband, „Mineralölzahlen 2005“.

MWV, 2007: Mineralölwirtschaftsverband, „Mineralölzahlen 2006“.

OECD/IEA, 2006: CO_2-Emissions from fuel combustion 1971 – 2004, 2006 Edition, OECD & IEA, Paris, ISBN 92-64-10891-X

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-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., 2007: 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

RYPDAL, Kristin 1999: Extraction, first treatment and loading of liquid & gaseous fossil fuels. ed050201. Activities 050201 - 050303. Version: 3.1. Statistics Norway. Norwegen. In a): European Environment Agency (EEA) (2005): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2005. Technical report No 30. Group 5: Extraction & distribution of fossil fuels and geothermal energy, Chapter B521; In b): European Environment Agency (EEA) (2002): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition October 2002 UPDATE. Technical report No 30. Group 5: Extraction & distribution of fossil fuels and geothermal energy, Chapter B521. Kopenhagen

SACHS, 1992: Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. Springer, Berlin / Heidelberg

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

SCHÖN, M.; WALZ, R; ANGERER, G.; BÖHM, E.; HIESSL, H.; BINGEMER, H.; HEINEMEYER, O.; LOBERT, J.; SCHARFFE, D.,1993: Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland, Erich Schmidt Verlag, Berlin

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., 2004: Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 2003. Essen und Köln, im November 2004

STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V., 2005: Übersichtstabellen zur Braunkohlenförderung, Braunkohlenbrikettherstellung und Braunkohlenproduktherstellung in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: 01/2005); im Internet, URL: www.kohlenstatistik.de, Aufruf vom 22.11.2005.

STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V 2006: Statistik der Kohlenwirtschaft, „Herstellung von Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Staub-, Trocken- und Wirbelschichtkohle nach Revieren“, www.kohlenstatistik.de.

STRAUSS, Karl 1998: Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, regenerativer und nuklearer Energiequellen. 4. Auflage. Springer-Verlag.

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.

THELOKE et al., 2000: Theloke, J., Obermeier, A., Friedrich, R. (2000): Ermittlung der Lösemittelemissionen 1994 in Deutschland und Methoden zur Fortschreibung. Universität Stuttgart, Insitut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Abteilung Technikfolgenabschätzung und Umwelt. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. Forschungsbericht 295 42 628. Berlin, Germany.

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, 2003d: Umweltbundesamt: UBA-Text 41/03: Struschka, Michael; Zuberbühler, Ulrich; Dreiseidler, Anja et. al.: Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung. Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Universität Stuttgart. Weitere Autoren: Dreizler, Daniel / Baumbach, Günther, sowie Hartmann, Hans / Schmid, Volker / Link, Heiner (Bayerische Landesanstalt für Landtechnik im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing, FKZ 299 44 140, S.312, Berlin

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, 2004a: Strogies, Dreher, Schiller et al: Nationaler Inventarbericht 2004, Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, Umweltbundesamt Berlin, März 2004; im Internet URL: http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2797.pdf

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, Wien (Hrsg.), 2004: Michael Anderl, Doris Halper, Agnes Kurzweil, Stephan Poupa,Daniela Wappel, Peter Weiss, Manuela Wiese: Austria's National Inventory report 2004, Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change; Umweltbundesamt GmbH, Wien

UMEG 2004: Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit 2004: Emissionsfaktoren-Handbuch, Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg

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.

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 2006: Presseerklärung des Verbandes zum Absatz im Jahre 2006, URL: http://www.derdichtebau.de/qualitaet-rechnet-sich.32698, Frankfurt a.M. 2006,VDI, 1999: Verein Deutscher Ingenieure e.V: VDI-Richtlinie 2578 - Emissionsminderung - Glashütten, 11/1999

VDP, versch. JG: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.: Ein Leistungsbericht, Bonn, verschiedene Jahrgänge seit 1990

VDP, 2004: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.: Ein Leistungsbericht, Bonn

VDZ, 2007 (Verein Deutscher Zementwerke e.V.): Zement – Produktionsdaten der deutschen Zementindustrie; am 29.8.2007 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, 2004: WEG Wirtschaftsverband Erdöl und Erdgasgewinnung e.V.: Jahresbericht 2004, Zahlen und Fakten. 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

WEILBACHER, 1987: Ausgasung von Zellgasen, interner Laborbericht vom 17.08.87 (überreicht von der BASF AG, Ludwigshafen).

WEISS, Martin & PATEL, Martin o.J.: Non-energy Emission Accounting Tables (NEAT) - CO_2 emissions from the non-energy use of fossil fuels. Utrecht University, Department of Science, Technology and Society (STS) / Copernicus Institute, Utrecht, Netherlands (unveröffentlicht)

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

Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., 2005: Jahresbericht, Zahlen & Fakten 2004. Hannover.

Wirtschaftsvereinigung Stahl, VDEh, 2003: Wirtschaftsvereinigung Stahl (Hrsg.), Stahl-Institut VDEh (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch der Stahlindustrie 2003/04, Verl. Stahleisen, Düsseldorf.

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 2007: Ziesing, Hans Joachim: Kohlendioxidemissionen in Deutschland 2006: Nach wie vor keine Trendwende in Sicht. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 5, Mai 2007

12 ANHANG 1: HAUPTQUELLGRUPPEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS

Entsprechend der „*IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*“[55] (*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

55 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 114 Einzelaktivitäten aufgesplittet.

12.1.1 Tier 1 Level Approach

Im Ergebnis werden die Quellgruppen als Hauptquellgruppen (●) festgelegt, die im Basisjahr des Kyoto-Protokolls, bzw. 2006 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 2006 insgesamt 26 Hauptquellgruppen festzustellen (siehe Tabelle 126).

Tabelle 126: Hauptquellgruppen für Deutschland (2006) gemäß Tier 1 Level Approach (ohne Senken)

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	2006 [Gg CO_2 Eqiv.][#]	Level Assesment	Key Source Decision
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	329294,5	31,42	●
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CO2	148881,7	14,21	●
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CO2	117164,2	11,18	●
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CO2	88548,5	8,45	●
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CO2	45976,0	4,39	●
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	44859,2	4,28	●
5.B Cropland		CO2	25007,1	2,39	●
4D1. Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N2O	23985,0	2,29	●
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CO2	20223,9	1,93	●
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	16620,5	1,59	●
5.C Grassland		CO2	16598,1	1,58	●
2A1. Mineral Products Cement Production		CO2	13208,2	1,26	●
4D3. Agricultural Soils	Indirect Emissions	N2O	12462,9	1,19	●
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CO2	11664,2	1,11	●
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	10143,2	0,97	●
4A.1. Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH4	10083,9	0,96	●
6 A1 Managed Waste Disposal on Land		CH4	9618,0	0,92	●
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC´s	9522,7	0,91	●

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	2006 [Gg CO_2 Eqiv.]#	Level Assesment	Key Source Decision
2B2 Chemical Industry	Nitric Acid Production	N2O	8478,7	0,81	•
4A.1. Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH4	6867,5	0,66	•
1.B.2.b. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Natural Gas	Natural Gas	CH4	6710,6	0,64	•
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	6498,2	0,62	•
2A2. Mineral Products Lime Production		CO2	5502,1	0,52	•
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CO2	5289,7	0,50	•
2B1. Chemical Industry	Ammonia production	CO2	5137,7	0,49	•
1B1a. Fugitive Emissions from Fuels Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	4835,0	0,46	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CO2	4343,5	0,41	
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	N2O	3607,7	0,34	
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	3003,9	0,29	
2C4. SF6 Used in Aluminium and Magnesium Foundries		SF6	2604,2	0,25	
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	2520,9	0,24	
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	N2O	2341,8	0,22	
4B1. Manure Management	Dairy Cattle	CH4	1682,8	0,16	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	1546,2	0,15	
4B8. Manure Management	Swine	CH4	1545,5	0,15	
4B1. Manure Management	Non-Dairy Cattle	CH4	1476,7	0,14	
4D2. Agricultural Soils	Animal Production	N2O	1396,7	0,13	
4A.2. Enteric Fermentation	other animals	CH4	1390,7	0,13	
1A3c. Transport Railways	all fuels	CO2	1271,6	0,12	
3D.Total Solvent and Other Product Use		N2O	1174,0	0,11	
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	N2O	1096,9	0,10	
4B13. Manure Management Other	Other Cattle	N2O	932,2	0,09	
2A7. Glass Production		CO2	925,5	0,09	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CO2	855,1	0,08	
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	N2O	792,1	0,08	
4B13. Manure Management Other	Dairy Cows	N2O	779,7	0,07	
2C3. Aluminium Production		CO2	706,0	0,07	
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CH4	678,3	0,06	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CO2	636,2	0,06	
6 A3 Other - Composting		CH4	556,4	0,05	
4B13. Manure Management Other	Poultry	N2O	543,8	0,05	
5.F Other Land		CO2	530,8	0,05	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CO2	527,9	0,05	
4B13. Manure Management Other	Swine	N2O	470,9	0,04	
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	N2O	438,7	0,04	
5, Land-Use Change and Forestry		N2O	421,6	0,04	
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	PFC´s	394,0	0,04	
2A7. Bricks and Tiles Production	limesto-input	CO2	392,4	0,04	
6 A3 Other - Composting		N2O	362,9	0,03	
4B13. Manure Management Other	other animals	N2O	309,0	0,03	

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	2006 [Gg CO_2 Eqiv.]#	Level Assesment	Key Source Decision
2E. Production of Halocarbons and SF6	production of HCFC-22	HFC´s	291,0	0,03	
4B2. Manure Management	other animals	CH4	249,0	0,02	
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	N2O	230,1	0,02	
2E. Production of Halocarbons and SF6	Fugitive emissions	SF6	215,1	0,02	
2C3. Aluminium Production		PFC´s	188,2	0,02	
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CH4	155,5	0,01	
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CH4	130,2	0,01	
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	N2O	115,7	0,01	
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH4	115,4	0,01	
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4	112,8	0,01	
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	N2O	104,0	0,01	
5.G Other (please specify)		CO2	93,1	0,01	
1B1c. Fugitive Emissions from Fuels Other (Abandoned Mines)	Solid Fuels	CH4	82,8	0,01	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	N2O	78,1	0,01	
2B5 Chemical Industry	other	N2O	67,8	0,01	
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	N2O	64,8	0,01	
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CH4	60,4	0,01	
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CH4	50,3	0,00	
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CH4	42,7	0,00	
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	N2O	30,7	0,00	
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CH4	25,7	0,00	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	N2O	23,0	0,00	
2B4 Chemical Industry	Carbide Production	CO2	17,5	0,00	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CO2	17,1	0,00	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	N2O	10,5	0,00	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	N2O	9,3	0,00	
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CH4	8,5	0,00	
1B1b. Fugitive Emissions from Fuels Solid Fuel Transformation	Solid Fuels	CH4	8,5	0,00	
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CH4	8,0	0,00	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	N2O	6,2	0,00	
1A3c. Transport Railways	all fuels	N2O	5,3	0,00	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	N2O	5,2	0,00	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CH4	5,2	0,00	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CH4	4,5	0,00	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	N2O	3,6	0,00	
2C2. Ferroalloys Production	Ferroalloys	CO2	2,8	0,00	
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	other	CH4	2,1	0,00	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CH4	1,8	0,00	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CH4	1,4	0,00	
2C5. Other		HFC 134a	1,1	0,00	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CH4	0,6	0,00	
1A3c. Transport Railways	all fuels	CH4	0,6	0,00	

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	2006 [Gg CO_2 Eqiv.]#	Level Assesment	Key Source Decision
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CH4	0,5	0,00	
2B5 Chemical Industry	other	CH4	0,4	0,00	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CH4	0,2	0,00	
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CO2	0,0	0,00	
1B2c. Fugitive Emissions from Fuels Venting and Flaring	Venting and Flaring	CH4	0,0	0,00	
1.B.2.d. Other	Stadtgas	CH4	0,0	0,00	
2A4. Soda Ash		CO2	0,0	0,00	
2E. Production of Halocarbons and SF6		PFC´s	0,0	0,00	
4G. Other	Other	N2O	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 2006 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 35 Hauptquellen festzustellen (siehe Tabelle 127).

