

CLIMATE CHANGE

24/2014

# Berichterstattung unter der Klimarahmen- konvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto- Protokoll 2014

Nationaler Inventarbericht zum Deutschen  
Treibhausgasinventar 1990 - 2012



CLIMATE CHANGE 24/2014

**Berichterstattung unter der  
Klimarahmenkonvention der Vereinten  
Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014**

**Nationaler Inventarbericht zum  
Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2012**

Umweltbundesamt

## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
[info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 /umweltbundesamt.de  
 /umweltbundesamt

### **Redaktion:**

Fachgebiet I 2.6 Emissionssituation  
Patrick Gniffke

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-der-klimarahmenkonvention>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Juli 2014



**Kontakt**

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

Die elektronische Fassung dieses Berichts sowie die entsprechenden zugehörigen Emissionsdaten im Common Reporting Format (CRF) (Version 1.1 auf Basis der Datenbank ZSE mit Stand Trendtabellen vom 26.11.2013) sind auf der Internetseite des Umweltbundesamtes bereitgestellt:

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen>

**Autoren**

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

**Für die einzelnen Kapitel:****Teil I: Jährliche Inventarlieferung:**

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

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

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

Kapitel 11	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI WO): Wolfgang Stürmer, Katja Oehmichen, Karsten Dunger, Johanna Steuk
Kapitel 11.7, 12, 14	Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt):
Kapitel 13	Dirk Günther (UBA I 2.6)
Kapitel 15	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Referat KI 1.1

Anhänge:

Anhang 1	David Kuntze (UBA I 2.6)
Anhang 2	Marion Dreher (UBA I 2.6),
Anhang 2, Kapitel 18.7	Kristina Juhrich (UBA I 2.6)
Anhang 2, 18.7.4	David Kuntze (UBA I 2.6)
Anhang 3	Autoren entsprechend der fachlichen Zuständigkeit in Kapitel 3-15
Anhang 3, Kapitel 19.1.1	Marcus Machat (UBA E 1.1), Frank Zander (Institut für Energetik und Umwelt: IE gGmbH), Dr. Dieter Merten (IE gGmbH)
Anhang 3, Kapitel 19.5	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI): Annette Freibauer, Karsten Dunger, Andreas Gensior, Thomas Riedel, Andreas Laggner, Wolfgang Stürmer
Anhang 4	Michael Strogies
Anhang 5	Detlef Rimkus (UBA I 2.6)

Anhang 6	Dirk Günther (UBA I 2.6), Autoren entsprechend der fachlichen Zuständigkeit
Anhang 6, Kapitel 22.1.2	Stephan Schiller (UBA I 2.6)
Anhang 6, Kapitel 22.1.3	Kevin Hausmann (UBA I 2.6)
Anhang 7	Detlef Rimkus (UBA I 2.6)

**Impressum**

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

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>30</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>34</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>50</b>
<b>EINHEITEN UND GRÖßen</b>	<b>56</b>
<b>ERKLÄRUNG DER EINLEITENDEN INFORMATIONSTABELLEN</b>	<b>57</b>
<b>0 ZUSAMMENFASSUNG (ES)</b>	<b>58</b>
<b>0.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN UND KLIMAWANDEL (ES.1)</b>	<b>60</b>
0.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel (ES1.1)	60
0.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren (ES1.2)	60
0.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (ES.1.3)	60
<b>0.2 ZUSAMMENGEFASSTE EMISSIONEN VON TREIBHAUSGASEN SOWIE DEREN EINBINDUNG IN SENKEN UND EMISSIONEN UND EINBINDUNGEN AUS KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN (ES.2)</b>	<b>61</b>
0.2.1 Treibhausgas-Inventar (ES.2.1)	61
0.2.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.2.2)	64
<b>0.3 ZUSAMMENGEFASSTE EMISSIONSSCHÄTZUNGEN UND TRENDS DER QUELL- UND SENKENGRUPPEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN (ES.3)</b>	<b>64</b>
0.3.1 Treibhausgas-Inventar (ES.3.1)	64
0.3.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.3.2)	66
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>67</b>
<b>1.1 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZU TREIBHAUSGAS-INVENTAREN, KLIMAWANDEL UND ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT</b>	<b>67</b>
1.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel	67
1.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren	68
1.1.3 Hintergrundinformationen zu ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert (KP NIR 1.1.3.)	69
<b>1.2 BESCHREIBUNG DER INSTITUTIONALISIERUNG DER INVENTARERSTELLUNG, INKLUSIVE DER RECHTLICHEN UND PROZEDURALEN FESTLEGUNGEN ZUR PLANUNG, ERSTELLUNG UND MANAGEMENT DES INVENTARS</b>	<b>70</b>
1.2.1 Übersicht über die institutionellen, rechtlichen und prozeduralen Festlegungen zur Erstellung der Treibhausgas-Inventare und ergänzende Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert	70
1.2.1.1 Der Nationale Koordinierungsausschuss	72
1.2.1.2 Koordinierungsstelle des Nationalen Systems	72
1.2.1.3 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundesamt	74
1.2.1.4 Zusammenarbeit der Nationalen Koordinierungsstelle mit anderen Bundesinstitutionen und Nichtregierungsorganisationen im Rahmen des Nationalen Systems	75
1.2.1.5 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems	77
1.2.2 Übersicht über die Inventarplanung	78
1.2.3 Übersicht der Inventarerstellung und –management, inklusive der ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert	78
<b>1.3 INVENTARERSTELLUNG</b>	<b>80</b>
<b>1.3.1 Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>80</b>
1.3.1.1 Vorgelagerte Abläufe	80
1.3.1.1.1 Verbesserung des Nationalen Systems	80
1.3.1.1.2 Umsetzung von Verbesserungen in der Inventarplanung und Inventarerstellung	81
1.3.1.1.3 Bestimmung der Hauptkategorien (gemäß Tier 1-Verfahren)	81
1.3.1.1.4 Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten der Emissionen	82
1.3.1.1.5 Erweiterte Bestimmung der Hauptkategorien	82
1.3.2 Sammlung, Verarbeitung und Speicherung der Daten, inklusive KP-LULUCF-Inventare	82
1.3.2.1 Festlegung der Berechnungsgrundlagen	82
1.3.2.2 Datengewinnung	83
1.3.2.3 Datenaufbereitung und Emissionsberechnung	84
1.3.2.4 Berichterstellung	85

<b>1.3.3 Prozeduren zur Qualitätskontrolle und -sicherung (QK/QS) und ausführliche Überprüfung der Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventare</b>	<b>87</b>
1.3.3.1 Das Qualitätssystem Emissionsinventare	87
1.3.3.1.1 Hausanordnung 11/2005 des UBA	87
1.3.3.1.2 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und -sicherung	87
1.3.3.1.3 Aufbauorganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare	88
1.3.3.1.4 Ablauforganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare	89
1.3.3.1.5 Dokumentation im Qualitätssystem Emissionsinventare	89
1.3.3.1.6 Das QSE-Handbuch	92
1.3.3.1.7 Unterstützung der sachkundigen Überprüfungsgruppen	93
1.3.3.1.8 Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Verbesserung der THG-Emissionsinventare	93
<b>1.4 KURZE, ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER ANGEWANDTEN METHODIK UND DATENQUELLEN</b>	<b>94</b>
<b>1.4.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>94</b>
1.4.1.1 Datenquellen	94
1.4.1.1.1 Energie	94
1.4.1.1.2 Industrieprozesse	98
1.4.1.1.3 Lösemittel- und andere Produktverwendung	101
1.4.1.1.4 Landwirtschaft	102
1.4.1.1.5 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	103
1.4.1.1.6 Abfall und Abwasser	104
1.4.1.2 Methoden	105
<b>1.4.2 KP-LULUCF-Aktivitäten</b>	<b>106</b>
<b>1.5 KURZBESCHREIBUNG DER HAUPTKATEGORIEN</b>	<b>106</b>
<b>1.5.1 Treibhausgas-Inventar (mit und ohne LULUCF)</b>	<b>106</b>
<b>1.5.2 Inventar einschließlich der KP-LULUCF Berichterstattung</b>	<b>107</b>
<b>1.6 INFORMATIONEN ZUM QUALITÄTSSICHERUNGS- UND –KONTROLLPLAN SOWIE ZUM INVENTARPLAN INKLUSIVE VERIFIZIERUNG UND ZUM UMGANG MIT VERTRAULICHEN INFORMATIONEN</b>	<b>110</b>
<b>1.6.1 Prozeduren zu Qualitätssicherung- und –kontrolle</b>	<b>110</b>
1.6.1.1 QK/QS-Plan	110
1.6.1.2 Inventarplan	111
<b>1.6.2 Aktivitäten zur Verifizierung</b>	<b>115</b>
1.6.2.1 Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels	116
1.6.2.2 Workshops zum Nationalen System (Peer Review)	117
1.6.2.3 Ländervergleich zu fluorierten Gasen (Cross-Country-Review)	117
<b>1.6.3 Umgang mit vertraulichen Informationen</b>	<b>118</b>
<b>1.7 GENERELLE UNSICHERHEITENSCHÄTZUNG</b>	<b>119</b>
<b>1.7.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>119</b>
1.7.1.1 Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1	120
1.7.1.2 Ergebnisse der Unsicherheitenschätzung	120
<b>1.7.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>122</b>
<b>1.8 GENERELLE PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT</b>	<b>122</b>
<b>1.8.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>122</b>
<b>1.8.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>123</b>
<b>2 TRENDS DER TREIBHAUSGASE</b>	<b>123</b>
<b>2.1 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR AGGREGIERTE TREIBHAUSGASEMISSIONEN</b>	<b>126</b>
<b>2.2 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH TREIBHAUSGASEN</b>	<b>127</b>
<b>2.2.1 Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>127</b>
<b>2.2.2 Lachgas (N<sub>2</sub>O)</b>	<b>128</b>
<b>2.2.3 Methan (CH<sub>4</sub>)</b>	<b>128</b>
<b>2.2.4 F-Gase</b>	<b>129</b>
<b>2.3 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS NACH QUELLKATEGORIEN</b>	<b>130</b>
<b>2.4 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR INDIREKTE TREIBHAUSGASE UND SO<sub>2</sub></b>	<b>132</b>

<b>2.5 BESCHREIBUNG UND INTERPRETATION DES EMISSIONSVERLAUFS FÜR DAS KP-LULUCF-INVENTAR, FÜR AGGREGIERTE EMISSIONEN, NACH AKTIVITÄT UND TREIBHAUSGAS</b>	<b>134</b>
<b>3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1)</b>	<b>135</b>
<b>3.1 ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 1)</b>	<b>135</b>
<b>3.2 VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN (1.A)</b>	<b>135</b>
<b>3.2.1 Verifikation des sektoralen Ansatzes zu CRF 1.A</b>	<b>140</b>
3.2.1.1 Vergleich mit dem CO <sub>2</sub> -Referenzverfahren	140
3.2.1.2 Verifizierung mit anderen für Deutschland verfügbaren Datensätzen	141
3.2.1.2.1 Vergleich mit den IEA-Ergebnissen	143
3.2.1.2.2 Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten	144
3.2.1.2.3 Geplante Verbesserungen	149
<b>3.2.2 Internationale Bunkerbrennstoffe</b>	<b>149</b>
3.2.2.1 Emissionen aus dem internationalen Verkehr (1.C.1.a/1.C.1.b)	149
3.2.2.2 Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr (1.C.1.a)	149
3.2.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.a)	149
3.2.2.2.2 Methodische Aspekte (1.C.1.a)	150
3.2.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.a)	151
3.2.2.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle (1.C.1.a)	151
3.2.2.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.C.1.a)	151
3.2.2.2.6 Geplante Verbesserungen (1.C.1.a)	151
3.2.2.3 Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.C.1.b)	151
3.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.b)	151
3.2.2.3.2 Methodische Aspekte (1.C.1.b)	152
3.2.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.C.1.b)	153
3.2.2.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.C.1.b)	154
3.2.2.3.5 Quellspezifische Rückrechnung (1.C.1.b)	154
3.2.2.3.6 Geplante Verbesserungen (1.C.1.b)	154
<b>3.2.3 Lagerhaltung</b>	<b>154</b>
<b>3.2.4 CO<sub>2</sub> Abscheidung von Abgasen und nachfolgende Speicherung (CCS)</b>	<b>154</b>
<b>3.2.5 Landesspezifische Besonderheiten</b>	<b>154</b>
<b>3.2.6 Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a)</b>	<b>155</b>
3.2.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.a)	155
3.2.6.2 Methodische Aspekte (1.A.1.a)	158
3.2.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.a)	162
3.2.6.3.1 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren	162
3.2.6.3.2 Ergebnis für N <sub>2</sub> O	163
3.2.6.3.3 Ergebnis für CH <sub>4</sub>	163
3.2.6.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	163
3.2.6.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.a)	164
3.2.6.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.1.a)	165
3.2.6.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.a)	165
<b>3.2.7 Mineralölraffinerien (1.A.1.b)</b>	<b>166</b>
3.2.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.b)	166
3.2.7.2 Methodische Aspekte (1.A.1.b)	167
3.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.b)	169
3.2.7.3.1 Ergebnis für N <sub>2</sub> O	169
3.2.7.3.2 Ergebnis für CH <sub>4</sub>	169
3.2.7.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	169
3.2.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.b)	169
3.2.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.1.b)	169
3.2.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.b)	170
<b>3.2.8 Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger (1.A.1.c)</b>	<b>170</b>
3.2.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.1.c)	170
3.2.8.2 Methodische Aspekte (1.A.1.c)	173
3.2.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.1.c)	175
3.2.8.3.1 Ergebnis für N <sub>2</sub> O	175
3.2.8.3.2 Ergebnis für CH <sub>4</sub>	175
3.2.8.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren	175
3.2.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.c)	175
3.2.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.1.c)	175
3.2.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.c)	176

<b>3.2.9 Verarbeitendes Gewerbe (1.A.2)</b>	<b>176</b>
3.2.9.1 Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie (1.A.2.a)	178
3.2.9.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a)	178
3.2.9.1.2 Methodische Aspekte (1.A.2.a)	179
3.2.9.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.a)	180
3.2.9.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.a)	181
3.2.9.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)	181
3.2.9.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.a)	181
3.2.9.2 Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b)	181
3.2.9.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.b)	182
3.2.9.2.2 Methodische Aspekte (1.A.2.b)	182
3.2.9.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.b)	182
3.2.9.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b)	182
3.2.9.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.b)	182
3.2.9.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.b)	183
3.2.9.3 Verarbeitendes Gewerbe – Chemische Industrie (1.A.2.c)	183
3.2.9.4 Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff und Papierindustrie (1.A.2.d)	183
3.2.9.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.d)	184
3.2.9.4.2 Methodische Aspekte (1.A.2.d)	184
3.2.9.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d)	184
3.2.9.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d)	185
3.2.9.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d)	185
3.2.9.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.d)	185
3.2.9.5 Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e)	185
3.2.9.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.e)	185
3.2.9.5.2 Methodische Aspekte (1.A.2.e)	186
3.2.9.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.e)	186
3.2.9.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e)	186
3.2.9.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e)	186
3.2.9.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.e)	186
3.2.9.6 Verarbeitendes Gewerbe – Weitere Branchen (1.A.2.f, Summe)	186
3.2.9.7 Verarbeitendes Gewerbe - Zementherstellung (1.A.2.f, Zement)	188
3.2.9.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Zement)	188
3.2.9.7.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Zement)	188
3.2.9.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement)	189
3.2.9.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement)	190
3.2.9.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Zement)	190
3.2.9.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Zement)	190
3.2.9.8 Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik)	191
3.2.9.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Keramik)	191
3.2.9.8.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Keramik)	191
3.2.9.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Keramik)	191
3.2.9.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik)	191
3.2.9.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Keramik)	191
3.2.9.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Keramik)	191
3.2.9.9 Verarbeitendes Gewerbe - Glas (1.A.2.f, Glas)	192
3.2.9.9.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Glas)	192
3.2.9.9.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Glas)	192
3.2.9.9.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas)	192
3.2.9.9.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas)	192
3.2.9.9.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas)	193
3.2.9.9.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Glas)	193
3.2.9.10 Verarbeitendes Gewerbe - Kalkherstellung (1.A.2.f, Kalk)	193
3.2.9.10.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Kalk)	193
3.2.9.10.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Kalk)	193
3.2.9.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk)	194
3.2.9.10.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk)	194
3.2.9.10.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk)	195
3.2.9.10.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Kalk)	195
3.2.9.11 Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Energieerzeugung (1.A.2.f, Sonstige)	195
3.2.9.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f Sonstige)	195
3.2.9.11.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f Sonstige)	196
3.2.9.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f Sonstige)	197
3.2.9.11.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f Sonstige)	197

3.2.9.11.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige)	198
3.2.9.11.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f Sonstige)	198
<b>3.2.10 Transport (1.A.3)</b>	<b>199</b>
3.2.10.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)	199
3.2.10.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a)	199
3.2.10.1.2 Methodische Aspekte (1.A.3.a)	200
3.2.10.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.a)	203
3.2.10.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a)	204
3.2.10.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a)	204
3.2.10.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.a)	205
3.2.10.2 Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b)	206
3.2.10.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b)	206
3.2.10.2.2 Methodische Aspekte (1.A.3.b)	206
3.2.10.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.b)	210
3.2.10.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b)	210
3.2.10.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b)	210
3.2.10.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.b)	212
3.2.10.3 Transport - Schienennverkehr (1.A.3.c)	213
3.2.10.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.c)	213
3.2.10.3.2 Methodische Aspekte (1.A.3.c)	214
3.2.10.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c)	216
3.2.10.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c)	216
3.2.10.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c)	216
3.2.10.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.c)	217
3.2.10.4 Transport - Schiffsverkehr (1.A.3.d)	218
3.2.10.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.d)	218
3.2.10.4.2 Methodische Aspekte (1.A.3.d)	219
3.2.10.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d)	221
3.2.10.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d)	221
3.2.10.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.d)	221
3.2.10.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.d)	222
3.2.10.5 Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e)	223
3.2.10.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e)	223
3.2.10.5.2 Methodische Aspekte (1.A.3.e)	223
3.2.10.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.e)	225
3.2.10.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.e)	225
3.2.10.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e)	226
3.2.10.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.e)	227
<b>3.2.11 Sonstige: Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (1.A.4)</b>	<b>228</b>
3.2.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4)	228
3.2.11.2 Methodische Aspekte (1.A.4)	231
3.2.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4)	233
3.2.11.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4)	235
3.2.11.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.4)	236
3.2.11.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.4)	237
<b>3.2.12 Andere Bereiche (1.A.5)</b>	<b>238</b>
3.2.12.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5)	238
3.2.12.2 Methodische Aspekte (1.A.5)	239
3.2.12.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.5)	240
3.2.12.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.5)	240
3.2.12.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.5)	240
<b>3.2.13 Militär</b>	<b>242</b>
<b>3.3 DIFFUSE EMISSIONEN AUS BRENNSTOFFEN (1.B)</b>	<b>242</b>
<b>3.3.1 Feste Brennstoffe (1.B.1)</b>	<b>243</b>
3.3.1.1 Kohlenbergbau (1.B.1.a)	245
3.3.1.1.1 Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a)	245
3.3.1.1.2 Methodische Aspekte (1.B.1.a)	246
3.3.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.a)	247
3.3.1.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a)	248
3.3.1.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a)	249
3.3.1.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.1.a)	249
3.3.1.2 Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b)	249
3.3.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b)	249

3.3.1.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.1.b)</i>	249
3.3.1.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b)</i>	250
3.3.1.2.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b)</i>	250
3.3.1.2.5	<i>Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b)</i>	251
3.3.1.2.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.1.b)</i>	251
3.3.1.3	<i>Andere (1.B.1.c)</i>	251
3.3.1.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.c)</i>	251
3.3.1.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.1.c)</i>	253
3.3.1.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.c)</i>	253
3.3.1.3.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c)</i>	253
3.3.1.3.5	<i>Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c)</i>	254
3.3.1.3.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.1.c)</i>	254
<b>3.3.2</b>	<b>Öl und Erdgas (1.B.2)</b>	<b>254</b>
3.3.2.1	<i>Rückrechnungen und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2 alle)</i>	255
3.3.2.2	<i>Geplante Verbesserungen (1.B.2, alle)</i>	255
3.3.2.3	<i>Öl (1.B.2.a)</i>	255
3.3.2.3.1	<i>Öl, Exploration (1.B.2.a.i)</i>	255
3.3.2.3.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.i)</i>	256
3.3.2.3.1.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.i)</i>	256
3.3.2.3.1.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i)</i>	256
3.3.2.3.1.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i)</i>	256
3.3.2.3.1.5	<i>Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i)</i>	256
3.3.2.3.1.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.i)</i>	257
3.3.2.3.2	<i>Öl, Förderung und Vorbehandlung (1.B.2.a.ii)</i>	257
3.3.2.3.2.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.ii)</i>	257
3.3.2.3.2.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii)</i>	257
3.3.2.3.2.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii)</i>	257
3.3.2.3.2.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii)</i>	258
3.3.2.3.2.5	<i>Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii)</i>	258
3.3.2.3.2.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.ii)</i>	258
3.3.2.3.3	<i>Öl, Transport (1.B.2.a.iii)</i>	258
3.3.2.3.3.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iii)</i>	258
3.3.2.3.3.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.iii)</i>	258
3.3.2.3.3.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iii)</i>	259
3.3.2.3.3.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii)</i>	259
3.3.2.3.3.5	<i>Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iii)</i>	259
3.3.2.3.3.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.iii)</i>	259
3.3.2.3.4	<i>Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv)</i>	260
3.3.2.3.4.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv)</i>	260
3.3.2.3.4.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv)</i>	261
3.3.2.3.4.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv)</i>	262
3.3.2.3.4.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iv)</i>	262
3.3.2.3.4.5	<i>Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.iv)</i>	262
3.3.2.3.4.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.iv)</i>	262
3.3.2.3.5	<i>Öl, Verteilung von Ölprodukten (1.B.2.a.v)</i>	262
3.3.2.3.5.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v)</i>	263
3.3.2.3.5.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.v)</i>	264
3.3.2.3.5.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v)</i>	266
3.3.2.3.5.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v)</i>	266
3.3.2.3.5.5	<i>Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v)</i>	266
3.3.2.3.5.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.v)</i>	266
3.3.2.3.6	<i>Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi)</i>	267
3.3.2.3.6.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi)</i>	267
3.3.2.3.6.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi)</i>	267
3.3.2.3.6.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi)</i>	267
3.3.2.3.6.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi)</i>	267
3.3.2.3.6.5	<i>Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.vi)</i>	267
3.3.2.3.6.6	<i>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.vi)</i>	267
3.3.2.4	<i>Erdgas (1.B.2.b)</i>	268
3.3.2.4.1	<i>Gas, Exploration; Erkundung von Gas (1.B.2.b.i.)</i>	268
3.3.2.4.1.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.i)</i>	268
3.3.2.4.1.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.b.i)</i>	268
3.3.2.4.1.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.i)</i>	268
3.3.2.4.1.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.i)</i>	268

3.3.2.4.1.5	Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.i)	268
3.3.2.4.1.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.i)	269
3.3.2.4.2	<i>Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii)</i>	269
3.3.2.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii)	269
3.3.2.4.2.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii)	270
3.3.2.4.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.ii)	270
3.3.2.4.2.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii)	270
3.3.2.4.2.5	Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii)	271
3.3.2.4.2.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.ii)	271
3.3.2.4.3	<i>Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii)</i>	271
3.3.2.4.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii)	271
3.3.2.4.3.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii)	271
3.3.2.4.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii)	272
3.3.2.4.3.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii)	272
3.3.2.4.3.5	Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii)	272
3.3.2.4.3.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.iii)	272
3.3.2.4.4	<i>Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv)</i>	273
3.3.2.4.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv)	273
3.3.2.4.4.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv)	274
3.3.2.4.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv)	275
3.3.2.4.4.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)	275
3.3.2.4.4.5	Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv)	275
3.3.2.4.4.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.iv)	275
3.3.2.4.5	<i>Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v)</i>	275
3.3.2.4.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v)	276
3.3.2.4.5.2	Methodische Aspekte (1.B.2.b.v)	276
3.3.2.4.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v)	276
3.3.2.4.5.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v)	276
3.3.2.4.5.5	Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v)	276
3.3.2.4.5.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.v)	276
3.3.2.4.6	<i>Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)</i>	277
3.3.2.4.7	<i>Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i)</i>	277
3.3.2.4.7.1	<b>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i)</b>	277
3.3.2.4.7.2	<b>Methodische Aspekte (1.B.2.c.i)</b>	278
3.3.2.4.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i)	278
3.3.2.4.7.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)	279
3.3.2.4.7.5	Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)	279
3.3.2.4.7.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.c.i)	279
3.3.2.4.8	<i>Abfackelung und Entlüftung von Gas (1.B.2.c.ii)</i>	279
3.3.2.4.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii)	279
3.3.2.4.8.2	Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii)	279
3.3.2.4.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii)	280
3.3.2.4.8.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii)	280
3.3.2.4.8.5	Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.ii)	280
3.3.2.4.8.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.c.ii)	280
3.3.2.5	<b>Geothermie (1.B.2.d)</b>	280
3.3.2.5.1	<i>Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.d)</i>	280
3.3.2.5.2	<i>Methodische Aspekte (1.B.2.d)</i>	281
3.3.2.5.3	<i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.d)</i>	281
3.3.2.5.4	<i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und –Verifizierung (1.B.2.d)</i>	281
3.3.2.5.5	<i>Quellspezifische Rückrechnung (1.B.2.d)</i>	281
3.3.2.5.6	<i>Geplante Verbesserungen (1.B.2.d)</i>	281
<b>4 INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)</b>		<b>283</b>
<b>4.1 ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 2)</b>		<b>283</b>
<b>4.2 MINERALISCHE PRODUKTE (2.A)</b>		<b>283</b>
<b>4.2.1 Mineralische Produkte: Zement (2.A.1)</b>		<b>284</b>
4.2.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1)	284
4.2.1.2	Methodische Aspekte (2.A.1)	285
4.2.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1)	286
4.2.1.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.1)	286
4.2.1.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.1)	287
4.2.1.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.1)	287
<b>4.2.2 Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2)</b>		<b>287</b>

4.2.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2)	287
4.2.2.2	Methodische Aspekte (2.A.2)	288
4.2.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2)	289
4.2.2.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2)	289
4.2.2.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.2)	289
4.2.2.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.2)	290
<b>4.2.3</b>	<b>Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3)</b>	<b>290</b>
4.2.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3)	290
4.2.3.2	Methodische Aspekte (2.A.3)	292
4.2.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3)	293
4.2.3.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3)	293
4.2.3.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.3)	294
4.2.3.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.3)	294
<b>4.2.4</b>	<b>Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4)</b>	<b>294</b>
4.2.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4)	294
4.2.4.2	Methodische Aspekte (2.A.4)	295
4.2.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.4)	296
4.2.4.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4)	296
4.2.4.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.4)	297
4.2.4.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.4)	297
<b>4.2.5</b>	<b>Mineralische Produkte: Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung (2.A.5)</b>	<b>297</b>
4.2.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5)	297
4.2.5.2	Methodische Aspekte (2.A.5)	298
4.2.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5)	298
4.2.5.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5)	299
4.2.5.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.5)	299
4.2.5.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.5)	299
<b>4.2.6</b>	<b>Mineralische Produkte: Straßenasphaltierung (2.A.6)</b>	<b>299</b>
4.2.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6)	299
4.2.6.2	Methodische Aspekte (2.A.6)	300
4.2.6.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.6)	300
4.2.6.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6)	300
4.2.6.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.6)	300
4.2.6.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.6)	300
<b>4.2.7</b>	<b>Mineralische Produkte: Glas (2.A.7.a Glas)</b>	<b>301</b>
4.2.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.a Glas)	301
4.2.7.2	Methodische Aspekte (2.A.7.a Glas)	302
4.2.7.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.a Glas)	304
4.2.7.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.a Glas)	304
4.2.7.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.7.a Glas)	305
4.2.7.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.7.a Glas)	305
<b>4.2.8</b>	<b>Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7.b Keramik)</b>	<b>305</b>
4.2.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.b Keramik)	306
4.2.8.2	Methodische Aspekte (2.A.7.b Keramik)	306
4.2.8.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.b Keramik)	307
4.2.8.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.b Keramik)	308
4.2.8.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.7.b Keramik)	308
4.2.8.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.7.b Keramik)	308
<b>4.3</b>	<b>CHEMISCHE INDUSTRIE (2.B)</b>	<b>308</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)</b>	<b>309</b>
4.3.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1)	309
4.3.1.2	Methodische Aspekte (2.B.1)	310
4.3.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1)	311
4.3.1.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1)	311
4.3.1.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.1)	311
4.3.1.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.1)	311
<b>4.3.2</b>	<b>Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)</b>	<b>311</b>
4.3.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2)	311
4.3.2.2	Methodische Aspekte (2.B.2)	312
4.3.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2)	313
4.3.2.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2)	313
4.3.2.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.2)	313
4.3.2.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.2)	313
<b>4.3.3</b>	<b>Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3)</b>	<b>313</b>

4.3.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3)	313
4.3.3.2	Methodische Aspekte (2.B.3)	314
4.3.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3)	314
4.3.3.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.3)	315
4.3.3.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.3)	315
4.3.3.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.3)	315
<b>4.3.4</b>	<b>Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4)</b>	<b>315</b>
4.3.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4)	315
4.3.4.2	Methodische Aspekte (2.B.4)	315
4.3.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.4)	316
4.3.4.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4)	316
4.3.4.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.4)	316
4.3.4.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.4)	317
<b>4.3.5</b>	<b>Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5)</b>	<b>317</b>
4.3.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5)	317
4.3.5.2	Methodische Aspekte (2.B.5)	318
4.3.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.5)	320
4.3.5.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5)	320
4.3.5.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.5)	320
4.3.5.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.5)	320
<b>4.4</b>	<b>METALLPRODUKTION (2.C.)</b>	<b>321</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1)</b>	<b>321</b>
4.4.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1)	321
4.4.1.2	Methodische Aspekte (2.C.1)	321
4.4.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1)	326
4.4.1.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1)	326
4.4.1.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.1)	327
4.4.1.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.1)	327
<b>4.4.2</b>	<b>Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2)</b>	<b>327</b>
4.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2)	327
4.4.2.2	Methodische Aspekte (2.C.2)	327
4.4.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2)	328
4.4.2.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2)	328
4.4.2.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.2)	328
4.4.2.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.2)	328
<b>4.4.3</b>	<b>Metallproduktion: Primäraluminiumproduktion (2.C.3)</b>	<b>328</b>
4.4.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3)	328
4.4.3.2	Methodische Aspekte (2.C.3)	329
4.4.3.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3)	330
4.4.3.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3)	331
4.4.3.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.3)	331
4.4.3.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.3)	331
<b>4.4.4</b>	<b>Metallproduktion: SF<sub>6</sub> in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4)</b>	<b>332</b>
4.4.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4)	332
4.4.4.2	Methodische Aspekte (2.C.4)	332
4.4.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4)	333
4.4.4.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4)	333
4.4.4.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.4)	334
4.4.4.6	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.4)	334
<b>4.4.5</b>	<b>Metallproduktion: Sonstige (2.C.5)</b>	<b>334</b>
4.4.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5)	334
4.4.5.2	Methodische Aspekte (2.C.5)	334
4.4.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.5)	334
4.4.5.4	Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.5)	334
4.4.5.5	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.5)	334
4.4.5.6	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.5)	335
<b>4.5</b>	<b>ANDERE PRODUKTIONEN (2.D.)</b>	<b>335</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)</b>	<b>335</b>
4.5.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1)	335
4.5.1.2	Methodische Aspekte (2.D.1)	336
4.5.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1)	337
4.5.1.4	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1)	338
4.5.1.5	Quellspezifische Rückrechnungen (2.D.1)	338

4.5.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.1)	338
<b>4.5.2 Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2)</b>	<b>338</b>
4.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2)	338
4.5.2.2 Methodische Aspekte (2.D.2)	339
4.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2)	339
4.5.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2)	339
4.5.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.D.2)	340
4.5.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.D.2)	340
<b>4.6 PRODUKTION VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF<sub>6</sub> (2.E)</b>	<b>340</b>
<b>4.6.1 By-Product Emissionen (2.E.1)</b>	<b>340</b>
4.6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.1)	340
4.6.1.2 Methodische Aspekte (2.E.1)	341
4.6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.1)	341
4.6.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1)	341
4.6.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.1)	341
4.6.1.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.1)	341
<b>4.6.2 Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2)</b>	<b>342</b>
4.6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2)	342
4.6.2.2 Methodische Aspekte (2.E.2)	342
4.6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.2)	342
4.6.2.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2)	342
4.6.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.E.2)	342
4.6.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.E.2)	342
<b>4.6.3 Sonstige (2.E.3)</b>	<b>343</b>
<b>4.7 VERBRAUCH VON HALOGENIERTEN KOHLENWASSERSTOFFEN UND SF<sub>6</sub> (2.F)</b>	<b>343</b>
<b>4.7.1 Kälte- und Klimaanlagen (2.F.1)</b>	<b>346</b>
4.7.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1)	346
4.7.1.2 Methodische Aspekte (2.F.1)	346
4.7.1.2.1 Haushaltskälte (2.F.1.a)	346
4.7.1.2.2 Gewerbekälte (2.F.1.b)	347
4.7.1.2.3 Transportkälte (Kühlfahrzeuge und –container) (2.F.1.c)	350
4.7.1.2.4 Industriekälte (2.F.1.d)	352
4.7.1.2.5 Stationäre Klimaanlagen (2.F.1.e)	355
4.7.1.2.5.1 Raumklimageräte	355
4.7.1.2.5.2 Kaltwassersätze (Chiller)	356
4.7.1.2.5.3 Wärmepumpenanlagen	357
4.7.1.2.5.4 Wärmepumpen-Wäschetrockner	358
4.7.1.2.6 Mobile Klimaanlagen (2.F.1.f)	359
4.7.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.1 alle)	362
4.7.1.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)	362
4.7.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)	372
<b>4.7.2 Schaumherstellung (2.F.2)</b>	<b>372</b>
4.7.2.1 PU-Schaumprodukte (2.F.2)	372
4.7.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)	372
4.7.2.1.2 Methodische Aspekte (2.F.2)	373
4.7.2.2 PU-Montageschaum (2.F.2)	373
4.7.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)	373
4.7.2.2.2 Methodische Aspekte (2.F.2)	374
4.7.2.3 XPS-Hartschaum (2.F.2)	374
4.7.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)	374
4.7.2.3.2 Methodische Aspekte (2.F.2)	375
4.7.2.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2)	375
4.7.2.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.2)	376
4.7.2.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.2)	377
<b>4.7.3 Feuerlöschmittel (2.F.3)</b>	<b>377</b>
4.7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.3)	377
4.7.3.2 Methodische Aspekte (2.F.3)	377
4.7.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3)	378
4.7.3.4 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.F.3)	378
4.7.3.5 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.F.3)	378
<b>4.7.4 Aerosole (2.F.4)</b>	<b>378</b>
4.7.4.1 Dosieraerosole (2.F.4.a)	379
4.7.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.a)	379
4.7.4.1.2 Methodische Aspekte (2.F.4.a)	379

4.7.4.2	Sonstige Aerosole (2.F.4.b)	380
4.7.4.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.b)	380
4.7.4.2.2	Methodische Aspekte (2.F.4.b)	380
4.7.4.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle)	381
4.7.4.3.1	Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)	381
4.7.4.3.2	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.4 alle)	382
<b>4.7.5</b>	<b>Lösemittel (2.F.5)</b>	<b>382</b>
4.7.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.5)	382
4.7.5.2	Methodische Aspekte (2.F.5)	382
4.7.5.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5)	383
4.7.5.4	Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.5)	383
4.7.5.5	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.5)	383
<b>4.7.6</b>	<b>Andere Anwendungen, die ODS Ersatzstoffe verwenden (2.F.6)</b>	<b>383</b>
<b>4.7.7</b>	<b>Halbleiterproduktion (2.F.7)</b>	<b>383</b>
4.7.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7)	383
4.7.7.2	Methodische Aspekte (2.F.7)	383
4.7.7.3	Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.7)	384
4.7.7.4	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.7)	384
<b>4.7.8</b>	<b>Elektrische Betriebsmittel (2.F.8)</b>	<b>384</b>
4.7.8.1	Anwendung elektrischer Betriebsmittel (2.F.8.a)	384
4.7.8.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.a)	384
4.7.8.1.2	Methodische Aspekte (2.F.8.a)	385
4.7.8.1.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.a)	387
4.7.8.1.4	Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.8.a)	388
4.7.8.1.5	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.8.a)	388
4.7.8.2	Anwendung in Teilchenbeschleunigern (2.F.8.b)	388
4.7.8.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b)	388
4.7.8.2.2	Methodische Aspekte (2.F.8.b)	388
4.7.8.2.3	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.b)	389
4.7.8.2.4	Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.8.b)	389
4.7.8.2.5	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.8.b)	389
<b>4.7.9</b>	<b>Sonstige (2.F.9)</b>	<b>389</b>
4.7.9.1	Isolierglasfenster (2.F.9.a)	389
4.7.9.1.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.a)	389
4.7.9.1.2	Methodische Aspekte (2.F.9.a)	389
4.7.9.2	Autoreifen (2.F.9.b)	390
4.7.9.2.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.b)	390
4.7.9.2.2	Methodische Aspekte (2.F.9.b)	391
4.7.9.3	Sportschuhe (2.F.9.c)	391
4.7.9.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.c)	391
4.7.9.3.2	Methodische Aspekte (2.F.9.c)	391
4.7.9.4	Spurengas (2.F.9.d)	392
4.7.9.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.d)	392
4.7.9.4.2	Methodische Aspekte (2.F.9.d)	392
4.7.9.5	AWACS Wartung (2.F.9.e)	392
4.7.9.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.e)	392
4.7.9.5.2	Methodische Aspekte (2.F.9.e)	393
4.7.9.6	Schweißen (2.F.9.f)	393
4.7.9.6.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.f)	393
4.7.9.6.2	Methodische Aspekte (2.F.9.f)	393
4.7.9.7	Optische Glasfasern (2.F.9.g)	393
4.7.9.7.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.g)	393
4.7.9.7.2	Methodische Aspekte (2.F.9.g)	393
4.7.9.8	Photovoltaik (2.F.9.h)	394
4.7.9.8.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.h)	394
4.7.9.8.2	Methodische Aspekte (2.F.9.h)	394
4.7.9.9	ORC-Anlagen (2.F.9.i)	395
4.7.9.9.1	Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.i)	395
4.7.9.9.2	Methodische Aspekte (2.F.9.i)	395
4.7.9.10	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.9 alle)	396
4.7.9.11	Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.9 alle)	396
4.7.9.12	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.9 alle)	397
<b>4.7.10</b>	<b>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F alle)</b>	<b>397</b>
<b>4.8</b>	<b>ANDERE BEREICHE (2.G.)</b>	<b>398</b>

<b>5 LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3)</b>	<b>400</b>
<b>5.1 ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 3)</b>	<b>400</b>
<b>5.2 LÖSEMITTEL - NMVOC (3.A-3.C &amp; 3.D)</b>	401
<b>5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C &amp; 3.D)</b>	401
<b>5.2.2 Methodische Aspekte (3.A-3.C &amp; 3.D)</b>	402
<b>5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.A-3.C &amp; 3.D)</b>	404
<b>5.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C &amp; 3.D)</b>	404
<b>5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C &amp; 3.D)</b>	404
<b>5.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (3.A-3.C &amp; 3.D)</b>	405
<b>5.3 SONSTIGE – VERWENDUNG VON N<sub>2</sub>O (3.D)</b>	405
<b>5.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1)</b>	405
<b>5.3.2 Methodische Aspekte (3.D.1)</b>	407
<b>5.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1)</b>	409
<b>5.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1)</b>	410
<b>5.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (3.D.1)</b>	410
<b>5.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (3.D.1)</b>	410
<b>6 LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4)</b>	<b>411</b>
<b>6.1 ÜBERBLICK (CRF SEKTOR 4)</b>	<b>411</b>
<b>6.1.1 Quellgruppen und Gesamtemissionen 1990 - 2012</b>	411
<b>6.1.2 Das Emissionsinventarmodell GAS-EM</b>	412
<b>6.1.2.1 Verwendete Regelwerke und ausführlicher Bericht</b>	412
<b>6.1.2.2 Grundstruktur des Emissionsinventarmodells GAS-EM</b>	412
<b>6.1.2.3 Die Behandlung von Kohlenstoff im Emissionsinventar</b>	414
<b>6.1.2.4 Das Stickstoff-Fluss-Konzept (4.B, 4.D)</b>	414
<b>6.1.3 Charakterisierung der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung</b>	415
<b>6.1.3.1 Tierkategorien (4.A, 4.B)</b>	415
<b>6.1.3.2 Tierplattzzahlen (4.A, 4.B)</b>	416
<b>6.1.3.2.1 Erhebungen durch die statistischen Ämter des Bundes und der Länder</b>	416
<b>6.1.3.2.2 Besonderheiten der Tierplattzzahlen im Inventar</b>	417
<b>6.1.3.2.3 Im Inventar verwendete Tierplattzzahlen (4.A, 4.B)</b>	419
<b>6.1.3.3 Leistungs-, Energie- und Futterdaten (4.A, 4.B)</b>	419
<b>6.1.3.4 N-Ausscheidungen (4.B)</b>	423
<b>6.1.3.5 VS-Ausscheidungen (4.B)</b>	427
<b>6.1.3.6 Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidezeiten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)</b>	428
<b>6.1.3.6.1 Häufigkeitsverteilungen (4.A, 4.B, 4.D)</b>	428
<b>6.1.3.6.2 Einstreu bei Festmistsystemen (4.B)</b>	432
<b>6.1.3.6.3 Maximale Methan-Bildungsrate Bo (4.B)</b>	432
<b>6.1.3.6.4 Methan-Umwandlungsfaktoren MCF (4.B)</b>	433
<b>6.1.3.6.5 Güllevergärung und Gärreste-Management (4.B)</b>	435
<b>6.1.4 Aktivitätsdaten für N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden</b>	439
<b>6.1.4.1.1 Den direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen zugrunde liegende N-Mengen (4.D)</b>	439
<b>6.1.4.1.2 Flächen bewirtschafteter organischer Böden (4.D)</b>	440
<b>6.1.4.1.3 Deposition reaktiven Stickstoffs (4.D)</b>	440
<b>6.1.4.1.4 Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.D)</b>	441
<b>6.1.5 Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4</b>	442
<b>6.1.6 Qualitätssicherung und -kontrolle</b>	446
<b>6.1.6.1 Qualitätsmanagement Emissionsinventare des Thünen-Instituts</b>	446
<b>6.1.6.2 Eingangsdaten, Berechnungsverfahren und Emissionsergebnisse</b>	446
<b>6.1.6.3 Verifizierung</b>	447
<b>6.1.6.4 Reviews und Reports</b>	448
<b>6.2 FERMENTATION BEI DER VERDAUUNG (4.A)</b>	<b>448</b>
<b>6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.A)</b>	<b>448</b>
<b>6.2.2 Methodische Aspekte (4.A)</b>	<b>449</b>
<b>6.2.2.1 Methodik</b>	449
<b>6.2.2.2 Emissionsfaktoren (4.A)</b>	450
<b>6.2.2.3 Emissionen (4.A)</b>	451
<b>6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)</b>	452
<b>6.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)</b>	452
<b>6.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.A)</b>	455
<b>6.2.6 Geplante Verbesserungen (4.A)</b>	457
<b>6.3 WIRTSCHAFTSDÜNGER-MANAGEMENT (4.B)</b>	<b>457</b>
<b>6.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B)</b>	<b>457</b>

<b>6.3.2 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, CH<sub>4</sub>)</b>	<b>458</b>
6.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, CH <sub>4</sub> )	458
6.3.2.2 Methodische Aspekte (4.B, CH <sub>4</sub> )	458
6.3.2.2.1 <i>Methodik (4.B, CH<sub>4</sub>)</i>	458
6.3.2.2.2 <i>Emissionsfaktoren (4.B, CH<sub>4</sub>)</i>	459
6.3.2.2.3 <i>Emissionen (CRF 4.B, CH<sub>4</sub>)</i>	460
6.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, CH <sub>4</sub> )	461
6.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, CH <sub>4</sub> )	462
6.3.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.B, CH <sub>4</sub> )	464
6.3.2.6 Geplante Verbesserungen (4.B, CH <sub>4</sub> )	467
<b>6.3.3 NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, NMVOC)</b>	<b>468</b>
<b>6.3.4 N<sub>2</sub>O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, N<sub>2</sub>O &amp; NO)</b>	<b>468</b>
6.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, N <sub>2</sub> O & NO)	468
6.3.4.2 Methodische Aspekte (4.B, N <sub>2</sub> O & NO)	468
6.3.4.2.1 <i>Methodik (4.B, N<sub>2</sub>O &amp; NO)</i>	468
6.3.4.2.2 <i>Emissionsfaktoren (4.B, N<sub>2</sub>O &amp; NO)</i>	469
6.3.4.2.3 <i>Emissionen (4.B, N<sub>2</sub>O &amp; NO)</i>	471
6.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, N <sub>2</sub> O & NO)	472
6.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, N <sub>2</sub> O & NO)	473
6.3.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.B, N <sub>2</sub> O & NO)	474
6.3.4.6 Geplante Verbesserungen (4.B, N <sub>2</sub> O & NO)	475
<b>6.4 REISANBAU (4.C)</b>	<b>476</b>
<b>6.5 LANDWIRTSCHAFTLICHE BÖDEN (4.D)</b>	<b>476</b>
<b>6.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.D)</b>	<b>476</b>
<b>6.5.2 Methodische Aspekte (4.D)</b>	<b>476</b>
6.5.2.1 Methodik und Emissionsfaktoren (4.D)	476
6.5.2.1.1 <i>Direkte N<sub>2</sub>O-Emissionen (4.Ds1.1, 4.Ds1.2)</i>	476
6.5.2.1.2 <i>Indirekte N<sub>2</sub>O-Emissionen als Folge der Deposition reaktiven Stickstoffs (4.Ds1.3)</i>	478
6.5.2.1.3 <i>Indirekte N<sub>2</sub>O-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.Ds1.3)</i>	479
6.5.2.1.4 <i>NO-Emissionen</i>	479
6.5.2.1.5 <i>NMVOC-Emissionen</i>	479
6.5.2.2 Die Frac-Größen	480
6.5.2.2.1 <i>Frac<sub>GASF</sub> und Frac<sub>GASM</sub></i>	480
6.5.2.2.2 <i>Die übrigen Frac-Verhältnisgrößen</i>	481
6.5.2.3 Emissionen (4.D)	483
6.5.3 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D)	483
6.5.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.D)	485
6.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.D)	485
6.5.6 Geplante Verbesserungen (4.D)	488
<b>6.6 BRANDRODUNG (4.E)</b>	<b>489</b>
<b>6.7 VERBRENNEN VON ERNTERÜCKSTÄNDEN AUF DER FLÄCHE (4.F)</b>	<b>489</b>
<b>7 LANDNUTZUNG, LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 5)</b>	<b>490</b>
<b>7.1 ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 5)</b>	<b>490</b>
<b>7.1.1 Quellgruppen und Gesamtemissionen und -senken 1990 - 2011</b>	<b>490</b>
<b>7.1.2 Methodische Grundlagen</b>	<b>493</b>
<b>7.1.3 Methodische Erfassung der Landnutzungsmatrix</b>	<b>495</b>
7.1.3.1 Einleitung	495
7.1.3.2 Datengrundlage und -aufarbeitung	495
7.1.3.2.1 <i>Datenquellen</i>	496
7.1.3.2.2 <i>Ableiten der LULUCF-Informationen</i>	499
7.1.3.3 Validierung und Fehlerbetrachtungen	502
7.1.3.4 Schrittweise Implementierung	503
7.1.3.4.1 <i>Ableitung der Landnutzung in den Jahren 1990, 2000, 2005, 2008 und 2012</i>	504
7.1.3.4.2 <i>Ableitung der jährlichen Landnutzungsänderungen</i>	507
7.1.3.5 Landnutzungsänderungen nach Konvention und KP	508
7.1.3.6 Geplante Verbesserungen	512
<b>7.1.4 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien</b>	<b>512</b>
<b>7.1.5 Bodenkohlenstoff in Mineralböden (5.A bis 5.F)</b>	<b>514</b>
<b>7.1.6 Treibhausgasemissionen aus drainierten organischen Böden (5.A bis 5.F)</b>	<b>516</b>
7.1.6.1 Aktivitätsdaten: Flächenermittlung	516

7.1.6.2 Nationale Emissionsfaktoren	517
<b>7.1.7 Biomasse (5.B bis 5.F)</b>	<b>518</b>
<b>7.1.8 Qualitätssicherung und -kontrolle</b>	<b>521</b>
7.1.8.1 Qualitätsmanagement Emissionsinventare des Thünen-Instituts	521
7.1.8.2 Eingangsdaten, Berechnungsverfahren und Emissionsergebnisse	521
7.1.8.3 Verifizierung	522
7.1.8.4 Reviews und Reports	523
<b>7.1.9 Geplante Verbesserungsmaßnahmen</b>	<b>523</b>
<b>7.2 WÄLDER (5.A)</b>	<b>524</b>
<b>7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A)</b>	<b>524</b>
7.2.1.1 Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) (5.A.1)	526
7.2.1.2 Neuwaldflächen (Land converted to Forest Land) (5.A.2)	526
<b>7.2.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Waldflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.A)</b>	<b>526</b>
7.2.2.1 Bundeswaldinventur, Inventurstudie 2008 und Datenspeicher Waldfonds	527
7.2.2.2 Bodenzustandserhebung im Wald (BZE und BioSoil)	527
7.2.2.3 Weitere Aktivitätsdaten	528
<b>7.2.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssystemen und Ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.A)</b>	<b>528</b>
7.2.3.1 Walddefinition der Bundeswaldinventur	528
7.2.3.2 Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung	529
<b>7.2.4 Methodische Aspekte (5.A)</b>	<b>531</b>
7.2.4.1 Biomasse	531
7.2.4.1.1 Verbleibende Waldfläche	531
7.2.4.1.2 Neuwaldfläche	533
7.2.4.1.3 Herleitung der Einzelbaumbiomassen	534
7.2.4.1.4 Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse	535
7.2.4.1.5 Konvertierung in unterirdische Biomasse	538
7.2.4.1.6 Konvertierung der Einzelbaumbiomasse in Kohlenstoff	539
7.2.4.1.7 Zustandsschätzer für 1987, 2002, 2008 u. 2012	540
7.2.4.1.8 Schätzer für die Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“	541
7.2.4.1.9 Interpolation der Zeiträume hin zu jährlichen Veränderungsschätzungen	541
7.2.4.2 Totholz	542
7.2.4.2.1 Verbleibende Waldfläche	542
7.2.4.2.2 Neuwaldfläche	543
7.2.4.3 Streu	543
7.2.4.3.1 Verbleibende Waldfläche	543
7.2.4.3.2 Neuwaldflächen	544
7.2.4.3.3 Herleitung der Kohlenstoffvorräte der Streu	544
7.2.4.3.4 Herleitung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/BioSoil)	545
7.2.4.4 Mineralische Böden	545
7.2.4.4.1 Verbleibende Waldfläche	545
7.2.4.4.2 Neuwaldflächen	546
7.2.4.4.3 Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen	546
7.2.4.4.4 Ergebnisse der Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen	548
7.2.4.5 Organische Böden	549
7.2.4.5.1 Verbleibende Waldfläche	549
7.2.4.5.2 Neuwaldflächen	550
7.2.4.6 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern	550
7.2.4.6.1 Kalkung	550
7.2.4.6.2 Waldbrand	551
7.2.4.6.3 Drainage	553
7.2.4.6.4 Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland	553
<b>7.2.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A)</b>	<b>553</b>
7.2.5.1 Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen	554
7.2.5.2 Unsicherheiten bei der Schätzung der Emissionsfaktoren von lebender und toter Biomasse	556
7.2.5.3 Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden	559
7.2.5.3.1 Probenahmefehler	559
7.2.5.3.2 Kleinräumige Variabilität	559
7.2.5.3.3 Repräsentanz von Punkten innerhalb der Straten	559
7.2.5.3.4 Stichprobenfehler	559
7.2.5.3.5 Quantifizierung von methodisch bedingten Unsicherheiten	560

7.2.5.4	Zeitreihenkonsistenz	561
<b>7.2.6</b>	<b>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A)</b>	<b>562</b>
7.2.6.1	Biomasse und Totholz	562
7.2.6.2	Streu und mineralische Böden	562
7.2.6.3	Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten	563
<b>7.2.7</b>	<b>Quellspezifische Rückrechnungen (5.A)</b>	<b>564</b>
7.2.7.1	Verbleibender Wald	567
7.2.7.2	Neuwaldfläche	570
<b>7.2.8</b>	<b>Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5.A)</b>	<b>571</b>
7.2.8.1	Landnutzungsänderungen	571
<b>7.3</b>	<b>ACKERLAND (5.B)</b>	<b>572</b>
7.3.1	Beschreibung der Quellgruppe (5.B)	572
7.3.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.B)	574
7.3.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B)	574
7.3.4	Methodische Aspekte (5.B)	575
7.3.4.1	Datenquellen	575
7.3.4.2	Biomasse	575
7.3.4.2.1	<i>Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von Dauerkulturen (perennierenden Ackerkulturen)</i>	576
7.3.4.2.2	<i>Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von annuellen Ackerkulturen</i>	576
7.3.4.2.3	<i>Gesamte Kohlenstoffvorräte in der Biomasse Ackerland</i>	577
7.3.4.3	Mineralische Böden	578
7.3.4.4	Organische Böden	579
7.3.4.5	Kalkung	579
7.3.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B)	580
7.3.6	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B)	581
7.3.7	Quellspezifische Rückrechnungen (5.B)	583
7.3.8	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5.B)	587
<b>7.4</b>	<b>GRÜNLAND (5.C)</b>	<b>587</b>
7.4.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. C)	587
7.4.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.C)	590
7.4.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.C)	591
7.4.4	Methodische Aspekte (5. C)	591
7.4.4.1	Datenquellen	591
7.4.4.2	Biomasse	592
7.4.4.2.1	<i>Grünland im engeren Sinne (i.e.S.)</i>	593
7.4.4.2.2	<i>Gehölze</i>	593
7.4.4.3	Mineralische Böden	594
7.4.4.4	Organische Böden	594
7.4.4.5	Kalkung	595
7.4.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C)	595
7.4.6	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C)	597
7.4.7	Quellspezifische Rückrechnungen (5. C)	599
7.4.8	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. C)	601
<b>7.5</b>	<b>WETLAND (5.D)</b>	<b>602</b>
7.5.1	Beschreibung der Quellgruppe (5. D)	602
7.5.2	Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken	604
7.5.3	Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.D)	604
7.5.4	Methodische Aspekte (5. D)	606
7.5.4.1	Datenquellen	606
7.5.4.2	Biomasse	606
7.5.4.3	Mineralböden	607
7.5.4.4	Organische Böden	607
7.5.4.4.1	<i>Torfabbau</i>	607
7.5.5	Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D)	609
7.5.6	Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D)	611
7.5.7	Quellspezifische Rückrechnungen (5. D)	612
7.5.8	Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. D)	614

<b>7.6 SIEDLUNGEN (5.E)</b>	<b>615</b>
<b>7.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. E)</b>	<b>615</b>
<b>7.6.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.E)</b>	<b>617</b>
<b>7.6.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.E)</b>	<b>617</b>
<b>7.6.4 Methodische Aspekte (5. E)</b>	<b>617</b>
7.6.4.1 Datenquellen	617
7.6.4.2 Biomasse	617
7.6.4.3 Mineralische Böden	618
7.6.4.4 Organische Böden	618
<b>7.6.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E)</b>	<b>618</b>
<b>7.6.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E)</b>	<b>619</b>
<b>7.6.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. E)</b>	<b>621</b>
<b>7.6.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. E)</b>	<b>623</b>
<b>7.7 SONSTIGES LAND (5.F)</b>	<b>623</b>
<b>7.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. F)</b>	<b>623</b>
<b>7.7.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.F)</b>	<b>624</b>
<b>7.7.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.F)</b>	<b>624</b>
<b>7.7.4 Methodische Aspekte (5. F)</b>	<b>624</b>
<b>7.7.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F)</b>	<b>624</b>
<b>7.7.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F)</b>	<b>624</b>
<b>7.7.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. F)</b>	<b>624</b>
<b>7.7.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. F)</b>	<b>624</b>
<b>7.8 ANDERE BEREICHE (5.G)</b>	<b>625</b>
<b>8 ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)</b>	<b>625</b>
<b>8.1 ÜBERSICHT (CRF SEKTOR 6)</b>	<b>625</b>
<b>8.2 ABFALLDEPONIE (6.A)</b>	<b>626</b>
<b>8.2.1 Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)</b>	<b>626</b>
8.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.A.1)	626
8.2.1.2 Methodische Aspekte (6.A.1)	627
8.2.1.2.1 <i>Deponierte Abfallmengen</i>	629
8.2.1.2.2 <i>Abfallzusammensetzung</i>	630
8.2.1.2.3 <i>F (Methankorrekturfaktor)</i>	633
8.2.1.2.4 <i>DOC</i>	633
8.2.1.2.5 <i>DOC<sub>F</sub></i>	633
8.2.1.2.6 <i>F = Anteil des CH<sub>4</sub> am Deponiegas</i>	634
8.2.1.2.7 <i>Halbwertszeit</i>	634
8.2.1.2.8 <i>Deponiegasnutzung</i>	634
8.2.1.2.9 <i>Oxidationsfaktor</i>	635
8.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1)	636
8.2.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.A.1)	636
8.2.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.A.1)	636
8.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.A.1)	636
<b>8.3 ABWASSERBEHANDLUNG (6.B)</b>	<b>637</b>
<b>8.3.1 Industrielle Abwasserbehandlung</b>	<b>637</b>
8.3.1.1 Methanemissionen der industriellen Abwasserbehandlung (6.B.1)	637
8.3.1.1.1 <i>Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1)</i>	637
8.3.1.1.2 <i>Geplante Verbesserungen (6.B.1 CH<sub>4</sub> industriell)</i>	639
8.3.1.2 Lachgasemissionen der industriellen Abwasserbehandlung (6.B.1)	639
8.3.1.2.1 <i>Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)</i>	639
8.3.1.2.2 <i>Methodische Aspekte (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)</i>	639
8.3.1.2.3 <i>Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)</i>	642
8.3.1.2.4 <i>Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)</i>	642
8.3.1.2.5 <i>Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)</i>	643
8.3.1.2.6 <i>Geplante Verbesserungen (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)</i>	643
<b>8.3.2 Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2)</b>	<b>643</b>
8.3.2.1 Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2 Abwasserbehandlung)	643

Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014	Umweltbundesamt
8.3.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Abwasserbehandlung)	643
8.3.2.1.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Abwasserbehandlung)	644
8.3.2.1.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Abwasserbehandlung)	645
8.3.2.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Abwasserbehandlung)	645
8.3.2.1.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)	645
8.3.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)	646
8.3.2.2 Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2 Schlammbehandlung)	646
8.3.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Schlammbehandlung)	646
8.3.2.2.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Schlammbehandlung)	648
8.3.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Schlammbehandlung)	648
8.3.2.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Schlammbehandlung)	648
8.3.2.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Schlammbehandlung)	648
8.3.2.2.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Schlammbehandlung)	648
8.3.2.3 Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2 Lachgas communal)	649
8.3.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Lachgas communal)	649
8.3.2.3.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Lachgas communal)	649
8.3.2.3.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Lachgas communal)	650
8.3.2.3.4 Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Lachgas communal)	650
8.3.2.3.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Lachgas communal)	651
8.3.2.3.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Lachgas communal)	651
<b>8.4 ABFALLVERBRENNUNG (6.C)</b>	<b>651</b>
<b>8.5 ANDERE BEREICHE (6.D)</b>	<b>651</b>
<b>8.5.1 Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1)</b>	<b>652</b>
8.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1)	652
8.5.1.2 Methodische Aspekte (6.D.1)	652
8.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.1)	653
8.5.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1)	653
8.5.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.D.1)	653
8.5.1.6 Geplante Verbesserungen (6.D.1)	654
<b>8.5.2 Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2)</b>	<b>654</b>
8.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2)	654
8.5.2.2 Methodische Aspekte (6.D.2)	655
8.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2)	656
8.5.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2)	657
8.5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.D.2)	657
8.5.2.6 Geplante Verbesserungen (6.D.2)	657
<b>9 ANDERE (CRF SEKTOR 7)</b>	<b>658</b>
<b>10 RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN</b>	<b>659</b>
<b>10.1 ERKLÄRUNG UND RECHTFERTIGUNG DER RÜCKRECHNUNGEN</b>	<b>659</b>
<b>10.1.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>659</b>
10.1.1.1 Generelles Vorgehen	659
10.1.1.2 Rückrechnungen im Inventar 2014 nach Quellgruppen	660
10.1.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2014 nach Substanzen	662
10.1.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	663
<b>10.1.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>663</b>
10.1.2.1 Generelles Vorgehen	663
10.1.2.2 Rückrechnungen im Inventar 2014 nach Quellgruppen	663
10.1.2.3 Rückrechnungen im Inventar 2014 nach Substanzen	664
10.1.2.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	664
<b>10.2 AUSWIRKUNG AUF DIE HÖHE DER EMISSIONEN</b>	<b>664</b>
<b>10.2.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>664</b>
10.2.1.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	665
10.2.1.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2011	666
<b>10.2.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>668</b>
10.2.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	668
10.2.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2011	668
<b>10.3 AUSWIRKUNG AUF DIE EMISSIONSTRENDS UND DIE KONSISTENZ DER ZEITREIHE</b>	<b>669</b>
<b>10.3.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>669</b>
<b>10.3.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>669</b>

Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014	Umweltbundesamt
<b>10.4 VERBESSERUNGEN DES INVENTARS</b>	<b>669</b>
<b>10.4.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>669</b>
<b>10.4.2 KP &amp; LULUCF</b>	<b>701</b>
<b>11 ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT</b>	<b>702</b>
<b>11.1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN</b>	<b>702</b>
<b>11.1.1 Walddefinition und andere Kriterien</b>	<b>702</b>
<b>11.1.2 Gewählte Aktivitäten unter Artikel 3, Absatz 4 des Kyoto-Protokolls</b>	<b>703</b>
<b>11.1.3 Beschreibung wie die Definitionen aller Aktivitäten nach Artikel 3.3 und aller gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4 umgesetzt und im Zeitverlauf konstant angewandt wurden</b>	<b>703</b>
<b>11.1.4 Beschreibung der vorrangigen Bedingungen und/oder der Hierarchie unter den Aktivitäten nach Artikel 3.4, und wie sie konstant auf die Bestimmung der Landklassifizierung angewandt wurden</b>	<b>705</b>
<b>11.2 LANDBEZOGENE INFORMATIONEN</b>	<b>705</b>
<b>11.2.1 Methode, die für die Bestimmung der Flächengröße nach Artikel 3.3 genutzt wird</b>	<b>705</b>
<b>11.2.2 Methodik, die zur Entwicklung der Landübergangsmatrix genutzt wird</b>	<b>705</b>
<b>11.2.3 Karten und/oder Datenbanken zur Bestimmung der geografischen Position von Flächen und das zugehörige Identifizierungssystem</b>	<b>706</b>
<b>11.3 AKTIVITÄTSSPEZIFISCHE INFORMATIONEN</b>	<b>707</b>
<b>11.3.1 Methoden für Kohlenstoffbestandsänderung, Treibhausgasemissionen und Abbauschätzungen</b>	<b>707</b>
<b>11.3.1.1 Beschreibung der Methoden und der angewandten, zugrundeliegenden Annahmen</b>	<b>707</b>
<b>11.3.1.1.1 Zusammenfassung</b>	<b>707</b>
<b>11.3.1.1.2 Biomasse</b>	<b>708</b>
<b>11.3.1.1.3 Totholz</b>	<b>709</b>
<b>11.3.1.1.4 Streu</b>	<b>710</b>
<b>11.3.1.1.5 Mineralische Böden</b>	<b>710</b>
<b>11.3.1.1.6 Organische Böden</b>	<b>711</b>
<b>11.3.1.1.7 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern</b>	<b>711</b>
<b>11.3.1.2 Begründung bei Nichtberücksichtigung eines Kohlenstoffpools oder Treibhausgasemissionen/-abbau bei Aktivitäten nach Artikel 3.3 und gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4</b>	<b>712</b>
<b>11.3.1.3 Informationen ob indirekte oder natürliche Treibhausgase und Abbau ausgeklammert wurden oder nicht</b>	<b>712</b>
<b>11.3.1.4 Änderungen in den Daten und Methoden seit der letzten Einreichung (Rückrechnungen)</b>	<b>712</b>
<b>11.3.1.5 Schätzung der Unsicherheiten</b>	<b>716</b>
<b>11.3.1.5.1 Schätzung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die Biomasse und das Totholz</b>	<b>719</b>
<b>11.3.1.5.2 Schätzung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Mineralböden und Streu</b>	<b>719</b>
<b>11.3.1.6 Informationen über andere Methoden</b>	<b>720</b>
<b>11.3.1.7 Das Anfangsjahr einer Aktivität, falls nach 2008</b>	<b>722</b>
<b>11.4 ARTIKEL 3.3</b>	<b>723</b>
<b>11.4.1 Information, die belegt, dass Aktivitäten nach Artikel 3.3 am oder nach dem 1. Januar 1990 und vor dem 31. Dezember 2012 begannen und direkt vom Menschen verursacht sind</b>	<b>723</b>
<b>11.4.2 Informationen über die Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldstörung, die vom Neuaufbau von Wäldern gefolgt sind, und Entwaldung</b>	<b>724</b>
<b>11.4.3 Informationen über die Größe und geografische Lage von Waldgebieten, die Waldabdeckung verloren haben aber nicht als entwaldet gelten</b>	<b>725</b>
<b>11.5 ARTIKEL 3.4</b>	<b>725</b>
<b>11.5.1 Informationen, die belegen, dass Aktivitäten nach Artikel 3.4 seit dem 1. Januar 1990 auftraten und vom Menschen verursacht sind</b>	<b>725</b>
<b>11.5.2 Informationen bezüglich der Kulturflächen- und Weidelandbewirtschaftung sowie der Wiederbegrünung, wenn ausgewählt, für das Basisjahr</b>	<b>727</b>
<b>11.5.3 Informationen zur Waldbewirtschaftung</b>	<b>728</b>
<b>11.6 WEITERE INFORMATIONEN</b>	<b>729</b>
<b>11.6.1 Hauptkategorienanalyse für Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4</b>	<b>729</b>
<b>11.7 INFORMATIONEN ZU ARTIKEL 6 (JI- &amp; CDM-PROJEKTE / MANAGEMENT DER ERU)</b>	<b>729</b>

<b>12 INFORMATIONEN ZUR BUCHFÜHRUNG DER KYOTO-EINHEITEN</b>	<b>729</b>
<b>12.1 BACKGROUND INFORMATION</b>	<b>729</b>
<b>12.2 SUMMARY OF INFORMATION REPORTED IN THE SEF TABLES</b>	<b>730</b>
<b>12.3 DISCREPANCIES AND NOTIFICATIONS</b>	<b>730</b>
<b>12.4 PUBLICLY ACCESSIBLE INFORMATION</b>	<b>731</b>
<b>12.5 CALCULATION OF THE COMMITMENT PERIOD RESERVE</b>	<b>732</b>
<b>12.6 KP-LULUCF ACCOUNTING</b>	<b>732</b>
<b>13 INFORMATIONEN ÜBER ÄNDERUNGEN IM NATIONALEN SYSTEMS</b>	<b>733</b>
<b>14 INFORMATIONEN ZU ÄNDERUNGEN IN DEN NATIONALEN REGISTERN</b>	<b>733</b>
<b>15 INFORMATIONEN ZUR MINIMIERUNG DER NEGATIVEN EINFLÜSSE NACH ARTIKEL 3, ABSATZ 14</b>	<b>735</b>
<b>16 WEITERE INFORMATIONEN</b>	<b>739</b>
<b>17 ANHANG 1: HAUPTKATEGORIEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS</b>	<b>740</b>
<b>17.1 BESCHREIBUNG DER METHODEN ZUR FESTLEGUNG DER HAUPTKATEGORIEN</b>	<b>741</b>
<b>17.1.1 Tier-1-Verfahren</b>	741
<b>17.1.2 Tier-2-Verfahren</b>	741
<b>17.1.3 Bewertung qualitativer Kriterien</b>	741
<b>17.1.4 Hauptkategorien-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung</b>	742
<b>18 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO<sub>2</sub> EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN</b>	<b>744</b>
<b>18.1 DIE DEUTSCHE ENERGIEBILANZ</b>	<b>744</b>
<b>18.2 AUFBAU DER ENERGIEBILANZEN</b>	<b>745</b>
<b>18.3 METHODISCHE ASPEKTE: ENERGIEBEDINGTE AKTIVITÄTSRATEN</b>	<b>749</b>
<b>18.4 UNSICHERHEITEN, ZEITREIHENKONSISTENZ UND QUALITÄTSSICHERUNG DER ENERGIEBILANZ</b>	<b>750</b>
<b>18.4.1 Das Bilanzjahr 1990 und die Energiebilanzen für 1991 bis 1994</b>	751
<b>18.4.2 Qualitätsbericht der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zur Erstellung der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland</b>	752
<b>18.4.2.1 Methodische Änderungen ab 2010 und Revisionen 2003 bis 2009</b>	764
<b>18.4.2.1.1 Methodische Änderungen ab 2010</b>	765
<b>18.4.2.2 Vergleich der Schätzbilanz 2012 (vorl) mit der Energiebilanz 2011 (endg)</b>	767
<b>18.4.2.3 Vergleich der Energiebilanz 2011 (endg) mit der Schätzbilanz 2012 (vorl)</b>	768
<b>18.5 AKTIONSPLAN ENERGIEDATEN INVENTARVERBESSERUNG</b>	<b>769</b>
<b>18.6 UNSICHERHEITEN DER AKTIVITÄTSRATEN STATIONÄRER FEUERUNGSANLAGEN</b>	<b>777</b>
<b>18.7 CO<sub>2</sub>-EMISSIONSAKTOREN</b>	<b>777</b>
<b>18.7.1 Methodische Vorbemerkungen</b>	777
<b>18.7.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub></b>	778
<b>18.7.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub></b>	778
<b>18.7.4 Vergleich der brennstoffbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren mit den Emissionshandelsdaten</b>	790
<b>18.8 ANALYSE DER CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN AUS DER NICHTENERGETISCHEN VERWENDUNG VON ENERGIETRÄGERN</b>	<b>792</b>
<b>19 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN</b>	<b>796</b>
<b>19.1 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ENERGIE (1)</b>	<b>796</b>
<b>19.1.1 Überarbeitung der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer für das Jahr 1990 und der Folgejahre (1.A.1 und 1.A.2)</b>	796
<b>19.1.2 Energiewirtschaft (1.A.1)</b>	796
<b>19.1.2.1 Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kapitel 3.2.6.2)</b>	796
<b>19.1.2.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Abgasentschwefelung (CRF 1.A.1, Kalksteinbilanz)</b>	800
<b>19.1.3 Verkehr (1.A.3)</b>	801
<b>19.1.3.1 Verkehr - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)</b>	801
<b>19.1.3.1.1 Ableitung der weiteren Emissionsfaktoren (1.A.3.a)</b>	801

Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014	Umweltbundesamt
19.1.3.1.2 Detailübersicht der für Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zugrunde gelegten Unsicherheiten (1.A.3.a)	805
19.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3.b)	806
19.1.3.2.1 Abgleich auf die Energiebilanz	806
19.1.3.2.2 Zuordnung von Bio-Kraftstoffen, Petroleum sowie Erd- und Flüssiggas auf die Strukturelemente	808
19.1.3.2.3 Aktivitätsrate für Verdunstung	808
19.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren	809
19.1.3.3.1 Emissionsfaktoren aus TREMOD	809
19.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Bio-Ethanol, Petroleum, Erd- und Flüssiggas	809
19.1.3.4 Ableitung der Daten für West- und Ostdeutschland 1994	809
<b>19.2 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE INDUSTRIEPROZESSE (2)</b>	<b>810</b>
19.2.1 Mineralische Produkte (2.A)	810
19.2.2 Chemische Industrie (2.B)	810
19.2.3 Metall Produktion (2.C)	810
19.2.4 Andere Produktion (2.D)	810
19.2.4.1 Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)	810
19.2.4.1.1 Verfahren zur Fasergewinnung	810
19.2.4.1.2 Papier und Kartonherstellung	813
<b>19.3 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (3)</b>	<b>815</b>
<b>19.4 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE LANDWIRTSCHAFT (4)</b>	<b>815</b>
19.4.1 Verteilungen von Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidegangdaten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)	815
<b>19.5 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELL-/SENKENKATEGORIE LANDNUTZUNGSÄNDERUNG UND FORSTWIRTSCHAFT (5)</b>	<b>828</b>
<b>19.5.1 Landnutzungsmatrix</b>	<b>828</b>
19.5.1.1 Begründung der Entscheidung für ein stichprobenbasiertes System	828
19.5.1.2 Begründung der Entscheidung für das BWI-Raster	829
19.5.1.3 Umsetzung der Transition Time	830
<b>19.5.2 Ermittlung der Emissionsfaktoren für den Mineralboden</b>	<b>831</b>
19.5.2.1 Landnutzungskategorie Wald (Forest Land)	832
19.5.2.2 Landnutzungskategorien Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land	833
19.5.2.2.1 Allgemein zu 5.B - 5.F	833
19.5.2.2.2 Ackerland	833
19.5.2.2.3 Grünland	834
19.5.2.2.4 Terrestrische Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstige Flächen	835
19.5.2.2.5 Unsicherheiten	836
19.5.2.3 Geplante Verbesserungen	836
<b>19.5.3 Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für die Biomasse</b>	<b>837</b>
19.5.3.1 Perennierende Ackerkulturen	837
19.5.3.1.1 Obstbäume	837
19.5.3.1.2 Weihnachtsbaumplantagen	840
19.5.3.1.3 Wein	840
19.5.3.1.4 Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen	841
<b>19.5.4 Unsicherheiten</b>	<b>842</b>
<b>19.5.5 Veränderungen der Emissionsergebnisse zwischen NIR 2010 und NIR 2014</b>	<b>852</b>
<b>19.6 WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR DIE QUELLKATEGORIE ABFALL UND ABWASSER (6)</b>	<b>855</b>
<b>19.6.1 Abfall (6.A)</b>	<b>855</b>
19.6.2 Abwasser (6.B) –Angaben zur Bestimmung der Emissionsfaktoren der Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2)	855
19.6.3 Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2)	855
<b>20 ANHANG 4: CO<sub>2</sub> REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ</b>	<b>856</b>
<b>20.1 VERGLEICH DER ERGEBNISSE DES SEKTORALEN UND DES REFERENZ-ANSATZES</b>	<b>856</b>