Tabelle 127: Hauptquellgruppen für Deutschland (Basisjahr & 2006) gemäß Tier 1 Trend Approach (ohne Senken)

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Base Year [Gg CO_2 Equi.]#	2006 [Gg CO_2 Equi.]#	Prozent Absolute	Key Source Decission
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	335864,1	329.294,465	19,48735	●
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	59066,1	16.620,478	11,50728	●
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CO2	150358,3	148.881,713	9,25370	●
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CO2	138312,0	88.548,457	8,99551	●
6 A1 Managed Waste Disposal on Land		CH4	35910,0	9.618,000	7,17202	●
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	18804,6	3.003,907	4,49089	●
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CO2	129474,0	117.164,176	3,97592	●
1B1a. Fugitive Emissions from Fuels Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	18415,2	4.835,005	3,71309	●
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	11797,8	1.546,188	2,93993	●
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC´s	2253,2	9.522,662	2,77600	●
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CO2	63949,6	45.976,017	2,33804	●
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	48326,0	44.859,172	1,89191	●
2B2 Chemical Industry	Nitric Acid Production	N2O	4673,4	8.478,672	1,68057	●
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	6783,1	10.143,246	1,65689	●
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CO2	20005,9	20.223,927	1,38118	●
5.B Cropland		CO2	26534,2	25.007,138	1,17495	●
2E. Production of Halocarbons and SF6	production of HCFC-22	HFC´s	4218,5	291,000	1,14594	●
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	6873,4	2.520,871	1,12683	●
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CO2	2868,6	5.289,733	1,06244	●
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	10917,1	6.498,242	0,88761	●
2C4. SF6 Used in Aluminium and Magnesium Foundries		SF6	197,1	2.604,216	0,88347	●
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH4	2226,2	115,435	0,61854	●
1B1c. Fugitive Emissions from Fuels Other (Abandoned Mines)	Solid Fuels	CH4	1806,8	82,814	0,50595	●
5.C Grassland		CO2	18555,2	16.598,121	0,50003	●
2B1. Chemical Industry	Ammonia production	CO2	4596,4	5.137,710	0,49500	●
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CO2	12577,9	11.664,172	0,48829	●
4A.1. Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH4	9985,6	6.867,474	0,47778	●
4D1. Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N2O	27711,2	23.984,980	0,45615	●
1.B.2.b. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Natural Gas	Natural Gas	CH4	6781,5	6.710,598	0,41580	●
1A3c. Transport Railways	all fuels	CO2	2879,3	1.271,616	0,39405	●

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Base Year [Gg CO_2 Equi.]#	2006 [Gg CO_2 Equi.]#	Prozent Absolute	Key Source Decission
2C3. Aluminium Production		PFC´s	1551,7	188,235	0,39215	•
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CO2	1989,2	636,150	0,35991	•
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CH4	1216,1	42,654	0,34526	•
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CH4	1271,1	155,465	0,32077	•
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CO2	2049,8	855,144	0,29866	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CO2	4302,3	4.343,469	0,29497	
2A1. Mineral Products Cement Production		CO2	15145,8	13.208,179	0,28511	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CO2	1599,7	527,897	0,28352	
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	N2O	3658,4	3.607,671	0,21979	
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	N2O	608,4	1.096,924	0,21631	
3D.Total Solvent and Other Product Use		N2O	2088,5	1.174,007	0,19482	
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	N2O	2223,5	2.341,791	0,18752	
6 A3 Other - Composting		CH4	49,8	556,367	0,18647	
2A2. Mineral Products Lime Production		CO2	6135,0	5.502,059	0,17043	
6 A3 Other - Composting		N2O	14,0	362,939	0,12713	
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	N2O	1391,7	792,106	0,12626	
2C2. Ferroalloys Production	Ferroalloys	CO2	429,0	2,750	0,12625	
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	N2O	702,5	230,101	0,12514	
2B4 Chemical Industry	Carbide Production	CO2	443,2	17,526	0,12510	
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CH4	1200,4	678,347	0,11068	
2A7. Glass Production		CO2	755,5	925,464	0,11064	
4A.1. Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH4	12653,6	10.083,882	0,10573	
4B1. Manure Management	Non-Dairy Cattle	CH4	2128,6	1.476,719	0,09722	
4B13. Manure Management Other	Dairy Cows	N2O	1275,9	779,663	0,09643	
4D3. Agricultural Soils	Indirect Emissions	N2O	14906,4	12.462,902	0,08657	
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	PFC´s	197,9	394,044	0,08383	
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	N2O	801,9	438,670	0,07918	
4B8. Manure Management	Swine	CH4	1620,6	1.545,506	0,07833	
4B13. Manure Management Other	Other Cattle	N2O	1390,6	932,188	0,07529	
4A.2. Enteric Fermentation	other animals	CH4	1444,1	1.390,655	0,07467	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CH4	236,8	5,188	0,06836	
2B5 Chemical Industry	other	N2O	298,5	67,766	0,06401	
4B13. Manure Management Other	other animals	N2O	211,1	308,985	0,04914	
2C3. Aluminium Production		CO2	1011,9	705,953	0,04479	
4B1. Manure Management	Dairy Cattle	CH4	1906,3	1.682,786	0,04325	

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Base Year [Gg CO_2 Equi.]#	2006 [Gg CO_2 Equi.]#	Prozent Absolute	Key Source Decission
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CH4	176,9	25,744	0,04315	
5, Land-Use Change and Forestry		N2O	374,9	421,610	0,04131	
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	N2O	210,7	64,751	0,03906	
4B13. Manure Management Other	Poultry	N2O	533,0	543,810	0,03860	
5.F Other Land		CO2	530,8	530,824	0,03455	
4B13. Manure Management Other	Swine	N2O	682,1	470,878	0,03199	
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CH4	180,9	60,434	0,03180	
2E. Production of Halocarbons and SF6	Fugitive emissions	SF6	167,3	215,100	0,02818	
4B2. Manure Management	other animals	CH4	225,5	249,045	0,02321	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	N2O	18,2	78,113	0,02285	
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CH4	226,6	130,221	0,02010	
2A7. Bricks and Tiles Production	limesto-input	CO2	531,1	392,429	0,01559	
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	N2O	64,4	10,478	0,01532	
5.G Other (please specify)		CO2	163,6	93,132	0,01483	
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	N2O	158,3	104,004	0,00932	
4D2. Agricultural Soils	Animal Production	N2O	1682,4	1.396,696	0,00619	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	N2O	25,6	6,177	0,00537	
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CH4	27,1	8,005	0,00515	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CO2	3,6	17,109	0,00511	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	N2O	17,8	5,233	0,00339	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	N2O	2,9	9,347	0,00251	
1B1b. Fugitive Emissions from Fuels Solid Fuel Transformation	Solid Fuels	CH4	18,1	8,541	0,00228	
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CH4	54,6	50,338	0,00201	
1A3c. Transport Railways	all fuels	N2O	12,6	5,327	0,00182	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CH4	9,8	4,471	0,00128	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	N2O	8,6	3,582	0,00125	
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CH4	3,8	0,450	0,00095	
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	N2O	144,2	115,661	0,00094	
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	N2O	40,5	30,685	0,00092	
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CH4	13,3	8,549	0,00085	
1A3c. Transport Railways	all fuels	CH4	2,3	0,577	0,00048	
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CH4	0,5	1,759	0,00047	
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	N2O	26,5	23,030	0,00047	

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Base Year [Gg CO_2 Equi.]#	2006 [Gg CO_2 Equi.]#	Prozent Absolute	Key Source Decission
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	other	CH4	3,9	2,079	0,00041	
2C5. Other		HFC 134a	0,0	1,102	0,00040	
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CH4	1,7	0,582	0,00029	
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CH4	0,8	1,410	0,00027	
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CH4	1,2	0,242	0,00026	
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4	138,2	112,780	0,00020	
2B5 Chemical Industry	other	CH4	0,3	0,397	0,00007	
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 vergangenen Jahr 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. Die nächste Tier 2 Analyse erfolgt mit der Berichterstattung 2010, da die erforderlichen detaillierten Unsicherheiten nur alle 3 Jahre ermittelt werden.

12.1.4 Bewertung

Die vorgelegten Resultate beruhen auf einer in Übereinstimmung mit den Vorschriften sehr detailliert durchgeführten Analyse. Es wurden für das Jahr 2006 insgesamt (in der Summe beider TIER 1 Verfahren) 39 Hauptquellgruppen (28 Level Basisjahr; 26 Level 2006; 35 Trend) identifiziert. Diese Quellgruppen werden unabhängig von der letztendlich für die Festlegung ausschlaggebenden Komponente jeweils für alle Treibhausgase als Hauptquelle behandelt.In der Kombination aller Ergebnisse der Analysen ergibt sich, dass insgesamt 97,0 % der Treibhausgasemissionen (ohne LULUCF) des Jahres 2006 aus den Hauptquellgruppen freigesetzt wurden. Die identifizierten Hauptquellgruppen schließen unterschiedliche Anteile der einzelnen Treibhausgase an deren jeweiligen Gesamtemissionen (ohne LULUCF) ein: CO_2 (99,1 %), CH_4 (83,9 %), N_2O (75,7 %), HFC (100 %), PFC (32,3 %) sowie SF_6 (96,0 %).

Das Ergebnis wird in nachfolgender Tabelle 128 zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 128: Hauptquellgruppen für Deutschland (Basisjahr & 2006) gemäß Tier 1 Level und Trend Approach

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Level Base Year	Level Base Year (w/o Sinks)	Level 2006	Level 2006 (w/o Sinks)	Trend 2006	Trend 2006 (w/o Sinks)
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4						
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	N2O						
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CH4						
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A1b. Petroleum Refining	all fuels	N2O						
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CH4						
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A1c. Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	N2O						
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CH4						
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A2a. Manufacturing Industries and Construction Iron and Steel	all fuels	N2O						
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CH4						
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	CO2						
1A2b. Manufacturing Industries and Construction Non-Ferrous Metals	all fuels	N2O						
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CH4						
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	CO2						
1A2d. Manufacturing Industries and Construction Pulp, Paper and Print	all fuels	N2O						
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CH4						
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	CO2					●	●
1A2e. Manufacturing Industries and Construction Food Processing	all fuels	N2O						
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CH4						
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A2f. Manufacturing Industries and Construction Other	all fuels	N2O						
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CH4						
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	CO2			●	●	●	●
1A3a. Transport Civil Aviation	Aviation Gasoline	N2O						
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CH4					●	●
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A3b. Transport Road Transportation	all fuels	N2O						
1A3c. Transport Railways	all fuels	CH4						
1A3c. Transport Railways	all fuels	CO2					●	●
1A3c. Transport Railways	all fuels	N2O						

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Level Base Year	Level Base Year (w/o Sinks)	Level 2006	Level 2006 (w/o Sinks)	Trend 2006	Trend 2006 (w/o Sinks)
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CH4						
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	CO2						
1A3d. Transport Navigation	Diesel Oil	N2O						
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CH4						
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	CO2						
1A3e. Transport Other Transportation	all fuels	N2O						
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CH4					●	●
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A4a. Other Sectors Commercial/Institutional	all fuels	N2O						
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CH4						
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A4b. Other Sectors Residential	all fuels	N2O						
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CH4						
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●
1A4c. Other Sectors Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	N2O						
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CH4						
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	●	●			●	●
1A5 Other Include Military fuel use under this category	all fuels	N2O						
1B1a. Fugitive Emissions from Fuels Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	●	●			●	●
1B1b. Fugitive Emissions from Fuels Solid Fuel Transformation	Solid Fuels	CH4						
1B1c. Fugitive Emissions from Fuels Other (Abandoned Mines)	Solid Fuels	CH4					●	●
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CH4						
1.B.2.a. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Oil	Oil	CO2						
1.B.2.b. (all) Fugitive Emissions from Fuels, Natural Gas	Natural Gas	CH4	●	●	●	●	●	●
1B2c. Fugitive Emissions from Fuels Venting and Flaring	Venting and Flaring	CH4						
1.B.2.d. Other	Stadtgas	CH4						
2A1. Mineral Products Cement Production		CO2	●	●	●	●		
2A2. Mineral Products Lime Production		CO2	●	●	●	●		
2A4. Soda Ash		CO2						
2A7. Bricks and Tiles Production	limesto-input	CO2						
2A7. Glass Production		CO2						
2B1. Chemical Industry	Ammonia production	CO2	●	●		●	●	●
2B2 Chemical Industry	Nitric Acid Production	N2O	●	●	●	●	●	●
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	●	●			●	●
2B4 Chemical Industry	Carbide Production	CO2						
2B5 Chemical Industry	other	CH4						
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	●	●	●	●	●	●
2B5 Chemical Industry	other	N2O						

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Level Base Year	Level Base Year (w/o Sinks)	Level 2006	Level 2006 (w/o Sinks)	Trend 2006	Trend 2006 (w/o Sinks)
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	other	CH4						
2C1. Metal Production Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	●	●	●	●	●	●
2C2. Ferroalloys Production	Ferroalloys	CO2						
2C3. Aluminium Production		CO2						
2C3. Aluminium Production		PFC´s					●	●
2C4. SF6 Used in Aluminium and Magnesium Foundries		SF6					●	●
2C5. Other		HFC 134a						
2E. Production of Halocarbons and SF6	production of HCFC-22	HFC´s					●	●
2E. Production of Halocarbons and SF6		PFC´s						
2E. Production of Halocarbons and SF6	Fugitive emissions	SF6						
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC´s			●	●	●	●
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	PFC´s						
2F. Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	●	●			●	●
3D.Total Solvent and Other Product Use		N2O						
4A.1. Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH4	●	●	●	●		
4A.1. Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH4	●	●	●	●	●	●
4A.2. Enteric Fermentation	other animals	CH4						
4B13. Manure Management Other	Dairy Cows	N2O						
4B13. Manure Management Other	other animals	N2O						
4B13. Manure Management Other	Other Cattle	N2O						
4B13. Manure Management Other	Poultry	N2O						
4B13. Manure Management Other	Swine	N2O						
4B1. Manure Management	Dairy Cattle	CH4						
4B1. Manure Management	Non-Dairy Cattle	CH4						
4B2. Manure Management	other animals	CH4						
4B8. Manure Management	Swine	CH4						
4D1. Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N2O	●	●	●	●		●
4D2. Agricultural Soils	Animal Production	N2O						
4D3. Agricultural Soils	Indirect Emissions	N2O	●	●	●	●		
4D4. Agricultural Soils	Other	CH4						
4G. Other	Other	N2O						
5, Land-Use Change and Forestry		N2O						
5.A Forest Land		CO2	●		●		●	
5.B Cropland		CO2	●	●	●	●	●	●
5.C Grassland		CO2	●	●	●	●	●	●
5.F Other Land		CO2						
5.G Other (please specify)		CO2						
6 A1 Managed Waste Disposal on Land		CH4	●	●	●	●	●	●
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH4					●	●

IPCC Source Categories	Activity	Emissions Of	Level Base Year	Level Base Year (w/o Sinks)	Level 2006	Level 2006 (w/o Sinks)	Trend 2006	Trend 2006 (w/o Sinks)
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	N2O						
6 A3 Other - Composting		CH4						
6 A3 Other - Composting		N2O						

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 2005):

- Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW), Berlin und Brüssel,
- Deutscher Braunkohlen-Industrie- Verein e.V. (DEBRIV), Köln,
- Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt), Essen,
- Mineralölwirtschaftsverband (MWV), Hamburg,
- Verband der Elektrizitätswirtschaft - VDEW - e.V., Berlin,,
- 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 129 aufgelistet. Hinzu kommen in einer Reihe von Fällen, z.B. zur Darstellung des nichtenergetischen Verbrauchs seitens der chemischen Industrie, persönliche Expertenmitteilungen.

Tabelle 129: 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, Umsatz und Energieversorgung der Unternehmen und Betrieb im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe - Reihe 6.4 Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe Fachserie 7 Außenhandel - Reihe 2 Außenhandel nach Waren und Ländern Ausgewählte Zahlen zur Energiewirtschaft **Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke - VDEW - e.V.** VDEW-Jahresstatistik VDEW-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 **Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V.** Gasstatistik - 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 63). 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 63: 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 63 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 64: 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 64 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. Außerdem ist nach Auskunft des mit der Erstellung der Energiebilanzen betrauten DIW ab der Energiebilanz 2003 eine weitere Änderung der Energieträgerstruktur zu erwarten. Für die Emissionsberichterstattung ist dies jedoch noch ohne Folgen, da die berichteten Daten der Jahre 2003-2005 noch auf vom UBA erstellten vorläufigen Energiebilanzen in der Struktur von 1995-1999 basieren (vgl. Kapitel 13.3).

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 ab 2003 durch das UBA

Die endgültigen Energiebilanzen weisen gegenwärtig einen Nachlauf von drei Jahren gegenüber dem an sich "fälligen" Bilanzjahr (Vorjahr) auf. Um den Bedürfnissen der Emissionsberichterstattung nach Aktualität Rechnung zu tragen, hat das Umweltbundesamt auf der Grundlage von detaillierten Auswertetabellen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen vorläufige Energiebilanzen für die Jahre von 2003 bis 2005 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 *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 für die Jahre von 2003 bis 2005 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 Sekundärbrennstoffe (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.

Mit der Berichterstattung 2007 kann der Erdgaseinsatz in Erdgasverdichterstationen ab dem Berichtsjahr 1995 im Rahmen und in Konsistenz mit der Energiebilanz berichtet werden. Der Brennstoffeinsatz ist neben dem Erdgaseinsatz in Kokereien in der Energiebilanzzeile 33 (Energieverbrauch in Kokereien) verbucht. Die Auftrennung der beiden Erdgaseinsätze gelingt auf Grund einer persönlichen Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.

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 63 und Abbildung 64 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

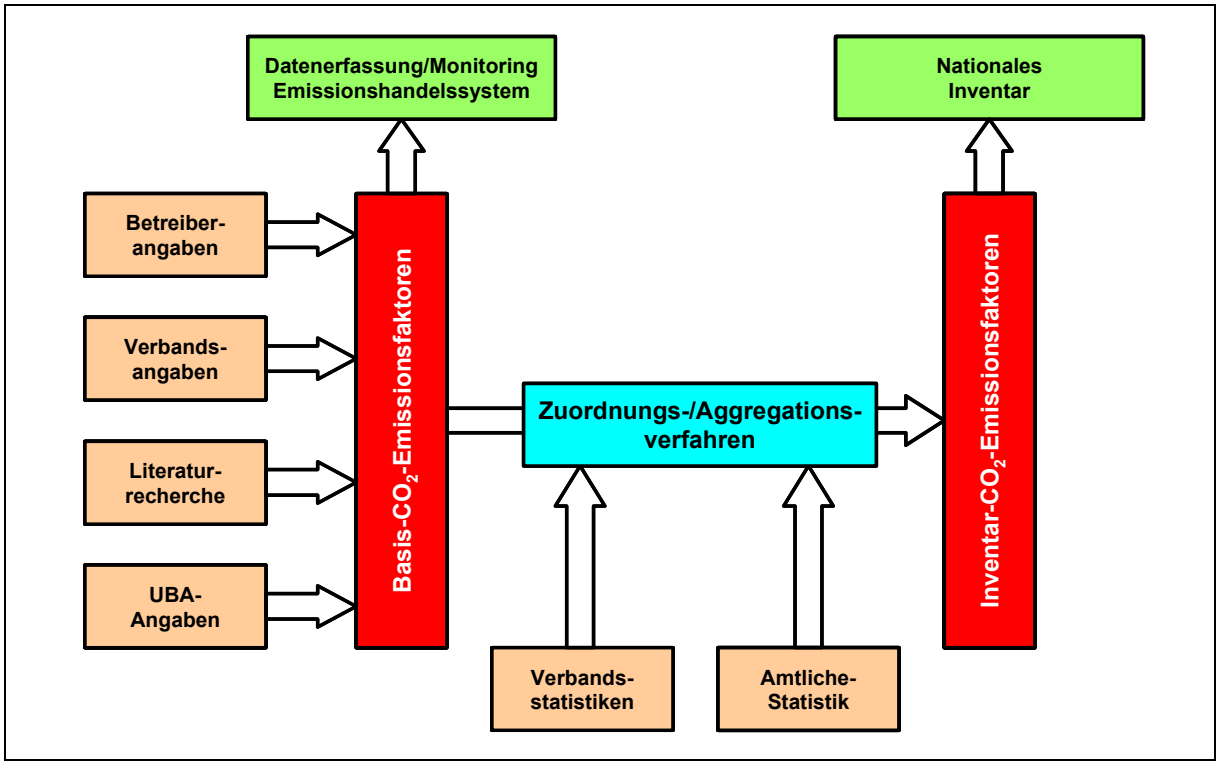
Die dem Inventar zugrunde gelegten Emissionsfaktoren wurden aus der Liste der „*CO_2-Emisssionsfaktoren für die Erstellung der nationalen CO_2-Inventare*“ (Öko-Institut, 2004c) abgeleitet.

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 65: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO_2



Quelle: Öko-Institut

Vor diesem Hintergrund wurde ein konsistentes Konzept für die CO_2-Emissionsfaktoren entwickelt (Abbildung 65).

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 130).

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 in Bayern 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 130 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 130: 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**
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO_2/TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Mineralöle																	
Erdöl roh	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO_2/TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
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
Industriemüll [2] *Deutschland*						74,5	74,8	74,0	74,0	74,1	73,4	73,3	73,2	72,9	72,1	72,1	72,1
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
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
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
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
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
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
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
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
Klärschlamm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

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 131: 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
	[kg CO_2/ t (Rohstoff oder Produkt)]																
2.A.1 Produktion von Zementklinker	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0	530,0
2.A.2 Produktion von Branntkalk	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0	785,0
2.A.2 Produktion von Dolomitkalk	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0	913,0
2.A.3 Verwendung von Kalkstein	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
2.A.4 Produktion von Soda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.A.7 Produktion von Mauerziegeln	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1
2.A.7 Produktion von Dachziegeln	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6
2.A.7 Produktion von Behälterglas	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0
2.A.7 Produktion von Flachglas	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0
2.A.7 Produktion von Wirtschaftsglas	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
2.A.7 Produktion von Spezialglas (Mix)	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
2.A.7 Produktion von Glasfasern (Mix)	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0
2.A.7 Produktion von Steinwolle (Mix)	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0	299,0
2.A.7 Produktion von Glas (Mix undifferenziert NBL)	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0	174,0
2.B Produktion von Ammoniak	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0	1815,0
2.B Produktion von Kalziumkarbid	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0	138,0
2.B Produktion von Kalziumkarbid (NBL)	688,0	688,0	688,0	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B Katalysatorabbrand	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0	62,0
2.C.1 Produktion von Elektrostahl	8,5	8,0	7,5	7,0	7,0	6,5	6,5	6,0	5,5	5,0	5,0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
2.C.1 Produktion von Oxygenstahl*	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0	1307,0
2.C.1 Produktion von Oxygenstahl, Kalksteineinsatz	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
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen	1500,0	1222,0	944,0	527,0	249,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen (NBL)	1500,0	1500,0	1500,0	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.3 Produktion von Hüttenaluminium	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0	1367,0

* 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 vergangenen Jahres 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 vergangenen Jahres 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.[56] 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.

[56] 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 132: 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 133: 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 134: 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 135: 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 136: 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 137: 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	TJ	2.868	2.868	0	0	2.868	0
> Raffineriegas	TJ	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	TJ	0	0	0	0	0	0
> Industriemüll	TJ	2.509	2.509	0	0	2.509	0

Tabelle 138: 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 139: 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 140 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 140 dargestellte Einsatz in Braunkohlefabriken in der Lausitz und Mitteldeutschland für die Brikettierkohle plus der Verbrauch für die Trocknungswärme (siehe Tabelle 141) 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 140: 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 141.

Tabelle 141: 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 142 bis Tabelle 149) 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 142: 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 143: 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 144: 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 145: 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 146: 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 147: 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 148: 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 149: 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 66 dargestellt.

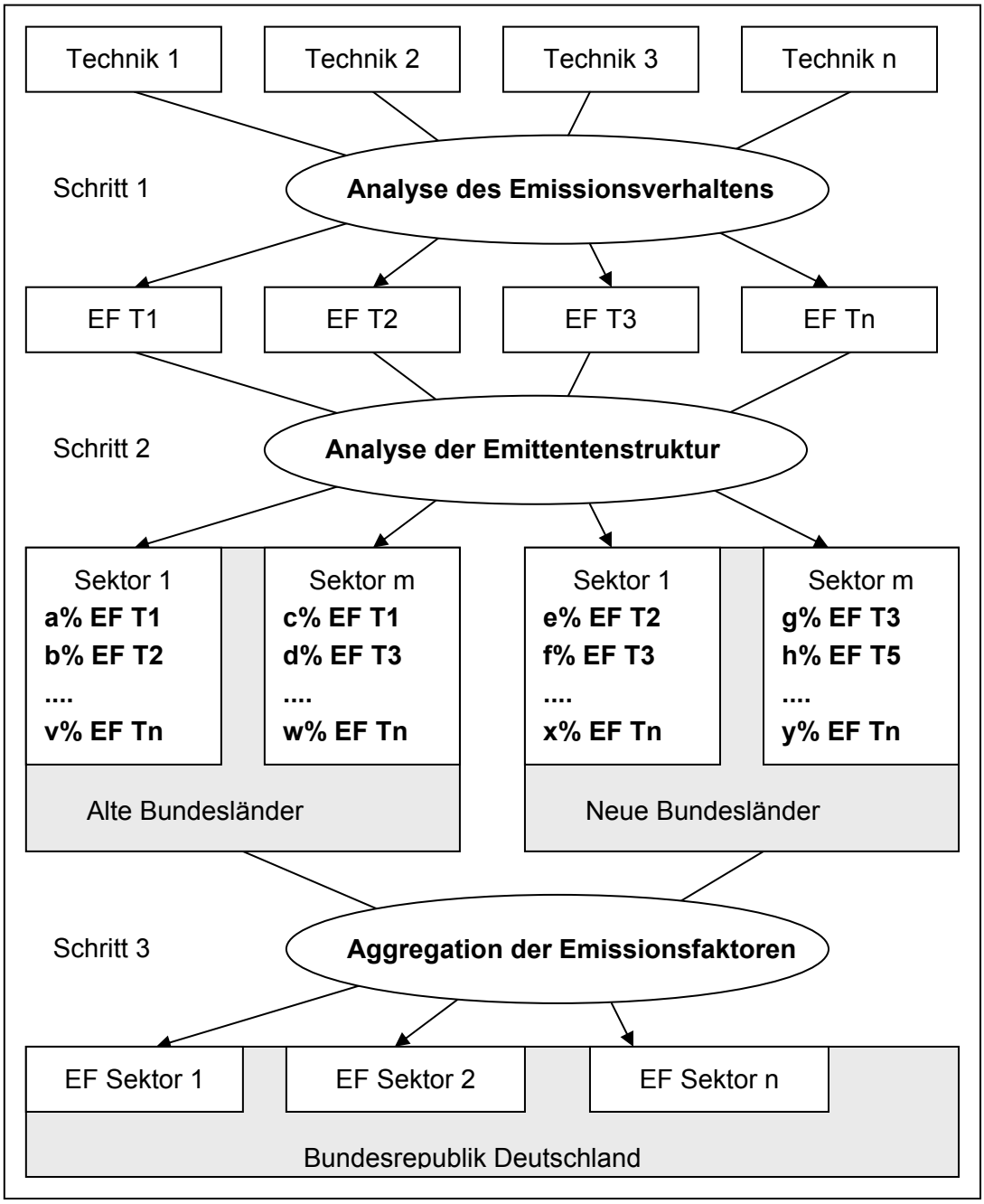


Abbildung 66: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung

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[57]. 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 150 fasst die berücksichtigten Anlagenarten nochmals nach 4. BImSchV-Nummer und Erklärungsart zusammen.

Tabelle 150: 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 151 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.

57 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 151: 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 152 fasst die Emissionsfaktoren der Tabellen 3, 4 und 5 des Anhangs E des Forschungsvorhabens RENTZ et al (2002) zusammen:

Tabelle 152: 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):

$$CaCO_3 + SO_2 + 1/2O_2 + H_2O \Longrightarrow CaSO_4.2H_2O + CO_2$$

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 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 aus diesen Angaben ermittelten Kalksteineinsatzmengen erlauben über das Massenverhältnis zwischen $CaCO_3$ und CO_2 gemäß obiger Reaktionsgleichung die Bestimmung der prozessbedingten CO_2-Emissionen. Die Ergebnisse der Rechnung sind in folgender Tabelle wiedergegeben. Sie berücksichtigen die zwischenzeitlich vollständig vorliegenden Zahlen zum Gipsaufkommen in allen Jahren zwischen 1990 und 2005 (bisher nur für einzelne Jahre vorliegend). Die CO_2-Emissionen weichen infolge der Neuberechnung geringfügig von den

im NIR 2007 berichteten Werten ab. Für 2006 haben wir mangels aktueller Daten den Wert für das Jahr 2005 konstant fortgeschrieben.

Tabelle 153: 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	701	747	718	749	718	784	1.003	1.023	1.179	1.140
in Gg	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**			
CO_2 aus REA der öffentlichen Kraftwerke	1.358	1.287	1.326	1.411	1.395	1.382	1.382			

Quelle: 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 Klaksteineinsatzes 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.3a)

14.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3b)

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 154 dargestellt.