<b>21 ANHANG 5: ÜBERPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND DER POTENIELL NICHT ERFASSTEN QUELLEN UND SENKEN VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN</b>	<b>861</b>
<b>22 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN</b>	<b>866</b>
<b>22.1 ZUSATZINFORMATIONEN ZUR INVENTARERSTELLUNG UND ZUM NATIONALEN SYSTEM</b>	<b>866</b>
<b>22.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung</b>	<b>866</b>
<b>22.1.2 Zusatzinformationen zum Qualitätssystem Emission</b>	<b>869</b>
<b>22.1.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und –sicherung</b>	869
<b>22.1.2.1.1 Einführung</b>	869
<b>22.1.2.1.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung</b>	869
<b>22.1.2.1.3 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten</b>	870
<b>22.1.2.1.4 QK/QS Plan</b>	871
<b>22.1.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle</b>	871
<b>22.1.2.1.6 Quellgruppenspezifische Qualitätskontrolle</b>	872
<b>22.1.2.1.7 Verfahren zur Qualitätssicherung</b>	873
<b>22.1.2.1.8 Verfahren zur Berichterstattung</b>	873
<b>22.1.2.1.9 Dokumentation und Archivierung</b>	873
<b>22.1.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt</b>	875
<b>22.1.2.1.10.1 Einführung</b>	875
<b>22.1.2.1.10.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung</b>	875
<b>22.1.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA</b>	875
<b>22.1.2.1.10.2.2 Verfahren zur Berichterstattung</b>	876
<b>22.1.2.1.10.3 QK-Plan, QS-Plan und Inventarplan</b>	878
<b>22.1.2.1.10.4 Verfahren zur allgemeinen und quellgruppenspezifischen Qualitätskontrolle</b>	880
<b>22.1.2.1.10.5 Verfahren zur Qualitätssicherung</b>	881
<b>22.1.2.1.10.6 Dokumentation und Archivierung</b>	881
<b>22.1.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher</b>	882
<b>22.1.3 Das Datenbanksystem Zentrales System Emissionen</b>	<b>886</b>
<b>22.2 ERGÄNZENDEN INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT</b>	<b>887</b>
<b>22.2.1 KP-LULUCF</b>	<b>887</b>
<b>22.2.2 Standard Electronic Format (SEF) Tabellen</b>	<b>887</b>
<b>22.2.2.1 Standard Electronic Format for the reported year 2011</b>	887
<b>22.2.2.2 Discrepant transactions</b>	896
<b>22.2.3 Detaillierte Informationen über das nationale System und Änderungen im nationalen System</b>	897
<b>22.2.4 Weitere detaillierte Informationen zu den Nationalen Registern und der Buchführung der Kyoto-Einheiten</b>	897
<b>22.2.4.1 Annex A: CSEUR DB Model</b>	898
<b>22.2.4.2 Annex B: CR 2013 - ITERATION 5.2 QTM &amp; Regression</b>	898
<b>22.3 ZUSATZINFORMATIONEN ZU DEN TRENDS DER TREIBHAUSGASE</b>	<b>923</b>
<b>23 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE</b>	<b>931</b>
<b>24 REFERENZEN</b>	<b>937</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen' .....	62
Abbildung 2:	Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen' .....	65
Abbildung 3:	Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen' .....	66
Abbildung 4:	Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSE) .....	71
Abbildung 5:	NaSE - Ziele und Instrumente .....	74
Abbildung 6:	Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung .....	79
Abbildung 7:	QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe .....	89
Abbildung 8:	NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation .....	90
Abbildung 9:	Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten .....	93
Abbildung 10:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich .....	94
Abbildung 11:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse .....	98
Abbildung 12:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung .....	101
Abbildung 13:	Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft .....	102
Abbildung 14:	Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) und KP-LULUCF .....	103
Abbildung 15:	Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall und Abwasser .....	104
Abbildung 16:	Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990 .....	127
Abbildung 17:	Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995 .....	129
Abbildung 18:	Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO <sub>2</sub> .....	133
Abbildung 19:	Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 1 .....	135
Abbildung 20:	Merkmale der UBA-Struktur der Bilanz der Emissionsursachen zur Disaggregierung der Energiebilanz .....	138
Abbildung 21:	Schema der Datenquellen für den Brennstoffeinsatz von Abfällen zur energetischen Nutzung im Rahmen des Treibhausgas-Emissionsinventars .....	140
Abbildung 22:	CO <sub>2</sub> -Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse .....	143
Abbildung 23:	CO <sub>2</sub> -Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse .....	143
Abbildung 24:	THG-Emissionen des von D abgehenden internationalen Flugverkehrs 1990-2012 .....	150
Abbildung 25:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Internationalen Seeverkehrs 1990-2012 .....	152
Abbildung 26:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.a .....	156
Abbildung 27:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.b .....	167
Abbildung 28:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c .....	172
Abbildung 29:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in Quellgruppe 1.A.2.a .....	179
Abbildung 30:	Entwicklung der Brennstoffeinsätze der Quellgruppe 1.A.2.f .....	187
Abbildung 31:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des nationalen Flugverkehrs 1990-2012 .....	200

Abbildung 32: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Schienenverkehrs 1990-2012 (ohne Emissionen aus der Erzeugung von Bahnstrom) .....	214
Abbildung 33: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt 1990 – 2012.....	219
Abbildung 34: Änderung der Gesamtemission von 1.A.4 in Abhängigkeit von der Temperatur .....	229
Abbildung 35: Verlauf des Energieverbrauchs von 1.A.4 nach 4 Brennstoffkategorien.....	230
Abbildung 36: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen der Quellgruppe 1.A.5 .....	238
Abbildung 37: Emissionen für CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NMVOC, SO <sub>2</sub> und CO der Quellgruppe 1.B. ....	243
Abbildung 38: Gegenüberstellung von verwertetem und emittiertem CH <sub>4</sub> aus Grubengas .....	252
Abbildung 39: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 2.....	283
Abbildung 40: Zeitlicher Verlauf und Quellgruppenzuordnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung bzw. Gichtgasaufkommen resultierenden CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	323
Abbildung 41: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 3.....	400
Abbildung 42: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 4.....	411
Abbildung 43: Logik der nationalen Methodik für die Emissionsberechnungen in der Tierhaltung am Beispiel der Milchkuh. („Leistungsindikator“ steht hier für die Summe aus leistungs- und erhaltungsbedingtem Bedarf.) .....	413
Abbildung 44: Konzept, thematische Inhalte und räumliche Auflösung des GAS-EM Modells.....	413
Abbildung 45: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und – senken (Summe aus CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O) [Gg CO <sub>2</sub> -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Unterkategorien .....	491
Abbildung 46: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken (Summe aus CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O) [Gg CO <sub>2</sub> -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Quellgruppen .....	492
Abbildung 47: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und – senken (Summe aus CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O) [Gg CO-Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Treibhausgasen (GHG) .....	492
Abbildung 48: Schematische Darstellung der Zuordnung von Stichprobenpunkten zu einer Landnutzungskategorie .....	502
Abbildung 49: Jahre 1990, 2000, 2005, 2008, 2012. Abkürzungen siehe Tabelle 247 .....	507
Abbildung 50: Treibhausgasemissionen (Summe aus CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O) [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2012 nach Subkategorien .....	525
Abbildung 51: Treibhausgasemissionen (Summe aus CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O) [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2012 nach Pools.....	525
Abbildung 52: Kohlenstoffvorräte und -veränderung für die unterirdische und oberirdische Biomasse im Wald für die Jahre 1987/1993, 2002, 2008 und 2012 .....	532
Abbildung 53: Rohholzaufkommen im Wald nach Holzeinschagsstatistik des Statistischen Bundesamtes jährlich und für die Perioden 1991 bis 2001, 2002 bis 2007 und 2008 bis 2012 .....	533
Abbildung 54: Vergleich verschiedener Funktionen zur Ableitung der unterirdischen Biomasse ....	539
Abbildung 55: Regression zwischen C-Vorräten (0-30cm) der BZE II / BioSoil-Daten und der BZE I (links) sowie die identifizierten Ausreißer anhand der Residuen-Analyse durch Student-Residuen (rechts) und den „high leverage“-Punkten (rechts) am Beispiel der neu gebildeten Leitbodeneinheit .....	548
Abbildung 56: Emissionen aus der Kalkung von Wäldern .....	550

Abbildung 57: Waldbrandflächen zwischen 1990 und 2012 (nach BLE, 2013) .....	551
Abbildung 58: Treibhausgasemissionen (Summe aus CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O) [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2012 nach Subkategorien .....	573
Abbildung 59: Treibhausgasemissionen (Summe aus CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O) [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2012 nach Pools.....	574
Abbildung 60: CO <sub>2</sub> -Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland i.e.S. Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Subkategorien .....	588
Abbildung 61: CO <sub>2</sub> -Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland i.e.S. Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Pools ....	589
Abbildung 62: CO <sub>2</sub> -Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Gehölzflächen Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Subkategorien .....	590
Abbildung 63: CO <sub>2</sub> -Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Gehölzflächen Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Pools .....	590
Abbildung 64: CO <sub>2</sub> -Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Subkategorien .....	603
Abbildung 65: CO <sub>2</sub> -Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus den Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Pools ....	604
Abbildung 66: Zuordnung der Gewässer- und terrestrischen Feuchtgebietsflächen [ha] Deutschlands für das Jahr 2012 in die Landnutzungskategorie Feuchtgebiete gemäß IPCC GPG-LULUCF 2003 .....	605
Abbildung 67: CO <sub>2</sub> -Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen von 1990 – 2012, dargestellt nach Subkategorien .....	616
Abbildung 68: CO <sub>2</sub> -Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Pools .....	616
Abbildung 69: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 6.....	625
Abbildung 70: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Hausmülls zwischen 1990 und 2012 mit Zwischenjahren .....	627
Abbildung 71: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2009 ....	631
Abbildung 72: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008 ....	631
Abbildung 73: Stoffstromschema Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung.....	655
Abbildung 74: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Submission 2012 für die gesamte Zeitreihe .....	662
Abbildung 75: Rückrechnung der Gesamtemission der einzelnen Treibhausgase über alle Quellgruppen gegenüber Submission 2013.....	663
Abbildung 76: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990.....	666
Abbildung 77: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2011 .....	668
Abbildung 78: Schema zur Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldzerstörung, die von Wiederaufforstung gefolgt sind, und Entwaldung.....	724
Abbildung 79: Zeilenstruktur der Energiebilanzen bis 1994 sowie ab 1995 .....	746
Abbildung 80: Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland .....	748
Abbildung 81: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO <sub>2</sub> .....	777
Abbildung 82: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung .....	798

Abbildung 83: Vergleich der CO <sub>2</sub> -Emissionen 2012 gemäß Sektoralem und Referenz-Ansatz .....	858
Abbildung 84: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung.....	877
Abbildung 85: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE .....	879

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe .....	63
Tabelle 2:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe .....	63
Tabelle 3:	Global Warming Potential (GWP) der Treibhausgase.....	86
Tabelle 4:	QSE - Rollen und Verantwortlichkeiten .....	88
Tabelle 5:	Anzahl der Quellgruppen und Hauptkategorien .....	106
Tabelle 6:	Ergebnis der Hauptkategorienanalyse KP-LULUCF .....	107
Tabelle 7:	Hauptkategorien für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz .....	108
Tabelle 8:	Hauptkategorien für Deutschland, die sich nur aufgrund des Tier 2-Ansatzes ergeben .....	109
Tabelle 9:	Inventarplan 2014.....	112
Tabelle 10:	Inventarplan - erledigte Handlungsbedarfe/Verbesserungen.....	114
Tabelle 11:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO <sub>2</sub> in Deutschland seit 1990 .....	125
Tabelle 12:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO <sub>2</sub> in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr .....	125
Tabelle 13:	Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr .....	132
Tabelle 14:	Emissionen von 2011 und 2012 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung unter Artikel 3.4 .....	134
Tabelle 15:	Vergleich der CO <sub>2</sub> -Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen.....	142
Tabelle 16:	Vergleich der Ergebnisse der CO <sub>2</sub> -Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren.....	146
Tabelle 17:	Entwicklung des internationalen Anteils am Gesamt-Kerosinverbrauch.....	150
Tabelle 18:	verwendete Aktivitätsdaten der Nationalen Energiebilanzen .....	152
Tabelle 19:	jährliche Bunkermengen (in TJ) des von D ausgehenden internationalen Seeverkehrs .....	153
Tabelle 20:	jährlich durch den von D ausgehenden internationalen Seeverkehr mitverbrannte Schmierstoffe (in TJ) .....	153
Tabelle 21:	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in öffentlichen Kraftwerken.....	159
Tabelle 22:	Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA .....	161
Tabelle 23:	Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen < 50 MW FWL.....	161
Tabelle 24:	Methan-Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen ab 50 MW FWL und für Gasturbinen .....	161
Tabelle 25:	Quellspezifische Rückrechnungen CRF 1.A.1.a .....	165
Tabelle 26:	Rückrechnungen in CRF 1.A.1.b.....	170
Tabelle 27:	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Kokereien .....	174
Tabelle 28:	Rückrechnungen in CRF 1.A.1.c.....	176
Tabelle 29:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.a.....	181
Tabelle 30:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.b.....	182
Tabelle 31:	Rückrechnungen in CRF 1.A.2.f Zement .....	190
Tabelle 32:	Rückrechnungen für CO <sub>2</sub> in CRF 1.A.2.f Sonstige .....	198

Tabelle 33:	Entwicklung des auf innerdeutsche Flüge entfallenden an den gesamten Inlandsablieferungen für Kerosin, ab 1990 .....	201
Tabelle 34:	Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2012) .....	203
Tabelle 35:	Revision des EF( $\text{CO}_2$ ) für Flugbenzin .....	205
Tabelle 36:	Ergebnis der Neuberechnung der $\text{CO}_2$ -Emissionen aus dem Einsatz von Flugbenzin .....	205
Tabelle 37:	Neuberechnung der THG-Emissionen des zivilen innerdeutschen Flugverkehrs ....	205
Tabelle 38:	Emissionen des Straßenverkehrs (alle Angaben in Gg) .....	207
Tabelle 39:	Unterscheidung von Minderungstechniken im Straßenverkehr .....	208
Tabelle 40:	Revision der für den Straßenverkehr in 2011 bereitgestellten Kraftstoffmengen.....	211
Tabelle 41:	Revision der für den Straßenverkehr bereitgestellten Erdgasmengen 2005 bis 2011 .....	211
Tabelle 42:	Revision der mitverbrannten Schmierstoff-Mengen, ab 2006 .....	211
Tabelle 43:	resultierende Neuberechnung der Kohlendioxid-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen, ab 2006 .....	211
Tabelle 44:	Neuberechnung der Kohlendioxid-Emissionen aus fossilen Kraftstoffen, ab 2005 ...	212
Tabelle 45:	Neuberechnung der Methan-Emissionen, ab 2005.....	212
Tabelle 46:	Neuberechnung der Lachgas-Emissionen, ab 2005 .....	212
Tabelle 47:	Neuberechnung der $\text{CO}_2$ -Emissionen aus Biokraftstoffen, 2011 .....	212
Tabelle 48:	resultierende Neuberechnung der Gesamt-THG-Emissionen (ohne $\text{CO}_2$ aus Biomasse), ab 2005 .....	212
Tabelle 49:	Quellennachweis für AR in 1.A.3.c .....	214
Tabelle 50:	Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default- EF und vorhandener Default-EF .....	216
Tabelle 51:	Korrektur des Dieseleinsatzes 2011 .....	217
Tabelle 52:	Korrektur des Biodieseleinsatzes, ab 2004.....	217
Tabelle 53:	Korrektur der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2011 .....	217
Tabelle 54:	Korrektur des EF( $\text{CH}_4$ ) für Diesel und Biodiesel, 2011 .....	217
Tabelle 55:	Neuberechnung der THG-Emissionen 2011 (ohne $\text{CO}_2$ aus Biodiesel).....	217
Tabelle 56:	Neuberechnung der $\text{CO}_2$ -Emissionen aus dem Einsatz von Biodiesel, ab 2004.....	217
Tabelle 57:	Quellennachweis für die verwendeten Aktivitätsdaten .....	220
Tabelle 58:	Korrektur des Dieseleinsatzes 2011 .....	222
Tabelle 59:	Korrektur des Biodieseleinsatzes, ab 2004 .....	222
Tabelle 60:	Neuberechnung der THG-Emissionen 2011 (ohne $\text{CO}_2$ aus Biodiesel).....	222
Tabelle 61:	Neuberechnung der $\text{CO}_2$ -Emissionen aus dem Einsatz von Biodiesel, ab 2004.....	222
Tabelle 62:	Rückrechnungen in CRF 1.A.3.e (stationär & mobil) .....	226
Tabelle 63:	Revision der AR für Ottokraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile (ab 2004) .....	226
Tabelle 64:	Neuerfassung von Bioethanol, ab 2004 .....	226
Tabelle 65:	Revision der AR für Dieselkraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile, ab 2004 .....	226
Tabelle 66:	Neuerfassung von Biodiesel, ab 2004 .....	226
Tabelle 67:	Neuerfassung von $\text{CO}_2$ aus biogenen Kraftstoffen, ab 2004 .....	227
Tabelle 68:	resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen des bauwirtschaftlichen Verkehrs .....	227
Tabelle 69:	resultierende Neuberechnung der Treibhausgas-Emissionen für 1.A.3.e .....	227
Tabelle 70:	Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher für das Bezugsjahr 2005 .....	233

Tabelle 71:	Sektorale Emissionsfaktoren für mobile Quellen der Haushalte, des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie der Fischerei.....	233
Tabelle 72:	Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006) .....	235
Tabelle 73:	Rückrechnungen in CRF 1.A.4 (stationär & mobil) .....	236
Tabelle 74:	Revision der AR für Ottokraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile, ab 2004.....	237
Tabelle 75:	Neuerfassung von Bioethanol, ab 2004 .....	237
Tabelle 76:	Revision der AR für Dieselkraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile, ab 2004 .....	237
Tabelle 77:	Neuerfassung von Biodiesel, ab 2004 .....	237
Tabelle 78:	Neuerfassung von CO <sub>2</sub> aus biogenen Kraftstoffen, ab 2004 .....	237
Tabelle 79:	resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen der mobilen Quellen in 1.A.4 ..	237
Tabelle 80:	Sektorale Emissionsfaktoren für das Militär .....	240
Tabelle 81:	Neuberechnung der EM(CO <sub>2</sub> ) aus Flugbenzin infolge der Anhebung des EF .....	241
Tabelle 82:	Revision der AR für Ottokraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile (ab 2004) .....	241
Tabelle 83:	Neuerfassung von Bioethanol, ab 2004 .....	241
Tabelle 84:	Revision der AR für Dieselkraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile, ab 2004 .....	241
Tabelle 85:	Neuerfassung von Biodiesel, ab 2004 .....	241
Tabelle 86:	Neuerfassung von CO <sub>2</sub> aus biogenen Kraftstoffen, ab 2004 .....	241
Tabelle 87:	resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen des militärischen Verkehrs .....	242
Tabelle 88:	Zuordnung von Methanemissionen zu Bereichen des CRF .....	244
Tabelle 89:	Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2012 .....	245
Tabelle 90:	Emissionsfaktoren für CH <sub>4</sub> aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2012.....	248
Tabelle 91:	Emissionsreduktion durch Heißfackel; Meldung des GVSt.....	253
Tabelle 92:	Übersicht über die rückgerechneten Emissionen (DMT, 2011) – die Werte ab dem Jahr 2010 wurden von UBA-Experten geschätzt .....	254
Tabelle 93:	Rückrechnungen für Kohlendioxid in der Quellgruppe 1.B.2 .....	255
Tabelle 94:	Rückrechnungen für Methan in der Quellgruppe 1.B.2.....	255
Tabelle 95:	Rückrechnungen für NMVOC in der Quellgruppe 1.B.2 .....	255
Tabelle 96:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.i .....	256
Tabelle 97:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.ii „Förderung“ .....	257
Tabelle 98:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.ii „Aufbereitung“ .....	257
Tabelle 99:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Transport von Rohöl“ im Jahr 2012.....	259
Tabelle 100:	Rückrechnungen in der Kategorie 1.B.2.a.iii „Transport von Rohöl“ .....	259
Tabelle 101:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Lagerung und Reinigung von Rohöl in Tanklagern von Raffinerien“ .....	261
Tabelle 102:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Lagerung und Reinigung von flüssigen Mineralölprodukten in raffineriefernen Tanklagern“ .....	261
Tabelle 103:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Lagerung und Reinigung von gasförmigen Mineralölprodukten in raffineriefernen Tanklagern“.....	262
Tabelle 104:	Aktivitätsraten zur Berechnung der Emissionen unter 1.B.2.a.v .....	264
Tabelle 105:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.v „Verteilung von Mineralölprodukten“.....	265
Tabelle 106:	Rückrechnungen NMVOC in der Kategorie 1.B.2.a.v „Verteilung von Mineralölprodukten“.....	266
Tabelle 107:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.ii „Trocknung und Aufbereitung von Erdgas“ .....	270

Tabelle 108:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.ii „Aufbereitung von Erdgas“ .....	270
Tabelle 109:	Verwendete Methan-Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iii „Weiterleitung“ .....	271
Tabelle 110:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iii „Speicherung von Erdgas“ .....	272
Tabelle 111:	Gasverteilungsnetz und verursachte Methanemissionen .....	273
Tabelle 112:	Struktur des Gasverteilungsnetzes .....	274
Tabelle 113:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iv „Zwischenspeicherung von Erdgas“ .....	274
Tabelle 114:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iv „Erdgastankstellen und Erdgastanks in Fahrzeugen“ .....	275
Tabelle 115:	Verwendete Methan-Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.v „diffuse Emissionen bei Erdgas-Anwendern“ .....	276
Tabelle 116:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Erdölförderanlagen“ .....	278
Tabelle 117:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Raffinerien“ .....	278
Tabelle 118:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Raffinerien: Abfackelung-Störung“ .....	278
Tabelle 119:	Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen bei der Erdgasförderung“ .....	280
Tabelle 120:	Produktion und CO <sub>2</sub> -Emissionen der deutschen Zementindustrie .....	285
Tabelle 121:	Produktion und CO <sub>2</sub> -Emissionen der deutschen Kalkindustrie (nach Rekalkulation – s. 0) .....	288
Tabelle 122:	Kalksteinbilanz für die Verwendung von Kalkstein in Bereichen mit und ohne Emissionsrelevanz an Kohlendioxid .....	291
Tabelle 123:	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus der Verwendung von Kalkstein (Überblick 2.A.3) .....	291
Tabelle 124:	Gegenüberstellung der nach GL 1996 emissionsrelevanten Bilanzposten (Berichtskategorie 2.A.3) für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“) .....	293
Tabelle 125:	Aktivitätsraten und nutzungsbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen außerhalb der Glasindustrie seit 1990 .....	295
Tabelle 126:	Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF .....	298
Tabelle 127:	Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut .....	300
Tabelle 128:	Aktivitätsraten und prozessbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen seit 1990 .....	302
Tabelle 129:	Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten) .....	303
Tabelle 130:	Scherbenanteil der einzelnen Glassorten .....	303
Tabelle 131:	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs) .....	304
Tabelle 132:	Aktivitätsraten und prozessbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b) (gerundet, ggf. mit Abweichungen zwischen Einzelpositionen und Summe) .....	306
Tabelle 133:	Aktivitätsraten und Rekalkulation der CO <sub>2</sub> -Emissionen für das Jahr 2009 (gerundet) .....	308

Tabelle 134:	nationale Emissionsfaktoren für CH <sub>4</sub> aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie.....	319
Tabelle 135:	In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe .....	319
Tabelle 136:	Meldenummern der Produktionsstatistik .....	320
Tabelle 137:	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (einschließlich Gichtgasnutzung) ..	324
Tabelle 138:	Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO <sub>2</sub> -Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung .....	325
Tabelle 139:	Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen .....	326
Tabelle 140:	AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2012 .....	329
Tabelle 141:	IPCC Default Emissionsfaktoren für SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff .....	336
Tabelle 142:	Reale Emissionsfaktoren der deutschen Anlagen aus der Produktion von Zellstoff. (deutscher Beitrag zur Revision des BVT-Merkblattes für die Papier und Zellstoffindustrie 2007) .....	336
Tabelle 143:	Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen .....	337
Tabelle 144:	Aktualisierte Aktivitätsdaten der Spanplattenindustrie .....	337
Tabelle 145:	Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F - <i>Verbrauch von HFKW, FKW und SF<sub>6</sub></i> .....	344
Tabelle 146:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) bei der Produktion und Anwendung von Kühlfahrzeugen mit HFKW-125, HFKW-134a und HFKW-143a in der Subquellgruppe 2.F.1.c (Transportkälte) .....	363
Tabelle 147:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Produktion und der Anwendung von C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> , HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a, HFKW-227ea, HFKW-23 und HFKW-32 in der Industriekälte in den Jahren 1993 bis 2011 (Subquellgruppe 2.F.1.d). ....	364
Tabelle 148:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Produktion und der Anwendung von HFKW-134a in den Jahren 2001 bis 2011 bei Kaltwassersätzen (Stationäre Klimaanlagen, Subquellgruppe 2.F.1.e). ....	367
Tabelle 149:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Produktion und Anwendung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 in den Jahren 1995 bis 2011 in Wärmepumpen und Wärmepumpenwäschetrocknern (Stationäre Klimaanlagen Subquellgruppe 2.F.1.e). Aus Vertraulichkeitsgründen (es gibt nur einen Produzenten von Wärmepumpenwäschetrocknern in Deutschland) zusammen berichtet. ....	368
Tabelle 150:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Anwendung und der Entsorgung von HFKW-134a bei Nutzfahrzeugen in den Jahren 2009 bis 2011 (Subquellgruppe 2.F.1.f). ....	370
Tabelle 151:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen des EF und der EM von HFKW-134a in der Produktion von Schienenfahrzeugen in den Jahren 1992 bis 2011 (Subquellgruppe 2.F.1.f). ....	370
Tabelle 152:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM von HFKW-134a in der Anwendung und Entsorgung von Pkw in den Jahren 1994 bis 2011 (Subquellgruppe 2.F.1.f). ....	371
Tabelle 153:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und EM bei der Produktion und Anwendung von PU-Hartschaum und PU-	

	Integralschaum mit HFKW-227ea in den Jahren 2005 bis 2011 (aus Vertraulichkeitsgründen sind die Zahlen von Produktion und Anwendung aggregiert dargestellt) .....	377
Tabelle 154:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM bei der Produktion und der Anwendung von Dosieraerosolen und Allgemeinen Aerosolen mit HFKW-134a und HFKW-152 a in der Quellgruppe 2.F.4 in den Jahren 1992 bis 1995 und 2006 bis 2011 .....	382
Tabelle 155:	Inventardaten 2012 der Quellgruppe 2.F.7 mit Unterquellgruppen .....	387
Tabelle 156:	Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und EM bei der Produktion, Anwendung und Entsorgung von ORC-Anlagen mit HFKW-134a und C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> in den Jahren 2003 bis 2011 in der Quellgruppe 2.F.9 ...	397
Tabelle 157:	Quellspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die NMVOC – Emissionen (CRF Sektor 3) .....	404
Tabelle 158:	Quellspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die CO <sub>2</sub> -Äquivalent – Emissionen (CRF Sektor 3).....	405
Tabelle 159:	CRF-Tierkategorien und die für die deutsche Emissionsberichterstattung verwendete Unterteilung .....	416
Tabelle 160:	Zahl der in die deutsche Berichterstattung eingehenden Tierplätze (4.A, 4.B) in 1.000.....	419
Tabelle 161:	Mittlere Tiergewichte (4.B).....	420
Tabelle 162:	Mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen (4.A) .....	420
Tabelle 163:	Mittlere tägliche Gesamtenergie-Aufnahme (GE) (4.A) .....	422
Tabelle 164:	Tägliche Trockenmasseaufnahme (4.B(a)s1) .....	422
Tabelle 165:	Verdaulichkeit von organischer Substanz im Futter (4.B(a)s1).....	422
Tabelle 166:	Aschegehalt des Futters.....	423
Tabelle 167:	Gesamt-N-Ausscheidungen in der Tierhaltung (Stall und Weide) .....	424
Tabelle 168:	Die für den NIR 2014 und NIR 2013 berechneten N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr (4.B(b)).....	424
Tabelle 169:	Jahressummen der N-Ausscheidungen für güllerisierte Systeme (4.B(b)) .....	425
Tabelle 170:	Jahressummen der N-Ausscheidungen für strohbasierte Systeme (4.B(b)) .....	426
Tabelle 171:	Jahressummen der N-Ausscheidungen bei Weidegang (4.B(b)).....	427
Tabelle 172:	Tägliche VS-Ausscheidung für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel (ohne Gänse)(4.B(a)s1) .....	428
Tabelle 173:	Tägliche VS-Ausscheidung pro Tierplatz für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel (ohne Gänse) (4.B(a)s1).....	428
Tabelle 174:	Relative Anteile güllerisierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2) ...	430
Tabelle 175:	Relative Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2) ...	431
Tabelle 176:	Weidegang: relative Haltungssystem-Anteile in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2).....	431
Tabelle 177:	Jahressummen des N-Eintrags durch Einstreu in strohbasierten Systemen (4.B(b)) .....	432
Tabelle 178:	Maximale Methan-Bildungskapazität $B_0$ .....	433
Tabelle 179:	Maximale Methan-Bildungskapazität $B_0$ für Geflügel (4.B(a)s1) .....	433
Tabelle 180:	Methan-Umwandlungsfaktoren $MCF$ für Rinder (4.B(a)s1). Fettgedruckte Werte nach DÄMMGEN et al. (2012a); weitere Details: siehe Text. ....	433
Tabelle 181:	Methan-Umwandlungsfaktoren $MCF$ für Schweine (4.B(a)s1). Fettgedruckte Werte nach DÄMMGEN et al. (2012a) .....	434

Tabelle 182:	Methan-Umwandlungsfaktoren ( <i>MCF</i> ) für Ziegen, Schafe, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel (4.B(a)s1) .....	434
Tabelle 183:	Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren ( <i>MCF</i> ) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B(a)s2).....	435
Tabelle 184:	Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren ( <i>MCF</i> ) für strohbasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B(a)s2).....	435
Tabelle 185:	Dem NIR 2014 zugrunde liegenden Anteile der in Biogasanlagen vergorenen Gülle, getrennt nach Rinder- und Schweingülle sowie für die Göllegesamtmenge (in %) .....	437
Tabelle 186:	Relative Anteile der Gärrestelagerung in gasdichten und nicht gasdichten Lagern für Rindergülle (in % der gesamten Rindergülle) .....	438
Tabelle 187:	Relative Anteile der Gärrestelagerung in gasdichten und nicht gasdichten Lagern für Schweinegülle (in % der gesamten Schweinegülle) .....	438
Tabelle 188:	Den direkten N <sub>2</sub> O-Emissionen zugrunde liegende N-Mengen (4.Ds1.1.1 bis 4.Ds1.1.4) .....	440
Tabelle 189:	Der direkten N <sub>2</sub> O-Berechnung zugrunde liegenden Flächen der bewirtschafteten organischen Böden in NIR 2014 und NIR 2013 (4.Ds1.1.5) .....	440
Tabelle 190:	Im Inventar berechnete Summen der NH <sub>3</sub> - und NO-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft, die der Berechnung der depositionsbedingten indirekten N <sub>2</sub> O-Emission zugrunde liegen.....	441
Tabelle 191:	N <sub>2</sub> O aus Deposition: Der Berechnung zugrunde liegender reaktiver Stickstoff N <sub>reac</sub> (4.Ds1.3.1).....	441
Tabelle 192:	Ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) (4.Ds1.3.2) .....	442
Tabelle 193:	Gesamtunsicherheitsberechnung für die Emissionen des Sektors 4 (Tierhaltung und Nutzung landwirtschaftlicher Böden).....	444
Tabelle 194:	CH <sub>4</sub> -Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Verdauung) (4.A.1.a) .....	451
Tabelle 195:	CH <sub>4</sub> -Emissionsfaktoren (Verdauung) bei den übrigen Rindern für 2012 im Vergleich mit den Defaultwerten für West-Europa nach IPCC (1996b)-4.11, Table 4-4 und IPCC (2006)-10.29, Table 10.11.....	451
Tabelle 196:	Im Inventar verwendete Emissionsfaktoren (Verdauung) für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel .....	451
Tabelle 197:	CH <sub>4</sub> -Emissionen E <sub>CH<sub>4</sub></sub> aus der Tierhaltung (Verdauung) (4s1.A) .....	452
Tabelle 198:	CH <sub>4</sub> -Emissionen aus der Verdauung (4.A.1.a) .....	452
Tabelle 199:	Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) für 2011 .....	454
Tabelle 200:	Methan-Emissionen aus der Verdauung bei übrigen Rindern und Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) für 2011 ..	455
Tabelle 201:	Vergleich der 2014 und 2013 berichteten mittleren täglichen Gesamtenergie-Aufnahme (4.A) .....	456
Tabelle 202:	Vergleich der 2014 und 2013 berichteten resultierenden CH <sub>4</sub> -Emissionsfaktoren (Verdauung) (4.A) .....	456
Tabelle 203:	Vergleich der 2014 und 2013 berichteten CH <sub>4</sub> -Emissionen (Verdauung) (4.A) .....	456
Tabelle 204:	Implizite CH <sub>4</sub> -Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1).....	460
Tabelle 205:	Gesamt-CH <sub>4</sub> -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4s1).....	460
Tabelle 206:	CH <sub>4</sub> -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrigen Rinder und Schweine (4.s1.).....	461

Tabelle 207:	In Deutschland durch Güllevergärung eingesparte CH <sub>4</sub> -Emissionen und der prozentuale Anteil dieser Minderung bezogen auf die sich ohne Güllevergärung ergebende CH <sub>4</sub> -Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar betrachteten Nutztiere .....	461
Tabelle 208:	CH <sub>4</sub> -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2011 .....	463
Tabelle 209:	CH <sub>4</sub> -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei übrigen Rindern verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2011 .....	463
Tabelle 210:	CH <sub>4</sub> -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2011 .....	464
Tabelle 211:	CH <sub>4</sub> -Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Geflügel verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2011 .....	464
Tabelle 212:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten relativen Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2) .....	465
Tabelle 213:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten relativen Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2) .....	465
Tabelle 214:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten Anteile des Weidegangs in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2) .....	465
Tabelle 215:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten täglichen VS-Ausscheidungen (4.B) .....	466
Tabelle 216:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten impliziten CH <sub>4</sub> -Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1) .....	467
Tabelle 217:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten CH <sub>4</sub> -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B) .....	467
Tabelle 218:	Emissionsfaktoren für Emissionen von N <sub>2</sub> O-N aus dem Wirtschaftsdünger-Management (bezogen auf die Summe von ausgeschiedenem N und Einstreu-N) (4.B(b)) .....	469
Tabelle 219:	Milchkühe, mittlere N <sub>2</sub> O-N-Emissionsfaktoren .....	470
Tabelle 220:	Übrige Rinder, mittlere N <sub>2</sub> O-N-Emissionsfaktoren .....	470
Tabelle 221:	Schweine, mittlere N <sub>2</sub> O-N-Emissionsfaktoren .....	470
Tabelle 222:	Alle Nutztiere, mittlere N <sub>2</sub> O-N-Emissionsfaktoren (4.s2.B) .....	471
Tabelle 223:	Gesamt-N <sub>2</sub> O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.B) .....	471
Tabelle 224:	N <sub>2</sub> O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management von Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B) .....	472
Tabelle 225:	In Deutschland durch Güllevergärung eingesparte N <sub>2</sub> O-Emissionen und der prozentuale Anteil dieser Minderung bezogen auf die sich ohne Güllevergärung ergebende N <sub>2</sub> O-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar betrachteten Nutztiere .....	472
Tabelle 226:	NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management .....	472
Tabelle 227:	N-Ausscheidung pro Tierplatz für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel verschiedener Länder für das Jahr 2011 .....	474

Tabelle 228:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berechneten N <sub>2</sub> O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.) .....	474
Tabelle 229:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berechneten N <sub>2</sub> O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Schweine (4.s2.) .....	475
Tabelle 230:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berechneten Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere.....	475
Tabelle 231:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berechneten Gesamt-NO-Emissionen ( $E_{NO}$ ) aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	475
Tabelle 232:	Emissionsfaktoren $EF_{NO}$ für NO-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden .....	479
Tabelle 233:	$Frac_{GASF}$ (4.Ds2) .....	480
Tabelle 234:	$Frac_{GASM, Germany}$ (4.Ds2).....	481
Tabelle 235:	$Frac_{GRAZ}$ (4.Ds2) .....	481
Tabelle 236:	$Frac_{NCRBF}$ (4.Ds2) .....	482
Tabelle 237:	$Frac_{NCR0}$ (4.Ds2) .....	482
Tabelle 238:	$Frac_R$ ( $Frac_{Remove}$ ) (4.Ds2).....	482
Tabelle 239:	N <sub>2</sub> O- und NO-Emissionen $E_{N2O}$ und $E_{NO}$ aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4s1, 4s2).....	483
Tabelle 240:	Vergleicht der im deutschen Inventar verwendeten N <sub>2</sub> O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten für das Jahr 2011 .....	484
Tabelle 241:	Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten $Frac$ -Größen mit denen benachbarter Staaten, Jahr 2011 .....	485
Tabelle 242:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten N-Mengen zur Berechnung der N <sub>2</sub> O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D) .....	487
Tabelle 243:	Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten N <sub>2</sub> O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D).....	488
Tabelle 244:	Zuordnung der deutschen Berichtskategorien zu den IPCC-Landnutzungskategorien .....	493
Tabelle 245:	Anteile bereits validierter Punktdaten in %. Die Daten für 2011 in Submission 2013 wurden durch Daten des Jahr 2012 in der Submission 2014 ersetzt .....	503
Tabelle 246:	Basis zur Ableitung der Landnutzungen.....	504
Tabelle 247:	Kodierungen in der Basistabelle.....	504
Tabelle 248:	Wahrscheinlichste Landnutzung (LU) und deren Datenquelle (DB) . Abkürzungen siehe Tabelle 247.....	507
Tabelle 249:	Landnutzungsänderungen (LUC) inklusive 20-jähriger Transition Time nach dem Konventions-Reporting .....	509
Tabelle 250:	Landnutzungsmatrix 2012. Die Diagonale zeigt die Fläche in verbleibender Nutzung, die anderen Felder die jeweiligen Landnutzungsänderungen (einschließlich 20-jähriger Übergangszeiten) .....	510
Tabelle 251:	Jährliche Flächen der Landnutzungsänderungen, die den Berechnungen für das UNFCCC-Inventar (20-jährige Übergangszeit) und KP (kumulative Flächenänderung) zugrunde liegen [Hektar pro Jahr] .....	511
Tabelle 252:	Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® zu den IPCC-Landnutzungskategorien .....	513
Tabelle 253:	Mittlere Kohlenstoffvorräte in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [ $Mg\ C\ ha^{-1}$ ] sowie daraus abgeleitete Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2012....	515