Tabelle 154: Energiebilanzen 1990-2005

Jahr	Land	Zeile	Ottokraftstoff	Petroleum	Dieselkraftstoff	Flüssiggas	Bio-Diesel
Energieeinsatz im Straßenverkehr gemäß Energiebilanzen 1990-2002 (Stand: 08/2006) 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	1.108.726	100	9.306
2001	D	62	1.199.318	600	1.098.488	100	13.032
2002	D	62	1.166.381	600	1.105.842	100	20.460
Vorläufige Angaben gemäß Auswertetabellen *							
2003	D	62	1.109.000	600	1.078.382	100	29.784
2004	D	62	1.074.121	600	1.114.597	100	44.676
2005	D	62	1.008.357	600	1.073.613	100	70.737
Quellen: Auswertetabellen Stand 09/2004, Daten der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Statistik und NWV-Mineralölwirtschaftszahlen 2005 (MWV 2006).							

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 155).

Tabelle 155: 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 Otto-Kraftstoff aus dem berechneten Otto-Kraftstoff-Verbrauch aller Fahrzeugkategorien und dem Otto-Kraftstoffabsatz gemäß der Energiebilanz abgeleitet.
- Der Korrekturfaktor für den Otto-Kraftstoff 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 Diesel-Kraftstoff-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 156 fasst die verwendeten Anpassungsfaktoren zusammen.

Tabelle 156: Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz

Jahr	Land	Ottokraftstoff	Dieselkraftstoff (inkl. Biokraftstoffe)	
		PKW, LNF, MZR	PKW, LNF, MZR	Übrige
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	1,199
1996	D	0,988	0,990	1,177
1997	D	0,990	0,994	1,176
1998	D	0,988	0,992	1,239
1999	D	0,996	1,001	1,300
2000	D	0,971	0,979	1,322
2001	D	0,965	0,976	1,222
2002	D	0,963	0,980	1,180
2003	D	0,953	0,980	1,114
2004	D	0,966	1,005	1,053
2005	D	0,966	1,030	0,936

Anmerkungen: 1994 Korrekturfaktoren ABL und NBL wie in D gesamt

14.1.3.2.2 Zuordnung von Biodiesel, Petroleum und Flüssiggas auf die Strukturelemente

Biodiesel, Petroleum und Flüssiggas sind in der Energiebilanz für den Bereich Verkehr ausgewiesen und wurden bisher nicht in TREMOD berücksichtigt. Für den Import nach ZSE werden Ergebnisse für diese Energieträger daher zusätzlich abgeleitet. Dazu wird der Energieverbrauch nach Energiebilanz den einzelnen Strukturelementen nach den Vorgaben des Umweltbundesamtes zugeordnet:

- Biodiesel wird allen Strukturelementen mit Dieselantrieb entsprechend ihrem Anteil am Verbrauch von konventionellem Dieselkraftstoff 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 Otto-Kraftstoffverbrauch 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 155) 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, Petroleum und Flüssiggas

Die Emissionsfaktoren für Biodiesel und Petroleum werden für alle Strukturelemente entsprechend den Vorgaben des Umweltbundesamtes denjenigen von konventionellem Diesel gleichgesetzt. Ausnahmen:

- Der CO_2-Emissionsfaktor von Biodiesel wird mit 0 angesetzt

- Der SO_2-Emissionsfaktor von Petroleum wird in den Jahren, in denen Dieselkraftstoff einen höheren Wert aufweißt, 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 157: Emissionsfaktoren für PKW mit Flüssiggasantrieb

Schadstoff	Technik	Strukturelement	EBZ	Einheit	1995-2001
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 Erweiterung um den Energieträger Erdgas

Die Aktualisierung von TREMOD umfasst auch die Option, Erdgas als Energieträger zu berücksichtigen, wenn die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zukünftig Erdgas als Energieträger des Verkehrs ausweist. Eine solche Berücksichtigung in der jetzigen Schnittstelle kann nur erfolgen, wenn die genauen Zuordnungskriterien analog dem Vorgehen bei Biodiesel, Erdgas und Petroleum festgelegt werden:

- Angabe der betroffenen Strukturelemente und ihre Anteile am Verbrauch
- Angabe von Emissionsfaktoren für die betroffenen Strukturelemente

Dazu könnten zum jetzigen Zeitpunkt allgemeine Datentabellen definiert werden, in die diese Angaben dann explizit eingeben werden können. Die Mindestanforderungen sind in den folgenden Tabellen (Tabelle 158 und Tabelle 159) dargestellt:

Tabelle 158: Eingabestruktur Erdgas: Anteil Strukturelement am Energieverbrauch

Material	Strukturelement	Anteil/Jahr
Erdgas	z.B. SV BUS MTIO	60%
Erdgas	...	...
Erdgas	Summe	100%

Tabelle 159: Eingabestruktur Erdgas: Emissionsfaktoren

Schadstoff	Strukturelement	Einheit	Werte/Bezugsjahr
CH_4	z.B. SV BUS MTIO	kg/TJ	
CO	z.B. SV BUS MTIO	kg/TJ	
CO_2	z.B. SV BUS MTIO	kg/TJ	
N_2O	z.B. SV BUS MTIO	kg/TJ	
NH_3	z.B. SV BUS MTIO	kg/TJ	
NMVOC	z.B. SV BUS MTIO	kg/TJ	
NO_X	z.B. SV BUS MTIO	kg/TJ	
SO_2	z.B. SV BUS MTIO	kg/TJ	

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Anteile der Strukturelemente analog zu bestehenden Strukturen anzugeben (wie bei Petroleum und Biodiesel). Hierzu muss jedoch eine Rechenvorschrift entwickelt werden, die vorher definiert werden müsste (z.B. Aufteilung Erdgas auf die Fahrzeugkategorien BUS, LNF und SNF im Innerortsverkehr entsprechend ihren Anteilen am Dieselverbrauch). Dieser Weg ist aufwendiger und schwerer an geänderte

Zuordnungsvorschriften anzupassen mit dem Vorteil, dass die Anteilswerte nicht explizit für jedes Jahr in einer Tabelle definiert werden müssen.

Da eine solche Rechenvorschrift zum jetzigen Zeitpunkt schwer festzulegen ist, sollte in der aktuellen Schnittstelle Tabellen für Erdgas aufgenommen werden, die bei Bedarf gefüllt werden können. Diese Tabellen werden gegebenenfalls in die Endversion integriert. Zukünftig sollte jedoch versucht werden, die Energieträger Biodiesel, Petroleum, Flüssiggas und Erdgas direkt in TREMOD zu integrieren.

14.1.3.5 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. Zur Erfüllung dieser Randbedingung sollte das Jahr 1994 in TREMOD zukünftig neu modelliert werden, indem zunächst Bestände und Fahrleistungen für alte und neue Bundesländer getrennt abgeleitet werden und die Emissionsberechnung aufgrund dieser Daten neu durchgeführt wird.

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)

14.2.3.1 Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1, 1.A.2.a)

14.2.3.1.1 Ermittlung der Gesamtemissionen

Die Ermittlung der Gesamtmenge der Emissionen der eisenschaffenden Industrie und Stahlherstellung ergeben sich aus der Summe der Emissionen aus eingesetzten Reduktionsmitteln und Brennstoffen. Die Stahlherstellung wird hierbei in einem Schritt betrachtet. Die Bilanzierung der Roheisenherstellung erfolgt nicht einzeln (siehe auch Kapitel 3.1.4und 4.3.1).

Die Ermittlung dieser Gesamtmenge entspricht methodisch den früher unter 1.A.2 berichteten Emissionen der eisenschaffenden Industrie und Stahlindustrie.

14.2.3.1.2 Ermittlung der prozessbedingten Emissionen

Um Kongruenz mit den Daten der Deutschen Emissionshandelsstelle zu gewähren, werden im Sektor 2.C.1 „Eisen und Stahlindustrie“ die prozessbedingten CO_2-Emissionen aus der Stahlherstellung ebenso wie in der Zuteilungsverordnung für den Emissionshandel (ZuV auf Grund des TEHG) mit Hilfe des Faktors für den idealen Hochofenprozess berechnet (SCHOLZ, 2003).

Es ergibt sich ein Emissionsfaktor von 1,307 t CO_2 / t Produkt. Dieser errechnet sich aus dem Faktor für den idealen Hochofenprozess von 356,5 kg C pro Tonne Roheisen, 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.

Die Emissionen aus Elektrodenabbrand und Kalksteineinsatz werden separat bestimmt und zuletzt zu den übrigen prozessbedingten Emissionen addiert.

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 werden jährlich in der Eisen- und Stahlstatistik veröffentlicht (DESTATIS Fachserie 4, Reihe 8.1). Damit ergibt sich der in der folgenden Tabelle zusammengestellte Kalksteineinsatz bei der Sinter- und Roheisenherstellung. Für 2005 liegen zurzeit noch keine Daten vor, deshalb wurden die Werte von 2004 fortgeschrieben.

Tabelle 160: Kalksteineinsatz bei der Sinter- und Roheisenherstellung

Kalksteineinsatz [kT]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Sinter	4.681	4.566	4.152	3.988	4.281	4.426	4.273	4.507	4.526	4.190	4.381	4.240	4.091	4.202	4.371	4.371
Roheisen	705	726	669	632	701	703	649	725	707	654	723	684	689	691	703	703

Quelle: Berechnungen im Projekt Kalksteinbilanz (UBA 2006, FKZ 20541217/02)

Die Aktivitätsraten des Kalksteineinsatzes werden mit dem IPCC-Default-Wert für Kalkstein multipliziert und ergeben dann in der Summe folgende CO_2-Emissionen.

Tabelle 161: CO_2-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Sinter- und Roheisenherstellung

[Gg CO_2]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Sinter und Roheisen	2370	2328	2121	2033	2192	2257	2166	2302	2302	2132	2246	2166	2103	2152	2233	2233

Quelle: Berechnungen im Projekt Kalksteinbilanz (UBA 2006, FKZ 20541217/02)

14.2.3.1.3 Ermittlung der energiebedingten Emissionen

Die energiebedingten CO_2-Emissionen ergeben sich aus der Differenz der Gesamtemissionen und den prozessbedingten Emissionen (ohne Emissionen aus Elektrodenabbrand und Kalksteineinsatz).

Die beschriebene Differenzbildung erfolgt in 2 Schritten.

Erstens werden die Emissionsfaktoren für alle im Hochofen eingesetzten Reduktionsmittel energieseitig auf Null gesetzt.

Im zweiten Schritt werden über eine Korrekturzeitreihe im ZSE die nicht prozessbedingten Emissionen aus dem Hochofen zu den energiebedingten Emissionen unter 1.A.2.a hinzuaddiert. Eine brennstoffspezifische Zuordnung ist hier nur schwer möglich und führt nicht zu größerer Genauigkeit.

Der Erdgaseinsatz im Hochofen (Winderhitzer) wird vollständig bei den energiebedingten Emissionen berichtet.

Alle Emissionsfaktoren für Gichtgaseinsatz (auch in Kraftwerken und bei der Sinterherstellung) werden Null gesetzt, da die Emissionen bereits bei der Entstehung des Gichtgases im Hochofen berücksichtigt werden (prozessbedingte Emissionen in 2.C.1). (Im Nationalen Inventarbericht 2005 waren die CO_2-Emissionen aus Gichtgas der Eisenschaffenden Industrie noch im Sektor 1.A.2 berichtet worden.)

Doppelzählungen werden so ausgeschlossen.

Tabelle 162: 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 berichtet);
P: prozessbedingt (Emissionen in 2.C.1 berichtet)
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 CO_2-Emissionen

14.2.3.1.4 Sekundärbrennstoffe

In der Eisenschaffenden Industrie werden nur bei der Erzeugung von Roheisen im Hochofenprozess Sekundärbrennstoffe als Ersatzreduktionsmittel anstelle von Koks eingesetzt. Diese Materialien wurden bisher nicht in nationalen Statistiken und der Energiebilanz berücksichtigt. Als Quelle für die Produktionsangaben und Brennstoffeinsätze wurden Angaben der Wirtschaftsvereinigung Stahl genutzt. 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). Die Arten, Mengen, Energieeinsätze und CO_2-Emissionsfaktoren wurden von der Wirtschaftsvereinigung Stahl zur Verfügung gestellt.

Tabelle 163: Eingesetzte Sekundärbrennstoffe in Hochöfen: CO_2-Emissionsfaktoren und deren biogene Anteile

Sekundärbrennstoff (Bezeichnung im ZSE)	CO_2-Emissionsfaktor [kg/ TJ]	biogener Massen-Anteil [%]
Tierfett	71.380	100
Altkunststoff	74.630	0

Allerdings werden die Emissionen aus dem Einsatz von Sekundärbrennstoffen im Hochofenprozess nicht unter 1.A.2.a berichtet sondern sind unter die prozessbedingten Emissionen in 2.C.1 subsummiert.

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)

Informationen zur Berichterstattung in diesem Bereich siehe Kapitel 7.

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]	Verteilungstyp [5]	2002 Unsicherheit [+/-%] [3]	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)

Die IPCC-Methode gibt vor, dass der Anteil aerober und anaerober Abwasser- und Schlammbehandlung mit Hilfe einer Charakterisierung der Abwasser- und Schlamm-behandlungssysteme auf nationaler Ebene bestimmt werden soll.

Eine Auswertung der Nationalen Inventarberichte zeigt, dass die länderspezifischen Emissionsfaktoren von den einzelnen Ländern auf sehr unterschiedliche Art und Weise bestimmt worden sind. Die Datenverfügbarkeit bezüglich der Abwasserbehandlungssysteme ist in einigen Ländern nicht ausreichend für die direkte Anwendung der IPCC-Methode, so dass auf alternative Berechnungsmethoden bzw. aggregierte Werte zurückgegriffen wurde ist. Die Auswertung zeigt folgende Sachverhalte:

- In wenigen Ländern werden konkrete Methan Conversion Factors für die nationalen Behandlungssysteme angegeben (Tschechische Republik, USA, Finnland; vergleiche Tabelle 164). Darüber hinaus zeigt sich keine einheitliche Untergliederung der Abwassersysteme.
- In einigen Ländern wird davon ausgegangen, dass die Abwasserbehandlung in der Regel entweder aerob oder anaerob in geschlossenen Anlagen mit Methangewinnung abläuft, aber dennoch geringe Mengen an Methan in Ausnahmesituationen entweichen können. Es werden dann sehr geringe MCF für die Behandlung kommunaler Abwässer gewählt (Finnland, Tschechische Republik).
- In Großbritannien wird eine nationale Methode angewandt, die auf Charakterisierung der Schlammbehandlungsprozesse basiert.
- In einigen Ländern werden die Emissionsfaktoren nicht wie es der IPCC vorsieht über die organische Fracht, den Anteil anaerober Behandlung und den MCF, sondern bezogen auf Einwohnerwerte ermittelt (Kanada, Österreich, Deutschland).
- Lediglich Österreich differenziert seine Emissionsfaktoren explizit nach mechanischer, biologischer und anderer Behandlung.