Tabelle 254:	Emissionsfaktoren [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ] zur Ermittlung jährlicher Kohlenstoffvorratsunterschiede in Mineralböden Deutschlands nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2012 .....	516
Tabelle 255:	Emissionsfaktoren [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede im Jahr der Umwandlung in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2012 .....	519
Tabelle 256:	Zeitreihe der mittleren Kohlenstoffvorräte in der Phytomasse von Entwaldungsflächen [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] .....	520
Tabelle 257:	Waldfläche, verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald von 1990 bis 2012 inklusive 20-jähriger Transition Time nach dem Konventions-Reporting .....	530
Tabelle 258:	Kohlenstoffvorräte der Vornutzung als flächengewichtetes Mittel aller Vornutzungskategorien.....	534
Tabelle 259:	Koeffizienten der Biomassefunktion für Bäume $\geq 10 \text{ cm BHD}$ .....	536
Tabelle 260:	Koeffizienten der Biomassefunktion für Bäume $\geq 1,3 \text{ m Höhe und } < 10 \text{ cm BHD}$ ... <td>536</td>	536
Tabelle 261:	Koeffizienten der Biomassefunktion für Bäume $< 1,3 \text{ m Höhe}$ .....	537
Tabelle 262:	Wurzelprozent und Raumdichten zur Konvertierung der Datenspeicher Waldfonds-Daten .....	537
Tabelle 263:	Volumensexpansionsfaktoren zur Konvertierung von Derbholzvolumen + unterirdisches Volumen zum Baumholzvolumen der Datenspeicher Waldfonds-Daten .....	538
Tabelle 264	538	
Tabelle 265:	Biomasse Expansionsfaktoren (BEF) und deren Fehler (RMSE%) für die Baumartenklassen und Zersetzungsgarde (NDH = Nadelbäume, LBH = Laubbäume, EI = Eiche).....	542
Tabelle 266:	Emissionsfaktoren für Streu der Landnutzungskategorien zu Neuwald .....	544
Tabelle 267:	In den Inventuren BZE I und BZE II / BioSoil ermittelte Kohlenstoffvorräte in der Streu deutscher Wälder mit Angabe des Standardfehlers .....	545
Tabelle 268:	Zusammengefasste Legendeneinheiten auf Grundlage der BÜK 1000 .....	547
Tabelle 269:	Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II in den neugebildeten Leitbodeneinheiten .....	549
Tabelle 270:	Durch Waldbrände emittierte Treibhausgase im Zeitraum 1990-2012 .....	553
Tabelle 271:	Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung in % für die LULUCF-Klassen zwischen 1990 und 2012.....	555
Tabelle 272:	Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die lebende Biomasse der verbleibenden Waldfläche für unterschiedliche Perioden .....	557
Tabelle 273:	Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die lebende Biomasse auf Aufforstungsflächen für unterschiedliche Perioden.....	557
Tabelle 274:	Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die lebende Biomasse auf Entwaldungsflächen für unterschiedliche Perioden .....	557
Tabelle 275:	Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Totholz der verbleibenden Waldfläche für unterschiedliche Perioden .....	558
Tabelle 276:	Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Totholz auf Aufforstungsflächen zwischen 1990 und 2012.....	558
Tabelle 277:	Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Totholz auf Entwaldungsflächen für verschiedene Perioden.....	558

Tabelle 278:	Kohlenstoffvorratsveränderung der lebenden Biomasse verschiedener Länder (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011) .....	563
Tabelle 279:	Kohlenstoffvorratsveränderung der toten organischen Masse verschiedener Länder (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011) .....	564
Tabelle 280:	Kohlenstoffvorratsveränderung der mineralischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011) .....	564
Tabelle 281:	Kohlenstoffvorratsveränderung der organischen Böden verschiedener Länder (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011) .....	564
Tabelle 282:	Gegenüberstellung der Änderungen der 2013 und 2014 berichteten Landflächenmatrix für die UNFCCC-Berichterstattung [kha] .....	566
Tabelle 283:	Vergleich der aus den Submissions 2013 und 2014 berichteten Emissionsfaktoren aus der verbleibenden Waldfläche (5.A.1).....	568
Tabelle 284:	Vergleich der aus den Submissions 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> ] aus der verbleibenden Waldfläche (5.A.1) .....	568
Tabelle 285:	Vergleich der aus den Submissions 2013 und 2014 berichteten Emissionsfaktoren für Biomasse und Totholz für Neuwaldflächen (5.A.2).....	570
Tabelle 286:	Vergleich der 2013 und 2014 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Äquivalente] für Nieuwaldflächen (5.A.2) .....	571
Tabelle 287:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg ha <sup>-1</sup> ] für Dauerkulturen (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls .....	576
Tabelle 288:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha <sup>-1</sup> ] von Ackerland mit annueller Vegetation (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) .....	577
Tabelle 289:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [Mg C ha <sup>-1</sup> ] in der Biomasse von Ackerland in Deutschland (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)....	578
Tabelle 290:	Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus dem Ackerland Deutschlands 2012, unterschieden nach Pool und Subkategorie; positiv: C-Senke bzw. N <sub>2</sub> O-Emission; negativ: C-Quelle.....	581
Tabelle 291:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Ackerlandsektor innerhalb Europas für das Jahr 2011 (Ausnahme Deutschland NIR 2014: Vergleichswert 2012).....	583
Tabelle 292:	Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Treibhausgasemissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Äquivalente] aus verbleibendem Acker (5.B.1) ..	585
Tabelle 293:	Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Treibhausgasemissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Äquivalente] aus Landnutzungsänderungen zu Acker (5.B.2).....	586
Tabelle 294:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha <sup>-1</sup> ] von Grünland im engeren Sinne (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) .....	593
Tabelle 295:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha <sup>-1</sup> ] in der Biomasse von Gehölzen (Range).....	594
Tabelle 296:	Mittlerer Emissionsfaktor für die Subkategorie Grünland i. e. S. [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ] .....	595
Tabelle 297:	Emissionsfaktoren [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen 2012 aus Grünland i. e. S. ....	596
Tabelle 298:	Emissionsfaktoren [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen 2012 aus Gehölzflächen .....	597
Tabelle 299:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Grünland zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2011 (Ausnahme Deutschland NIR 2014: Vergleichswert 2012).....	599

Tabelle 300:	Vergleich der 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> ] aus verbleibendem Grünland (5.C.1) .....	600
Tabelle 301:	Vergleich der 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> ] aus Landnutzungsänderungen zu Grünland (5.C.2).....	601
Tabelle 302:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha <sup>-1</sup> ] für Biomasse in terrestrischen Feuchtgebieten Deutschlands (95%-Konfidenzintervall) .....	607
Tabelle 303:	Implizite Emissionsfaktoren für den Torfabbau [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ] in Deutschland.....	608
Tabelle 304:	Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Feuchtgebieten 2012, unterschieden nach Pool und Subkategorie .....	610
Tabelle 305:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Feuchtgebietssektor zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2011 (Ausnahme Deutschland NIR 2014: Vergleichswert 2012) .....	612
Tabelle 306:	Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ] aus verbleibenden Feuchtgebieten (5.D.1).....	613
Tabelle 307:	Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ] aus Landnutzungsänderungen zu Feuchtgebieten (5.D.2) .....	614
Tabelle 308:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha <sup>-1</sup> ] von Biomasse auf Siedlungsflächen (95%-Konfidenzintervall).....	618
Tabelle 309:	Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der Treibhausgasemissionen aus Siedlungs- und Verkehrsflächen Deutschlands 2012, unterschieden nach Pool und Subkategorie .....	619
Tabelle 310:	Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools in Siedlungen zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2011 (Ausnahme Deutschland NIR 2014: Vergleichswert 2012) .....	621
Tabelle 311:	Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> ] aus verbleibender Siedlungsfläche (5.E.1).....	622
Tabelle 312:	Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Äquivalente] aus Landnutzungsänderung zu Siedlungsfläche (5.E.2).....	623
Tabelle 313:	Mengen an biologisch abbaubaren Abfällen, die zwischen 2002 und 2012 deponiert wurden, aufgeteilt nach Abfallfraktionen .....	632
Tabelle 314:	Pro-Kopf-Mengen an deponierten Hausmüll .....	632
Tabelle 315:	Verwendete DOC-Werte.....	633
Tabelle 316:	Halbwertszeiten und konstante Methanerzeugungsrate der Abfallfraktionen .....	634
Tabelle 317:	Methanfassung auf Deponien .....	635
Tabelle 318:	Direkt eingeleitetes Abwasser mit Behandlung im Jahr 2010 .....	638
Tabelle 319:	Spezifische Stickstofffracht, Produktionszahlen und im Jahr 2010 ins Rohabwasser emittierte Stickstofffracht der 4 relevantesten Industriebereiche .....	641
Tabelle 320:	Unsicherheiten der mittleren spezifischen Stickstofffracht der 4 relevantesten Industriebereiche .....	642
Tabelle 321:	Rückrechnung der Stickstoff-Aktivitätsraten und der N2O-Emissionen für die Abwasserreinigung in industriellen Kläranlagen .....	643
Tabelle 322:	Rückrechnung der CH4-Emissionen aus dem kommunalen Abwasser für die Jahre 1990 -2011 und Auswirkung auf die Treibhausgaskonzentration.....	646
Tabelle 323:	Verwertung von Klärschlamm.....	647
Tabelle 324:	Methanemissionen der offenen Schlammfaulung in den neuen Bundesländern.....	648
Tabelle 325:	In der Kompostierung eingesetzte Abfallmengen.....	652

Tabelle 326:	Übersicht der von Rückrechnungen betroffenen CRF-Oberkategorien .....	662
Tabelle 327:	durch Rückrechnungen bedingte relative Änderungen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung .....	662
Tabelle 328:	durch Rückrechnungen bedingte absolute und prozentuale Veränderungen der nationalen Gesamtemissionen ohne CO <sub>2</sub> aus LULUCF gegenüber der vorjährigen Berichterstattung .....	665
Tabelle 329:	durch Rückrechnungen bedingte prozentuale Veränderungen der nachrichtlichen Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung.....	665
Tabelle 330:	Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990.....	666
Tabelle 331:	Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 2011 .....	667
Tabelle 332:	Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990 ....	668
Tabelle 333:	Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 2010 ....	668
Tabelle 334:	Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen .....	670
Tabelle 335:	Zusammenfassung und aktueller Bearbeitungsstand der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen .....	687
Tabelle 336:	Walddefinition in Deutschland .....	702
Tabelle 337:	Aufforstung in KP- und UNFCCC-Kategorien .....	704
Tabelle 338:	Entwaldung in KP- und UNFCCC-Kategorien.....	704
Tabelle 339:	Waldbewirtschaftung in KP- und UNFCCC-Kategorien .....	705
Tabelle 340:	Flächen der Kategorien Aufforstung, Entwaldung und Waldbewirtschaftung von 1990 bis 2012 .....	706
Tabelle 341:	Jährliche und akkumulierte Entwaldungsflächen und jährlicher und Implied Emissionsfaktor für die abnehmende oberirdische Biomasse des Waldes; positiv: C-Senke; negativ: C-Emission .....	708
Tabelle 342:	Entwaldungsflächen und Kohlenstoffvorratsverluste aus Biomasse (mit Biomasse der umgewandelten Fläche), Totholz, Streu und mineralischen und organischen Böden bei der Entwaldung ab dem Jahr 2008; positiv: C-Senke; negativ: C-Emission .....	708
Tabelle 343:	Emissionsfaktoren (EF) für das Totholz für die Perioden 1990-2001, 2002-2007 und 2008-2012 .....	710
Tabelle 344:	Implizite Emissionsfaktoren (IEF) [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ] für mineralische Böden der Quellkategorien Aufforstung und Entwaldung (negativ = Verlust, positiv = Speicherung) .....	711
Tabelle 345:	Emissionsfaktoren für organische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung).....	711
Tabelle 346:	Implied emission factors (IEF) für N2O bei der Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland im Zeitraum 1990-2012 .....	712
Tabelle 347:	Gegenüberstellung der Änderungen der in den Submissionen 2013 und 2014 berichteten Landflächenmatrix für die Kyoto-Berichterstattung [kha] .....	713
Tabelle 348:	Gegenüberstellung der durch Rekalkulation geänderten Emissionsfaktoren der Submission 2013 und 2014 für Aufforstungen A/R (KP 3.3) .....	714
Tabelle 349:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2014 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> ] aus Aufforstungen A/R (KP 3.3).....	714
Tabelle 350:	Gegenüberstellung der durch Rekalkulation geänderten Emissionsfaktoren der Submission 2013 und 2014 aus Entwaldung D (KP 3.3) .....	714

Tabelle 351:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2014 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Äquivalente] aus Entwaldung D (KP 3.3) .....	715
Tabelle 352:	Gegenüberstellung der durch Rekalkulation geänderten Emissionsfaktoren der Submission 2013 und 2014 aus Waldbewirtschaftung FM (KP 3.4) .....	715
Tabelle 353:	Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2014 berichteten Emissionen [Gg CO <sub>2</sub> -Äquivalente] aus Waldbewirtschaftung FM (KP 3.4) .....	716
Tabelle 354:	Unsicherheiten für die Treibhausgasberichterstattung des Kyoto-Protokolls der Artikel 3.3 und 3.4 .....	718
Tabelle 355:	Gesamtfehler für die C-Veränderungsschätzung der Biomasse für die Inventurperioden der Bundeswaldinventur 1987 — 2002, 2002 — 2008 und 2008 --- 2012; RMSE% - root mean square error percent.....	719
Tabelle 356:	Gesamtfehler für die C-Veränderungsschätzung des Totholzes für die Inventurperioden der Bundeswaldinventur 1987 — 2002, 2002 — 2008 und 2008 — 2012; RMSE% - root mean square error percent.....	719
Tabelle 357:	Fehlerbudget für die Emissionsfaktoren von Mineralböden und Streu, mit se = Standardabweichung des Mittelwertes; C 90, C 06 = Laborfehler bei der Kohlenstoffgehaltsbestimmung BZE I und BZE II; FE = Fehler bei der Bestimmung des Feinbodenvorrates.....	720
Tabelle 358:	Kohlenstoffvorratsänderungen in lebender Biomasse (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011) .....	721
Tabelle 359:	Kohlenstoffvorratsänderungen in Streu (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011).....	721
Tabelle 360:	Kohlenstoffvorratsänderungen in Totholz (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011) .....	722
Tabelle 361:	Kohlenstoffvorratsänderungen in mineralischen Böden (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011) .....	722
Tabelle 362:	Kohlenstoffvorratsänderungen in organischen Böden (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011) .....	722
Tabelle 363:	Flächengrößen der Aktivitäten, die nach 2008 begonnen haben.....	723
Tabelle 364:	Zusammenstellung der Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung, zur Aufstellung von Plänen und zur forstlichen Rahmenplanung aus den Waldgesetzen der Bundesländer .....	727
Tabelle 365:	Gegenüberstellung der Waldfunktionen nach dem Bundeswaldgesetz und nach IPCC .....	729
Tabelle 366:	KP-LULUCF accounting .....	733
Tabelle 367:	Querschnittsmaßnahmen .....	738
Tabelle 368:	Energiepolitische Maßnahmen.....	738
Tabelle 369:	Landwirtschaft .....	739
Tabelle 370:	Wald- und Forstwirtschaft.....	739
Tabelle 371:	Abfallverwertung/-behandlung.....	739
Tabelle 372:	KP CRF Table NIR.3: Summary Overview for Key Categories for Land Use, Land- Use Change and Forestry Activities under the Kyoto Protocol .....	742
Tabelle 373:	Zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendeten Erhebungen des StBA .....	762
Tabelle 374:	Revidierte Felder der Energiebilanz .....	764
Tabelle 375:	Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung .....	769

Tabelle 376:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO <sub>2</sub> ab 1990, Energie .....	780
Tabelle 377:	Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO <sub>2</sub> ab 1990, Industrieprozesse .....	788
Tabelle 378:	Vergleich der brennstoffbezogenen CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren mit den Emissionshandelsdaten .....	790
Tabelle 379:	Verifikation der Vollständigkeit des berichteten CO <sub>2</sub> aus der nichtenergetischen Verwendung von fossilen Energieträgern .....	794
Tabelle 380:	Anlagentypen nach Anhang der 4.BImSchV .....	799
Tabelle 381:	Klassifikation der Quellen nach Feuerungstyp .....	800
Tabelle 382:	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken .....	801
Tabelle 383:	Emissionsfaktoren 2012 für Flugbenzin .....	803
Tabelle 384:	Übersicht der Emissionsfaktoren für Kerosin .....	804
Tabelle 385:	Übersicht der zu berücksichtigen Teilunsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren .....	805
Tabelle 386:	Energieeinsatz im Straßenverkehr 1990-2012.....	806
Tabelle 387:	Heizwerte für Otto- und Dieselkraftstoff .....	807
Tabelle 388:	Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz .....	808
Tabelle 389:	Häufigkeitsverteilungen von Tierhaltungsverfahren(in %) sowie zugehörige Einstreumengen und NH <sub>3</sub> -Emissionsfaktoren .....	816
Tabelle 390:	Häufigkeitsverteilungen von Lagerverfahren (in %) sowie zugehörige Emissionsfaktoren .....	819
Tabelle 391:	Häufigkeitsverteilungen von Ausbringungsverfahren (in %) sowie zugehörige Emissionsfaktoren .....	823
Tabelle 392:	Legehennen, haltungsspezifische partielle NH <sub>3</sub> -Emissionsfaktoren .....	827
Tabelle 393:	Mittlerer Kohlenstoffvorrat [bis 30 cm Bodentiefe in MgC ha <sup>-1</sup> ± 1,96 * Standardfehler] in den mineralischen Waldböden Deutschlands von 1990 – 2012 ..	832
Tabelle 394:	Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha <sup>-1</sup> ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit annuellen Kulturen.....	834
Tabelle 395:	Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha <sup>-1</sup> ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit perennierenden Kulturen .....	834
Tabelle 396:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha <sup>-1</sup> ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands ..	834
Tabelle 397:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha <sup>-1</sup> ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Grünlandflächen Deutschlands.....	835
Tabelle 398:	Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg C ha <sup>-1</sup> ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) in Mineralböden unter Terrestrischen Feuchtgebieten, Siedlungen und Sonstigen Flächen .....	836
Tabelle 399:	Ergebnisse der letzten Obstbaumvollerhebung 2007 durch das Statistische Bundesamt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007) .....	839
Tabelle 400:	Flächenbezogene Kohlenstoffvorräte [Mg C ha <sup>-1</sup> ] (Range, bzw. ± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) in der Biomasse von Obstgehölzen Deutschlands .....	840
Tabelle 401:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha <sup>-1</sup> ] (± Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weihnachtsbaumbiomasse Deutschlands .....	840

Tabelle 402:	Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] ( $\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weinstockbiomasse Deutschlands .....	841
Tabelle 403:	Ermittlung des flächengewichteten Kohlenstoffvorrates absolut [ $\text{Mg C}$ ] und flächenbezogen [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] für Ackerlandgehölze in Deutschland (KV 2 $\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) .....	841
Tabelle 404:	Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] für Ackerlandgehölzflächen in Deutschland ( $\pm$ Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) ....	842
Tabelle 405:	Uncertainty Calculation for the German GHG Emissions from Sector 5.A - 5.F (LULUCF) .....	843
Tabelle 406:	Gesamtemissionen [Gg CO <sub>2</sub> -eq.] und Veränderungen der Submission 2008 und 2014 für die Jahre 1990 und 2008 .....	852
Tabelle 407:	Gesamtemissionen [Gg CO <sub>2</sub> -eq.] und Veränderungen der Submission 2008 und 2014 für die Jahre 1990 und 2008 für die Pools der Aufforstung.....	853
Tabelle 408:	Gesamtemissionen [Gg CO <sub>2</sub> -eq.] und Veränderungen der Submission 2008 und 2014 für die Jahre 1990 und 2008 für die Pools der Entwaldung .....	853
Tabelle 409:	Gesamtemissionen [Gg CO <sub>2</sub> -eq] und Veränderungen der Submission 2008 und 2014 für die Jahre 1990 und 2008 für Pools der Waldbewirtschaftung .....	854
Tabelle 410:	Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden .....	862
Tabelle 411:	Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE) .....	862
Tabelle 412:	Dokumentationsinstrumente im Umweltbundesamt.....	882
Tabelle 413:	Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche .....	882
Tabelle 414:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe .....	924
Tabelle 415:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe .....	926
Tabelle 416:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO <sub>2</sub> in Deutschland seit 1990 .....	927
Tabelle 417:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO <sub>2</sub> in Deutschland seit 1990 .....	928
Tabelle 418:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO <sub>2</sub> in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr .....	929
Tabelle 419:	Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr .....	930
Tabelle 420:	Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details .....	932

## 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
ARD	Afforestation, reforestation, deforestation (Aufforstung, Wiederbewaldung, Entwaldung)
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
AWMS	Animal Waste Management System
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAT	Best Available Technique
BDZ	Bundesverband der Deutschen Zementindustrie
BEF	Biomasseexpansionsfaktoren
BEU	Bilanz der Emissionsursachen für stationäre und mobile Verbrennungsprozesse
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BGS	Brennstoff-. Gas-, und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Press- und Hammerwerke einschließlich der öffentlichen verbundenen sonstigen Betriebe( ohne eigene Kokereien)
BGW	Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
BHD	Brusthöhendurchmesser (Stammdurchmesser eines Baumes in 1,30 m Höhe über dem Boden)
BHKW	Blockheizkraftwerk
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BlmSchV	Rechtsverordnung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz
BML	siehe BMEL
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
BMEL	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft
BMVEL	siehe BMEL
BMVG	Bundesministerium der Verteidigung
BMWA	siehe BMWi
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BoHE	Boden Nutzungshauptherabung
BREF	BAT (Best Available Technique) Reference Documents
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
BSB <sub>5</sub>	Biologischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen
BV Kalk	Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie
BÜK	Bodenübersichtskarte
BWI	Bundeswaldinventur

BZE	Bodenzustandserhebung im Wald
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Hexafluorethan
CAPIEL	Coordinating Committee for the Associations of Manufacturers of Industrial Electrical Switchgear and Controlgear in the European Union
CFC	Fluorchlorkohlenwasserstoffe (engl.: Chlorofluorocarbons) = FCKW
CFI	Continuous Forest Inventory (Kontrollstichprobe)
CH <sub>4</sub>	Methan
C <sub>org</sub>	Im Boden gespeicherter organischer Kohlenstoff
CO	Kohlenstoffmonoxid, Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	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 Industriennorm
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DMKW	Dieselmotorkraftwerke
D <sub>N</sub>	Stickstoff im Abwasser
DOC	Anteil des organisch abbaubaren Kohlenstoffs (engl.: Degradable Organic Carbon)
DOC <sub>F</sub>	Anteil des in Deponiegas umgewandelten DOC (engl.: Fraction of DOC dissimilated)
DSWF	Datenspeicher Waldfonds
DTKW	Dampfturbinenkraftwerke
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs eV.
EBZ	Energiebilanzzeile in der BEU
EEA	Europäische Umweltagentur (engl.: European Environment Agency)
EECA	European Electronic Component Manufacturers Association
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz, Gesetzestext (BGBl. Teil I Nr. 40 v. 31.07.2004, Seite 1918 ff.)
EF	Emissionsfaktor
EI	Emissionsindex = Emissionsfaktor
E <sub>KA</sub>	Einwohner mit Kläranlagenanschluss
EL	Heizöl EL (extra leicht flüssig)
EM	Emission
EMEP	Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe
EMEV	Emissionsrelevanter Energieverbrauch

ERT	Expert Review Team
ESIA	European Semiconductor Industry Association
ETS	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 im NaSE
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FAO	Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (engl.: Food And Agriculture Organisation) der Vereinten Nationen
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
F-Gase	Fluorierte Kohlenwasserstoffe
FHW	Fernheizwerke
FKW	Vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (engl.: PFC)
FKZ	Forschungskennzahl
FV	Fachverantwortlicher im NaSE
FWL	Feuerungswärmeleistung
GAS-EM	GASeous EMissions (ein Kalkulationsprogramm für Emissionen der Landwirtschaft)
GEREF	GERman Emission Factor Database
GFA	Großfeuerungsanlagen
GG	Gesamtgewicht
GIS	Gasisolierte Schaltanlagen
GMBL	Gemeinsames Ministerialblatt
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GMKW	Gasmotorkraftwerke
PGP	Good Practice Guidance
GSE FM-INT	GMES Services Elements Forest Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung
GT	Gasturbinen
GTKW	Gasturbinenkraftwerke
Gud	Gas- und Dampfturbinenkraftwerke
GWP	Globales Treibhauspotential (engl.: Global Warming Potential)
HFC	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (engl.: Hydrofluorocarbons) = HFKW
HFCKW	Wasserstoffhaltige Fluorchlorkohlenwasserstoffe
HFKW	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (engl.: Hydrofluorocarbons, HFC)
HK	Hauptkategorie (engl.: key category) berücksichtigt sowohl Emissionsquellen als auch -senken.
HS-GIS	Hochspannungs- und Gasisolierte Schaltanlagen
IAI	International Aluminium Institute
IE	an anderer Stelle einbezogen (engl.: Included Elsewhere)

IEA	Internationale Energie Agentur (engl. International Energy Agency)
IEF	implizierter Emissionsfaktor (engl.: implied emission factor)
IfE	Institut für Energetik
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung
IKW	Industriekraftwerke
IMA	Interministerielle Arbeitsgruppe
IPCC	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (engl.: Intergovernmental Panel On Climate Change)
IS08	Inventurstudie 2008
K	Brennstoffeinsatz zur Krafterzeugung (Direktantrieb)
k.A.	keine Angabe
KP	Kyoto-Protokoll
KS	Klärschlamm
I	level (im Rahmen des "Level Assessment" nach den IPCC-Good Practice Guidance)
LF	Landwirtschaftlich genutzte Flächen
LKW	Lastkraftwagen
LTO	Landing/Take-off-Zyklus
LUCE	Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (engl.: Land Use Change and Forestry)
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (engl.: Land Use, Land Use Change and Forestry)
MBA	Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung
MCF	Methankonversionsfaktor (engl.: Methane Conversion Factor)
MS	Mittelspannung
MSW	Deponierte Menge an Siedlungsabfall
MVA	Müllverbrennungsanlage
MW	Megawatt
N	Stickstoff
N <sub>2</sub> O	Distickstoffoxid, Lachgas
NA	nicht anwendbar (engl.: Not Applicable)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NASE	Nationales System Emissionsinventare
NBL	neue Bundesländer
NE	Nicht geschätzt (engl.: Not Estimated)
NEAT	Non-energy Emission Accounting Tables
NEC	EU-Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001, in der nationale Emissionshöchstmengen (engl.: National Emission Ceilings) für bestimmte Luftschadstoffe geregelt sind.
NEV	Nichtenergetischer Verbrauch
NFR	Berichtsformat für die Berichterstattung an die UN ECE (engl.: New Format on Reporting, Nomenclature for Reporting)
NFZ	Nutzfahrzeuge
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NIR	Nationaler Inventarbericht (engl.: National Inventory Report)
NMVOC	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (engl.: Non Methane Volatile Organic Compounds)

NO	nicht vorkommend (engl.: Not Occurring)
NO	Stickstoffmonoxid
NSCR	Nicht-selektive katalytische Reduktion
OCF	Montageschaum (engl.: One Component Foam)
OX	Oxidationsfaktor
PAH	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (engl.: Polycyclic aromatic hydrocarbons), auch PAK
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (engl.: Polycyclic aromatic hydrocarbons), auch PAH
PARTEMIS	Measurement and prediction of emissions of aerosols and gaseous precursors from gas turbine engines
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane
PF	Prozessfeuerungen
PFC	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW, engl.: Perfluorocarbons)
PKW	Personenkraftwagen
PU	Polyurethan
QK	Qualitätskontrolle
QS	Qualitätssicherung
QSE	Qualitätssystem Emissionsinventare
REA	Rauchgasentschwefelungsanlage
ROE	Rohöleinheiten
RSt	Rohstahl
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
S	Brennstoffeinsatz zur Stromerzeugung
S	Heizöl S (schwer flüssig)
S&A report	Synthesis and Assessment Report
SA	Heizöl SA (schwer flüssig, schwefelarm)
SE	Stichprobenfehler (sampling error)
SF <sub>6</sub>	Schwefelhexafluorid
SKE	Steinkohleneinheiten
SNAP	Selected Nomenclature for Air Pollution
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
StaBA	Statistisches Bundesamt Deutschland
STEAG	STEAG Aktiengesellschaft (ein großer Stromerzeuger in Deutschland)
T	Trend (im Rahmen des "Trend Assessment" nach den IPCC-Good Practice Guidance) in den Übersichtstabellen der Quellgruppen
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft; Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
TAN	Total Ammoniacal Nitrogen
THG	Treibhausgase
TI	Johann Heinrich von Thünen-Institut
TI-AK	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrarklimaschutz
TI-WO	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Waldökosysteme
TM	Trockenmasse
TOC	Gesamtkohlenstoff (engl.: Total Organic Carbon)
TREMOD	Emissionsberechnungsmodell für den Verkehr (engl.: Traffic Emission Estimation Model)

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

## Einheiten und Größen

### Multiplikationsfaktoren, Abkürzungen, Vorsilben und Symbole

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

### Einheiten und Abkürzungen

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

### Standardentsprechungen

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

## Erklärung der Einleitenden Informationstabellen

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

CRF 1.x.x.x (Bsp.)	Gas	HK	1990		2012		Trend	
			Gesamtemission (Gg)	Anteil (%)	Gesamtemission (Gg)	Anteil (%)		
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	339.017,9	(27,76 %)	305.235,0	(32,56 %)	-10,0 %
all fuels	N <sub>2</sub> O	L	T	3.610,0	(0,30 %)	3.371,1	(0,36 %)	-6,6 %
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	T	185,8	(0,02 %)	1.567,8	(0,17 %)	744,0 %

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	benutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	Tier 2	NS	CS
N <sub>2</sub> O	Tier 2	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>			CS

### Hauptkategorie

Im oberen Teil der Tabelle werden die für die Quellgruppe relevanten Zeilen der Hauptkategorien-Analyse die Emissionen absolut (Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent) und als prozentualen Anteile im Jahr 1990 und im letzten berichteten Jahr sowie der Emissionstrend zwischen Basisjahr und dem letzten berichteten Jahr in übersichtlicher Form dargestellt. Der Begriff Hauptkategorie wird im NIR synonym mit dem Begriff "Hauptkategorie" (engl.: key category) verwendet.

L = Hauptkategorie nach Emissionshöhe (Level)

T = Hauptkategorie nach dem Emissions-Trend

T2 = Hauptkategorie nach der Tier-2-Analyse

### Schadstoff

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

#### **Angewandte Methode**

D = IPCC Default

RA = Reference Approach (Referenz-Verfahren)

T1 = IPCC tier 1

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

T2 = IPCC tier 2

T3 = IPCC tier 3

C = CORINAIR

CS = Country specific (landesspezifisch)

M = Model (Modell)

#### **Quelle der Aktivitätsdaten**

M = Model (Modell)

Q = Questionnaires, surveys (Fragebögen, Umfragen)

PS = Plant specific data (Anlagenspezifische Daten)

AS = Associations, business organizations (Verbände-Informationen)

RS = Regional Statistics (regionale oder föderale Statistiken)

NS = National Statistics (Nationale Statistiken)

IS = International Statistics (Internationale Statistiken)

#### **Emissionsfaktor (EF)**

D = IPCC Default

C = CorinAir

CS = Country specific (landesspezifisch)

PS = Plant specific (anlagenspezifisch)

M = Model (Modell)

## 0 ZUSAMMENFASSUNG (ES)

Als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) ist Deutschland seit 1994 dazu verpflichtet, Inventare zu nationalen Treibhausgasemissionen zu erstellen, zu veröffentlichen und regelmäßig fortzuschreiben. Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ist die internationale Staatengemeinschaft erstmals verpflichtet, verbindliche Handlungsziele und Umsetzungsinstrumente für den globalen Klimaschutz zu realisieren. Hieraus ergeben sich sehr weit reichende Verpflichtungen für die Erstellung, die Berichterstattung und die Überprüfung von Emissionsinventaren. Durch die europäische Umsetzung des Kyoto-Protokolls mit der Verabschiedung der EU-Entscheidung 280/2004<sup>1</sup> sind diese Anforderungen im Frühjahr 2004 für Deutschland rechtsverbindlich geworden.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Die Anhänge 1 bis 7 in **Kapitel 17-23** enthalten detailliertere Beschreibungen von Hauptkategorien, den einzelnen Quellgruppen, dem CO<sub>2</sub>-Referenzverfahren, der Vollständigkeit, dem Nationalen System und dem Qualitätssystem, zur Emissionsdatenbank ZSE und den Unsicherheiten.

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

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

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

### **0.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel (ES1.1)**

Seit Beginn der Industrialisierung werden deutliche überregionale bzw. globale Änderungen im Stoffhaushalt der Atmosphäre als Folge menschlicher Aktivitäten beobachtet. So stiegen weltweit die Konzentrationen von Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) um ca. 35 %, die von Methan ( $\text{CH}_4$ ) um 145 % und die von Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) 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 ( $\text{SF}_6$ ) in die Atmosphäre, die in der Natur praktisch nicht vorkommen, sondern fast ausschließlich durch den Menschen erzeugt werden. Der vierte Sachstandsbericht der Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)<sup>2</sup> verdeutlicht den Einfluss des Menschen auf das Klima wissenschaftlicher Fakt ist.

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

Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ist die internationale Staatengemeinschaft verpflichtet, verbindliche Handlungsziele und Umsetzungsinstrumente für den globalen Klimaschutz zu realisieren. Die Europäische Gemeinschaft (damals mit 15 Mitgliedstaaten) hat in diesem Rahmen die Verpflichtung übernommen, ihre Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008–2012 gegenüber dem Basisjahr (1990 bzw. 1995<sup>3</sup>) um 8 % zu mindern. Diese Verpflichtung wurde innerhalb der EU im Rahmen einer Lastenteilung<sup>4</sup> zwischen den beteiligten Mitgliedstaaten aufgeteilt. Darin hatte Deutschland mit der Verpflichtung zu einer Emissionsminderung von 21 % gegenüber dem Basisjahr einen erheblichen Beitrag zur Erfüllung der EU-Verpflichtung übernommen. Die Erreichung und Übererfüllung dieses Ziels wird mit diesem Inventarbericht belegt. Mit entsprechendem Interesse werden die deutschen Maßnahmen, aber auch die Berechnungen zu Emissionsminderungen verfolgt.

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

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

- Generelle Informationen zur Inventarermittlung im Zusammenhang mit der Berichterstattung nach Artikel 3 Absatz 3 sowie für die gewählten zusätzlichen Aktivitäten nach Artikel 3 Absatz 4 des Kyoto-Protokolls; (Siehe Kapitel 11)

---

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

<sup>3</sup> Für HFC, PFC und  $\text{SF}_6$

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

- Informationen zu den Zertifikaten des Kyoto-Protokolls im Zusammenhang mit den Entscheidungen 13/CMP.1 und 5/CMP.1; (Siehe Kapitel 12)
- Informationen zu Änderungen des Nationalen Systems der Emissionsberichterstattung nach Artikel 5 Absatz 1 des Kyoto-Protokolls; (Siehe Kapitel 13)
- Informationen zu Änderungen des Nationalen Registers; (Siehe Kapitel 14)
- Informationen zur Minimierung negativer Einflüsse entsprechend Artikel 3 Absatz 14 des Kyoto-Protokolls; (Siehe Kapitel 15)

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

### **0.2.1 Treibhausgas-Inventar (ES.2.1)**

Bis zum Jahr 2012 konnte die Verpflichtung Deutschlands im Rahmen der o.g. europäischen Lastenteilung mit einer Minderung von 23,8 % gegenüber den 2007<sup>5</sup> festgelegten Basisjahremissionen in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent erfüllt werden. Die Emissionen im Jahre 2012 sind gegenüber dem Vorjahr 2011 um 1,1 % gestiegen, liegen aber noch unter dem Emissionsniveau von 2010 (vgl. Kapitel 2.1).

---

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

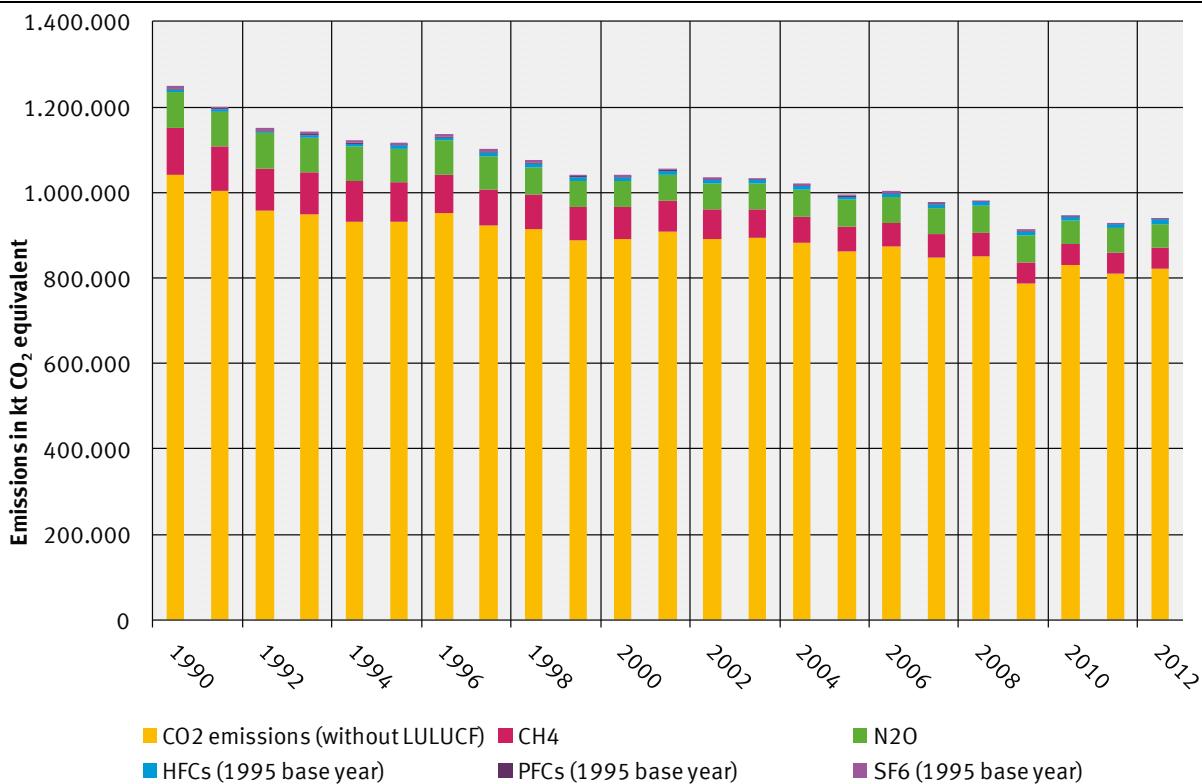


Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen<sup>6</sup>,

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

Die Freisetzung von Kohlendioxid ist auch 2012 mit einem Anteil von 87,5 % Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen. Diese stammten größtenteils aus der stationären und mobilen Verbrennung fossiler Energieträger. Durch den überdurchschnittlichen Rückgang der Emissionen der anderen Treibhausgase ist der relative Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen seit dem Basisjahr um 4 Prozentpunkte gestiegen. Die überwiegend durch Tierhaltung, Brennstoffverteilung und Deponiewirtschaft verursachten Methanemissionen (CH<sub>4</sub>) hatten aktuell einen Anteil von 5,2 %. Lachgasemissionen (N<sub>2</sub>O) wurden hauptsächlich durch die Landwirtschaft, Industrieprozesse und die Verbrennung fossiler Brennstoffe verursacht und trugen zu 6,0 % zu den Treibhausgasfreisetzungen bei. Die fluorierten Kohlenwasserstoffe (die sogenannten F-Gase) trugen etwa 1,4 % zu den Gesamtemissionen bei. Die Verteilung der Treibhausgasemissionen in Deutschland ist typisch für ein hoch entwickeltes und industrialisiertes Land.

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

<sup>6</sup> CO<sub>2</sub>-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

Tabelle 1: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

Emissions Trends	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	(kt)										
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	1.017.136	906.118	867.139	870.439	882.128	857.932	842.821	780.058	824.231	805.862	817.718
CO <sub>2</sub> emissions (without LULUCF)	1.042.066	930.857	891.516	861.733	873.247	848.549	851.111	785.603	829.402	810.441	821.718
CH <sub>4</sub>	108.807	91.944	75.078	59.276	56.593	53.852	53.162	51.138	50.056	48.698	48.708
N <sub>2</sub> O	85.724	79.607	61.662	61.208	60.427	62.112	63.577	63.595	55.035	57.338	56.307
HFCs (1995 base year)	4.592	7.008	7.430	8.448	8.605	8.656	8.782	9.307	8.877	9.153	9.346
PFCs (1995 base year)	2.630	1.792	823	726	579	511	496	358	302	241	209
SF <sub>6</sub> (1995 base year)	4.642	6.779	4.269	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316	3.307
<b>Total Emissions/Removals with LULUCF (CO<sub>2</sub> equivalent)</b>	<b>1.223.531</b>	<b>1.093.248</b>	<b>1.016.400</b>	<b>1.003.577</b>	<b>1.011.730</b>	<b>986.396</b>	<b>971.953</b>	<b>907.522</b>	<b>941.694</b>	<b>924.608</b>	<b>935.595</b>
<b>Total Emissions without CO<sub>2</sub> from LULUCF (CO<sub>2</sub> equivalent)</b>	<b>1.248.460</b>	<b>1.117.987</b>	<b>1.040.776</b>	<b>994.871</b>	<b>1.002.849</b>	<b>977.013</b>	<b>980.243</b>	<b>913.066</b>	<b>946.865</b>	<b>929.187</b>	<b>939.595</b>
Emission source and sink categories'	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	(kt)										
1. Energy	1.019.026	902.073	856.419	821.097	831.112	805.767	810.225	753.122	792.256	772.825	786.030
2. Industrial Processes	94.221	96.826	77.273	78.627	79.482	81.603	78.819	71.949	68.592	69.344	68.316
3. Solvent and Other Product Use	4.477	3.553	2.909	2.052	2.074	1.949	1.812	1.626	1.849	1.771	1.694
4. Agriculture	87.821	75.764	75.903	71.352	69.836	68.698	71.578	69.588	68.368	70.363	69.490
5. Land-Use Change and Forestry	-24.518	-24.332	-23.968	9.117	9.304	9.812	-7.850	-5.084	-4.694	-4.087	-3.488
CO <sub>2</sub> (net emissions)	-24.930	-24.739	-24.377	8.706	8.882	9.383	-8.290	-5.545	-5.171	-4.579	-3.999
N <sub>2</sub> O + CH <sub>4</sub>	412	407	409	411	422	429	440	460	477	493	511
6. Waste	42.504	39.364	27.863	21.333	19.922	18.568	17.369	16.321	15.323	14.392	13.553

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

GHG Emission Fractions	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	(%)										
CO <sub>2</sub> emissions (without LULUCF)	83,47	83,26	85,66	86,62	87,08	86,85	86,83	86,04	87,59	87,22	87,45
CH <sub>4</sub>	8,72	8,22	7,21	5,96	5,64	5,51	5,42	5,60	5,29	5,24	5,18
N <sub>2</sub> O	6,87	7,12	5,92	6,15	6,03	6,36	6,49	6,97	5,81	6,17	5,99
HFCs	0,37	0,63	0,71	0,85	0,86	0,89	0,90	1,02	0,94	0,99	0,99
PFCs	0,21	0,16	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
SF <sub>6</sub>	0,37	0,61	0,41	0,35	0,34	0,34	0,32	0,34	0,34	0,36	0,35
GHG Emission Fractions for Categories	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	(%)										
1. Energy	81,62	80,69	82,29	82,53	82,88	82,47	82,66	82,48	83,67	83,17	83,66
2. Industrial Processes	7,55	8,66	7,42	7,90	7,93	8,35	8,04	7,88	7,24	7,46	7,27
3. Solvent and Other Product Use	0,36	0,32	0,28	0,21	0,21	0,20	0,18	0,18	0,20	0,19	0,18
4. Agriculture	7,03	6,78	7,29	7,17	6,96	7,03	7,30	7,62	7,22	7,57	7,40
5. Land-Use Change and Forestry (N <sub>2</sub> O only)	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
6. Waste	3,40	3,52	2,68	2,14	1,99	1,90	1,77	1,79	1,62	1,55	1,44

<sup>7</sup> Informationen zur Gliederung des Common Reporting Format (CRF): <http://www.ipcc-nqgip.iges.or.jp/public/guidelin/ch1ri.pdf>

## 0.2.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.2.2)

Die Einbindungen von CO<sub>2</sub> unter Artikel 3.3 haben im Vergleich zu 2011 um 6,2 % zugenommen. Die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Entwaldung (Deforestation) sind um 34,2 % gestiegen.

Die Einbindungen von CO<sub>2</sub> unter Artikel 3.4 durch die Aktivität Forest Management ist im Berichtszeitraum nahezu konstant geblieben. Emissionen von CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O (Waldbrände) sind gegenüber 2011 um 27 % gestiegen. N<sub>2</sub>O Emissionen drainierter organischer Böden, welche den Hauptanteil ausmachen, sind nahezu konstant geblieben.

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

### 0.3.1 Treibhausgas-Inventar (ES.3.1)

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

Insgesamt gingen die Emissionen der Treibhausgase gegenüber dem Basisjahr der Berichterstattung 2006<sup>8</sup> mit Emissionen in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent deutlich zurück (Rückgang der CO<sub>2</sub>-Äquivalentemission um 23,8 %). Betrachtungen der einzelnen Komponenten belegen diesen Trend in unterschiedlicher Ausprägung. Gegenüber den Basisjahremissionen betragen die Emissionsveränderungen bei den mengenmäßigen Haupttreibhausgasen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) - 21,1 %, bei Methan (CH<sub>4</sub>) - 55,2 % und bei Lachgas (N<sub>2</sub>O) - 34,3 %. Bei den so genannten F-Gasen, die insgesamt etwa 1,4 % zu den Treibhausgasemissionen beitragen ist diese Entwicklung dagegen nicht ganz so einheitlich. In Abhängigkeit von der Einführung neuer Technologien sowie der Verwendung dieser Stoffe als Substitute sanken die Emissionen seit dem Basisjahr 1995 bei SF<sub>6</sub> um 51,2 % und bei FKW um 88,3 %, wohingegen sie bei den H-FKW um 33,4 % anstiegen.

Gegenüber dem starken Vorjahr 2011 stiegen die Gesamtemissionen moderat um 1,1 %, vor allem geprägt durch den witterungsbedingten Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus den Haushalten (+4,1%) und Gewerbe, Handel & Dienstleistungen (+7,2%).

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

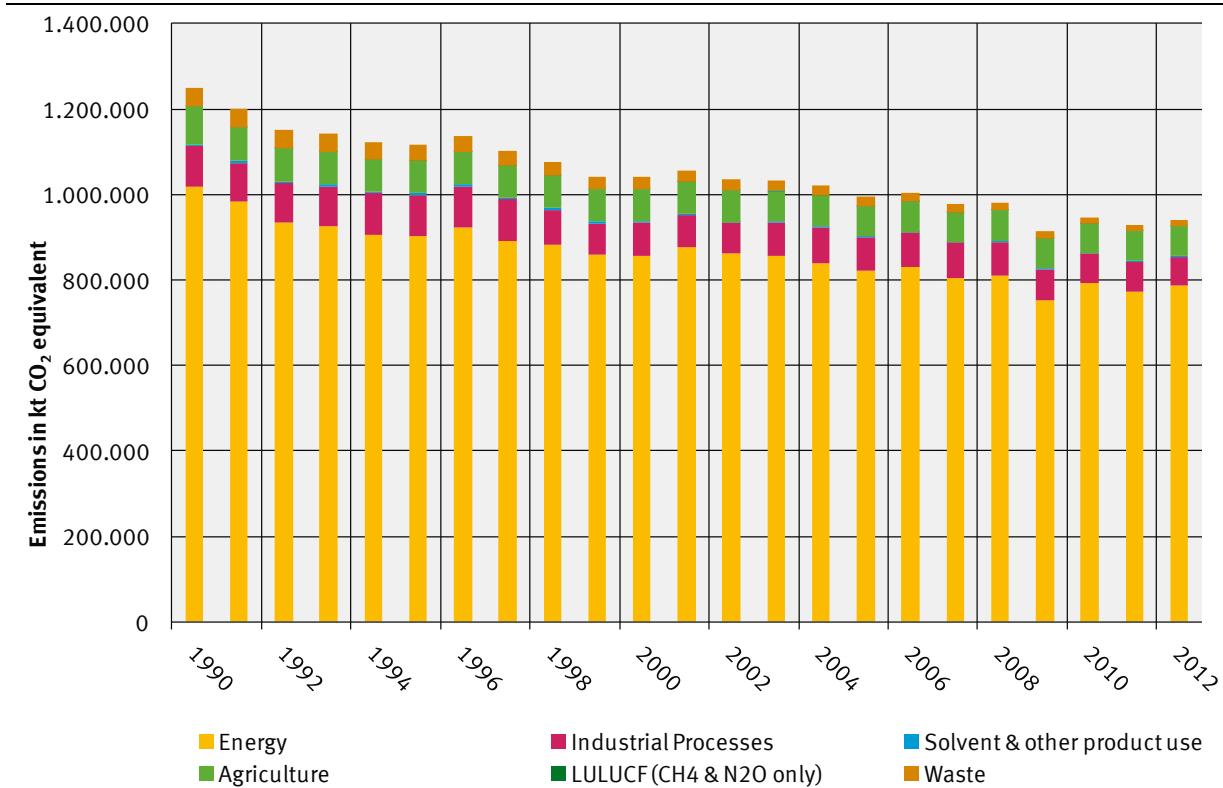


Abbildung 2: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Quellgruppen<sup>9</sup>,

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

<sup>9</sup> CO<sub>2</sub>-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

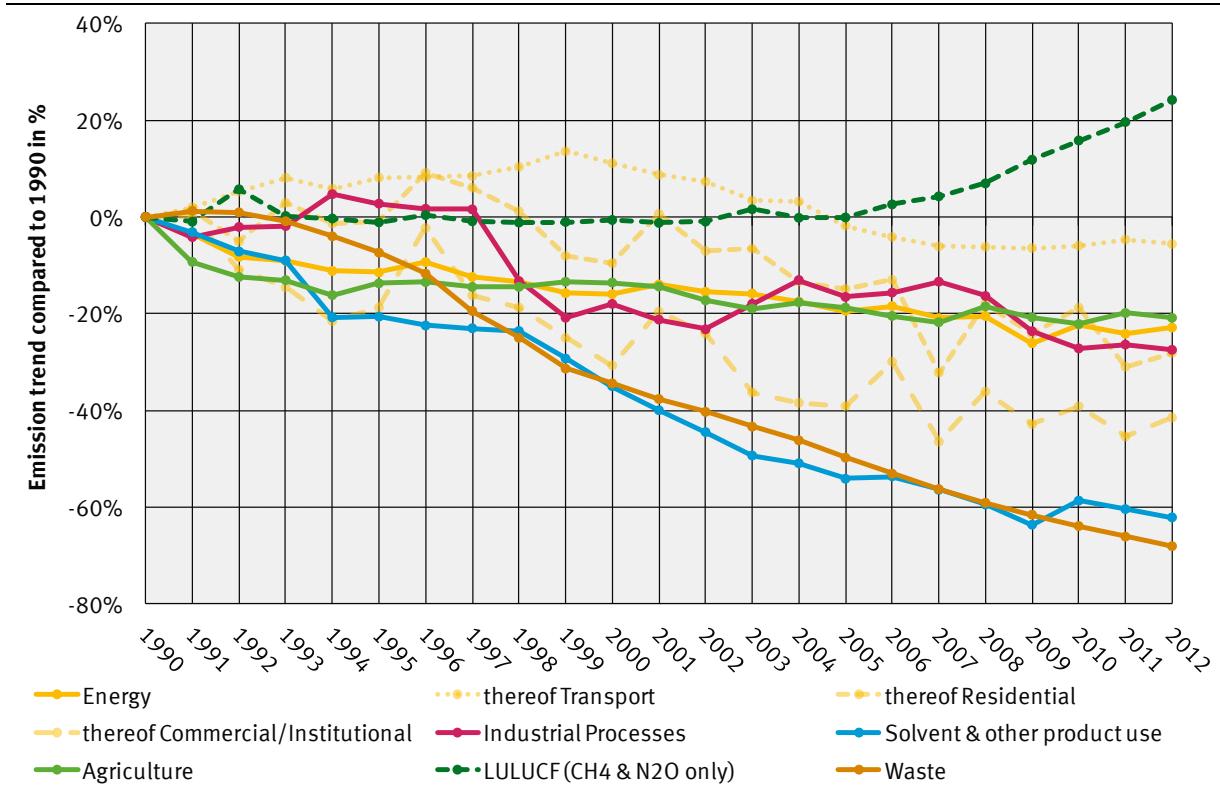


Abbildung 3: Relative Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen<sup>10,11</sup>

### 0.3.2 KP-LULUCF-Aktivitäten (ES.3.2)

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

Unter Artikel 3.3 werden Einbindungen für das Jahr 2012 von -3.767,57 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung durch Aufforstung und Wiederaufforstung von -6.134,04 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung von 2.366,47 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent. Unter Entwaldung werden Emissionen von CO<sub>2</sub> mit 2.366,26 Gg CO<sub>2</sub> und von N<sub>2</sub>O mit 0,21 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet.

Unter Artikel 3.4 werden für das Jahr 2012 Einbindungen von -46.565,95 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von -51.254,43 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent und durch die Emission von 4.688,48 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von CO<sub>2</sub> mit -46.631,61 Gg CO<sub>2</sub> und Emissionen von N<sub>2</sub>O mit 63,81 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent und CH<sub>4</sub> mit 1,85 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet.

Für Aufforstungsflächen konnte eine Zunahme für die Einbindung von -241,36 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent zwischen 2011 und 2012 ermittelt werden. Bei der Entwaldung ist ein leichter Anstieg der Emissionen um 20,04 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent zu beobachten. Dagegen nimmt die Einbindung bei der Waldbewirtschaftung zwischen 2011 und 2012 leicht ab. Die Abnahme beträgt 43,83 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent (siehe auch Tabelle 14 in Kapitel 2.5).

<sup>10</sup> CO<sub>2</sub>-Emissionen und Festlegungen in Böden werden unter Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft berichtet.

<sup>11</sup> Bezugspunkt sind die Emissionen des Jahres 1990 (=100%), nicht das Basisjahr.

## 1 EINLEITUNG

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

#### 1.1.1 Hintergrundinformationen zum Klimawandel

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

Klimaänderungen können folgende Ursachen haben:

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

Ohne die natürlicherweise vorkommenden Treibhausgase wäre ein Leben auf unserem Planeten nicht möglich. Statt einer globalen Erdmitteltemperatur von ca. 15°C würde eine mittlere Temperatur von etwa -18°C auf der Erde zu verzeichnen sein. Der natürliche Treibhauseffekt sichert also unser irdisches Leben.

Seit Beginn der Industrialisierung hat der Mensch allerdings insbesondere durch seine energieintensive Lebensweise und die damit verbundenen Emissionen von Treibhausgasen deutliche Veränderungen im Stoffhaushalt der Atmosphäre hervorgerufen. Seit 1750 stiegen weltweit die Konzentrationen von Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) um ca. 42 % im Jahr 2012 (Global Carbon Project, 2013), die von Methan ( $\text{CH}_4$ ) hat sich mehr als verdoppelt und die von Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) stieg um etwa 19 % (BLASING, T.J., 2012). Zum Teil gelangten völlig neue Stoffe wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), Halone, vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) und Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) in die Atmosphäre, die in der Natur praktisch nicht vorkommen, sondern fast ausschließlich durch den Menschen erzeugt werden. 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.

Der Fünfte Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen des IPCC (AR5, 2013) bestätigt eindeutig, dass sich das Klima gegenwärtig ändert: Im gesamten Klimasystem finden seit Mitte des letzten Jahrhunderts vielfältige Veränderungen statt. Nicht nur die Temperatur der unteren Atmosphäre steigt, auch die Ozeane erwärmen sich, Gletscher tauen, Permafrostböden werden wärmer, Eisschilde verlieren an Masse, der Meeresspiegel steigt weiter an.

Umfassendere Beobachtungen, erweiterte Modelle und ein tiefergehendes Verständnis der Zusammenhänge zeigen: Die Aktivitäten des Menschen sind mit großer Sicherheit die Hauptursache des aktuellen Klimawandels.

Einige markante Beispiele der beobachteten Klimaänderungen sind:

- Die globale Mitteltemperatur in Bodennähe stieg im Zeitraum von 1880 bis 2012 um 0,85 °C. Jedes der drei vergangenen Jahrzehnte war wärmer als alle vorhergehenden seit 1850. In der Nordhemisphäre war die letzte 30-jährige Periode (von 1983 bis 2012) die wärmste seit 1400 Jahren.
- Die Ozeane haben im Zeitraum 1971 bis 2010 mehr als 90 % der Energie, die dem Klimasystem zusätzlich zugeführt wurde, gespeichert. In den oberen 75 Metern stieg die Temperatur von 1971 bis 2010 im Mittel um 0,11°C pro Dekade an. Auch im tiefen Ozean unterhalb von 3000 m hat sich das Wasser erwärmt.
- Der bisherige Rückgang der Gletscher setzte sich global bis auf wenige Ausnahmen fort und auch die polaren Eiskappen nahmen an Masse ab.
- Infolge der fortgesetzten Tauprozesse von Gletschern und Eisschilden und der Ausdehnung des erwärmten Ozeanwassers stieg der globale mittlere Meeresspiegel von 1901 bis 2010 um etwa 19 cm an.

Die Veränderung des Klimas hat weit reichende Auswirkungen auf ökologische und gesellschaftliche Systeme mit bedrohlichen Folgen.

Um gefährliche Auswirkungen des Klimawandels zu verhindern, darf eine globale Erwärmung von 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau (davon sind 0,85°C bereits erreicht) nicht überschritten werden. Nur bei einem Szenario mit sehr ambitionierter Klimapolitik ist davon auszugehen, dass die Erwärmung auf unter 2 °C zu begrenzen ist.

Nach derzeitigem Stand der Forschung muss dazu bis spätestens 2020 der Höhepunkt der Treibhausgasemissionen erreicht und eine Trendwende herbeigeführt sein. Im weiteren Verlauf ist bis zum Jahr 2050 eine Minderung der globalen Emissionen um mindestens 50 % gegenüber dem Jahr 2000 dringend erforderlich..

### **1.1.2 Hintergrundinformationen zu den Treibhausgas-Inventaren**

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

1992 wurde in Rio de Janeiro das Rahmenabkommen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention) von fast allen Staaten der Welt verabschiedet. Seit 1994 müssen die in Annex I der Klimarahmenkonvention benannten Staaten jährlich zum 15. April ein

Inventar der Treibhausgase an das Sekretariat der Klimarahmenkonvention übermitteln. Es sind Angaben zu den Emissionen und Senken des Basisjahres (1990 für CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>; 1995 für HFKW, FKW, SF<sub>6</sub>) 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<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), Perfluorkohlenwasserstoffe (PFKW) und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) im Zeitraum der Jahre 2008 bis 2012 um durchschnittlich 5,2 Prozent vermindern. Die Europäische Gemeinschaft (seinerzeit 15 Mitgliedstaaten) hat im Rahmen des Kyoto-Protokolls die Verpflichtung übernommen, ihre Treibhausgasemissionen bis zum Zeitraum 2008–2012 gegenüber dem Basisjahr um 8 % zu mindern. Diese Verpflichtung wurde in einer Lastenteilung<sup>12</sup> zwischen den beteiligten Mitgliedstaaten aufgeteilt, nach der Deutschland mit 21 % Emissionsminderung gegenüber dem Basisjahr einen erheblichen Beitrag zu leisten hat. Dieses Ziel wurde erreicht und mit einer Minderung von 23,8 % deutlich übertroffen.

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

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

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

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

Die erste verpflichtende Berichterstattung 2010 (NIR 2010) wurde im September 2010 im Rahmen eines In-Country-Reviews detailliert überprüft. Diese Überprüfung resultierte in Rekalkulationen für einige Quellgruppen der Berichterstattung 2010 und eine Resubmission der Daten im November 2010. Weitere Anmerkungen des In-Country-Reviews 2010 wurden mit den folgenden Berichterstattungen 2011 bis 2013 und nun mit der Berichterstattung 2014 umgesetzt.

---

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

Mit der Vorlage des zwölften Nationalen Inventarberichtes (NIR 2014) legt Deutschland ebenso seinen siebten Inventarbericht nach dem Kyoto-Protokoll vor, der alle im Art. 7 geforderten Informationen enthält.

Informationen zu den Art. 3.3 und 3.4 des Kyoto-Protokolls (KP-LULUCF) können in Kapitel 11 gefunden werden. Informationen zur Buchführung der Kyoto-Einheiten werden in Kapitel 12 gegeben. Die Änderungen im Nationalen System werden in Kapitel 13 und die in den Nationalen Registern in Kapitel 14 beschrieben. Informationen zur Minimierung der negativen Einflüsse gemäß Art. 3 Abs. 14 des Kyoto-Protokolls enthält das Kapitel 15.

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

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

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

Ausgehend von einer Vereinbarung der Staatssekretäre der beteiligten Ministerien im Jahre 2007 wurde die Institutionalisierung des Nationalen Systems bis zum Jahr 2011 aufgebaut. Dies geschah anfänglich durch die Einrichtung des nationalen Koordinierungsausschusses und einer Hausanordnung für das Umweltbundesamt. Später wurde die weitere Institutionalisierung vorwiegend durch den Abschluss von Vereinbarungen mit anderen Bundesinstitutionen bzw. mit Industrieverbänden und Einzelunternehmen geschlossen.

Die anforderungskonforme Institutionalisierung und Funktionsweise des Nationalen Systems wurde von allen bisherigen Überprüfungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls bestätigt.

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

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

Auf ministerieller Ebene ist das Nationale System federführend vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) durch eine Vereinbarung der Staatssekretäre der beteiligten Ministerien als Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ vom 05.06.2007 etabliert. Mit der Einbeziehung der Bundesministerien Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL; für Wirtschaft und Energie (BMWi); für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI); des Innern (BMI); der Finanzen (BMF) und der Verteidigung (BMVg); werden alle wesentlichen

Institutionen und Organisationen in die Erstellung der Emissionsinventare eingebunden, die einen fachlich hochwertigen Beitrag hierfür leisten können (siehe Kapitel 1.2.1.4). Im Grundsatzpapier wurden die Zuständigkeiten der Bundesministerien definiert und beschlossen das Nationale System auf bestehenden Datenströmen aufzubauen. Bei Fehlstellen in den Datenströmen sollen diese von den zuständigen Ressorts durch geeignete Aktivitäten geschlossen werden. Zur Begleitung des Prozesses der Berichterstattung richteten die beteiligten Ministerien einen Koordinierungsausschuss ein (siehe Kapitel 1.2.1.1).

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

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

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

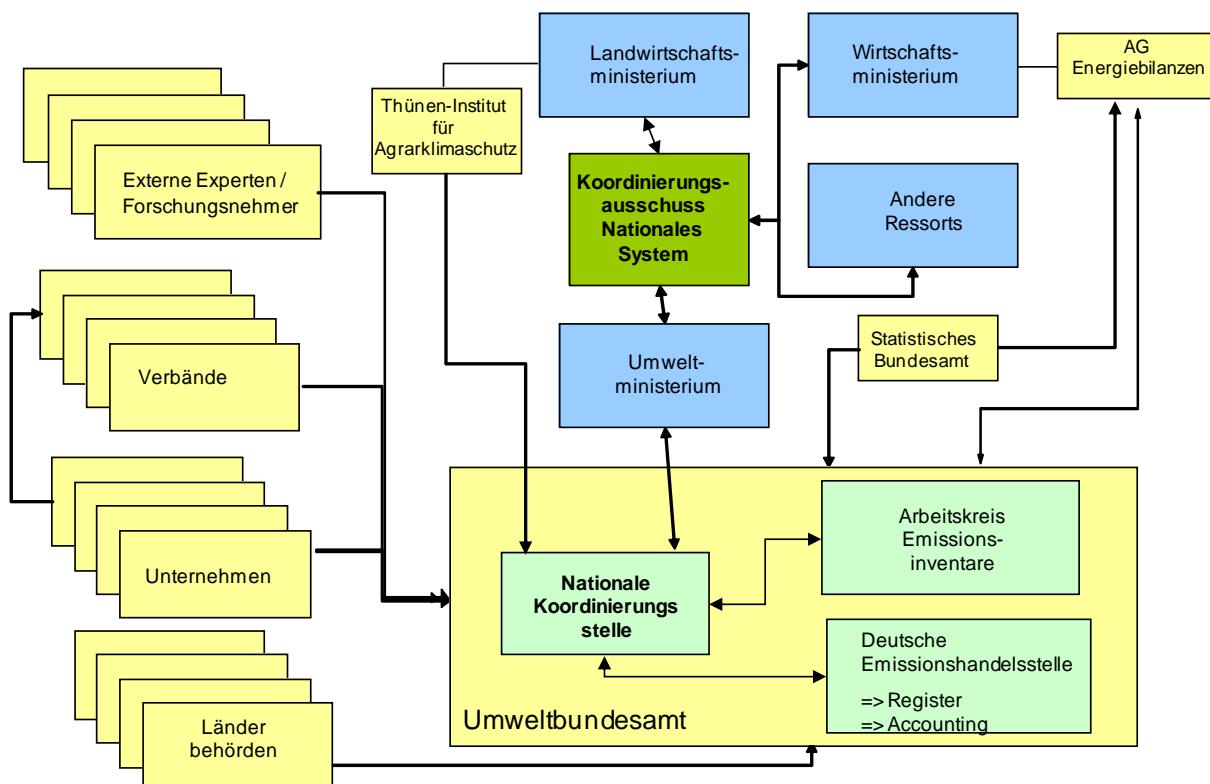


Abbildung 4: Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSE)

### 1.2.1.1 Der Nationale Koordinierungsausschuss

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

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

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

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

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

### 1.2.1.2 Koordinierungsstelle des Nationalen Systems

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

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

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

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

Das Qualitätssystem Emissionsinventare (QSE) schafft innerhalb und außerhalb des Umweltbundesamt die erforderlichen Rahmenbedingungen für die Einhaltung einer guten

Inventarpraxis und die Durchführung einer routinemäßigen Qualitätssicherung. Es wurde im Umweltbundesamt über die Hausanordnung 11/2005 im Jahr 2005 installiert und umfasst die notwendigen Prozesse, um eine kontinuierliche Qualitätsverbesserung der Treibhausgasemissionsinventare zu ermöglichen. Hierzu gehört die Festlegung der Verantwortlichkeiten sowie der Qualitätsziele hinsichtlich der Methodenwahl, der Datengewinnung, der Berechnung von Emissionen und der Unsicherheitsbestimmung und die Erfassung der durchgeführten Qualitätsprüfungen sowie deren Ergebnisse (Bestätigung der Zielerreichung oder bei Nacherreichung von Zielen Benennung der geplanten Maßnahmen zur zukünftigen Abhilfe). Zur Umsetzung der kontinuierlichen Qualitätsverbesserung im Rahmen des QSE dient eine Datenbank. Hierin werden alle tabellarischen Dokumente der nationalen QK/QS vorgehalten (QK/QS-Plan, Checklisten, Listen über Verantwortlichkeiten etc.).

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

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

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

# Nationales System (NaSE)

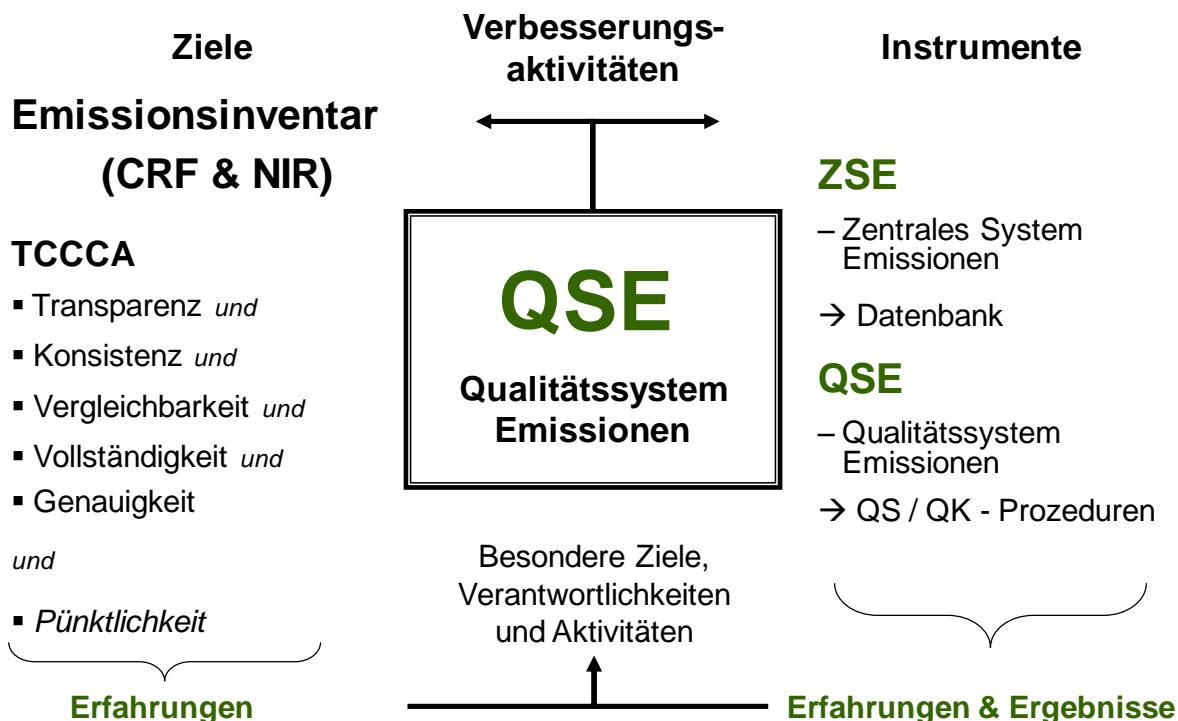


Abbildung 5: NaSE - Ziele und Instrumente

### 1.2.1.3 Arbeitskreis Emissionsinventare im Umweltbundesamt

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

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

Die Nationale Koordinierungsstelle lädt mindestens einmal jährlich zu Sitzungen des Arbeitskreises ein. Weiterhin finden zur Erörterung spezifischer Fragestellungen und zur ggf. erforderlichen Festlegungen von Hauslösungen Treffen der betroffenen Mitglieder des Arbeitskreises statt.

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

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

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

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

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

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

So ist im Jahr 2009 für die **Datenlieferung des Statistischen Bundesamtes** zur Emissionsberichterstattung im Rahmen des 3. Mittelstandsentlastungsgesetzes (MEG 3) eine gesetzliche Regelung getroffen worden. Diese ermöglicht die Bereitstellung von Daten der Energie-, Umwelt- und Produktionsstatistik für die Emissionsberichterstattung, die der statistischen Geheimhaltung unterliegen. Auf dieser Grundlage trat am 13. Januar 2010 eine Verwaltungsvereinbarung zwischen dem Umweltbundesamt und dem *Statistischen Bundesamt* in Kraft, die die Datenlieferungen für die Emissionsberichterstattung spezifiziert. Die Vereinbarung sieht eine jährliche Überprüfung des Datenbedarfs des Umweltbundesamtes vor. Darüber hinaus ist ein enger direkter Austausch zwischen der Nationalen Koordinierungsstelle und dem Statistischen Bundesamt zu Fragen der Emissionsberichterstattung institutionalisiert worden.

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

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

Aufgrund der Anforderung des ERT im Rahmen des In-Country-Review 2010 wurde das Konzept zur Erstellung der Emissions- und Kohlenstoffinventare der Quell- und Senkengruppen 4 und 5 (Land- und Forstwirtschaft) inklusive des

Qualitätssicherungskonzepts für KP-LULUCF (Art. 3.3. und 3.4 KP) von BMEL und TI grundlegend überarbeitet und codifiziert.

Als Schnittstelle zur Nationalen Koordinierungsstelle im UBA wurde eine Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung am TI eingerichtet, die auch die Zuständigkeit für Planung und QK/QS für die Quellgruppen CRF 4 und CRF 5 inne hat. Außerdem wurde ein Aktionsplan abgearbeitet, der die vom ERT im Review 2010 identifizierten Probleme in der Berichterstattung adressiert und aufzeigt.

Die Koordination der Arbeitsgruppe Emissionsberichterstattung obliegt im TI dem Institut für Agrarklimaschutz (AK). Die Berichterstattung für Landwirtschaft und LULUC obliegt dem selbigen Institut, während die Berichterstattung für Wald unter der Konvention und Artikel 3.3 und 3.4 unter dem Kyoto Protokoll dem TI für Waldökosysteme untergestellt ist.

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

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

Die **Einbindung von Wirtschaftsverbänden, Unternehmen** und anderen unabhängigen Organisationen erfolgt in erster Linie über die für konkrete Fragestellungen zuständigen Facheinheiten des Fachbereichs I und III aus dem Umweltbundesamt. Die *Nationale Koordinierungsstelle* leistet den Facheinheiten bei der Diskussion von Berichtsanforderungen und der Bestimmung von erforderlichen Datenflüssen mit den Verbänden Unterstützung. Die Datenströme werden kontinuierlich von der Nationalen Koordinierungsstelle überprüft und soweit nötig durch geeignete Vereinbarungen der Nationalen Koordinierungsstelle mit Verbänden bzw. Unternehmen abgesichert.

Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) ist vertraglich durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) zur Bereitstellung der Energiebilanzen verpflichtet. Ein abgestimmter Zeitplan sichert die rechtzeitige Erstellung einer vorläufigen Energiebilanz für das letzte Berichtsjahr und ihre Übermittlung zum 31. Juli eines jeden Jahres an das Umweltbundesamt für die Inventarerstellung. Eine Übermittlung der endgültigen Energiebilanz bis zum 28. Februar des Jahres x+2 wird angestrebt.