Tabelle 164: Berichtete Methan Conversion Factor in den Nationalen Inventarberichten

MCF	Tschechische Republik	Finnland	USA
Häusliche und gewerbliche Abwasserbeseitigung		0,025	0,05
aerob behandeltes kommunales Abwasser	0,05		
anaerob behandeltes kommunales Abwasser	0,5		
Vor-Ort Behandlung	0,15		
unbehandeltes häusliches und gewerbliches Abwasser			
Einleitung in Flüsse	0,05		
Faultanks			0,5
Industrielle Abwasserbeseitigung		0,01	
aerob behandeltes industrielles Abwasser	0,06		
anaerob behandeltes industrielles Abwasser	0,7		
Unbehandeltes industrielles Abwasser	0,05		
sektoral unterschiedlich			0,05 - 0,77
Schlammbehandlung			
aerobe Schlammbehandlung von kommunalen Abwässern	0,1		
anaerobe Schlammbehandlung von kommunalen Abwässern	0,5		
aerobe Schlammbehandlung von Industrieabwässern	0,1		
anaerobe Schlammbehandlung von Industrieabwässern	0,3		

Quelle: Nationale Inventarberichte

Weitere Ausführungen zur Bestimmung der Methanemissionen in der Abwasser- und Schlammbehandlung anderer Länder sind zu finden in (ÖKO-INSTITUT, 2004b).

14.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2)

Die IPCC-Guidelines geben eine Methode zur Abschätzung der Lachgasemissionen bei der Abwasserbehandlung an (IPCC, 1996a: Kap. 6.5). Die Auswertung der Ländererfahrung zeigt (weitere Ausführungen in ÖKO-INSTITUT, 2004b), dass alle Länder, die die Lachgasemissionen aus der Abwasserbehandlung ermitteln, die IPCC Methode verwenden bzw. länderspezifische Anpassungen an der IPCC Methode vornehmen:

- Ausnahme bildet Belgien, das die Emissionen auf Basis des EMEP/CORINAIR Handbuchs ermittelt.
- Einige Länder ermitteln zusätzlich die Lachgasemissionen aus industriellen Abwässern, obwohl vom IPCC keine Methode vorgegeben ist (Österreich, Neuseeland, Schweden und zukünftig USA).
- Die länderspezifischen Anpassungen umfassen insbesondere die Einbeziehung industrieller Abwässer (s.o.), die Bestimmung der Stickstofffrachten in Kläranlagen statt die tägliche menschliche Eiweißzufuhr (Schweden), die Berücksichtigung anderer Stickstoffquellen im kommunalen Abwasser (USA).
- In den Ländern, in denen die Lachgasemissionen u.a. über den Anteil des Stickstoffs im Eiweiß ermittelt wird, wird der IPCC Default-Wert genutzt.
- Wenn der Emissionsfaktor (kg N_2O-N/kg Abwasser-N) für die Ermittlung der Lachgasemissionen relevant ist, wird in allen Ländern der IPCC-Default Wert verwendet.

- Die Daten bezüglich der durchschnittlichen Eiweißzufuhr pro Person stammen entweder aus nationalen Studien und Daten (Großbritannien, Australien) oder aus der Datenbasis der FAO (USA, Österreich etc.) und variieren in großem Maße. Die ermittelte Eiweißzufuhr in Großbritannien, die im Rahmen einer nationalen Umfrage erhoben worden ist, ist mit Abstand deutlich geringer als die anderen, was auf die Art der Erhebung des Durchschnittswerts zurückzuführen ist. In Tabelle 165 ist der durchschnittliche tägliche Eiweißbedarf sowie die entsprechende Datenquelle derjenigen Länder aufgeführt, die diese explizit in ihrem Nationalen Inventarbericht aufführen.

Tabelle 165: Durchschnittlicher täglicher und jährlicher Eiweißbedarf

Land	Protein [kg/Person & Jahr]	Protein [kg/Person & Tag]	Datenquelle
Großbritannien	8,65	0,024	National Food Survey (DEFRA, 2001). Die Daten basieren auf einer Erhebung bezüglich des Konsums an Lebensmittel im Haushalt und können daher eine niedrige Abschätzung sein.
Australien	36,28	0,099	Australian Institute of Health and Welfare (de Looper and Bhatia
USA	41 (1996)	0,112	FAO- Datenbasis
	41 x1,75	0,197	Anpassung nach umfassender Methode
Schweden	32,85	0,090	nationale Daten.
Kanada	40,15	0,110	keine Datenquelle angegeben
Deutschland	36,14	0,099	FAO Datenbasis (Durchschnitt 1990-2003)
Neuseeland	4,75	0,013	bezogen auf Abwasser-Stickstoff
Belgien			FAO- Datenbasis
Tschechische	25,00	0,068	keine Datenquelle angegeben

Quelle: Nationale Inventarberichte

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 Tabelln 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 166: Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden

GHG	Source/sink category (2)	Explanation
CH4	1.B.1.A Coal Mining and Handling	will be checked
CH4	1.B.2.A Oil	no data available yet/will be checked
CH4	1.B.2.C Venting and Flaring	no data available yet/will be checked
CH4, CO2, 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).
CH4, CO2, N2O	1.AA.3.B Road Transportation	no data available for use of natural gas
CH4, N2O	1.AA.3.B Road Transportation	no data available for emissions from lubricants
CH4, CO2, N2O	1.AA.3.C Railways	German Energy Balance does no longer provide such data
CH4, CO2, N2O	1.C1.B Marine	no data available for lubricant-use in International Navigation
CH4	Abandoned Mines	will be checked
CO2	1.B.1.A Coal Mining and Handling	will be checked
CO2	1.B.1.B Solid Fuel Transformation	will be checked
CO2, N2O	1.B.2.A Oil	no data available yet
CO2	1.B.2.B Natural Gas	will be checked/no data available yet
CO2, N2O	1.B.2.C Venting and Flaring	no data available yet/will be checked
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.C1.B Marine	no data available for lubricant-use in International Navigation
CH4	2.C.1.4 Coke, 2.C.2, 2.C.3	will be checked
CO2	2.C.1.4 Coke	will be checked
SF6	Other non-specified	Will be checked.
CO2	3.A , 3.B, 3.C, 3.D 5	Germany is not converting the emissions of NMVOC in an Calculation in CO2-emissions.
CH4	4.A Enteric Fermentation, 4.B Manure Management	Mules and Asses: The official statistic does not consider the numbers of mules and asses. Inofficial numbers amount to 6000 til 8000 asses and 500 mules. Therefore the emissions of CH4 and N2O for manure management and enteric fermentation are negligible.
Carbon	5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Changes in dead organic matter and soils: cf. NIR chapter 7.1.1.1.2 for further explanation: For greenhouse-gas inventories, it was assumed that stocks under existing forest do not change (corresponds to "Tier 1").
Carbon	5.A.2. Land converted to Forest Land	Changes in dead organic matter and soils: 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.
Carbon	5.B.1 Cropland remaining Cropland, 5.C.1 Grassland remaining Grassland	No reporting on dead organic matter pools is required for category 5.B.1. Cropland remaining Cropland and 5.C.1 Grassland remaining Grassland.
Carbon	5.B.2. Land converted to Cropland, 5.C.2. Land converted to Grassland	Dead organic matter: Pursuant to GPG LULUCF (IPCC, 2003), reporting under the categories"cropland" and "grassland" includes reporting on carbon-stock changes in soil and biomass stocks.
Carbon	5.D.1 Wetlands remaining Wetlands, 5.E.1 Settlements remaining Settlements	Emissions from this source category are currently not being reported according appendix 3a.3 IPCC GPG.
Carbon	5.D.2 Land converted to Wetlands, 5.E.2 Land converted to Settlements	Emissions from this source category are currently not being reported for all pools. For detailed information cf. CRF tables related to CRF 5.
Carbon	5.F. Other Land	As to C-stock losses from dead wood, debris and soil, only a first, very rough estimate, based on average stocks identified by the Federal Forest Inventory (BWI) and the soilcondition survey (BZE), can be provided, results have not been included in the CRF tables.
CH4, N2O	5.A. Forest Land	No reliable data is available for reporting of non-CO2-emissions from drainage of forest soils.
N2O	5.B. Land converted to Cropland	Soil: Differentiation between organic and mineral soils. Possibility for reporting of separated categories will be checked.

GHG	Source/sink category (2)	Explanation
CH4, N2O	5.C.2. Land converted to Grassland, Biomass burning	Emissions of other ghg were considered negligible, since areas burned are small cf. NIR 7.1.1.1.3
CH4, N2O	5.D Wetlands, 5.E Settlements	Emissions from this source category are currently not being reported according appendix of IPCC GPG.
CH4, N2O	5.F Other Land	Emissions are not estimated according chapter 3.7 of the IPCC GPG for LULUCF.
CO2	5.G Other	Germany reports emissions of CO2 due to liming of forest soils under this category, other categories are not to be considered.
CH4	Forest Land, Grassland converted to Other Land-Use Categories	No reliable data is available for reporting on CH4, NOx, CO, NMVOC emissions so far.
CO2, CH4, N2O	Harvested Wood Products	Emissions from this source category are currently not being reported according appendix of IPCC GPG.
N2O	6.B.1 Industrial Wastewater	N2O emissions from 'domestic and commercial wastewater' and emissions from 'industrial wastewater' have not been estimated. The IPCC 1996 Guidelines solely refer to the estimation of N2O emissions from human sewage.
N2O	6.B.2.1 Domestic and Commercial (w/o human sewage)	N2O emissions from 'domestic and commercial wastewater' (other than from human sewage) and emissions from 'industrial wastewater' have not been estimated. The IPCC 1996 Guidelines solely refer to the estimation of N2O emissions from human sewage.

Tabelle 167: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elswhere, IE)

GHG	Source/sink category	Allocation as per IPCC Guidelines	Allocation used by the Party	Explanation
CO2	1.AA.3.A Civil Aviation	included under Emissions from Jet Kerosene		included in: Jet Kerosene, Emissions
CO2	2.A.3 Limestone and Dolomite Use	A.3: limestone and dolomite use	1.A.1.a, 2.A.1 and 2.A.2, 2.A.4, 2.A.7, 2.C.1	Result of a national limestone balance: data of limestone and dolomite use is estimated and reported under the using categories, see the chapter in NIR 2.A.3 for more explanations.
CO2	2.A.4.2 Soda Ash Use		using categories: for example glass production	emissions of use are estimated in using categories
HFCs, PFCs, SF6	2.F Consumption of Halocarbons and SF6			The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions.
PFCs	2.C.3 Aluminium Production	The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions		The potential emissions of production, import, export and destroyed amounts are all reported together under total potential emissions
SF6	2.C.5 Magnesium production	SF6 emissions are reported under 2.C.4 Aluminium and Magnesium Foundries		SF6 emissions are reported under 2.C.4 Aluminium and Magnesium Foundries
Carbon	5.B.2.3 Wetlands converted to Cropland, 5.B.2.4 Settlements converted to cropland			To source category 5.F, all those areas have been assigned that do not belong in the categories forest, cropland or grassland; pursuant to GPG LULUCF (IPCC, 2003) (Wetlands, Settlements).
Carbon	5.D.2.1, 5.E.2.1 Forest Land converted to Wetlands and Settlements			For new federal states, estimates of net changes in forest area since 1993 only are available. Therefore, it was not possible to estimate the areas converted from forest to any other land use category. For old federal states, all conversions of forest land since 1987 to any other land-use category, such as cropland, grassland, wetlands and settlement are reported here, since the present CRF provides no appropriate place to report these aggregate estimates.
CO2	5.A. Forest Land, Biomass burning			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.
CO2	5.B. Cropland, 5.C Grassland			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.
CO2	C from lime to forest			As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included on limestone use.

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 „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 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 18.12.2007 zum ersten mal getagt. Wesentlicher Zweck dieser ersten Sitzung war eine Erörterung zum Stand der Umsetzung des Staatssekretärsbeschlusses und die Festlegung des weiteren Vorgehens insbesondere bei der Berichterstattung 2008. In Tabelle 168 ist der Stand der Umsetzung dieses Beschlusses dargestellt. Zur Erörterung und Verabschiedung durch die Ressorts wurde ein Vorschlag zu „Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Treibhausgasberichterstattung“ vorgelegt (siehe Kapitel 17.2.1.10).