Für die Einbeziehung von nicht behördlichen Einrichtungen in das Nationale System wurde in 2008 eine Mustervereinbarung entworfen, über die relevante Akteure verbindlich in die Erstellung der Inventare eingebunden werden. Die Mustervereinbarung wird an die Erfordernisse und Bedürfnisse der jeweiligen Datenlieferanten angepasst. Im Juli 2009 haben das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und das Umweltbundesamt mit dem Verband der Chemischen Industrie (VCI) und den deutschen Produzenten eine Vereinbarung zur Datenbereitstellung in den Quellgruppen Ammoniak (2.B.1) und Salpetersäure (2.B.2) abgeschlossen. Ebenso konnte mit den in Deutschland ansässigen Produzenten von Adipinsäure (2.B.3) Vereinbarungen zur Datenbereitstellung erzielt werden. Weiterhin wurde eine Verbändevereinbarung dem Industrieverband Bitumen Dach- und

Dichtungsbahnen (vdd) in der Quellgruppe Bitumen für Dachbahnen (2.A.5) abgeschlossen. Auf Basis dieser Vereinbarungen erfolgt seit 2009 die Datenbereitstellung in den genannten Quellgruppen für die Emissionsberichterstattung. Die Vereinbarungen mit dem VCI und dem vdd haben nicht nur zu einer langfristigen Sicherung der Datenbereitstellung geführt, sondern ebenso zu einer erheblichen Verbesserung der Datenqualität in den betreffenden Quellgruppen. Damit trägt die Nationale Koordinierungsstelle dem Hinweis auf Paragraph 18 des Initial Reviews 2007 Rechnung.

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

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

### **1.2.1.5 Verbindlicher Terminplan im Rahmen des Nationalen Systems**

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

15. Mai	Anforderung zur Daten und Berichtstextlieferung durch die Nationale Koordinierungsstelle im UBA an die Fachverantwortlichen
31. Juli	Zulieferung der Energiedaten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, der statistischen Daten des Statistischen Bundesamtes und der Daten aus den Vereinbarungen mit Verbänden und Unternehmen, die Grundlage für weiterführende Berechnungen sind
bis 01. September	Zulieferungen fertiger Inventardaten aus dem UBA und externer Einrichtungen des NaSE
ab 02. September	Validierung / Rücksprachen der Zulieferungen der Fach- und Qualitätsverantwortlichen unter Berücksichtigung der Überprüfungsergebnisse
bis 01. Oktober	Erstellung der CRF-Zeilreihen und der nationalen Trendtabellen, Endredaktion durch die Nationale Koordinierungsstelle im UBA
08. November	Hausabstimmung UBA
ab 15. November	Abschließende Qualitätssicherung durch QSE-, ZSE- und NIR-Koordinator

25. November	Bericht der Nationalen Koordinierungsstelle zur Einleitung der Ressortabstimmung für die CRF-Daten und den Nationalen Inventarbericht an das BMUB
20. Dezember	Freigabe durch Ressortabstimmung (Einleitung durch BMUB)
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 <sub>2</sub> Monitoring Mechanismus) und die Europäische Umweltagentur
15. März	Bericht (korrigierte CRF und vollständiger NIR) an die Europäische Kommission (im Rahmen des CO <sub>2</sub> Monitoring Mechanismus) und die Europäische Umweltagentur
15. April	Bericht an das Klimasekretariat
Mai	Initial Check durch das Klimasekretariat
Juni	Synthesis and Assessment Report I (durch das VN-Klimasekretariat)
August	Synthesis and Assessment Report II (länderspezifisch; durch das VN-Klimasekretariat)
September - Oktober	Inventarüberprüfung durch das Klimasekretariat

### **1.2.2 Übersicht über die Inventarplanung**

Die Expertise von *Forschungseinrichtungen* wird über die Durchführung von Forschungsprojekten im Rahmen des Umweltforschungsplans (UFOPLAN) in die Inventarerstellung eingebunden. Dies erfolgt über die Bearbeitung konkreter Fragestellungen und durch übergreifende Vorhaben. In den UFOPLÄNEN 2002-2009 verfügte die Nationale Koordinierungsstelle für die Initiierung von Maßnahmen zur kontinuierlichen Inventarverbesserung jeweils über ein Globalvorhaben *Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung*. In den Jahren 2010 und 2011 wurden Maßnahmen zur kontinuierlichen Inventarverbesserung komplett aus dem Haushaltstitel für Sachverständigenleistungen finanziert. Für die Emissionsberichterstattung wurden der Nationale Koordinierungsstelle durch das Umweltbundesamt aus dem Haushaltstitel für Sachverständigenleistungen (Titel 526 02, Kapitel 1605) zusätzlich zu den Forschungsmitteln aus dem UFO-Plan ab dem Jahr 2005 Mittel für kurzfristige Aufträge zur Inventarverbesserung in Zuständigkeit des Amtes zugesichert. Seit 2012 kann die Nationale Koordinierungsstelle Forschungsfragen im Rahmen der Emissionsberichterstattung wieder aus dem UFOPLAN finanzieren. Weiterhin steht aber auch der Haushaltstitel für Sachverständigenleistungen zur Verfügung.

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

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

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

Die Hauptprozesse untergliedern sich in Teilprozesse gemäß Abbildung 6.

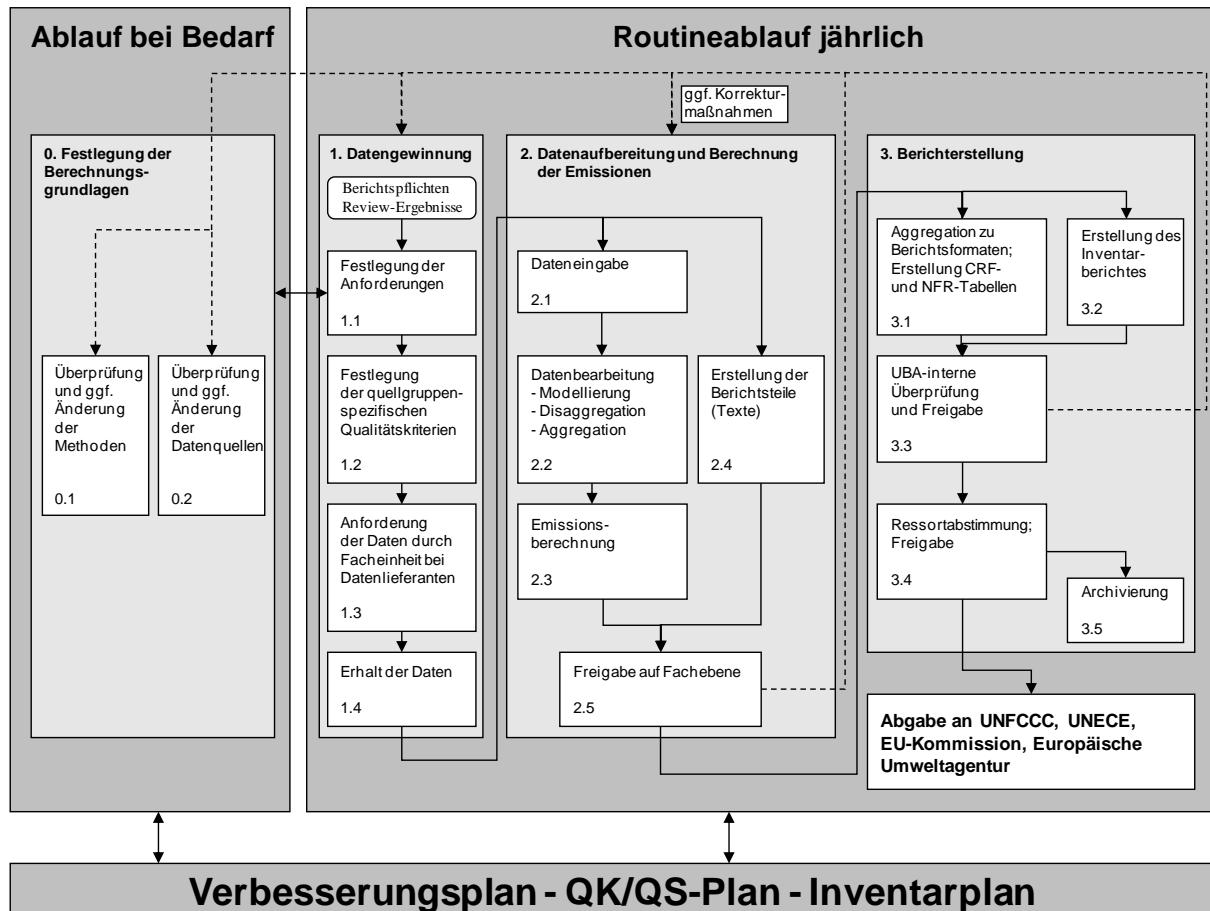


Abbildung 6: Übersicht über den Prozess der Emissionsberichterstattung

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

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

Der Ablauf der Inventarerstellung ist detailliert im Kapitel 1.3 beschrieben.

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

## 1.3 Inventarerstellung

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

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

### 1.3.1 Treibhausgas- und KP-LULUCF-Inventar

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

#### 1.3.1.1 Vorgelagerte Abläufe

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

Als vorgelagerte Abläufe werden die folgenden Teilprozesse gezählt:

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

##### 1.3.1.1.1 Verbesserung des Nationalen Systems

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

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

Bestehende Vereinbarungen müssen ggf. an neue Gegebenheiten und Berichterstattungserfordernisse (z.B. Wechsel des Berichterstattungsverfahrens) angepasst

werden. Damit wird zu einer stetig hohen Qualität des Nationalen Systems und der Inventarerstellung beigetragen.

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

### **1.3.1.1.2 Umsetzung von Verbesserungen in der Inventarplanung und Inventarerstellung**

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

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

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

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

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

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

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

Zur Festlegung der Hauptkategorien wurden für die deutschen Treibhausgasemissionen die beiden Tier 1-Verfahren Level (für das Basisjahr sowie das letzte berichtete Jahr) sowie

Trend (für das letzte berichtete Jahr gegenüber dem Basisjahr) angewendet. Entsprechend den IPCC-Vorgaben wurde dabei neben den Emissionen aus Quellen auch die Einbindung der Treibhausgase in Senken in den Analysen berücksichtigt.

#### **1.3.1.1.4 Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten der Emissionen**

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

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

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

#### **1.3.1.1.5 Erweiterte Bestimmung der Hauptkategorien**

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

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

#### **1.3.2.1 Festlegung der Berechnungsgrundlagen**

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

Weiter stellen auch die **Auswahl, Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen** einen kritischen Erfolgsfaktor dar, denn die Ergebnisse der gesamten Folgeprozesse (Datenaufbereitung, Berechnung, Berichterstattung) können nicht besser als die Qualität der Primärdaten sein. Datenquellen können sich auf Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren oder

Emissionen einer bestimmten Quellgruppe beziehen. In vielen Fällen wird es sich um bereits seit mehreren Jahren genutzte Datenquellen handeln. Die Auswahl neuer Datenquellen kann z.B. auf Grund einer erforderlichen Methodenumstellung, des Wegfalls einer bisherigen Datenquelle, der Notwendigkeit zusätzlicher Daten oder aufgrund von Ergebnissen der Qualitätskontrolle bei bisher genutzten Datenquellen erforderlich sein.

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

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

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

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

### 1.3.2.2 Datengewinnung

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

Die Datengewinnung umfasst die Teilschritte:

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

Über die Nationale Koordinierungsstelle wird die Anforderung an die Zuarbeit zu den Inventaren auch über die Fachvorgesetzten an die quellgruppenspezifischen Fachverantwortlichen geschickt. Für die Fertigung des NIR wird eine Master-Datei bereitgestellt, die die Struktur für die Zuarbeiten vorgibt. Als Anforderung für die späteren Dateneingaben gelten die Vorgaben aus dem ZSE (direkte Eingabe oder Befüllung des Importformats). Über Informationsveranstaltungen des *UBA AK Emissionsinventare*, die Intranet- und Share-Point-Seiten zur Emissionsberichterstattung des UBA und einer elektronischen Inventarbeschreibung (siehe Kapitel 1.3.3.1.5) werden den

Fachverantwortlichen die Anforderungen an die Berichterstattung einschließlich der durchzuführenden Maßnahmen zur QK/QS, die Ergebnisse aller Inventarüberprüfungen sowie quellgruppenspezifisch der Datenbestand jeder Quellgruppe und die aktuellen Ergebnisse aus der Bestimmung der Hauptkategorien bekannt gemacht. Auf dieser Basis sind durch den Fachverantwortlichen die **Anforderungen** bezüglich der Datenquellen sowie der Berechnungsmethoden **festzulegen**.

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

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

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

### 1.3.2.3 Datenaufbereitung und Emissionsberechnung

Die Datenaufbereitung und Emissionsberechnung umfasst die Schritte:

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

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

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

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

Aktivitätsrate \* Emissionsfaktor = Emission.

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

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

### 1.3.2.4 Berichterstellung

Zur Berichterstellung gehören:

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

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

Bevor die Emissionsdaten in die Berichtsformate für die Klimarahmenkonvention und des Kyoto-Protokolls (CRF= Common Reporting Format) bzw. die Genfer 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 Hauptkategorien genauer beschrieben ist. Die Aggregationen erfolgen automatisiert, sofern keine Änderungen gegenüber dem Vorjahr auftreten.

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

Die Berechnung der Treibhausgase in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten erfolgt nach Maßgabe des § 20 der *IPCC Guidelines on Reporting and Review* (FCCC/CP/2002/8), auf Basis der mit dem *Second Assessment Report* veröffentlichten und in folgender Tabelle abgebildeten jeweiligen Treibhauspotentials (GWP), basierend auf den Wirkungen der Treibhausgase über einen Zeithorizont von 100 Jahren.

Tabelle 3: Global Warming Potential (GWP) der Treibhausgase

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

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

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

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

Die Datentabellen und der dazugehörige NIR werden in der Fassung, in der sie zur Ressortabstimmung übermittelt werden, auf eine CD gebrannt und mit eindeutigen Identifizierungsangaben archiviert. Der zur Berechnung verwendete Inhalt der ZSE-Datenbank wird ebenfalls ausgespielt und archiviert. Eine weitere **Archivierung** erfolgt mit der Fassung, die endgültig dem Klimasekretariat übermittelt wird.

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

#### **1.3.3.1 Das Qualitätssystem Emissionsinventare**

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

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

##### **1.3.3.1.1 Hausanordnung 11/2005 des UBA**

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

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

##### **1.3.3.1.2 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und -sicherung**

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

Aus diesen wurden von UBA „Allgemeine Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung“ abgeleitet (siehe Kapitel 22.1.2.1). Für die anderen Teilnehmer des Nationalen Systems ist die Übernahme der

Mindestanforderungen, nach Beschlussfassung über diese Mindestanforderungen durch die Vertreter der beteiligten Bundesministerien im Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare (siehe Anhangkapitel 22.1.1) erfolgt.

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

### **1.3.3.1.3 Aufbauorganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare**

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

Tabelle 4: QSE - Rollen und Verantwortlichkeiten

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

<p>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</p>	<p>Koordinierungsstelle</p>
---	-----------------------------

### 1.3.3.1.4 Ablauforganisation des Qualitätssystems Emissionsinventare

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

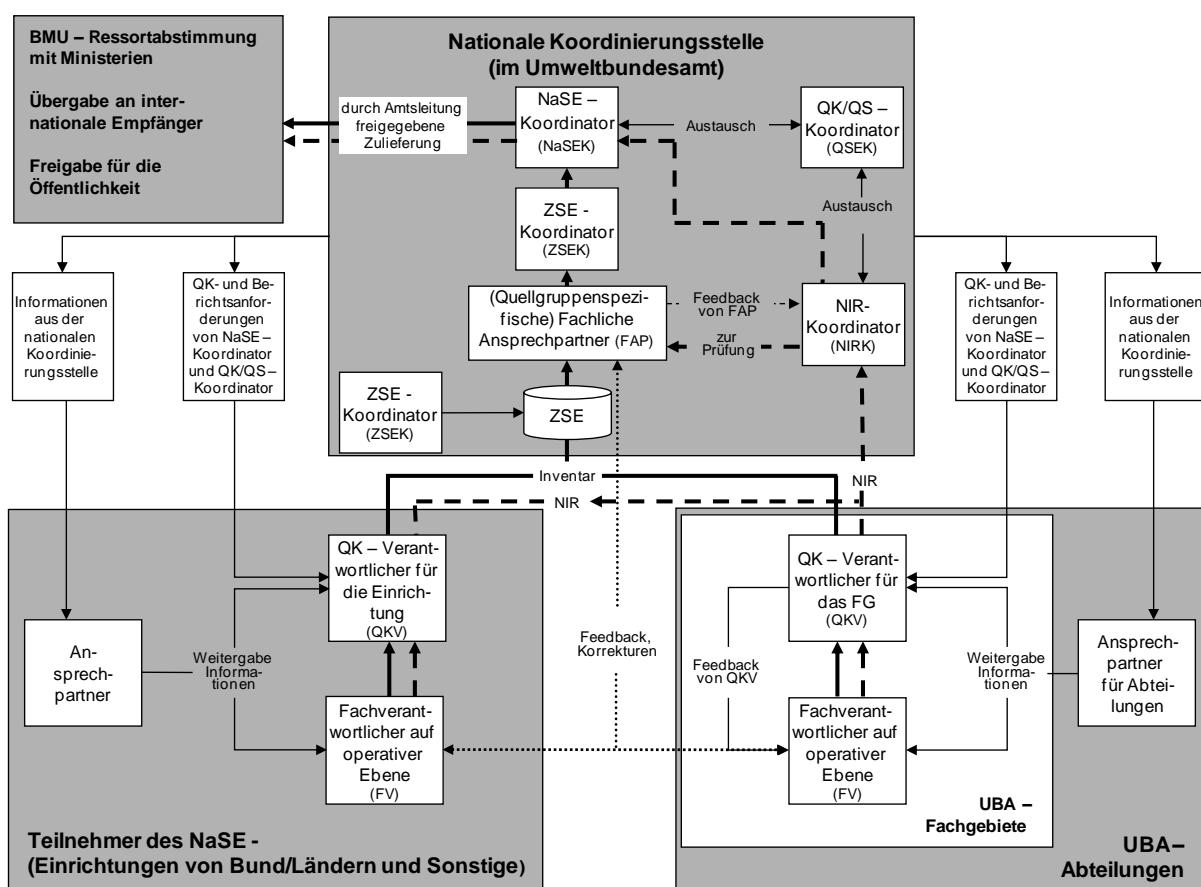


Abbildung 7: QSE - Rollen Aufgaben und Arbeitsabläufe

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

### 1.3.3.1.5 Dokumentation im Qualitätssystem Emissionsinventare

Die mit den Mindestanforderungen an ein QK/QS-System (siehe Kapitel 22.1.2.1) formulierten Anforderungen zur Durchführung, Beschreibung und Dokumentation der QK/QS-Maßnahmen werden weitgehend gemeinsam mit den entsprechenden

Inventarbeiträgen umgesetzt. Für das QSE wurde ein Dokumentationskonzept entwickelt, das zielgruppenorientiert und aufgabenspezifisch die Maßnahmen in integrierter Form darstellt. Die einzelnen Bestandteile der Dokumentation sind in Abbildung 8 dargestellt.

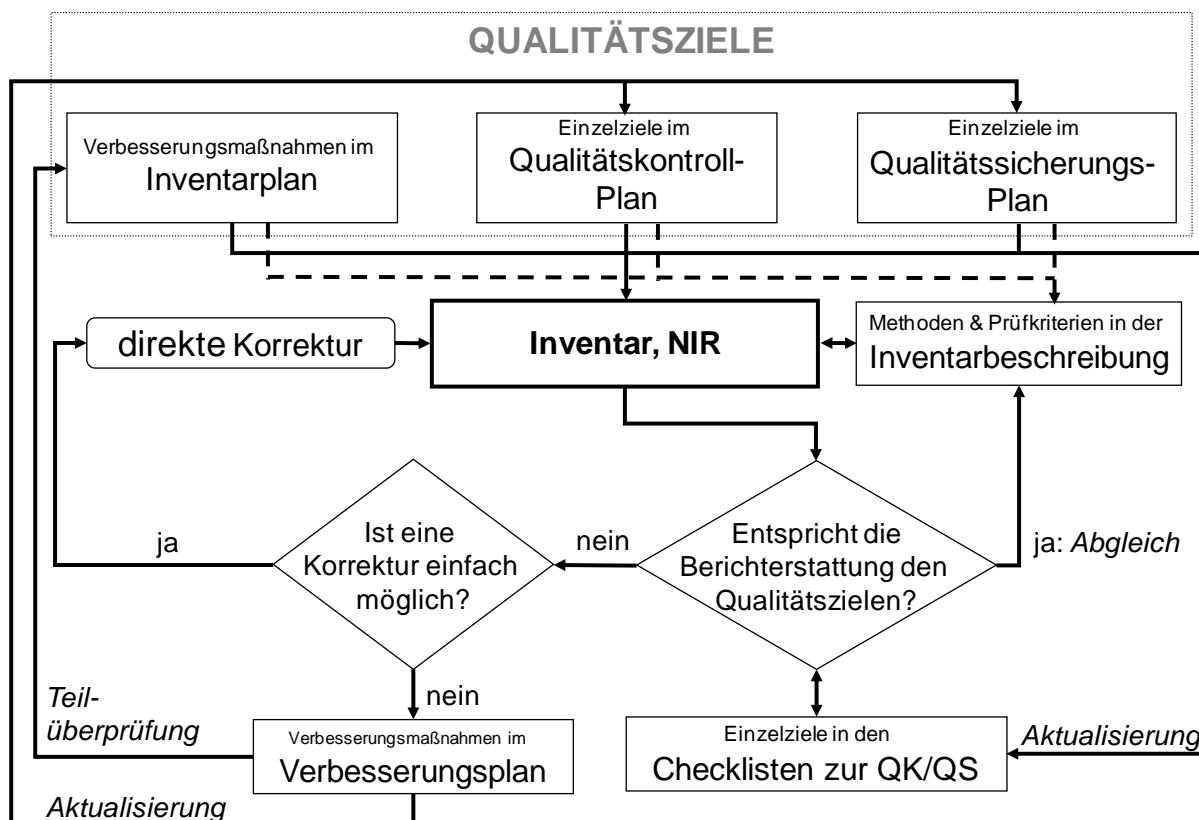


Abbildung 8: NaSE & QSE - Steuerung und Dokumentation

Die allgemeine Beschreibung der **Qualitätsziele** erfolgt im QSE-Handbuch und leitet sich aus den *IPCC Good Practice Guidance*<sup>13</sup> ab. Darüber hinaus sind für die einzelnen Quellgruppen operative Einzelziele zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung aus dem Vergleich zwischen den Anforderungen aus den *IPCC Good Practice Guidance*, den Ergebnissen der unabhängigen Inventarüberprüfung und der Inventarrealität abzuleiten.

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

In ihrer Dokumentstruktur sind QK- und QS-Plan mit den **Checklisten zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung** kombiniert, die zur Überprüfung und

<sup>13</sup> Zu den Erläuterungen/Definitionen siehe auch Annex 3 (Glossar) der *IPCC Good Practice Guidance*

Dokumentation der erfolgreichen Durchführung der Qualitätskontrollen dienen. Hierbei sind die Qualitäts-Checks nicht als Prüfungen sondern als Qualitätsziele definiert, deren Einhaltung jeweils zu bestätigen oder deren Nichteinhaltung zu begründen ist. Diese Checklisten zur QK/QS sind von den Teilnehmern des NaSE<sup>14</sup> parallel zur Inventarerstellung auszufüllen und sollen Auskunft über die Güte der dem Inventar zugrunde liegenden Daten und Methoden geben. Die systematische QK/QS in Form von Checklisten wurde vom UBA erstmalig für die Berichterstattung 2006 mit den Teilnehmern des NaSE durchgeführt. Seit der Berichterstattung 2007 sind diese Checklisten in elektronischer Form im Einsatz. Ebenfalls mit der Berichterstattung 2007 wurden die QK-Prüfungen nach Tier 1 in einem ersten Schritt um quellgruppenspezifische QK-Prüfungen nach Tier 2, bezogen auf Hauptkategorien, erweitert. Mit den Berichterstattungen 2008 2009 und 2010 wurden die Checklisten für die Fachexperten und die fachlichen Ansprechpartner umfassend überarbeitet. Ziel der Überarbeitung war es, die Verständlichkeit, die Anwendbarkeit und Übersichtlichkeit der Checklisten weiter zu verbessern. Um den Erfolg dieser Verbesserungsaktivität zu gewährleisten wurde eine Auswahl des betroffenen Personenkreises in die Überarbeitung einbezogen. Inhaltliche Anforderungen, die sich aus den IPCC-Good Practice Guidance ableiten, sind nicht verändert worden. Im gleichen Maße wie die Checklisten jährlich überarbeitet und verbessert wurden, sind auch QK- und QS-Plan kontinuierlich weiterentwickelt worden.

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

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

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

<sup>14</sup> 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)

Dokumentationen wurde über eine Hausanordnung (siehe Kapitel 1.3.3.1.1) 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.

### **1.3.3.1.6 Das QSE-Handbuch**

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

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

Die mitgeltenden Unterlagen umfassen:

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

### **1.3.3.1.7 Unterstützung der sachkundigen Überprüfungsgruppen**

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

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

Für Quellgruppen, die berichtspflichtige Anlagen unter dem CO<sub>2</sub>-Emissionshandelsregime (ETS) beinhalten, werden die Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Qualitätsverbesserung der jährlichen nationalen Emissionsinventare genutzt.

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

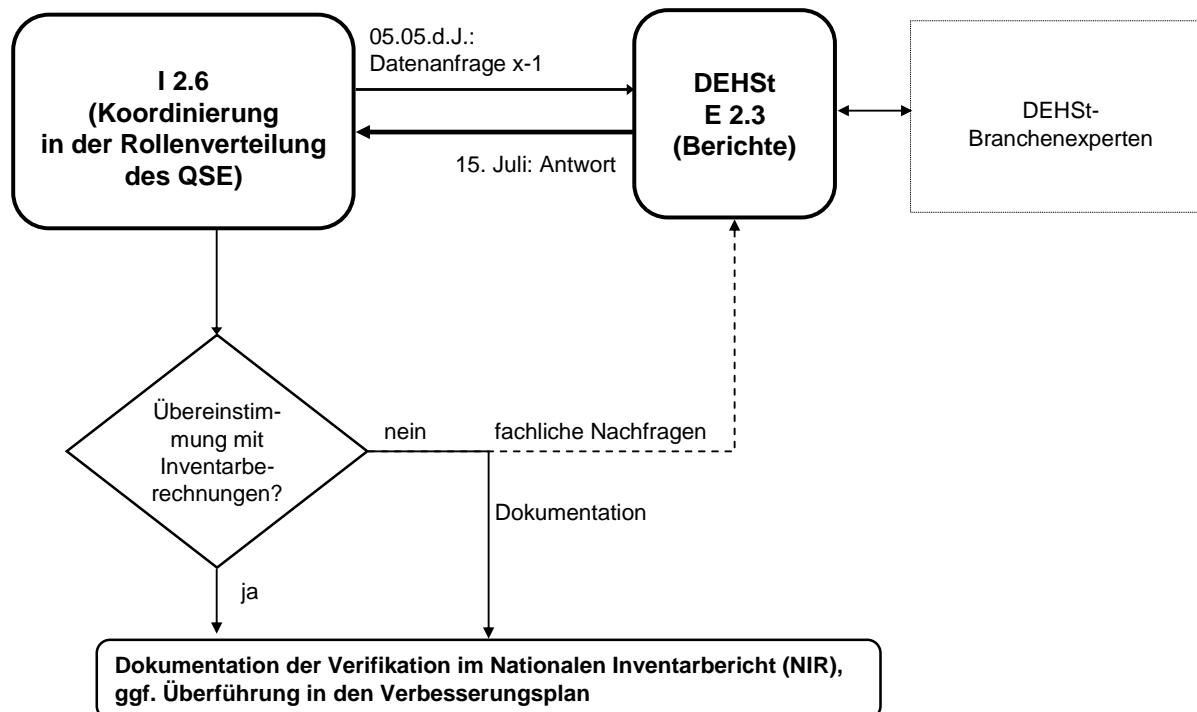


Abbildung 9: Verfahrensablauf für die jährliche Inventar-Verifikation mit ETS-Monitoring-Daten

Zu Details der Datenverwendung in der QK/ QS siehe auch Kapitel 1.6.2.1 Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels.

## 1.4 Kurze, allgemeine Beschreibung der angewandten Methodik und Datenquellen

### 1.4.1 Treibhausgas-Inventar

#### 1.4.1.1 Datenquellen

##### 1.4.1.1.1 Energie

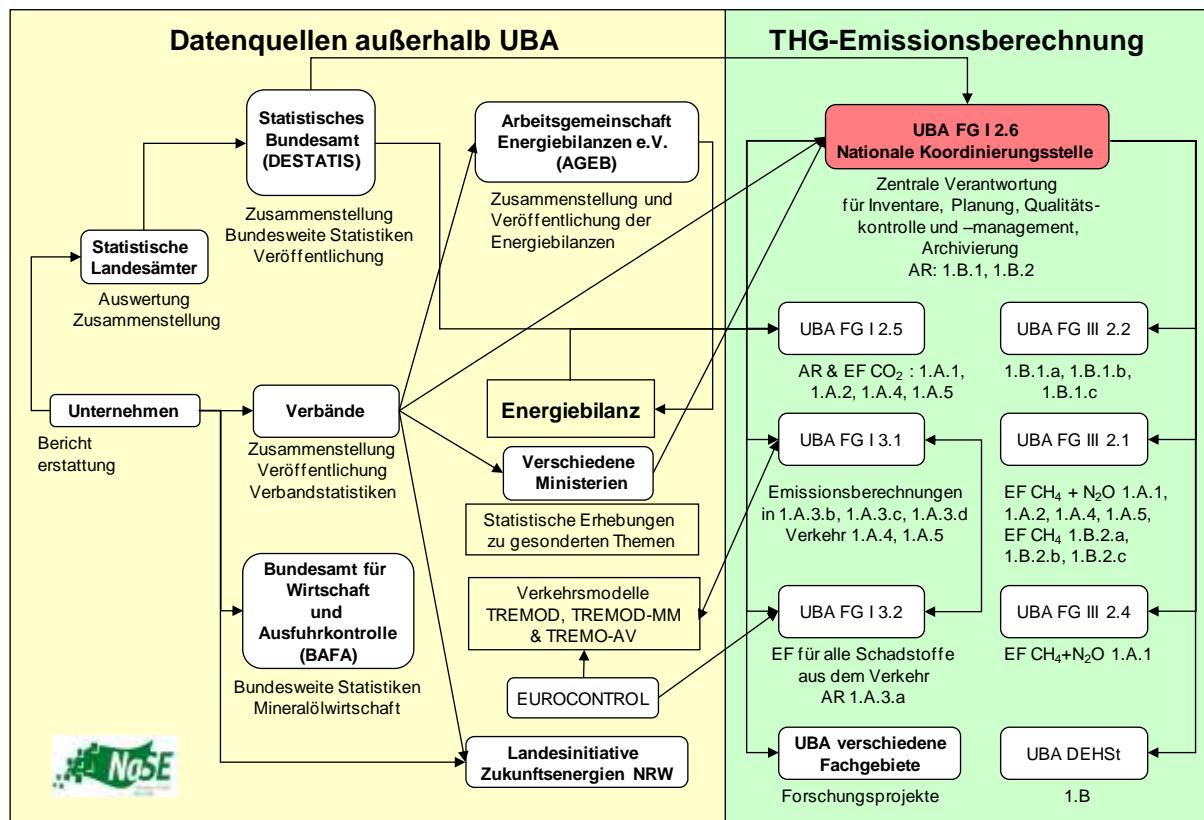


Abbildung 10: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Energiebereich

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

Mit Beauftragung der Energiebilanzen 2007 – 2012 durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie wurde die AGEb zur Anwendung der Mindestanforderungen zur Qualitätssicherung des Nationalen Systems verpflichtet. Im Jahr 2013 wurde der Auftrag für die Erstellung der Energiebilanzen erneut ausgeschrieben und wiederum an die AGEb vergeben. Weiterhin liegen für die Energiebilanzen der letzten Jahres Qualitätsberichte des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) und der Energy Environment Forecast Analysis GmbH Co. KG vor, in denen die Maßnahmen zur Qualitätssicherung und –kontrolle beschrieben wurden. Seit 2012 legt die AGEb einen gemeinsamen Qualitätsbericht für die

Energiebilanz vor (siehe Kapitel 18.4.2). Ebenfalls seit 2012 hat die AGEB einen Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung (s. Kapitel 18.5) erarbeitet, in dem dargelegt wurde wie den Beanstandungen aus der Inventarüberprüfung Rechnung getragen werden soll. Damit wird der Forderung aus Paragraph 39 des Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU) nach einem Aktionsplan entsprochen.

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

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

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

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

Eine weitere Datenquelle sind die *Mineralöl-Zahlen* des *Mineralölwirtschaftsverbandes e.V. (MWV)*, die Angaben zum Mineralölaufkommen und –verbrauch in Deutschland, differenziert in verschiedene Erzeugungs-, Umwandlungs- und Anwendungssektoren, enthalten. Die Statistik, die eine wesentliche Grundlage der nationalen Energiebilanz darstellt, wird nur wenige Monate nach Erhebung der Daten veröffentlicht und ist damit relativ zeitnah verfügbar.

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 in Quellgruppe 1.A beschriebene stationäre Feuerung stammen aus vom UBA initiierten Forschungsprojekten des Ökoinstituts und des DFIU.

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

Für den Straßenverkehr werden die Erhebungen dabei überwiegend mit Hilfe des Modells *TREMOD* („*Transport Emission Estimation Model*“; aktuell: Version 5.3, IFEU, 2013)<sup>15</sup> durchgeführt. Für die in TREMOD stattfindenden Berechnungen werden zahlreiche Basisdaten aus allgemein zugänglichen Statistiken und speziellen Untersuchungen verwendet, aufeinander abgestimmt und ergänzt. Eine genaue Beschreibung der Datenquellen zu den Emissionsfaktoren findet sich im „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA, Version 3.1) (INFRAS, 2010).

Für den Flugverkehr kommen neben den oben genannten Quellen für Verbrauchsdaten u.a. auch Daten der europäischen *Luftsicherheitsbehörde* (*EUROCONTROL*) und des *Statistischen Bundesamtes* zum Einsatz: Die Aufteilung von Kraftstoffverbräuchen und Emissionen auf nationalen und internationalen Flugverkehr erfolgt auf Basis von realen Flugbewegungen ermittelten jahresspezifischen Splitfaktoren. Diese werden für die Jahre ab 2003 von Eurocontrol zur Verfügung gestellt. Für alle Jahre davor werden diese aber durch vom Statistischen Bundesamt erfassten Flugbewegungen (Anzahl von Starts und Landungen) abgeleitet. Ebenfalls anhand der vom Statistischen Bundesamt erfassten Flugbewegungen erfolgt die Aufteilung von Verbräuchen und Emissionen auf die verschiedenen Flugphasen. Die Weiterverarbeitung der vielfältigen Eingangsdaten erfolgt innerhalb TREMOD-AV, einem eigenständigen Moduls der Datenbank TREMOD. - Von Eurocontrol bereitgestellte landesspezifische Verbrauchs- und Emissionsdaten werden derzeit lediglich zur Verifikation der eigenen Angaben herangezogen. Für die Erhebung der Emissionen der weiteren mobilen Quellen (in 1.A.4.b ii, c ii und c iii sowie 1.A.5.b) wird ebenfalls auf die Angaben von AGEB, BAFA sowie MWV zurückgegriffen. Eine Sonderstellung nimmt hier der militärische Verkehr (1.A.5.b) ein, für den die Verbrauchsdaten, da diese ab 1995 in den Energiebilanzen nicht mehr gesondert ausgewiesen, in Gänze den Amtlichen Mineralöldaten des BAFA entnommen werden.

Da gesonderte Angaben zum Einsatz von Biokraftstoffen in Bau- und Landwirtschaftlichen Verkehr, mobilen Quellen der Haushalte sowie militärischem Verkehr fehlen, werden die jährlichen Mengen anhand der offiziellen Beimengungsraten berechnet.

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

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

Daten zu den Quellgruppen der Kategorie 1.B.2 werden aus den Veröffentlichungen des *Statistischen Bundesamtes* Deutschland, des Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV), der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V. (DGMK), des

15 Um Minderungsmaßnahmen ableiten und bewerten zu können, werden mit TREMOD auch der Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Fahrzeugkategorien berechnet. Die Werte werden anschließend mit dem Gesamtverbrauch und der Gesamtemission an CO<sub>2</sub> abgeglichen.

Wirtschaftverbandes Erdöl und Erdgasgewinnung e.V. (WEG) und der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), der Gasstatistik des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) und der Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) herangezogen. Die Bearbeitung erfolgt derzeit unter Einbeziehung von Stellungnahmen des WEG.

### 1.4.1.1.2 Industrieprozesse

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

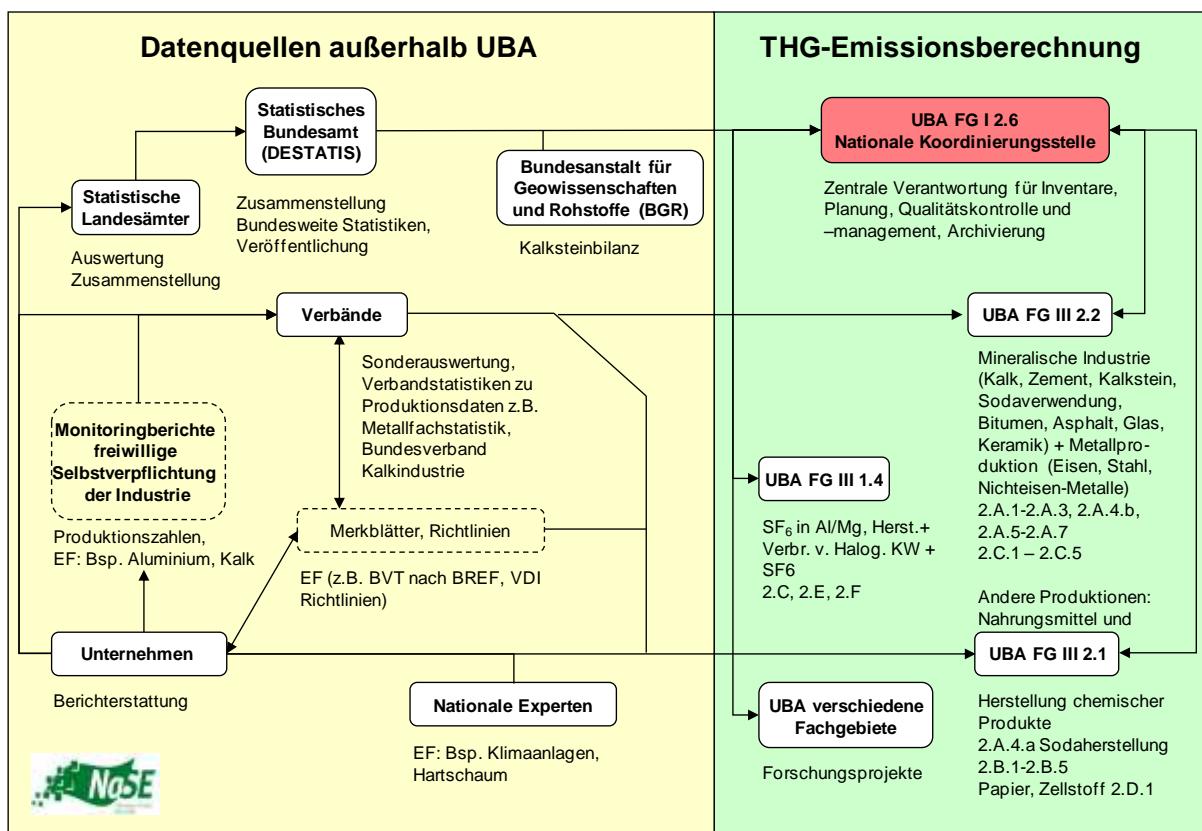


Abbildung 11: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Industrieprozesse

Für die Emissionsfaktoren der Mineralischen Industrie werden vielfältige Quellen genutzt. Der für die Emissionsberechnung der Zementklinkerherstellung (2.A.1) verwendete Emissionsfaktor beruht auf einer Berechnung des Vereins Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) durch Aggregation anlagenspezifischer Daten. Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Kalkherstellung (2.A.2) und der Sodaerzeugung (2.A.4.b) erfolgt über stöchiometrische Faktoren. Die Herstellung von Soda (2.A.4.a) mittels Solvay-Prozess gilt bezüglich der Rohstoffe als CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (2.A.7.a) sind aus der Glaszusammensetzung und für die Keramische Industrie (2.A.7.b) aus dem Rohstoffinput von Fachverantwortlichen im UBA abgeleitet worden.

In der Quellkategorie 2.B Chemische Industrie werden die Aktivitätsdaten aus Daten des *Statistischen Bundesamtes*, des *Mineralölwirtschaftsverbandes* und direkten Hersteller- und Verbandsangaben ermittelt. Letztere sind vertraulich. Die Emissionsfaktoren sind von Experten im UBA, in Forschungsvorhaben oder von den Herstellern ermittelt worden. Für 2.B.1 Ammoniak-Produktion und 2.B.2 Salpetersäure-Produktion wurden bis 2008 die Aktivitätsdaten vom *Statistischen Bundesamt* erhoben. Seit 2009 werden die Daten für Ammoniak- und Salpetersäureproduktion aufgrund einer Vereinbarung mit der chemischen Industrie für die gesamte Zeitreihe ab 1990 von den Herstellern anlagenspezifisch erhoben und an den Verband weiter gegeben, der diese aggregiert und an das UBA weiterleitet. Dafür ermitteln die Hersteller neben der Aktivitätsrate jeweils für 2.B.1 die Emissionen und für 2.B.2 die Emissionsfaktoren. Für 2.B.3 Adipinsäure-Produktion wurden bis Mitte der 90er Jahre anlagenspezifische Aktivitätsdaten geliefert. Für diese wurde der Default-EF für N<sub>2</sub>O verwendet. Inzwischen liefern die Anlagenbetreiber auf vertraulicher Basis die Emissionsangaben direkt an das UBA. Auch für Adipinsäure ist durch eine Vereinbarung im Jahr 2009 die Datenlieferung langfristig gesichert worden. Die Default-EF für NO<sub>x</sub>, CO und NMVOC der IPCC sind von den Produzenten in Deutschland nicht nachvollziehbar, weshalb für diese bisher keine Emissionen berichtet werden. Da es für die Calciumcarbid-Produktion (2.B.4) in Deutschland nur einen Hersteller gibt, sind die Daten vertraulich. Das Umweltbundesamt erhält diese direkt vom Hersteller. Unter 2.B.5 Sonstige werden Treibhausgas-Emissionen aus mehreren Produktionsprozessen berichtet: Katalysatorabbrand, Umwandlungsverluste und die Produktion von Ruß. Emissionen von Vorläufersubstanzen werden aus der Produktion von Schwefelsäure, Titandioxid und Organischen Substanzen berichtet. Die Aktivitätsdaten wurden aus Forschungsvorhaben, Daten des Statistischen Bundesamtes und Veröffentlichungen des Mineralölwirtschaftsverbands ermittelt. Die Emissionsfaktoren stammen aus Experten-Schätzungen, Forschungsvorhaben und Default-Angaben der IPCC-Guidelines.

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

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

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

Im Bereich der Produktion der halogenierten Kohlenwasserstoffe und SF<sub>6</sub> (2.E) werden die Daten über *Herstellerangaben* und *Umfragen bei Herstellern* ermittelt. Die Aktivitätsdaten werden zum überwiegenden Teil im Rahmen von Forschungsprojekten gezielt nach den Anforderungen des Inventars recherchiert, z.T. werden nur Emissionsdaten vom Hersteller zur Verfügung gestellt. Es sind in den einzelnen Unterquellgruppen jeweils nur wenige Unternehmen involviert, so dass diese Bereiche der Vertraulichkeit unterliegen.

Die Aktivitätsdaten für den Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF<sub>6</sub> (2.F) werden aus Hersteller- und Verbandsangaben, aus Erhebungen des Statistischen Bundesamtes und anderer Bundesbehörden, sowie mit Hilfe von Berechnungsmodellen ermittelt. In Einzelfällen liegen auch direkt vom Hersteller Emissionsangaben vor. Die Daten unterteilen sich in mehrere Subquellgruppen. Man unterscheidet außerdem zwischen Herstellungs-, Anwendungs- und Entsorgungsemissionen. Auch bei 2.F unterliegen die Daten in einigen Bereichen der Vertraulichkeit.

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

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

### 1.4.1.1.3 Lösemittel- und andere Produktverwendung

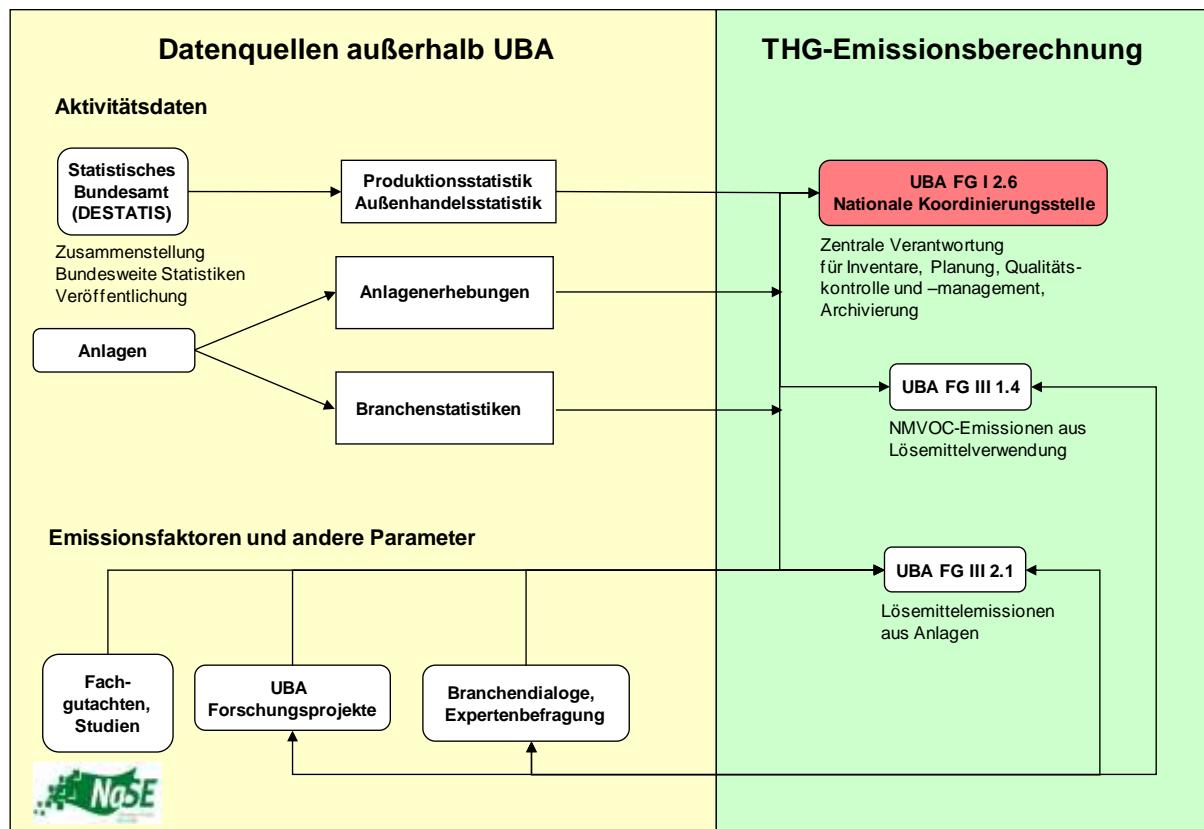


Abbildung 12: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus der Lösemittel- und anderen Produktverwendung

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus dem Bereich der Lösemittel- und anderen Produktverwendung ist das UBA-Fachgebiet *Stoffbezogene Produktfragen* (FG III 1.4) zuständig. Für die Untergruppe der Lösemittelemissionen aus Anlagen steht das UBA Fachgebiet *Übergreifende Angelegenheiten, Chemische Industrie, Feuerungsanlagen* (FG III 2.1) dem UBA-Fachgebiet *Stoffbezogene Produktfragen* im Rahmen dessen „Globalzuständigkeit“ zur Verfügung. Die Zuständigkeit für die Erfassung der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Produkten ist im UBA derzeit noch nicht hinreichend definiert.

Für die Aktivitätsdaten wird hauptsächlich auf veröffentlichte Statistiken des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen, insbesondere die Produktions- und Außenhandelsstatistik. Die Aktivitätsdaten werden ergänzt durch Branchenstatistiken und Informationen von Fachexperten. Für die N<sub>2</sub>O-Emissionen werden die Ergebnisse aus Forschungsvorhaben und Angaben der Unternehmen genutzt.

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

## 1.4.1.1.4 Landwirtschaft

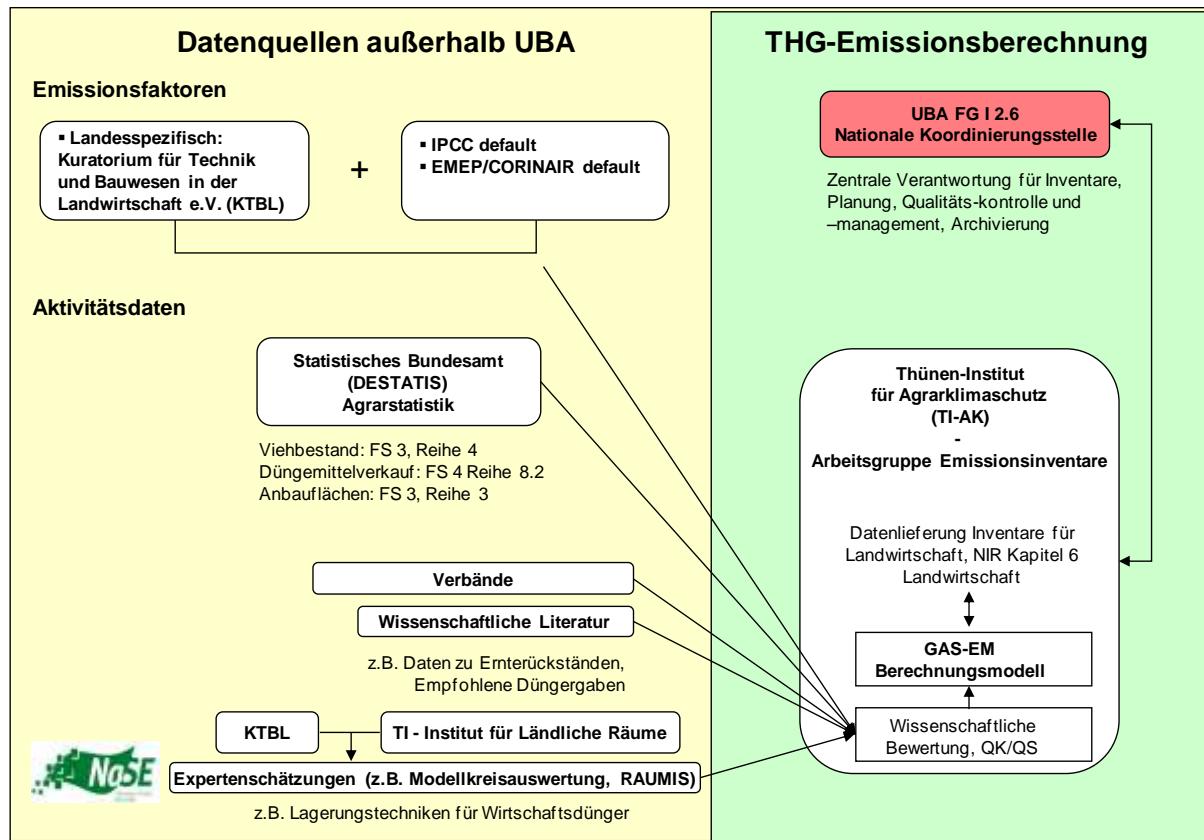


Abbildung 13: Verantwortlichkeiten und Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft

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

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

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

### 1.4.1.1.5 Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

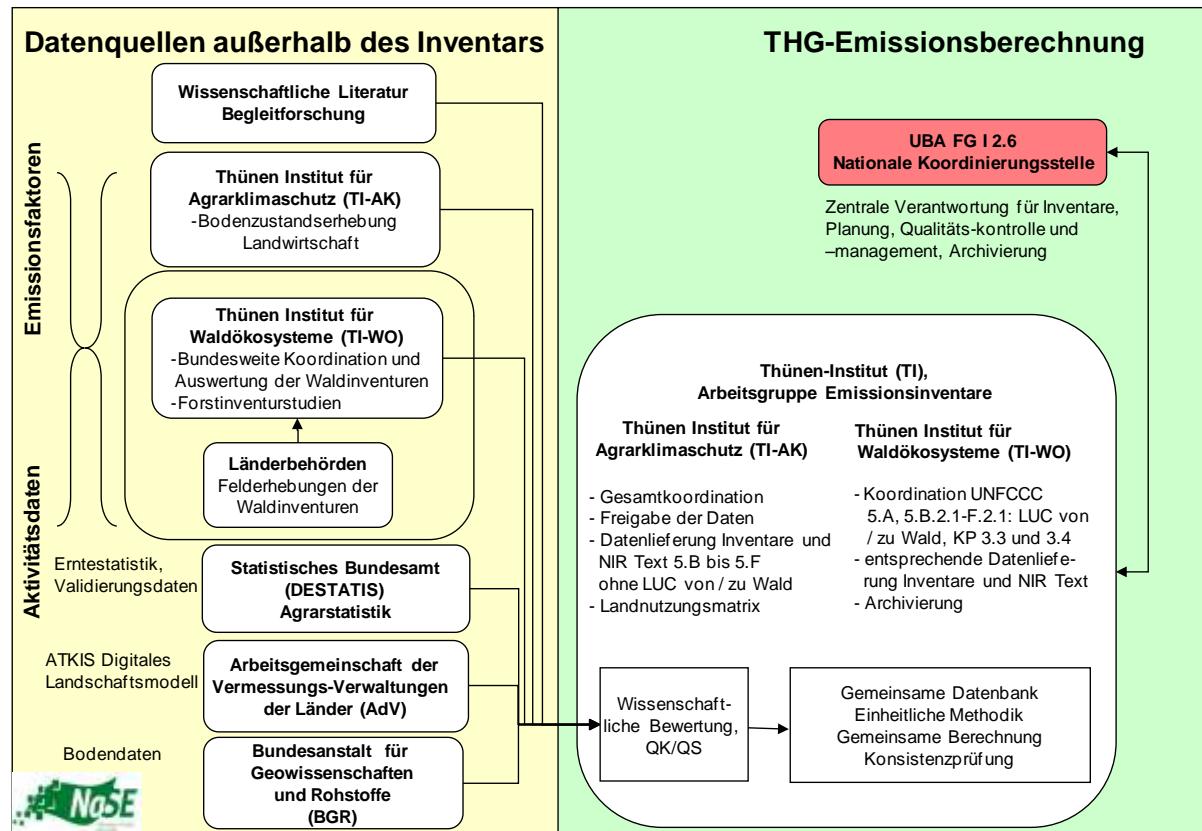


Abbildung 14: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) und KP-LULUCF

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

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

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

Projekte zur Verbesserung von Aktivitätsdaten, vor allem aber zur Ermittlung landesspezifischer Emissionsfaktoren für Kohlenstoff und Stickstoff bzw. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O, z.B. Projekt „Organische Böden“ (seit 2009), Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (seit

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

#### 1.4.1.1.6 Abfall und Abwasser

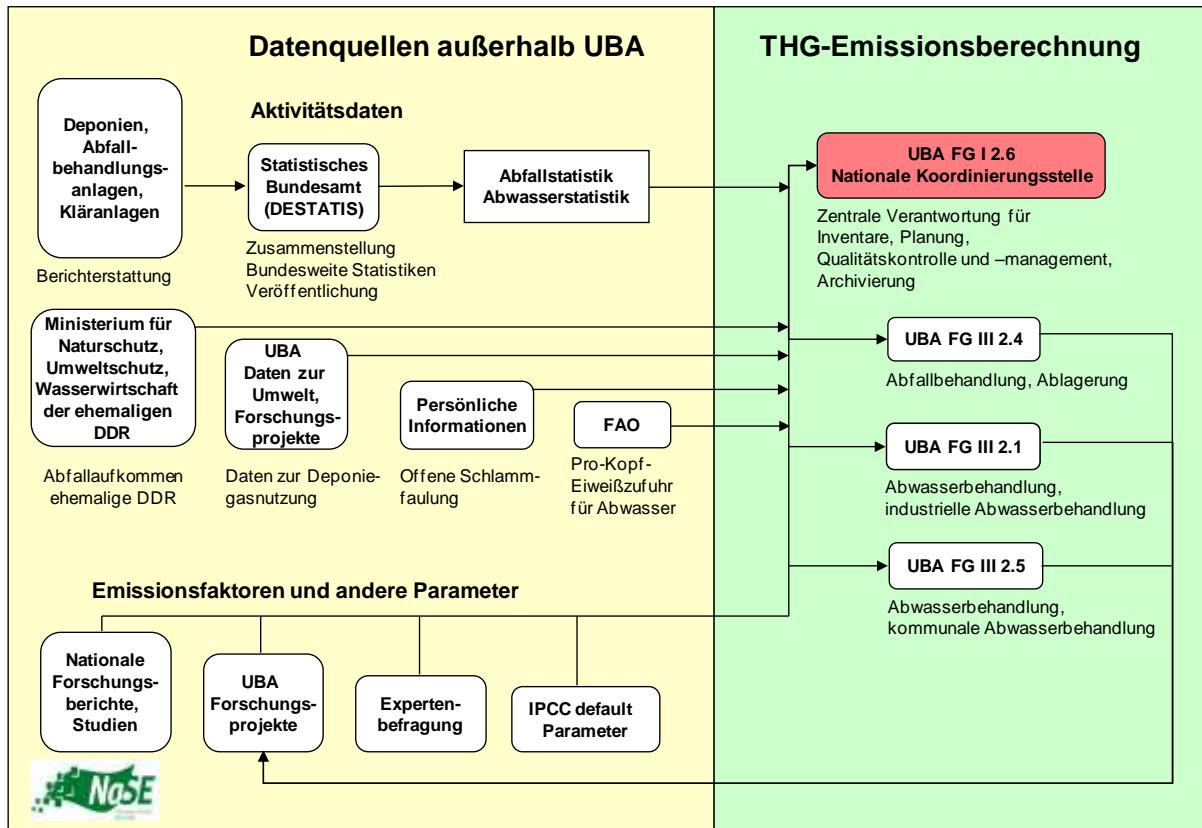


Abbildung 15: Datenfluss für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Abfall und Abwasser

Für die Berechnung der Emissionen aus dem Bereich Abfall ist bezüglich der Methodik und der Wahl der Parameter und Daten für die Berechnungen das UBA-Fachgebiet *Abfalltechnik und Abfalltransfer* (FG III 2.4) zuständig. Bei der Neuberechnung der Emissionen aus der Deponierung (Entwicklung der Tier 2 Methode für die Bundesrepublik Deutschland) im Jahr 2003 sowie der Verfeinerung der Tier-2-Methode im Jahr 2006 wurde das UBA durch ein Forschungsprojekt unterstützt (ÖKO-INSTITUT, 2004b).

Für die Aktivitätsdaten im Bereich Abfall wird hauptsächlich auf veröffentlichte Daten des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen, das detaillierte und disaggregierte Zeitreihen liefert. Genaue Angaben, welche statistischen Fachserien und Quellen genutzt wurden, sind im Abschnitt Abfall enthalten. Das Statistische Bundesamt hat keine Daten zu Abfallmengen der ehemaligen DDR veröffentlicht. Hier wurde auf eine offizielle Quelle des Ministeriums für Naturschutz, Umweltschutz und Wasserwirtschaft der ehemaligen DDR zurückgegriffen. Die Berechnungen der Deponiegasnutzung basieren auf Daten der Energiebilanzen und der Fachserie 19 des Statistischen Bundesamtes. Im Rahmen des In-Country-Review 2010 wurde die Datenbasis für die Deponiegasnutzung aktualisiert. Daten der Gasfassung bei Deponien in der Nachsorgephase werden seit 2012 statistisch erfasst.

Die Emissionsfaktoren und die anderen Parameter, die in die Berechnung der Emissionen aus der Abfalldeponierung, der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlung und der

Kompostierung eingehen, stammen aus nationalen Studien und Forschungsberichten, aus vom UBA direkt beauftragten Forschungsprojekten. Darüber hinaus wurden auch IPCC default Parameter genutzt. Zu einigen wenigen Parametern (z.B. Wahl der Halbwertszeit) wurden einzelne Experten befragt. Im entsprechenden Kapitel ist genauer dokumentiert, welche Parameter aus welchen Quellen stammen.

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

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

Die Emissionsfaktoren und die anderen Parameter, die in die Berechnung der Emissionen aus der Abwasserbehandlung eingehen, stammen aus nationalen Studien und aus vom UBA direkt beauftragten Forschungsprojekten. Zudem werden IPCC default Parameter genutzt. Zu einigen wenigen Parametern und methodischen Fragen (z.B. Auftreten von CH<sub>4</sub>-Emissionen in aeroben Abwasserbehandlungsverfahren) wurden verschiedene Experten direkt befragt.

#### 1.4.1.2 Methoden

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

Unterschieden werden Berechnungen nach länderspezifischen Methoden (CS – country specific), und nach in den einzelnen Quellgruppe unterschiedlich detaillierten IPCC Berechnungsmethoden (engl. *Tier*)<sup>16</sup>. Die Zuordnung der Berechnung zu den verschiedenen IPCC-Methoden hängt vom Anteil der Äquivalentemission der Quellgruppe an der Gesamtemission ab. Diese Zuordnung wird durch das Instrument der Key-Category Analyse getroffen (siehe hierzu Kapitel 1.5).

Die in indirektes CO<sub>2</sub> umgerechneten NMVOC Emissionen der Lösemittelverwendung werden auf Basis eines produktverbrauchs-orientierten Ansatzes gemäß den IPCC Guidelines 1996 berechnet.

---

<sup>16</sup> Tier 1 bezeichnet die jeweils einfacheren, mit weniger Eingangsdaten benutzbaren Berechnungsmethoden, während Tier 2 bzw. Tier 3 differenziertere Eingangsdaten benötigen und somit üblicherweise zu genaueren Ergebnissen führen.

## 1.4.2 KP-LULUCF-Aktivitäten

Die unter der KP-Berichterstattung verwendeten Datenquellen und Methoden unterscheiden sich nicht von den verwendeten Datenquellen und Methoden der Berichterstattung der Quellgruppen 5.A-5.F unter UNFCCC. Daher gibt es diesbezüglich keine Unterschiede. Siehe auch Kapitel 1.4.1.1.5 sowie Kapitel 7.2 und Anhang-Kapitel 19.4.

## 1.5 Kurzbeschreibung der Hauptkategorien

### 1.5.1 Treibhausgas-Inventar (*mit und ohne LULUCF*)

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

Im Ergebnis wurden in der Berichterstattung 2014 im Tier-1-Verfahren insgesamt 37 der untersuchten 121 Quell- bzw. Senkengruppen als Hauptquelle identifiziert. Nur 26 hiervon wurden gleichzeitig durch die Trend- und Levelanalysen als Hauptkategorie ermittelt. Zusätzlich wurden 6 Quellgruppen nur durch die Trend- bzw. 5 Quellgruppen nur durch die jeweiligen Levelanalysen als Hauptkategorie identifiziert. Im Tier-2-Verfahren wurden 9 weitere Hauptkategorien identifiziert (s. Tabelle 8).

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

Tabelle 5: Anzahl der Quellgruppen und Hauptkategorien

Kategorie			120	Hauptkategorien
nach Level 5	Level & Trend 26	Trend 6		37 (Tier 1) +9 (Tier 2) 46 (gesamt)

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

Gegenüber den im vergangenen Jahr ermittelten Ergebnissen haben sich nur geringe Änderungen ergeben. Die Anzahl der Hauptkategorien nach Tier-1-Analyse ist mit 37 unverändert geblieben. Die folgenden Quellgruppen sind keine Hauptkategorien mehr: N<sub>2</sub>O Emissionen aus der öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeversorgung und FKW Emissionen

aus der Primäraluminiumproduktion. Neu hinzugekommene Hauptkategorien sind: CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Schienenverkehr (1.A.3c) und von Siedlungen (5.E). Die Anzahl Hauptkategorien nach Tier-2-Analyse hat sich um eine erhöht.

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

### **1.5.2 Inventar einschließlich der KP-LULUCF Berichterstattung**

Im Ergebnis der im vorherigen Kapitel beschriebenen Analyse des UNFCCC-Inventars erwiesen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen/Einbindungen der Kategorien *Forest Land* (5.A), *Cropland* (5.B), *Grassland* (5.C) und *Settlements* (5.E) als Hauptkategorie. Für diese Kategorien wurde unter Anwendung der methodischen Vorgaben des Kapitels „5.4 methodological choice – identification of key categories“ der Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (IPCC, 2003) weitere detaillierte Analysen durchgeführt. Im Ergebnis wurden die in Tabelle 6 festgelegten Unterkategorien als Hauptkategorien für das KP-LULUCF-Inventar nach Artikel 3.3 identifiziert. Ausschlaggebend hierfür war die Höhe des Emissionsbeitrages bzw. der Emissionstrend. Unter Anwendung der Tabelle 5.4.4 wurden diesen Kategorien die entsprechend Artikel 3.4 gewählten Aktivitäten gegenüber gestellt. Deutschland hat unter diesem Artikel des Kyoto-Protokolls nur Waldbewirtschaftung gewählt. Diese Ergebnisse sowie die für die Auswahl angewendeten Kriterien enthält CRF-Tabelle NIR.3 (Tabelle 372 in Kapitel 17.1.4).

Tabelle 6: Ergebnis der Hauptkategorienanalyse KP-LULUCF

IPCC Source categories	Emissions / Sinks of	1990	2011	Key category assessment
<b>5.A.1 Forest Land remaining Forest Land</b>	<b>CO2</b>	63.453,1	47.074,1	•
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CH4	0,4	0,1	-
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	N2O	0,2	0,2	-
<b>5.A.2 Land converted to Forest Land</b>	<b>CO2</b>	5.878,6	4.776,8	•
KALK CROPLAND	CO2	1.158,9	1.844,3	-
<b>5.B.1 Cropland remaining Cropland</b>	<b>CO2</b>	20.608,0	22.617,3	•
5.B.1 Cropland remaining Cropland	N2O	IE	IE	IE
5.B.2 Land converted to Cropland	CO2	6.350,8	6.784,2	•
5.B.2 Land converted to Cropland	N2O	1,1	1,4	-
<b>5.C.1 Grassland remaining Grassland</b>	<b>CO2</b>	12.351,7	10.387,8	•
5.C.2 Land converted to Grassland	CO2	729,0	270,1	-
5.D.1 Wetlands remaining Wetlands	CO2	2.039,7	2.105,8	-
5.D.2 Land converted to Wetlands	CO2	169,6	172,1	-
5.E.1 Settlements remaining Settlements	CO2	1.382,4	1.632,0	-
5.E.2 Land converted to Settlements	CO2	953,1	2.517,4	-
5.F.1 Other Land remaining Other Land	CO2	0,0	0,0	-
5.F.2 Land converted to Other Land	CO2	0,0	0,0	-
5.G Other	CO2	116,8	61,0	-

Tabelle 7: Hauptkategorien für Deutschland gemäß Tier 1-Ansatz

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of	Base Year	Level				Trend		Emission Base Year	Emission 2011
				Base Year +sinks	LEVEL 1990	1990 +sinks	LEVEL 2012	2011 +sinks	2012	2012 +sinks	
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	144,6
1A1a Public electricity and Heat production	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	339.017,9
1A1b Petroleum Refining	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	20.005,9
1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	64.393,8
1A2a Manufacturing Industries and Construction: Iron and Steel	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	34.742,0
1A2e Manufacturing Industries and Construction: Food Processing	all fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	●	●	1.989,2
1A2f Manufacturing Industries and Construction: Other	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	137.298,8
1A3b Transport: Road Transportation	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	150.358,3
1A3c Transport: Railways	all fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	●	●	2.880,8
1A3e Transport: Other Transportation	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	-	-	-	4.751,7
1A4a Other Sectors: Commercial/Institutional	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	63.949,6
1A4b Other Sectors: Residential	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	129.474,0
1A4c Other Sectors: Agriculture/Forestry/Fisheries	all fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	11.059,8
1A5 Other: Include Military fuel use under this category	all fuels	CO2	●	●	●	●	-	-	●	●	11.811,1
1B1a Fugitive Emissions from Fuels: Coal Mining and Handling	Solid Fuels	CH4	●	●	●	●	-	-	●	●	18.415,2
1B1c Fugitive Emissions from Fuels: Other (Abandoned Mines)	Solid Fuels	CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	1.806,8
1B2b Fugitive Emissions from Fuels: Natural Gas	Gaseous Fuels	CH4	●	●	●	●	●	●	-	-	6.966,1
2A1 Mineral Products: Cement Production	Clinker Burning	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	15.145,8
2A2 Mineral Products: Lime Production	burning of Limestone and Dolomite	CO2	●	●	●	●	●	●	-	-	5.867,6
2B1 Chemical Industry	Ammonia Production	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	5.745,0
2B3 Chemical Industry	Adipic Acid Production	N2O	●	●	●	●	-	-	●	●	18.804,6
2B5 Chemical Industry	Other	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	6.888,2
2C1 Metal Production: Iron and Steel Production	Steel (integrated production)	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	22.711,9
2E Production of Halocarbons and SF6	Production of HCFC-22	HFC's	●	●	●	●	-	-	●	●	4.218,5
2F Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	HFC's	-	-	-	-	●	●	●	●	2.347,2
2F Industrial Processes	Consumption of Halocarbons and SF6	SF6	●	●	●	●	-	-	●	●	6.414,8
3D Total Solvent and Other Product Use		N2O	-	-	-	-	-	-	●	●	1.924,6
4A1 Enteric Fermentation	Dairy Cattle	CH4	●	●	●	●	●	●	-	-	16.037,4
4A1 Enteric Fermentation	Non-Dairy Cattle	CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	12.229,0
											7.948,9

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of	Level						Trend		Emission Base Year	Emission 2011
			Base Year	Base Year +sinks	LEVEL 1990	1990 +sinks	LEVEL 2012	2011 +sinks	2012	2012 +sinks		
4D1 Agricultural Soils	Direct Soil Emissions	N2O	●	●	●	●	●	●	●	●	29.147,5	25.790,6
4D3 Agricultural Soils	Indirect Emissions	N2O	●	●	●	●	●	●	●	●	16.427,5	13.810,0
5A Forest Land		CO2		●		●		●			-69.331,7	-51.850,9
5B Cropland		CO2		●		●		●			28.117,7	31.245,7
5C Grassland		CO2		●		●		●			11.622,7	10.117,7
5E Settlements		CO2		-		-		●			2.335,4	4.149,4
6A Solid Waste Disposal on Land	Managed Waste Disposal on Land	CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	38.598,0	10.206,0
6B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	CH4	-	-	-	-	-	-	-	●	1.483,2	22,5

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

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of
1.A.1.a Public electricity and Heat production	All Fuels	N <sub>2</sub> O
1.A.4.b Other Sectors: Residential	All Fuels	CH <sub>4</sub>
1.B.2.c Venting & Flaring		CO <sub>2</sub>
4.B.1.a Manure Management: Other	Dairy Cattle	CH <sub>4</sub>
4.B.1.a Manure Management: Other	Dairy Cattle	N <sub>2</sub> O
4.B.1.b Manure Management: Other	Non-Dairy Cattle	N <sub>2</sub> O
4.D.2 Agricultural Soils	Pasture, Range and Paddock Manure	N <sub>2</sub> O
5.D Wetlands		CO <sub>2</sub>
6.B Wastewater Handling	Domestic and Commercial Wastewater	N <sub>2</sub> O

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

### **1.6.1 Prozeduren zu Qualitätssicherung- und –kontrolle**

#### **1.6.1.1 QK/QS-Plan**

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

#### **Organisation:**

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

#### **Planung:**

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

#### **Durchführung:**

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

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

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

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

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

### 1.6.1.2 Inventarplan

Für die Erstellung des Inventarplans werden die Ergebnisse der QK/QS-Checklisten aller Quellgruppen ausgewertet. Sie werden ergänzt um die im NIR benannten Verbesserungsaktivitäten (s. Kapitel 10.4.1), um die Auswertung der Ergebnisse der verschiedenen Reviewprozeduren der UNFCCC und der EU-Kommission sowie um sonstige Verbesserungsbedarfe. Der Inventarplan umfasst damit eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen, die von unterschiedlichen Rollen des QSE (FV, QKV, FAP, NIRK, ZSEK, QSEK und NaSEK; siehe Rollenkonzept des QSE Kapitel 1.3.3.1.3) und den in die Emissionsberichterstattung eingebundenen Bundesministerien Deutschlands (siehe Kapitel 1.2.1.4) umzusetzen sind. Da die einzelnen Maßnahmen des Inventarplans aufgrund ihrer großen Anzahl hier nicht darstellbar sind, wurden sie zu den in Tabelle 9 dargestellten übergeordneten Maßnahmen zusammengefasst. Der Inventarplan wird in einem fortlaufenden Prozess mindestens jährlich aktualisiert.