Tabelle 168: Stand der Umsetzung des Staatssekretärsbeschlusses zum Nationalen System

Zusammenarbeit mit:	Stand
Alle Bereiche	**18. Dezember .2007:** erste Sitzung des Koordinierungsausschusses Beschlussvorlage zu Mindestanforderungen an die Datendokumentation, QK/QS und Archivierung im Nationalen System (außerhalb des UBA)
BMWi	**Bereich Energie:** **Juli 2007:** Besprechung zwischen UBA und BMWi der erforderlichen Terminkette zur Datenlieferung **Dezember 2007:** Vorlage einer Leistungsbeschreibung für die Ausschreibung zur Erstellung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2007 bis zum Ende der Verpflichtungsperiode durch BMWi unter weitestgehender Berücksichtigung der erforderlichen Terminkette **Bereich Industrieprozesse / Lösemittelverwendung:** **Juni 2007:** Bereitstellung von Übersichtstabellen zum Datenbedarf durch UBA **Juli 2007:** Beantwortung von Rückfragen des BMWi zu Datenflüssen durch UBA Vorklärung mit Branchenvertretern zur grundsätzlichen Bereitschaft konkrete Vereinbarungen abzuschließen **Anfang März 2008:** BMWi liefert Aufstellung zum Sachstand auf der Einzelebene an UBA **März 2008:** Einladung zu Verbände-Gesprächen über konkrete Vereinbarungen
BMI / Destatis	**Juni 2007:** Besprechung zum Umgang mit der Geheimhaltung statistischer Daten zwischen UBA und Destatis **Juli 2007:** Abgabe geheim zu haltender Daten an das UBA ist nur auf Basis einer gesetzlichen Regelung möglich, Einbindung von BMI, BMJ und BfDI ist erforderlich (Entscheidung der Amtsleitung Destatis) **August bis November 2007:** Schriftliche Erörterung der Geheimhaltungsproblematik zwischen Destatis, BMI, BMJ und BfDI unter Einbindung des UBA zur Erläuterung der Datenweiterverarbeitung **20. Dezember 2007:** Klärung noch offener Punkte im Rahmen einer Videokonferenz (BMI, BMJ, BMU, BfDI, UBA, Destatis) am 20.12.2007. Ergebnis: Grundsätzliches Einvernehmen über die Notwendigkeit einer Lösung durch gesetzliche Regelung. **20. Dezember 2007:** Besprechung zwischen BMU/UBA, BMI/Destatis, BMJ und BfdI mit grundsätzlichem Einvernehmen über die Notwendigkeit einer Lösung durch gesetzliche Regelung. Die Perspektive für eine konkrete gesetzliche Regelung der Geheimhaltungsproblematik ist Voraussetzung für die Fertigstellung des Entwurfs der geplanten Verwaltungsvereinbarung zwischen UBA und Destatis über den Datentransfer. Eine zusätzliche Verwaltungsvereinbarung ist zwischen DESTATIS und FAL geplant, die statistische Daten aus dem Bereich der Landwirtschaftsstatistik weiterverarbeitet und die Ergebnisse an das UBA übermittelt. Die Lösung der Geheimhaltungsproblematik ist in diesem Fall durch eine Aufteilung der Berechnungsverantwortung zwischen FAL und DESTATIS möglich. **Erstes Quartal 2008:** die Verwaltungsvereinbarungen zwischen DESTATIS und UBA/FAL sollen abgeschlossen werden.
EURO-CONTROL	Vertragsentwurf zum Datenaustausch, überarbeiteter Entwurf nach juristischer Abstimmung im BMU an Auswärtiges Amt
BMVBS	BMVBS hat zugestimmt, dass Flugbewegungsdaten direkt von Eurocontrol an UBA weitergeleitet werden können. Insofern ist als Grundlage für den Datenaustausch eine Vereinbarung mit Eurocontrol zu schließen. BMVBS hat ein Forschungsvorhaben angemeldet, das mit Blick auf die noch offene Frage bei der Treibhausgasberichterstattung nach einer Differenzierung der Verkehrsleistung bezüglich der einzelnen Straßenkategorien ein wissenschaftlich fundiertes Modell erarbeiten wird. Die Ausschreibung hierzu wird Anfang 2008 erfolgen. BMVBS ist gebeten, den Sachstand zur Behebung der Datenprobleme beim Schienenverkehr außerhalb des DB-Verkehrs (insb. zunehmender Güterverkehr, Aufschlüsselung nach Elektro- u. Dieselbetrieb) zu ergänzen der Entwurf für die Ressortvereinbarung wird vom UBA erarbeitet und kurzfristig vorgelegt
BMVg	auf der Grundlage des Beschlusses kein weiterer Handlungsbedarf
BMU / UBA	Sicherung der Datenerhebung für F-Gase und Lösemittel durch langfristige Verträge für entsprechende Beauftragung wird vorbereitet
BMELV	**April 2007:** erstes Konzept für das Waldmonitoring hinsichtlich der Umsetzung von Artikel 3 Abs. 4 KP wurde erstellt. Erforderlich bleibt weiterhin – wie im März 2007 erbeten – die Vorlage eines integrierten Konzeptes für ein funktionierendes Monitoring im Bereich LULUCF nach Art 3.3 und 3.4 KP und für die Klimarahmenkonvention sowie eine vollständige Berichterstattung für die Berichtstabellen der Klimarahmenkonvention und des Kyoto Protokolls. Auch ein Konzept zum geplanten Nationalen System in der Landwirtschaft (Berücksichtigung Neuorganisation nachgeordneter Behörden, Zusammenarbeit Statistisches Bundesamt) steht noch aus. **01. Januar 2008:** Einrichtung einer neuen Arbeitseinheit „Emissionsberichterstattung“ im neu gegründeten Johann-Heinrich-von Thünen Institut, das zukünftig alle Belange der Emissionsberichterstattung für CRF 4 und 5 bündelt.

17.2 Zusatzinformationen zum Qualitätssystem Emission

17.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung

Wie bereits im Hauptteil (Kapitel 1.2.5.1) 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, 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 67) Weiterführende Informationen finden sich im QSE-Handbuch Kapitel 4.3.

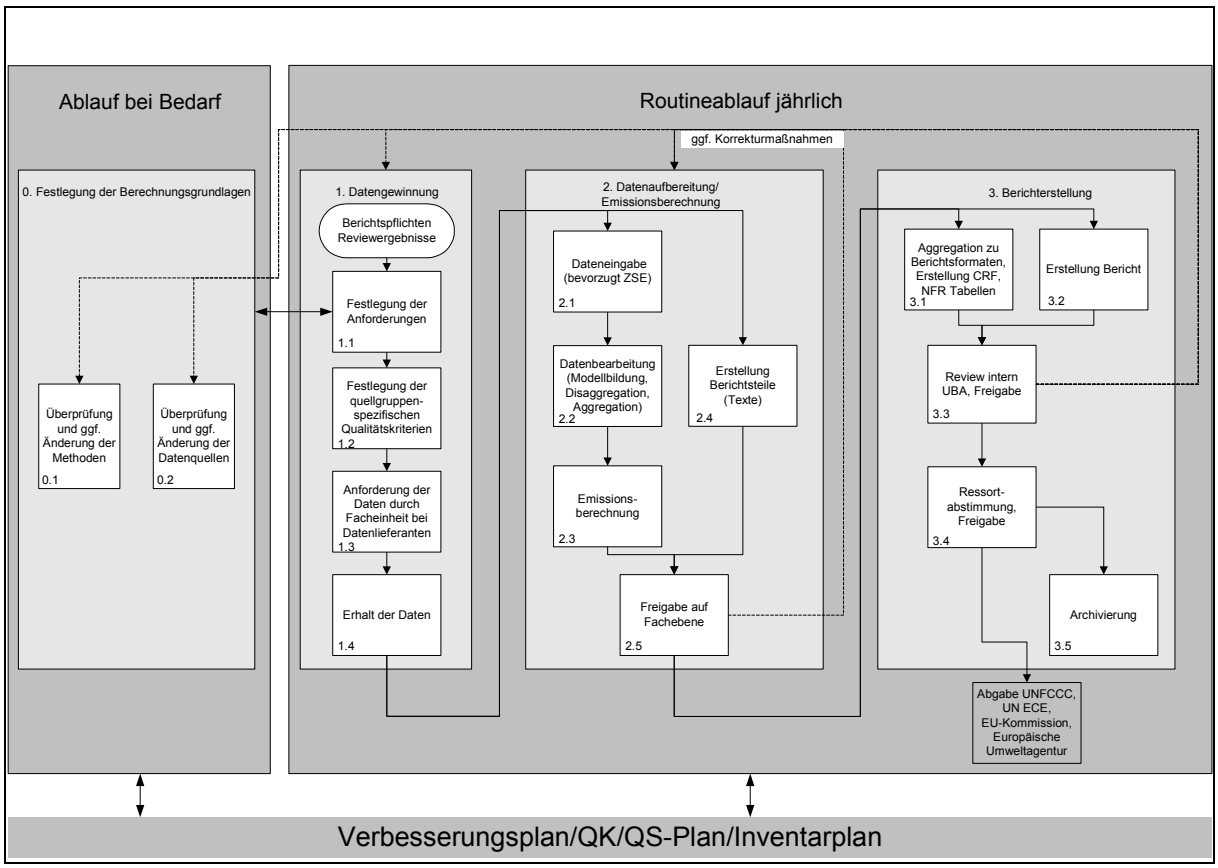


Abbildung 67: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung

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 68) 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

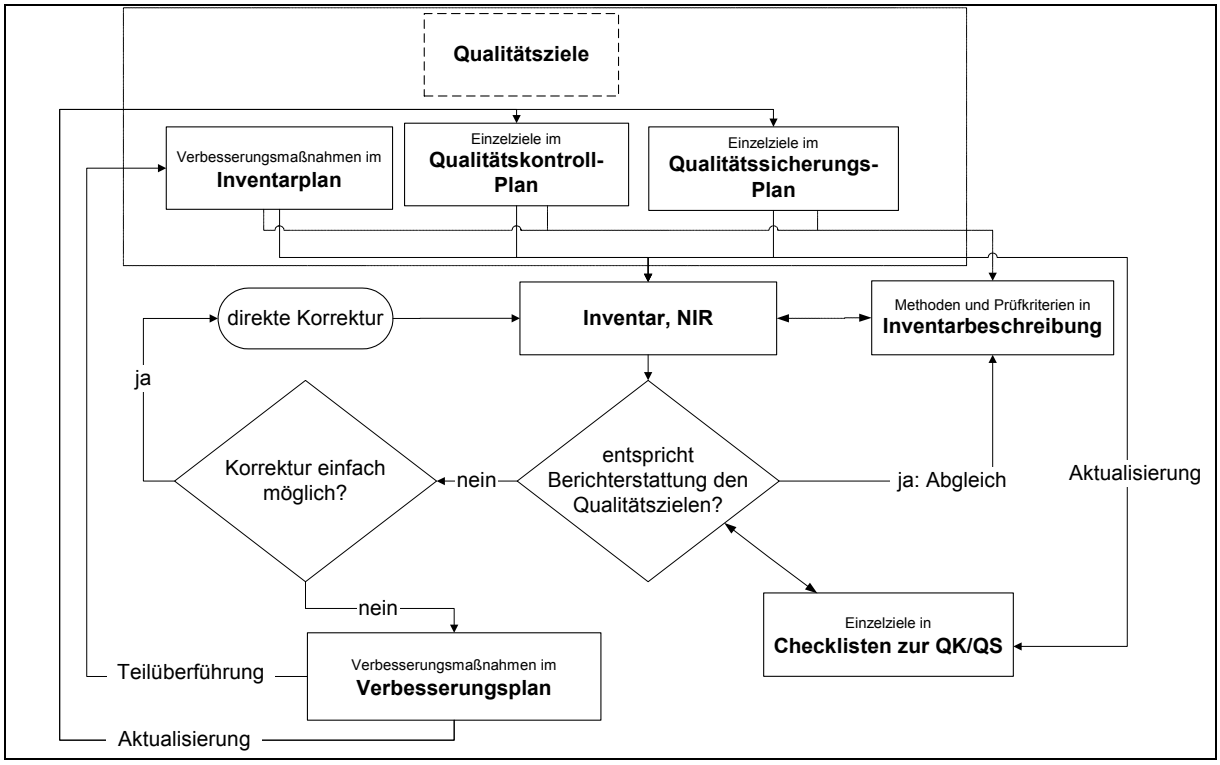


Abbildung 68: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE

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 169 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 169: 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 170: 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 technisches Werkzeug für die Inventarerstellung hat das UBA seit 1998 eine zentrale, nationale Datenbank – das *Zentrales System Emissionen* - entwickelt. Das ZSE setzt vielfältige Anforderungen an die Emissionsberechnung und Berichterstattung um und automatisiert wesentliche Arbeitsschritte. Durch das ZSE wird die Inventarplanung, und -berichterstattung (z.B. Emissionsberechnung, -rekalkulation und Fehleranalyse) erleichtert sowie das Inventarmanagement (z.B. Archivierung, jährliche Evaluierung der Daten) und das

Qualitätsmanagement auf der Datenebene ermöglicht (siehe UBA 2003a, Projekthandbuch Decor). Mit dem ZSE sollen die Schlüsselanforderungen Transparenz, Konsistenz, Vollständigkeit, Vergleichbarkeit und Genauigkeit auf der Datenebene erfüllt werden.

Zur Erfüllung der Schlüsselanforderungen wird den Anforderungen an die Dokumentation im ZSE weiter Raum gegeben. Im ZSE werden die zuständigen Bearbeiter, die Datenquellen und Berechnungsverfahren sowie die Unsicherheiten zu den Zeitreihen ebenso gespeichert, wie Datum und Benutzer der letzten Änderung. Das System verfügt über eine Historienverwaltung, in der gelöschte Werte archiviert werden. Rückverfolgungen und Rekonstruktion von Daten werden so ermöglicht und damit auch die unabhängige Überprüfung durch Dritte. Für die Durchführung der Qualitätssicherung auf der Datenebene werden unterstützende Instrumente bereitgestellt oder entwickelt (z.B. System zur Erfassung von Unsicherheiten, Plausibilitätsprüfungen). Der Transparenz wird vor allem dadurch Rechnung getragen, dass die Datenerfassung in der Struktur erfolgt, wie die Daten bereitgestellt werden und sämtliche Bearbeitungen und Transformationen hin zu einem Berichtsformat erst im ZSE erfolgen und somit nachvollziehbar bleiben. So kann das ZSE detaillierte technik-spezifische Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren verwalten, die über Rechenregeln (Berechnungsverfahren) zu aggregierten, quellgruppenspezifischen Werten für die Berichtsformate weiterverarbeitet werden. Die Aggregation der einzelnen ZSE-Zeitreihen zu den CRF-Berichtszeilen sind in Anhang 3 bzw. Kapitel 0ff jeweils bei den einzelnen Quellgruppen beschrieben. Neben der Aggregation und Modellbildung für Berechnungen ermöglicht das ZSE auch die Durchführung von Szenarien- und Prognoseberechnungen.

Über das ZSE wird auch der Datenaustausch im Rahmen des Nationalen Systems – also innerhalb des UBA und mit Dritten - organisiert. Neben der Direkteingabe können aus vorhandenen Datenbanken aggregierte Werte über eine Standardschnittstelle importiert werden (z.B. TREMOD, GAS-EM). Ziel ist es, dass Inventardaten möglichst direkt von den inhaltlich zuständigen Fachverantwortlichen in das ZSE eingepflegt oder zumindest 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 seit dem Jahr 2001 grundlegende Vorbereitungen getroffen:

- 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. NEC-Richtlinie) über das ZSE

Nachdem mit der Inbetriebnahme der Vollversion des ZSE im Jahr 2002 die wesentlichen technischen Voraussetzungen für die Erfüllung der Kyoto-Anforderungen an die Inventare geschaffen worden sind, gilt es nun, die Umstellung der rechnerischen Verfahren zur Emissionsermittlung sowie die Organisation der Datengewinnung vollständig auf das ZSE umzustellen.

Weitere Zukunftsaufgaben des Zentralen Systems Emissionen sind die umfassende Anwendung der Datenbank für die:

- Einbau Reference Approach ins ZSE,
- Anpassung des ZSE an die Anforderungen zur Datengeheimhaltung ,
- Erstellung von Prognosen und Szenarien um zukünftig Einschätzungen zur Erfüllung von Minderungsverpflichtungen treffen zu können sowie die Identifikation weiterer Maßnahmen zur Zielerreichung zu ermöglichen.

17.3.1 Dokumentation von Berechnungen im CalQlator

Das Umweltbundesamt hat zur transparenten Dokumentation von Berechnungen ein Rechentool für das ZSE entwickelt, dass Ende 2003 in Betrieb genommen werden konnte. Mit dem CalQlator können komplexe Berechnungsmethoden nachvollziehbar in der Datenbank gespeichert werden. Er erlaubt die Aufstellung von Gleichungen zur Verknüpfung von Eingangsgrößen zu einem Berechnungsverfahren, so dass über die eingegebene Formel das Zustandekommen von Rechenergebnissen rückverfolgt werden kann und über eine Berechnungsänderung die konsistente Neuberechnung einer gesamten Zeitreihe möglich wird. Über die Definition von Ungleichungen kann der CalQlator auch zur Qualitätssicherung eingesetzt werden, indem z.B. Prüfbedingungen für maximale Abweichungen definiert werden. Im Januar 2004 wurden die ersten Mitarbeiter des UBA mit dem CalQlator im Rahmen einer Schulung vertraut gemacht.

17.3.2 Datentransfer zwischen den Datenbanken TREMOD und ZSE

Für die Quellgruppe *Straßenverkehr* wurde für den Transfer der in der Datenbank TREMOD (Transport Emission Estimation Model) abgelegten Emissionsdaten in die Datenbank ZSE in den Jahren 1999/2000 eine Schnittstelle programmiert, die 2003 an die mittlerweile erfolgten Weiterentwicklung der Datenbank ZSE neu angepasst wurde.

Das aktuelle ZSE-Importformat ist im Anhang 6 (Kapitel 17.2.2) des NIR 2007 genau beschrieben.

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[58] 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.
- 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 171 dargestellt.

[58] FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, Annex III, p 24-27

Tabelle 171: Tabelle 6.2 der IPCC Good Practice Guidance - Details

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Year t emissions	Year t emissions	Activity data	Emission factor	Combined uncertainty	Combined uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier 1 Level assessment
Category			**[Gg]**	**[Gg CO_2-equiv.]**	**uncertainty [%]**	**uncertainty [%]**	**[%]**	**[%]**	**[%]**
Total				**1,10E+06**				**12,48%**	**100,00%**
1A1a	Solid Fuels	CO2	2,83E+05	2,83E+05	6,12%	1,60%	6,32%	1,64%	6,05%
1A1a	Other Fuels	CO2	1,26E+04	1,26E+04	9,91%	0,97%	9,96%	0,11%	0,42%
1A1a	Gaseous Fuels	CO2	3,03E+04	3,03E+04	2,91%	1,09%	3,11%	0,09%	0,32%
1A1a	Solid Fuels	N2O	1,05E+01	3,27E+03	6,12%	26,38%	27,08%	0,08%	0,30%
1A1a	Liquid Fuels	CO2	5,05E+03	5,05E+03	3,01%	1,46%	3,34%	0,02%	0,06%
1A1a	Other Fuels	N2O	4,14E-01	1,28E+02	9,91%	29,11%	30,75%	0,00%	0,01%
1A1a	Biomass	CO2	1,77E+02	1,77E+02	21,55%	1,79%	21,62%	0,00%	0,01%
1A1a	Solid Fuels	CH4	4,11E+00	8,62E+01	6,12%	26,72%	27,41%	0,00%	0,01%
1A1a	Gaseous Fuels	N2O	1,13E-01	3,51E+01	2,91%	28,01%	28,16%	0,00%	0,00%
1A1a	Liquid Fuels	N2O	5,44E-02	1,69E+01	3,01%	29,13%	29,29%	0,00%	0,00%
1A1a	Gaseous Fuels	CH4	7,39E-01	1,55E+01	2,91%	18,43%	18,66%	0,00%	0,00%
1A1a	Other Fuels	CH4	2,49E-01	5,22E+00	9,91%	24,26%	26,20%	0,00%	0,00%
1A1a	Liquid Fuels	CH4	1,59E-01	3,34E+00	3,01%	24,30%	24,49%	0,00%	0,00%
1A1a	Biomass	CH4	9,74E-04	2,05E-02	21,55%	38,90%	44,47%	0,00%	0,00%
1A1b	Liquid Fuels	CO2	1,93E+04	1,93E+04	3,24%	0,54%	3,29%	0,06%	0,21%
1A1b	Gaseous Fuels	CO2	7,28E+02	7,28E+02	5,16%	0,58%	5,19%	0,00%	0,01%
1A1b	Liquid Fuels	N2O	1,96E-01	6,09E+01	3,24%	39,54%	39,68%	0,00%	0,01%
1A1b	Solid Fuels	CO2	1,92E+02	1,92E+02	10,93%	1,00%	10,97%	0,00%	0,01%
1A1b	Liquid Fuels	CH4	3,91E-01	8,22E+00	3,24%	39,51%	39,64%	0,00%	0,00%
1A1b	Gaseous Fuels	N2O	3,43E-03	1,06E+00	5,16%	75,00%	75,18%	0,00%	0,00%
1A1b	Solid Fuels	N2O	2,40E-03	7,45E-01	10,93%	75,00%	75,79%	0,00%	0,00%
1A1b	Gaseous Fuels	CH4	1,43E-02	3,01E-01	5,16%	41,38%	41,70%	0,00%	0,00%
1A1b	Solid Fuels	CH4	1,44E-03	3,03E-02	10,93%	75,00%	75,79%	0,00%	0,00%
1A1c	Solid Fuels	CO2	1,53E+04	1,53E+04	7,43%	3,63%	8,27%	0,12%	0,43%
1A1c	Gaseous Fuels	CO2	2,30E+03	2,30E+03	14,68%	3,22%	15,03%	0,03%	0,12%
1A1c	Solid Fuels	N2O	7,01E-01	2,17E+02	7,43%	33,61%	34,42%	0,01%	0,03%
1A1c	Biomass	CO2	4,28E+01	4,28E+01	29,15%	5,00%	29,58%	0,00%	0,00%
1A1c	Liquid Fuels	CO2	1,54E+02	1,54E+02	2,88%	2,33%	3,70%	0,00%	0,00%
1A1c	Gaseous Fuels	N2O	3,76E-02	1,16E+01	14,68%	32,54%	35,70%	0,00%	0,00%
1A1c	Solid Fuels	CH4	2,68E-01	5,62E+00	7,43%	36,25%	37,00%	0,00%	0,00%
1A1c	Gaseous Fuels	CH4	1,04E-01	2,19E+00	14,68%	32,54%	35,70%	0,00%	0,00%
1A1c	Liquid Fuels	N2O	2,20E-03	6,82E-01	2,88%	33,30%	33,43%	0,00%	0,00%
1A1c	Liquid Fuels	CH4	7,17E-03	1,50E-01	2,88%	26,30%	26,46%	0,00%	0,00%
1A1c	Biomass	CH4	2,11E-03	4,44E-02	29,15%	75,00%	80,47%	0,00%	0,00%
1A2	Gaseous Fuels	CO2	5,44E+04	5,44E+04	5,38%	2,25%	5,83%	0,29%	1,07%

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Year t emissions	Year t emissions	Activity data	Emission factor	Combined uncertainty	Combined uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier 1 Level assessment
Category			[Gg]	[Gg CO_2-equiv.]	uncertainty [%]	uncertainty [%]	[%]	[%]	[%]
1A2	Other Fuels	CO2	1,63E+04	1,63E+04	17,00%	3,15%	17,29%	0,26%	0,95%
1A2	Solid Fuels	CO2	2,47E+04	2,47E+04	3,33%	1,27%	3,56%	0,08%	0,30%
1A2	Liquid Fuels	CO2	1,74E+04	1,74E+04	2,18%	1,61%	2,71%	0,04%	0,16%
1A2	Biomass	CO2	2,05E+03	2,05E+03	8,70%	1,83%	8,89%	0,02%	0,06%
1A2	Other Fuels	N2O	5,84E-01	1,81E+02	17,00%	56,63%	59,13%	0,01%	0,04%
1A2	Solid Fuels	N2O	1,15E+00	3,56E+02	3,33%	16,06%	16,40%	0,01%	0,02%
1A2	Gaseous Fuels	N2O	5,54E-01	1,72E+02	5,38%	27,47%	27,99%	0,00%	0,02%
1A2	Liquid Fuels	N2O	3,61E-01	1,12E+02	2,18%	16,59%	16,74%	0,00%	0,01%
1A2	Solid Fuels	CH4	2,72E+00	5,70E+01	3,33%	12,17%	12,62%	0,00%	0,00%
1A2	Gaseous Fuels	CH4	1,38E+00	2,89E+01	5,38%	23,10%	23,72%	0,00%	0,00%
1A2	Other Fuels	CH4	4,78E-01	1,00E+01	17,00%	47,21%	50,17%	0,00%	0,00%
1A2	Liquid Fuels	CH4	7,21E-01	1,51E+01	2,18%	16,60%	16,74%	0,00%	0,00%
1A2	Biomass	N2O	2,56E-02	7,94E+00	8,70%	27,97%	29,29%	0,00%	0,00%
1A2	Biomass	CH4	7,11E-02	1,49E+00	8,70%	24,17%	25,69%	0,00%	0,00%
1A3a	Liquid Fuels	CO2	5,29E+03	5,29E+03	50,00%	2,00%	50,04%	0,24%	0,89%
1A3a	Liquid Fuels	N2O	2,52E-01	7,81E+01	50,00%	75,00%	90,14%	0,01%	0,02%
1A3a	Liquid Fuels	CH4	6,71E-02	1,41E+00	50,00%	50,00%	70,71%	0,00%	0,00%
1A3b	Liquid Fuels	CO2	1,49E+05	1,49E+05	2,13%	0,63%	2,23%	0,30%	1,12%
1A3b	Biomass	CO2	5,63E+03	5,63E+03	3,55%	17,75%	18,10%	0,09%	0,34%
1A3b	Liquid Fuels	N2O	3,42E+00	1,06E+03	2,13%	23,80%	23,90%	0,02%	0,09%
1A3b	Liquid Fuels	CH4	7,34E+00	1,54E+02	2,13%	15,87%	16,01%	0,00%	0,01%
1A3b	Biomass	N2O	1,19E-01	3,70E+01	3,55%	26,62%	26,86%	0,00%	0,00%
1A3b	Biomass	CH4	6,05E-02	1,27E+00	3,55%	17,75%	18,10%	0,00%	0,00%
1A3c	Liquid Fuels	CO2	1,27E+03	1,27E+03	11,00%	2,00%	11,18%	0,01%	0,05%
1A3c	Liquid Fuels	N2O	1,72E-02	5,33E+00	11,00%	75,00%	75,80%	0,00%	0,00%
1A3c	Liquid Fuels	CH4	2,75E-02	5,77E-01	11,00%	50,00%	51,20%	0,00%	0,00%
1A3d	Liquid Fuels	CO2	8,55E+02	8,55E+02	11,00%	2,00%	11,18%	0,01%	0,03%
1A3d	Liquid Fuels	N2O	1,16E-02	3,58E+00	11,00%	75,00%	75,80%	0,00%	0,00%
1A3d	Liquid Fuels	CH4	2,77E-02	5,82E-01	11,00%	50,00%	51,20%	0,00%	0,00%
1A3e	Gaseous Fuels	CO2	1,53E+03	1,53E+03	6,33%	3,54%	7,25%	0,01%	0,04%
1A3e	Liquid Fuels	CO2	2,82E+03	2,82E+03	1,29%	2,77%	3,05%	0,01%	0,03%
1A3e	Liquid Fuels	N2O	4,65E-02	1,44E+01	1,29%	69,20%	69,21%	0,00%	0,00%
1A3e	Gaseous Fuels	N2O	2,78E-02	8,61E+00	6,33%	35,36%	35,92%	0,00%	0,00%
1A3e	Liquid Fuels	CH4	1,58E-01	3,33E+00	1,29%	55,36%	55,37%	0,00%	0,00%
1A3e	Gaseous Fuels	CH4	5,45E-02	1,14E+00	6,33%	35,36%	35,92%	0,00%	0,00%
1A4a	Gaseous Fuels	CO2	2,59E+04	2,59E+04	8,05%	2,68%	8,48%	0,20%	0,74%
1A4a	Liquid Fuels	CO2	1,91E+04	1,91E+04	9,45%	2,84%	9,87%	0,17%	0,64%
1A4a	Biomass	CO2	2,37E+03	2,37E+03	28,86%	49,50%	57,30%	0,12%	0,46%

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Year t emissions	Year t emissions	Activity data	Emission factor	Combined uncertainty	Combined uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier 1 Level assessment
Category			[Gg]	[Gg CO_2-equiv.]	uncertainty [%]	uncertainty [%]	[%]	[%]	[%]
1A4a	Solid Fuels	CO2	9,77E+02	9,77E+02	6,34%	2,72%	6,90%	0,01%	0,02%
1A4a	Biomass	N2O	2,09E-02	6,48E+00	28,86%	148,50%	151,28%	0,00%	0,00%
1A4a	Solid Fuels	N2O	4,91E-02	1,52E+01	6,34%	45,32%	45,76%	0,00%	0,00%
1A4b	Biomass	CO2	2,36E+04	2,36E+04	29,14%	49,99%	57,86%	1,25%	4,62%
1A4b	Gaseous Fuels	CO2	5,70E+04	5,70E+04	12,46%	3,00%	12,82%	0,67%	2,46%
1A4b	Liquid Fuels	CO2	5,62E+04	5,62E+04	11,05%	2,87%	11,42%	0,59%	2,16%
1A4b	Solid Fuels	CO2	4,06E+03	4,06E+03	5,48%	1,84%	5,78%	0,02%	0,08%
1A4b	Solid Fuels	N2O	3,20E-01	9,92E+01	5,48%	30,72%	31,21%	0,00%	0,01%
1A4b	Biomass	N2O	1,89E-04	5,87E-02	29,14%	100,00%	104,16%	0,00%	0,00%
1A4c	Biomass	CO2	1,07E+03	1,07E+03	27,86%	47,79%	55,32%	0,05%	0,20%
1A4c	Liquid Fuels	CO2	5,53E+03	5,53E+03	2,96%	2,12%	3,64%	0,02%	0,07%
1A4c	Gaseous Fuels	CO2	8,07E+02	8,07E+02	8,05%	2,68%	8,48%	0,01%	0,02%
1A4c	Solid Fuels	CO2	1,64E+02	1,64E+02	6,37%	2,73%	6,93%	0,00%	0,00%
1A4c	Liquid Fuels	N2O	6,40E-02	1,98E+01	2,96%	32,33%	32,46%	0,00%	0,00%
1A4c	Liquid Fuels	CH4	3,98E-01	8,35E+00	2,96%	46,18%	46,28%	0,00%	0,00%
1A4c	Solid Fuels	N2O	8,25E-03	2,56E+00	6,37%	45,52%	45,96%	0,00%	0,00%
1A5a	Gaseous Fuels	CO2	5,13E+02	5,13E+02	9,00%	3,00%	9,49%	0,00%	0,02%
1A5a	Liquid Fuels	CO2	2,50E+02	2,50E+02	3,62%	2,71%	4,52%	0,00%	0,00%
1A5a	Solid Fuels	CO2	1,30E+01	1,30E+01	7,00%	3,00%	7,62%	0,00%	0,00%
1A5a	Solid Fuels	N2O	6,37E-04	1,98E-01	7,00%	50,00%	50,49%	0,00%	0,00%
1A5b	Liquid Fuels	CO2	7,70E+02	7,70E+02	4,04%	1,97%	4,49%	0,00%	0,01%
1A5b	Liquid Fuels	N2O	2,86E-02	8,87E+00	4,04%	98,42%	98,51%	0,00%	0,00%
1A5b	Liquid Fuels	CH4	2,47E-01	5,18E+00	4,04%	32,81%	33,06%	0,00%	0,00%
1B1b	Solid Fuels	CH4	4,07E-01	8,54E+00	2,50%	10,00%	10,31%	0,00%	0,00%
1B2a	Liquid Fuels	CH4	2,24E+00	4,71E+01	18,00%	37,50%	41,60%	0,00%	0,01%
2A1		CO2	1,32E+04	1,32E+04	7,00%	10,00%	12,21%	0,15%	0,54%
2A2		CO2	5,50E+03	5,50E+03	4,68%	10,42%	11,42%	0,06%	0,21%
2A7		CO2	1,32E+03	1,32E+03	4,55%	16,40%	17,02%	0,02%	0,08%
2B1		CO2	5,14E+03	5,14E+03	2,00%	50,00%	50,04%	0,23%	0,87%
2B2		N2O	2,74E+01	8,48E+03	5,00%	50,00%	50,25%	0,39%	1,44%
2B3		N2O	9,69E+00	3,00E+03	20,00%	7,00%	21,19%	0,06%	0,21%
2B4		CO2	1,75E+01	1,75E+01	5,00%	10,00%	11,18%	0,00%	0,00%
2B5		CO2	7,24E+03	7,24E+03	5,92%	17,99%	18,94%	0,13%	0,46%
2B5		N2O	2,19E-01	6,78E+01	5,92%	53,34%	53,66%	0,00%	0,01%
2B5		CH4	1,89E-02	3,97E-01	5,92%	2,00%	6,25%	0,00%	0,00%
2C1		CO2	4,49E+04	4,49E+04	1,02%	3,41%	3,56%	0,15%	0,54%
2C1		CH4	9,90E-02	2,08E+00	1,02%	10,00%	10,05%	0,00%	0,00%
2C2		CO2	2,75E+00	2,75E+00	5,00%	7,00%	8,60%	0,00%	0,00%

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Year t emissions	Year t emissions	Activity data	Emission factor	Combined uncertainty	Combined uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier 1 Level assessment
Category			[Gg]	[Gg CO_2-equiv.]	uncertainty [%]	uncertainty [%]	[%]	[%]	[%]
2C3		CO2	7,06E+02	7,06E+02	2,71%	15,00%	15,24%	0,01%	0,04%
2C3		CF4	2,54E-02	1,65E+02	2,71%	15,00%	15,24%	0,00%	0,01%
2C3		C2F6	2,55E-03	2,35E+01	2,71%	15,03%	15,28%	0,00%	0,00%
2C4		SF6	2,40E-02	5,73E+02	7,81%	1,50%	7,95%	0,00%	0,02%
2C5		HFC-134a	8,48E-04	1,10E+00	1,54%	1,50%	2,15%	0,00%	0,00%
2E1		HFC-23	2,30E-02	2,69E+02		3,00%	3,00%	0,00%	0,00%
2E2		SF6	9,00E-03	2,15E+02	0,00%	3,00%	3,00%	0,00%	0,00%
2E2		HFC-134a	1,35E-02	1,76E+01	0,00%	3,00%	3,00%	0,00%	0,00%
2E2		HFC-227ea	1,50E-03	4,35E+00	0,00%	3,00%	3,00%	0,00%	0,00%
2F1		HFC-134a	3,36E+00	4,37E+03	4,14%	15,57%	16,11%	0,06%	0,24%
2F1		HFC-143a	5,25E-01	2,00E+03	4,14%	16,24%	16,75%	0,03%	0,11%
2F1		HFC-125	5,70E-01	1,60E+03	4,14%	13,34%	13,97%	0,02%	0,08%
2F1		HFC-23	1,27E-02	1,48E+02	4,14%	16,69%	17,20%	0,00%	0,01%
2F1		C3F8	1,53E-02	1,07E+02	4,14%	17,87%	18,34%	0,00%	0,01%
2F1		C2F6	4,00E-03	3,68E+01	4,14%	19,42%	19,85%	0,00%	0,00%
2F1		HFC-32	4,56E-02	2,96E+01	4,14%	13,11%	13,74%	0,00%	0,00%
2F1		HFC-227ea	4,95E-03	1,43E+01	4,14%	24,95%	25,29%	0,00%	0,00%
2F1		HFC-152a	1,78E-02	2,49E+00	4,14%	19,44%	19,88%	0,00%	0,00%
2F2		HFC-134a	4,93E-01	6,41E+02	2,68%	4,17%	4,96%	0,00%	0,01%
2F2		HFC-152a	6,40E-01	8,96E+01	2,68%	1,97%	3,33%	0,00%	0,00%
2F2		HFC-227ea	3,31E-04	9,59E-01	2,68%	22,47%	22,63%	0,00%	0,00%
2F3		HFC-236fa	5,31E-04	3,34E+00	0,94%	6,43%	6,49%	0,00%	0,00%
2F3		HFC-227ea	1,11E-03	3,22E+00	0,94%	4,98%	5,06%	0,00%	0,00%
2F3		HFC-23	5,32E-06	6,22E-02	0,94%	22,07%	22,09%	0,00%	0,00%
2F4		HFC-134a	4,07E-01	5,29E+02	3,62%	14,61%	15,05%	0,01%	0,03%
2F4		HFC-227ea	2,43E-02	7,03E+01	3,62%	25,00%	25,26%	0,00%	0,01%
2F4		HFC-152a	1,16E-02	1,62E+00	3,62%	23,14%	23,42%	0,00%	0,00%
2F5		HFC-43-10mee	1,40E-03	1,82E+00	2,00%	2,00%	2,83%	0,00%	0,00%
2F6		CF4	1,73E-02	1,12E+02	15,02%	10,95%	18,59%	0,00%	0,01%
2F6		C2F6	1,09E-02	1,00E+02	15,02%	12,21%	19,36%	0,00%	0,01%
2F6		C3F8	5,10E-03	3,57E+01	15,02%	12,21%	19,36%	0,00%	0,00%
2F6		SF6	1,30E-03	3,10E+01	15,02%	12,19%	19,35%	0,00%	0,00%
2F6		HFC-23	2,01E-03	2,36E+01	15,02%	12,22%	19,36%	0,00%	0,00%
2F6		c-C4F8	1,80E-04	1,57E+00	15,02%	12,22%	19,37%	0,00%	0,00%
2F7		SF6	3,19E-02	7,63E+02	4,55%	7,02%	8,37%	0,01%	0,02%
2F8		SF6	7,23E-02	1,73E+03	9,64%	14,71%	17,58%	0,03%	0,10%
3DD		N2O	3,79E+00	1,17E+03	9,37%	46,83%	47,76%	0,05%	0,19%
4A1		CH4	1,13E+03	2,38E+04		5,42%	5,42%	0,12%	0,44%

IPCC Source	Fuel Category	Gas	Year t emissions	Year t emissions	Activity data	Emission factor	Combined uncertainty	Combined uncertainty as % of total national emissions in year t	Tier 1 Level assessment
Category			[Gg]	[Gg CO_2-equiv.]	uncertainty [%]	uncertainty [%]	[%]	[%]	[%]
4A2		CH4	6,25E-02	1,31E+00		10,00%	10,00%	0,00%	0,00%
4A3		CH4	2,11E+01	4,44E+02		10,00%	10,00%	0,00%	0,01%
4A4		CH4	8,50E-01	1,79E+01		10,00%	10,00%	0,00%	0,00%
4A6		CH4	1,28E+01	2,70E+02		10,00%	10,00%	0,00%	0,01%
4A8		CH4	6,26E+01	1,32E+03		6,43%	6,43%	0,01%	0,03%
4B1		CH4	2,21E+02	4,64E+03		10,77%	10,77%	0,05%	0,17%
4B1		N2O	8,53E+00	2,64E+03		13,51%	13,51%	0,03%	0,12%
4B2		N2O	9,47E-04	2,94E-01		21,21%	21,21%	0,00%	0,00%
4B2		CH4	3,54E-03	7,43E-02		20,00%	20,00%	0,00%	0,00%
4B3		N2O	9,08E-02	2,81E+01		29,66%	29,66%	0,00%	0,00%
4B3		CH4	5,02E-01	1,05E+01		30,00%	30,00%	0,00%	0,00%
4B4		N2O	1,30E-02	4,03E+00		35,36%	35,36%	0,00%	0,00%
4B4		CH4	2,04E-02	4,28E-01		30,00%	30,00%	0,00%	0,00%
4B6		N2O	8,92E-01	2,77E+02		49,34%	49,34%	0,01%	0,05%
4B6		CH4	1,93E+00	4,05E+01		30,00%	30,00%	0,00%	0,00%
4B8		CH4	1,47E+02	3,09E+03		12,95%	12,95%	0,04%	0,14%
4B8		N2O	3,04E+00	9,42E+02		14,14%	14,14%	0,01%	0,04%
4B9		N2O	3,51E+00	1,09E+03		13,33%	13,33%	0,01%	0,05%
4B9		CH4	1,88E+01	3,95E+02		17,37%	17,37%	0,01%	0,02%
4D3		N2O	7,06E+01	2,19E+04		441,10%	441,10%	8,81%	32,59%
4D4		N2O	5,15E+01	1,60E+04		581,63%	581,63%	8,47%	31,32%
5A -		CO2	9,86E+02	9,86E+02		50,00%	50,00%	0,05%	0,17%
5A -		N2O	1,61E-02	4,98E+00		25,00%	25,00%	0,00%	0,00%
5B -		CO2	2,50E+04	2,50E+04		25,00%	25,00%	0,57%	2,11%
5B -		N2O	1,36E+00	4,22E+02		25,00%	25,00%	0,01%	0,04%
5C -		CO2	1,88E+04	1,88E+04		22,25%	22,25%	0,38%	1,41%
5C -		N2O	1,01E+00	3,12E+02		25,00%	25,00%	0,01%	0,03%
5F -		CO2	5,31E+02	5,31E+02		25,00%	25,00%	0,01%	0,04%
5G -		CO2	9,31E+01	9,31E+01		25,00%	25,00%	0,00%	0,01%
6A -		CH4	4,58E+02	9,62E+03		12,50%	12,50%	0,11%	0,41%
6B -		N2O	7,55E+00	2,34E+03		75,00%	75,00%	0,16%	0,59%
6B -		CH4	5,50E+00	1,15E+02		45,30%	45,30%	0,00%	0,02%
6D -		CH4	2,65E+01	5,56E+02	3,95%	33,16%	33,39%	0,02%	0,06%
6D -		N2O	1,17E+00	3,63E+02	3,95%	45,02%	45,19%	0,01%	0,06%

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.