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

Tabelle 9: Inventarplan 2014

Hauptkategorie	CRF	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug Berichtsjahr
Energy	1.A, 1.A.3.d.i, 1.A.4.c.iii	Überprüfung, ob die Anforderungen der IPCC-Good Practice Guidance an die Auswahl der Berechnungsmethode und die Verfahren bei vorliegenden Methodenwechsel erfüllt sind oder ob bestehende Berechnungsmethoden/Modelle ggf. angepasst werden müssen.	ARR, CHKL	2012-2014
Industrial Processes	2.C.1		ARR	2012
Agriculture	4.B		NIR	2013
Waste	6.B.2		CHKL	2014
Energy	1.A.1, 1.A.1.c, 1.A.2.f, 1.A.3.e	Überprüfung, ob die verwendeten Datenquellen(n) langfristig verfügbar sind.	CHKL	2014
Energy	1.A.3.c	Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	CHKL	2014
Industrial Processes	2.A.7.(b)		CHKL	2013
Waste	6.B.1		NIR	2013
Energy	1.A.3.e.ii, 1.A.4.c.ii, 1.C.1.b	Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.	CHKL	2011, 2014
Industrial Processes	2.A.5		CHKL	2012
Waste	6.B.2		CHKL	2011
General	General		ARR	2013
Energy	1.A.3.b+c, 1.A.3.e.ii, 1.A.4.c.iii	Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	CHKL	2010, 2012, 2014
Industrial Processes	2.A.6		CHKL	2012
Waste	6.B.2		CHKL	2014
Energy	1.A.2.e, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c+d.ii+e.ii, 1.A.4.c.ii+iii, 1.A.5.b, 1.C.1.b	Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	CHKL	2011-2014
Industrial Processes	3.D.1+4		CHKL	2014
Waste	6.B		CHKL	2011-2014
General	General		Sonstige, CHKL	2014
Energy	1.A.1, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c+d.ii+e.ii, 1.A.4.c.iii, 1.A.5.b	Überprüfung, ob Datenlieferanten bzw. Auftragnehmer geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchführen und ob die durch die Nationale Koordinierungsstelle festgelegten Anforderungen an die Emissionsberichterstattung an diese weitergegeben und umgesetzt werden.	CHKL	2010, 2012, 2014
Industrial Processes	2.A.6, 2.C.2	Emissionsberichterstattung an diese weitergegeben und umgesetzt werden.	CHKL	2012
LULUCF	5.A.(f)		CHKL	2012
Waste	6.B.2		CHKL	2012
Energy	1, 1.A.2.+f, 1.A.3.b+c+d.ii+e.ii, 1.A.4.c.ii+iii, 1.A.5.b	Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.	CHKL, ARR	2011-2014
Industrial Processes	2, 2.A.1+2+4.(a)+7.(b), 2.B.5.(e), 2.B.5.(f)		CHKL, ARR	2012-2014
LULUCF	5, 5.B-D		CHKL, NIR	2011, 2014
Waste	6.B.2		CHKL	2011, 2014
General	General	Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen berücksichtigt werden konnten.	ARR	2010
Energy	1.A.		ARR	2010
Waste	6.B.2		ARR, CHKL	2009, 2014
General	General		ARR	2011
Energy	1, 1.A.2.a+f(a+b), 1.A.3.a.ii+b, 1.B.2.b	Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	NIR, CHKL, ARR	2012-2014
Industrial Processes	2, 2.A.3, 2.C.1		ARR	2012-2013
Waste	6.A.1, 6.B.2, 6.D.2		NIR, CHKL	2013-2014
Energy	1.A.3.e.ii, 1.A.4, 1.A.4.c.ii	Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen	CHKL, ARR	2011-2014
Waste	6.B.2, 6.D.1	(ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	CHKL, NIR	2014
Energy	1.C.1.b	Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen	NIR	2013
LULUCF	5.A	(ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	NIR	2012
Waste	6.B.1		ARR	2012-2013
Waste	6.B.2	Überprüfung, ob Dateneingaben in das ZSE richtig im Sinne einer fehlerfreien Eingabe von Zahlen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren und korrekter Einbindung sind.	CHKL	2014
Energy	1.B.1	Überprüfung, ob die Quellgruppe für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben	ARR	2011
Industrial Processes	2.B.1		ARR	2012
LULUCF	5.A.(d+e)	"Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben	CHKL	2014
Waste	6.B	ist.	CHKL, ARR	2011-2012, 2014
Industrial Processes	2	Überprüfung, ob Rekalkulationen durchzuführen sind. Falls dies der Fall ist, sind sie nachvollziehbar zu dokumentieren.	ARR	2013

Hauptkategorie	CRF	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug Berichtsjahr
General	General		ARR, Sonstige	2011, 2014
Energy	1.A.2.e, 1.A.2.f(a+b), 1.A.3.c+d-d.ii, 1.A.3.e.ii, 1.A.4.+c.ii, 1.B.2		CHKL, Sonstige, NIR	2010-2014
Industrial Processes	2.A.3+5, 2.C.1	Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	NIR, ARR	2012-2013
Agriculture	4.A+B+D		NIR	2011, 2012
LULUCF	5.B+C		NIR	2012+2013
Waste	6.B		Sonstige	2013
KP	Kyoto Protocoll		ARR	2013
Energy	1.A.2.b, 1.A.2.e, 1.B.1, 1.B.2.b, 1.B.2.c.(a)		CHKL	2013-2014
Industrial Processes	2.A.5+6	Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.	CHKL	2014
Solvent & Other	3.D.1+4		CHKL	2014
Energy	1.A.4.c.iii, 1.B.2, 1.B.2.a.v, 1.C.1.b		NIR, CHKL	2011-2014
Industrial Processes	2.A.6	Initiierte Forschungsprojekte zur Inventarverbesserung.	NIR	2012
LULUCF	5.B-D		NIR, CHKL	2011, 2012, 2014
Waste	6.D.1		CHKL	2014

Seit erstmaliger Veröffentlichung eines Inventarplanes mit der Berichterstattung 2007 sind mehrere tausend Handlungs- bzw. Verbesserungsbedarfe im Qualitäts-System zur Verbesserung adressiert worden. Da diese Summe insgesamt nicht übersichtlich darstellbar ist, wird im Folgenden ein Überblick über die Entwicklung des IP seit der Berichterstattung 2010 gegeben.

Zum Ende des Berichterstattungsjahres 2014 besteht der Inventarplan aus rund 1350 Handlungs- bzw. Verbesserungsbedarfen. Sie verteilen sich auf etwa 160 Quellgruppen. Von den enthaltenen Verbesserungsbedarfen sind derzeit rund 1000 (Vorjahr 750) erledigt.

Mit der Berichtsrunde 2014 sind ca. 220 Verbesserungsbedarfe neu erkannt worden, wobei die Reviewergebnisse der Jahre 2012 & 2013 erst in diesem Jahr aufgenommen worden sind - rund 80 von ihnen konnten bereits mit der diesjährigen Berichtsrunde erledigt werden. Die Schwerpunkte der erreichten Verbesserungen liegen in den Bereichen Reviewergebnisse, Dokumentation und Verifizierung. Schwerpunkte der 235 (Vorjahr 254) offenen bzw. in Bearbeitung befindlichen Verbesserungsbedarfe sind Verifizierung, Dokumentation, und Sonstige Verbesserungen. Berücksichtigt man bei der Anzahl der offenen Verbesserungsbedarfe die Anzahl von Wiederholungen, die sich durch die Wiedergabe von Checklisten- und Reviewergebnissen der Vorjahre zwangsläufig ergeben können, so liegen derzeit tatsächlich 368 offene Verbesserungsbedarfe vor.

In der Übersicht der Tabelle 10 werden detailliertere Informationen zu den erledigten Verbesserungsbedarfen gegeben. In beiden Tabellen (Tabelle 9 & Tabelle 10) sind die Reviewergebnisse der Jahre 2006 bis 2013, die im NIR getroffenen Aussagen zu geplanten Verbesserungen der Jahre 2011 bis 2014, die sonstigen Verbesserungsbedarfe der Jahre 2008 bis 2014 sowie die CHKL-Ergebnisse der Jahre 2010 bis 2014 enthalten.

Detailinformationen zu einzelnen Verbesserungen hinsichtlich Quellgruppe, Priorität, Terminisierung, Zuständigkeit, Gas, Brennstoff, Handlungsbedarf etc. können aufgrund des erheblichen Umfangs der Informationen hier nicht dargestellt werden. Weiterführende Auszüge aus dem Inventarplan können für die erledigten Reviewergebnisse unter Tabelle 334 (Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen) und für die im NIR getroffenen Aussagen zu geplanten Verbesserungen unter Tabelle 335 (Zusammenfassung und aktueller Bearbeitungsstand der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen) eingesehen werden.

# Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

Umweltbundesamt

Tabelle 10: Inventarplan - erledigte Handlungsbedarfe/Verbesserungen

Hauptkategorie	CRF	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug_Berichtsjahr
Energy	1.A	Überprüfung, ob die Anforderungen der IPCC-Good Practice Guidance an die Auswahl der Berechnungsmethode und die Verfahren bei vorliegenden Methodenwechsel erfüllt sind oder ob bestehende Berechnungsmethoden/Modelle ggf. angepasst werden müssen.	ARR	2008
Industrial Processes	2.B.5, 2.E.3, 2.F.1+6		S&A I, NIR, CHKL	2006, 2010, 2012
Agriculture	4.A+B, 5.D		NIR, ARR, Sonstige	2009, 2011, 2012
Waste	6.A		ARR	2011
Energy	1.A.2		CHKL	2011
Agriculture	4.A.(a), 4.B.(a)	Überprüfung, ob die verwendeten Datenquellen(n) langfristig verfügbar sind.	CHKL	2010
LULUCF	5		Sonstige	2008
Waste	6.D.(b)		CHKL	2010
Energy	1.A.3.c		CHKL	2010
Industrial Processes	2.C.2+3	Überprüfung, ob Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 vorliegen.	CHKL	2010-2011
Agriculture	4.A.(b), 4.D		CHKL	2010-2011
LULUCF	5.A.(b)		CHKL	2012
Waste	6.A.1	Überprüfung, ob die Quellgruppe vollständig durch die Datenquelle abgedeckt wird und die Datenzuschnitte der EF und AR übereinstimmen.	NIR	2012
General	General		ARR	2011
Energy	1.A.2, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c, 1.A.3.e.ii, 1.A.5.b		CHKL	2010-2012
Industrial Processes	2.A.5, 2.C.1-3	Überprüfung, ob die Unsicherheiten ermittelt wurden und vollständig sind.	CHKL, NIR Sonstige,	2010-2011
LULUCF	5, 5(III+IV), 5.A.(c+f), 5.B-F		CHKL, NIR, ARR	2008, 2010-2011
Waste	6.A.1, 6.B.2		CHKL	2011
Energy	1.A, 1.A.1+2, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c, 1.A.3.d.ii, 1.A.3.e, 1.A.4, 1.A.4.c.ii, 1.A.5.a+b, 1.B.1+2, 1.C.1.b		CHKL, ARR	2010-2012
Industrial Processes	2.C.1-3, 2.D.1+2	Überprüfung, ob die geforderten Aufzeichnungs- und Dokumentationspflichten erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	CHKL	2010-2011
Agriculture	4.A.(a), 4.B.(a)		CHKL CHKL, Sonstige	2010
LULUCF	5, 5(III+IV), 5.A-F		CHKL	2008, 2010
Waste	6.A.1, 6.B.2, 6.D.		CHKL	2010-2012
Energy	1.A.2, 1.A.3.a.ii, 1.A.3.b+c, 1.A.3.d.ii, 1.A.3.e.ii, 1.A.4.c.ii, 1.A.5.b, 1.C.1.b	Überprüfung, ob Datenlieferanten bzw. Auftragnehmer geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchführen und ob die durch die Nationale Koordinierungsstelle festgelegten Anforderungen an die Emissionsberichterstattung an diese weitergegeben und umgesetzt werden.	CHKL	2010-2011
Industrial Processes	2.C.2		CHKL	2011
Agriculture	4, 4.A., 4.B., 4.D		CHKL, Sonstige	2008, 2010-2011
LULUCF	5, 5(III), 5.A.(f), 5.B-F		CHKL, Sonstige	2008, 2010, 2012
Waste	6.B.2		CHKL	2010-2011
Alle	Alle		ARR	2008
Energy	1, 1.A, 1.A.1+2, 1.A.3.a-e, 1.A.4, 1.A.4.c.iii, 1.A.5.a+b, 1.B.1+2, 1.C.1.a	Überprüfung, ob die Anforderungen zum Abgleich und zur Verifizierung von Daten bzw. zugrunde liegender Annahmen erfüllt werden.	ARR, Eu-Rev, S&A I, CHKL, NIR	2006-2008, 2010-2013
Industrial Processes	2.A.1+2, 2.A.4, 2.A.6+7., 2.B.1, 2.C.1-3, 2.D.2,		CHKL, NIR	2010-2013
LULUCF	5(III), 5.B-F		CHKL	2010, 2012
Waste	6.A.1, 6.B		CHKL	2011-2013
General	General		ARR, IRR	2006, 2009-2013
Energy	1, 1.A, 1.A.1+a+b, 1.A.2, 1.A.2.a, 1.A.2f, 1.A.3.b-d, 1.B.1+2, 1.BU.1, 1.C.1		ARR, IRR, SL	2006, 2008-2013
Industrial Processes	2, 2.A.1-4, 2.B.1-3, 2.C.1-4, 2.E, 2.F	Überprüfung, ob die Hinweise aus den Inventarüberprüfungen und dem Inventarplan berücksichtigt werden konnten.	ARR, IRR, CHKL	2006, 2008-2010, 2012-2013
Solvents	3.A – 3.D		ARR	2008, 2012
Agriculture	4, 4.A-B, 4.D		ARR, IRR, NIR	2006, 2008-2010, 2012-2013
LULUCF	5, 5.A-D		ARR, IRR, SL	2006, 2008-2010, 2012-2013
Waste	6, 6.A, 6.B, 6.B.2, 6.C, 6.D		ARR, IRR	2006, 2008-2010, 2012-2013
KP	Kyoto Protocol		ARR	2010-2013

Hauptkategorie	CRF	Planung zur Inventarverbesserung / Handlungsbedarf	Quelle	Quellenbezug_Berichtsjahr
General	General		ARR	2011
Energy	1.A, 1.A.1+2, 1.A.2.a+f, 1.A.3.b+d, 1.A.4, 1.B.1.a, 1.B.2		ARR, EU-Rev, S&A I, CHKL,	2006-2008, 2010-2011, 2013 NIR
Industrial Processes	2, 2.A.5+6, 2.B.2+5, 2.C.1, 2.D.1.(b), 2.F.1	Überprüfung, ob die Anforderungen an die Datenkonsistenz erfüllt werden und die jeweiligen Unterlagen vollständig und nachvollziehbar sind.	EU-Rev, CHKL	2007, 2010-2011
Agriculture	4, 4.D		ARR	2008
LULUCF	5, 5.A.2, 5.B.1, 5.C.1		EU-Rev, NIR	2007, 2013
Waste	6.A.1, 6.B.2		EU-Rev, CHKL	2007, 2011-2012
Energy	1.A.1, 1.A.2, 1.A.3.d, 1.A.4, 1.A.5.a		EU-Rev, S&A I, NIR	2006, 2007, 2013
Industrial Processes	2.B.1, 2.C.4, 2.F	Überprüfung, ob die EF die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	EU-Rev, NIR	2007, 2011
Agriculture	4.B, 4.B.(b)		EU-Rev, NIR	2007, 2012
LULUCF	5.C.2		EU-Rev	2007
Alle	Alle		Sonstige	2008
Energy	1.A.1; 1.A.2; 1.A.4; 1.A.5.a, 1.B.1c	Überprüfung, ob die AR die Anforderungen an die Vollständigkeit erfüllen (ohne Fehlstellen, vollständig dokumentiert und plausibel).	EU-Rev, S&A I, NIR, CHKL	2006, 2007, 2011-2012
Industrial Processes	2.A.7.(a)		NIR	2011-2012
Agriculture	4.A(b)+B+D		NIR, CHKL	2011-2013
LULUCF	5.A-C		NIR	2011-2012
Waste	6.A.1, 6.D.2		NIR	2011-2012
Waste	6.B.2	Überprüfung, ob Dateneingaben in das ZSE richtig im Sinne einer fehlerfreien Eingabe von Zahlen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren und korrekter Einbindung sind.	CHKL	2011
General	General		ARR	2011
Energy	1, 1.A., 1.A.1, 1.A.2.f.(a+c+d), 1.B.1.c, 1.B.2.a	Überprüfung, ob die Quellgruppe für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben ist.	ARR, CHKL	2008, 2011-2013
Industrial Processes	2.A.6, 2.A.7(b), 2.C, 2.C.2+3, 2.D.1.(b)		EU-Rev, CHKL	2007, 2010-2011, 2013
LULUCF	5		ARR	2011
Waste	6.B.1, 6.C		ARR, CHKL	2011+2013
General	General		ARR	2011
Energy	1, 1.A.1+2+4		EU-Rev, S&A I	2006, 2007
Industrial Processes	2	Überprüfung, ob Rekalkulationen durchzuführen sind. Falls dies der Fall ist, sind sie nachvollziehbar zu dokumentieren.	EU-Rev, S&A I, ARR	2006, 2007, 2011
LULUCF	5.A		ARR	2011
Agriculture	4		S&A I	2006
Waste	6, 6.D		S&A I, EU- Rev	2006, 2007
General	General		Sonstige	2010, 2013
Energy	1.A., 1.A.2.f.(a-d), 1.A.3.a+b+e, 1.A.4.a.ii+c.ii, 1.A.5.b, 1.B.1, 1.B.2.d		NIR, Sonstige, CHKL	2009-2013
Industrial Processes	2.A.5, 2.C.1, 2.D.1	Handlungsbedarfe unterschiedlichen Inhalts.	CHKL, NIR	2010-2012
Solvents	3.A+B, 3.D.1+4+5		CHKL	2010
Agriculture	4.		NIR	2011
LULUCF	5, 5.A-D		ARR, NIR	2008, 2011
Waste	6.B.2		Sonstige	2013
Energy	1.A.2.e+d, 1.A.3.e.i		CHKL	2010, 2013
Industrial Processes	2.A.4.(b), 2.A.5-6, 2.B.5.(e), 2.D.1	Überprüfung ob Zuständigkeiten aktualisiert werden müssen.	CHKL	2010-2013
Waste	6.B.2		CHKL	2010
Energy	1.A.1, 1.A.2.f, 1.A.3.c-e, 1.B.1.c, 1.B.2		NIR	2011-2012
Industrial Processes	2.A.2, 2.F.9	Initiierte Forschungsprojekte zur Inventarverbesserung.	NIR	2011+2012
Agriculture	4.B		NIR	2012
LULUCF	5.A+E		NIR	2011-2012
Waste	6.A.1, 6.D.1		NIR	2011-2012

## 1.6.2 Aktivitäten zur Verifizierung

### 1.6.2.1 Verfahren zur Nutzung der Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels

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

Seit dem Beginn des ETS-Monitorings liegt für die jährlich verursachten Emissionen eine gesicherte Datenbasis des Emissionshandels vor. Diese Daten gestatten in aggregierter Form quellgruppenspezifische Aussagen über Vollständigkeit und Konsistenz für Teile des Emissionsinventars. 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 (siehe Kapitel 1.3.3.1.8). Um die Potentiale regelmäßig nutzen zu können, ist für den jährlich erforderlichen Datenaustausch dieses formalisierte Verfahren mit terminlichen Festlegungen vereinbart worden.

Für Quellgruppen, die berichtspflichtige Anlagen unter dem CO<sub>2</sub>-Emissionshandelsregime (ETS) beinhalten, werden die Monitoring-Daten des Europäischen Emissionshandels zur Qualitätsverbesserung der jährlichen nationalen Emissionsinventare genutzt. Informationen finden sich in den Quellgruppenkapiteln zur Verifikation, wobei nur in Einzelfällen die detaillierten Vergleiche aufgeführt sind. Aus Geheimhaltungsgründen, hier insbesondere für einige Inventardetails, sind die Ergebnisse der Vergleiche meist textlich beschrieben. Tabellen mit den verwendeten Daten können nur im Zuge von Inventarüberprüfungen zur Kenntnis gegeben werden. Einen exemplarischen Überblick über eine erfolgreiche Verifikation bietet der Vergleich der brennstoffbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren im Anhang-Kapitel 18.7.3.

Die Bereitstellung der Datenbasis von der DEHSt an die Fachverantwortlichen der Inventare erforderte bereits mehrmals projektbasierte Unterstützung, weil auf diese Weise eine personenbezogene Geheimhaltungsverpflichtung leichter umsetzbar ist als mit Mitarbeitern des Umweltbundesamtes. In einem Forschungsprojekt (ÖKO-INSTITUT, 2006b) gelang die Erstellung von Zuordnungsregeln, die die Vergleichbarkeit der Daten der verifizierten Emissionsberichte mit der Struktur der Inventardatenbank jahresweise ermöglichen. Die einmalig erstellten Vergleiche haben die Nutzbarkeit zur Verifizierung einzelner Quellgruppen und Identifikation von Fehlstellen prinzipiell bestätigt. Ab dem Jahre 2011 wurde in einem Nachfolgeprojekt „D.E.N.K.“ untersucht, ob sich die Zuordnungsregeln verbessern lassen und das Verfahren weiter automatisiert werden kann. Dabei wurde deutlich, dass die Menge an Daten aus dem ETS für die Inventarberechnungen ressourcen- und zeitkritisch sind. Bei Abweichungen in den gebildeten Aggregaten, die den Anforderungen an die Vertraulichkeit

von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen genügen, ist eine Prüfung der einzelbetrieblichen Datensätze notwendig. Diese Hürde wurde auch bei einem internationalen Workshop innerhalb des Projektes von den Experten anderer Länder für die deutsche Situation bestätigt. Die Prüfung der Datensätze des ETS (statt der automatisierten Nutzung der Aggregate) stößt bei der Zahl von ca. 35.000 an ihre Grenzen und wird demzufolge nicht dem Verfahren in anderen Ländern anzugeleichen sein.

### 1.6.2.2 Workshops zum Nationalen System (Peer Review)

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

In Mai 2009 wurde ein zweiter Workshop zum Nationalen System durchgeführt, der einer erneuten Überprüfung der Inventare durch unabhängige Dritte entsprechend des Paragraphen 15 (b) der *Guidelines for National Systems* diente. Dieser zweite Workshop fokussierte sich auf spezifische Quellgruppen des Inventars. Ausgewählt wurden die Bereiche N<sub>2</sub>O aus der Produktverwendung, Emissionen aus der nicht-energetischen Verwendung fossiler Brennstoffe und SF<sub>6</sub>-Emissionen aus der Photovoltaik-Industrie. Es wurden Experten aus den jeweiligen Branchen, Industrievertreter, aber auch unabhängige Experten zur Diskussion der Inventarbereiche eingeladen. So waren für den Einsatz von N<sub>2</sub>O Industriegasehändler, der Bundesverband der Anästhesisten und die Bundesanstalt für Materialforschung eingeladen. Zum nicht-energetischen Verbrauch konnten Gespräche mit dem Verband der chemischen Industrie und davon betroffenen Chemieproduzenten geführt werden. Für die Photovoltaikproduktion konnten Produzenten, Industriegasehändler, Anlagenbauer, Universitäten und Forschungseinrichtungen zum Workshop gewonnen werden. Die Themen wurden umfangreich und intensiv diskutiert. Der Workshop hat wesentlich zur Verbesserung der Datenlage und damit zur Verbesserung der Qualität der Berichterstattung beigetragen.

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

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

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

Im Februar 2011 fand in Wien ein Expertentreffen zu einer gegenseitigen länderübergreifenden Überprüfung speziell zur Berichterstattung der F-Gase statt. Teilnehmer waren Großbritannien, Österreich und Deutschland. Nach einer grundsätzlichen

Vorstellung der Datenerhebung in den drei Ländern wurden die einzelnen Anwendungsbereiche detailliert betrachtet und hinsichtlich Datenquellen, Genauigkeit, Emissionsfaktoren und anderer Kriterien verglichen. Dabei wurde deutlich, dass Deutschland über das meiste fachliche Hintergrundwissen verfügt und damit die Vollständigkeit und Plausibilität der vorhandenen Daten vermutlich am besten einschätzen kann.

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

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

### **1.6.3 Umgang mit vertraulichen Informationen**

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

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

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

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

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

Um eine genaue Einschätzung der Erfordernisse und der Möglichkeiten beim Umgang und der Nutzung der Datenbestände der Emissionsberichterstattung vornehmen zu können, hat die Nationale Koordinierungsstelle 2008 einen Auftrag zur Erstellung eines juristischen Gutachtens erteilt. Die Ergebnisse flossen in die Überarbeitung und Weiterentwicklung eines Konzepts der Nationalen Koordinierungsstelle zum Umgang mit vertraulichen Daten ein.

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

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

## 1.7 Generelle Unsicherheitenschätzung

### 1.7.1 Treibhausgas-Inventar

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

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

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

Im Forschungsvorhaben 202 42 266 (UBA, 2004) ist eine Ermittlung der Unsicherheiten nach Tier 1 und nach Tier 2 gemäß Kap 6 der GPG vorgenommen worden. Für die Berichterstattung 2009 ist seitdem diese Datengrundlage kontinuierlich verbessert und die Unsicherheitsangaben für das Treibhausgasinventar weiter vervollständigt worden. Deutschland berichtet im aktuellen NIR Unsicherheiten, die nach der Tier-1-Methode ermittelt worden sind. Die Angaben zur Unsicherheit der verwendeten Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren und Emissionen stammen dabei aus der Datenbank ZSE. Diese basieren auf Expertenschätzungen der UBA Facheinheiten und externer Einrichtungen. In einigen Fällen liegen die Angaben zur Unsicherheit noch nicht vollständig als Expertenschätzung vor, so dass dann im Rahmen der Tier-1-Berechnung eine Ergänzung dieser Angaben aus anderen Quellen (z.B. einschlägige Fachliteratur) erfolgt.

In Deutschland werden die Unsicherheiten nach der Tier 2 Methode alle 3 Jahre ermittelt und hätten im letzten Jahr wieder berichtet werden sollen. In dieser Zeit erfolgte jedoch eine Umstellung der Berechnungsalgorithmen und eine Methodenumstellung für die Berechnung. Diese erfolgt nun nicht mehr in einem separaten Verfahren sondern wurde zur Verbesserung der Konsistenz der erhaltenen Ergebnisse direkt in die Datenbank, das Zentrale System

Emissionen ZSE integriert. Mittlerweile liegen erste Ergebnisse vor und wurden ebenso wie der geänderte methodische Verfahrensansatz im Rahmen eines Auftrages durch ein externes Unternehmen verifiziert. Dabei wurden fehlerhafte Berechnungsalgorithmen identifiziert und mittlerweile auch korrigiert. Diese Änderungen werden z. Z. programmiert und in das Datenbank-System implementiert. Danach erfolgt eine Überprüfung des integrierten Verfahrens. Diese Arbeiten können erst im laufenden Jahr 2014 abgeschlossen werden. Aus diesen Gründen können die Ergebnisse der Tier 2 Unsicherheitenbestimmung erst mit der nächsten Berichterstattung im NIR 2015 berichtet werden.

### 1.7.1.1 Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung nach Tier 1

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

### 1.7.1.2 Ergebnisse der Unsicherheitenschätzung

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

- Gemäß der Ergebnisse aus einem FuE-Vorhaben (RENTZ et al, 2002) sind die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für indirekte Treibhausgase in stationären Feuerungsanlagen (CRF 1.A.1) als Folge ihrer regelmäßigen Überwachung vergleichsweise gering. Für die N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren werden höhere Unsicherheiten ausgewiesen, da die Emissionen von N<sub>2</sub>O im Normalfall nicht überwacht werden. Gleiches gilt auch für die Emissionsfaktoren von CH<sub>4</sub>.
- Für die Quellkategorie Verkehr (überwiegend CRF 1.A.3) ist generell von geringen Unsicherheiten auszugehen, da die Treibstoffeinsätze und die Fahrzeugflotten aufgrund ihrer Steuerpflicht sehr genau bekannt sind und die Emissionsfaktoren sehr differenziert modelliert und in der Regel messtechnisch ermittelt werden. Hier ergeben sich möglicherweise Unsicherheiten aus systematischen Messfehlern oder aus falscher Disaggregation.

- In der Quellgruppe der diffusen Emissionen (CRF 1.B) liegen bei den Aktivitätsraten zu flüssigen und gasförmigen Brennstoffen (CRF 1.B.2) aufgrund derer Steuerpflicht geringen Unsicherheiten vor. Eine Ausnahme bildet lediglich die Abfackelung von Erdgas. Die Aktivitätsraten der Kohleförderung (CRF 1.B.1) sind ebenfalls durch die Produktionsmenge gut erfasst. Für die Emissionsfaktoren der diffusen Emissionen ist dagegen mit höheren Unsicherheiten zu rechnen. Das ergibt sich zum einen durch die Vielzahl und der Heterogenität der für die diffusen Emissionen relevanten technischen Sachverhalte bei Transport, Lagerung und der Aufarbeitung von Erdgas und Erdöl. Zum andern sind die diffusen Emissionen von CH<sub>4</sub> aus dem Kohlebergbau bisher nur pauschal berücksichtigt.
- Im Bereich der Industrieprozesse (CRF 2) sind in vielen Branchen höhere Unsicherheiten festzustellen. Aktivitätsraten, welche auf Produktionszahlen beruhen, die gegenüber dem Statistischen Bundesamt meldepflichtig sind, können vor allem aufgrund von gegenüber den Berichtsstrukturen abweichenden Branchendefinitionen Unsicherheiten aufweisen. Aktivitätsraten, welche aus Verbandsangaben ermittelt werden, sind in Abhängigkeit des Organisationsgrades der jeweiligen Industriebranche in diesem Verband mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Bei den Emissionsfaktoren sprechen insbesondere die hohe Technikabhängigkeit einerseits und der hohe Grad der technischen Diversifizierung andererseits für je nach Treibhausgas höhere Unsicherheiten. Ferner ist zu bemerken, dass insbesondere in Branchen mit wenigen Marktakteuren (z.B. Herstellung chemischer Produkte (CRF 2.B)) technikspezifische Emissionsfaktoren oftmals Betriebsgeheimnisse berühren, was wiederum zu einer prinzipiellen Zurückhaltung der Betreiber hinsichtlich der Veröffentlichung solcher Daten oder zu pauschalierten Angaben führt. Darüber hinaus erhöhen die teilweise sehr komplexen Entstehungsprozesse der Emissionen aus nicht-verbrennungsbedingten Aktivitäten und die unzureichenden Erkenntnisse bezüglich bestimmter Emissionen verursachender Vorgänge sowie das eingeschränkte Wissen über die Beiträge einzelner Aktivitäten, die Unsicherheiten.
- In der Nahrungsmittelproduktion (CRF 2.D.2) ist insbesondere im Bereich der Alkoholika von sehr geringen Unsicherheiten der Aktivitätsraten auszugehen, da dort Steuertatbestände existieren, die eine sehr genaue Erfassung der Produktionsmenge zur Folge haben. Branchen mit einem großen Anteil kleiner und mittlerer Betriebe (z.B. Backwarenherstellung) werden dagegen in der Regel wesentlich ungenauer erfasst, so dass die Aktivitätsraten mit höheren Unsicherheiten behaftet sind. Für die Emissionsfaktoren ist aufgrund der erheblichen technologischen Diversifizierung der Branche ebenfalls mit höheren Unsicherheiten zu rechnen.
- Für die Quellgruppen der Abfallbehandlung (CRF 6.A.1, 6.D) und Abwasserbehandlung (CRF 6.B.1) sind die Unsicherheiten der dort anzusetzenden Emissionsparameter als hoch anzunehmen. Das gilt insbesondere für die Bereiche der Kompostierung und MBA sowie auch für die Abfalldeponierung, da sich dort die Vielfalt der verschiedenen Abfallarten negativ auf die Datensicherheit der Emissionsparameter auswirkt. Bei den Aktivitätsraten lassen sich höhere Unsicherheiten u.a. darauf zurückführen, dass die zugrunde gelegten statistischen Daten uneinheitliche Abfall- bzw. Verwertungsbegriffe nutzen. Diese generellen Annahmen zu den Unsicherheiten der Aktivitätsraten gelten auch für die thermische Behandlung von Abfällen.

Die Gesamtunsicherheit des Inventars nach Tier 1 für das Jahr 2012 beträgt 6,1 % (level) bzw. 6,3 % (trend). Dies bedeutet eine leichte Verringerung der Unsicherheiten gegenüber

dem Vorjahr, die hauptsächlich auf die Summe geringfügiger Änderungen von Unsicherheiten sowie Schwankungen unsicherheiten-relevanter Inventaranteile zurückzuführen sind.

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

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Sektors Verbrennung von Brennstoffen (1.A) steuern einen weiteren wichtigen Anteil zur Gesamtunsicherheit bei, dabei dominieren die festen Brennstoffe des Sektors Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (1.A.1.a) sowie die mobilen Quellen (1.A.3) mit Schwerpunkt Straßenverkehr (1.A.3.b) und die Feuerungen der Haushalte und Kleinverbraucher (1.A.4.a/b).

Bedeutsame Beiträge zur Gesamtunsicherheit liefern ebenso die CO<sub>2</sub>-Senken und –Quellen des Sektors LULUCF sowie die Methan-Emissionen aus der Abfallablagerung (6.A) sowie aus der Nutztierhaltung (Fermentation bei der Verdauung 4.A). Detaillierte Angaben zu den vorliegenden Unsicherheiten können dem Anhang 7 entnommen werden (siehe Kapitel 23).

## 1.7.2 KP-LULUCF-Inventar

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

## 1.8 Generelle Prüfung der Vollständigkeit

### 1.8.1 Treibhausgas-Inventar

Angaben zur Vollständigkeit für die einzelnen Quellkategorien werden in den CRF-Tables 9(a) und 9(b) dargestellt, die im NIR in Kapitel 21 (Tabelle 410 und Tabelle 411) zusammengefasst sind. Unterschieden werden in Deutschland:

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

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

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

Im Bereich der Industrieprozesse wird teilweise auf Produktionsdaten aus Verbandsstatistiken und auf Herstellerangaben zurückgegriffen. Basiert die

Emissionsberichterstattung auf diesen Quellen, wird zur Sicherstellung der Vollständigkeit und Zuverlässigkeit des Inventars auch in Zukunft Wert auf die Prüfung des Quellgruppenzuschnitts und der Methodik der Datenerhebung gelegt.

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

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

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

### **1.8.2 KP-LULUCF-Inventar**

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

## **2 TRENDS DER TREIBHAUSGASE**

In der folgenden Tabelle 11 werden die für dieses Inventar ermittelten Gesamtemissionen der direkten und indirekten Treibhausgase sowie des Säurebildners SO<sub>2</sub> zusammengestellt. Im Ergebnis der 2007 erfolgten Überprüfung<sup>17</sup> des Initial Reports und der Berichterstattung des Jahres 2006 entsprechend Artikel 8 des Kyoto-Protokolls wurde – unabhängig von weiteren möglichen Verbesserungen der Datengrundlagen – die Bezugsgröße für die Minderungsverpflichtung des Kyoto-Protokolls in Höhe von 1.232.429,543 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent festgelegt. Die Minderungsverpflichtung für Deutschland liegt gemäß den Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls und der EU-Lastenteilung (Ratsentscheidung 2002/358/EG) bei 21 %. Der gegenüber 1990 erreichte jährliche Fortschritt wird in der Tabelle 12 im zeitlichen Verlauf abgebildet. Mit Ausnahme der HFKW konnten bei allen Emissionen deutliche Emissionsminderungen erreicht werden. Insgesamt sanken die Emissionen der Treibhausgase als CO<sub>2</sub>-Äquivalente gegenüber der vorgenannten Bezugsgröße um 23,8 %. Damit wurden die im Rahmen der europäischen Lastenteilung übernommenen Minderungsverpflichtungen für die Emission von Treibhausgasen deutlich übererfüllt.

Alle detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion finden sich im Anhangkapitel 22.3.

### **Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes**

Gegenüber dem Vorjahr 2011 stiegen die Gesamtemissionen um 1,1 %. Dies resultierte aus einer Steigerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der erhöhten Kohleeinsatzes zur

<sup>17</sup> „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](http://unfccc.int/national_reports/initial_reports_under_the_kyoto_protocol/items/3765.php)

Stromerzeugung sowie des erhöhten Heizbedarfes in den Bereichen Haushalte & Gewerbe, Handel, Dienstleistungen .

Tabelle 11: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO<sub>2</sub> in Deutschland seit 1990

Emissions Trends	1990	1995	2000	2005	2006	2007 (kt)	2008	2009	2010	2011	2012
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	1.017.136	906.118	867.139	870.439	882.128	857.932	842.821	780.058	824.231	805.862	817.718
CO <sub>2</sub> emissions (without LULUCF)	1.042.066	930.857	891.516	861.733	873.247	848.549	851.111	785.603	829.402	810.441	821.718
CH <sub>4</sub>	5.181	4.378	3.575	2.823	2.695	2.564	2.532	2.435	2.384	2.319	2.319
N <sub>2</sub> O	277	257	199	197	195	200	205	205	178	185	182
HFCs (CO <sub>2</sub> equivalent, 1995 base year)		7.008	7.430	8.448	8.605	8.656	8.782	9.307	8.877	9.153	9.346
PFCs (CO <sub>2</sub> equivalent, 1995 base year)		1.792	823	726	579	511	496	358	302	241	209
SF <sub>6</sub> (CO <sub>2</sub> equivalent, 1995 base year)		6.779	4.269	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316	3.307
NO <sub>x</sub>	2.877	2.172	1.919	1.563	1.554	1.477	1.402	1.303	1.325	1.289	1.269
SO <sub>2</sub>	5.283	1.705	638	460	471	454	454	407	430	424	427
NMVOC	3.066	1.768	1.371	1.122	1.112	1.049	996	910	1.023	980	952
CO	697	598	600	572	568	566	567	574	548	560	545

Tabelle 12: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO<sub>2</sub> in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr

Emissions Trends Changes compared to base year / prev. year (%)	Base Year	Base Year to 2011	Base Year to 2012	compared to prev. year (2011 – 2012)
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	1990	-20,8	-19,6	+1,5
CO <sub>2</sub> emissions (without LULUCF)	1990	-22,2	-21,1	+1,4
CH <sub>4</sub>	1990	-55,2	-55,2	+0,0
N <sub>2</sub> O	1990	-33,1	-34,3	-1,8
HFCs	1995	+30,7	+33,4	+2,1
PFCs	1995	-86,5	-88,3	-13,5
SF <sub>6</sub>	1995	-51,1	-51,2	-0,3
Total Emissions compared to EU Burden Sharing <sup>18</sup>	fixed Base Year	-24,6	-23,8	+1,1
NO <sub>x</sub>	1990	-55,2	-55,9	-1,5
SO <sub>2</sub>	1990	-92,0	-91,9	+0,8
NMVOC	1990	-68,0	-68,9	-2,8
CO	1990	-73,5	-73,5	+0,1

<sup>18</sup> Festgelegte Basisjahr-Emissionen von 1.232.430 Gg CO<sub>2</sub> äquivalent, ohne CO<sub>2</sub> aus LULUCF. S. Kapitel 0.2

## 2.1 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für aggregierte Treibhausgasemissionen

Bis zum Jahr 2012 konnte die Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der EU-Lastenteilung mit einem Rückgang von 23,8 % auch in diesem Jahr erfüllt werden. Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maß zu dieser Entwicklung bei (siehe Tabelle 1). Bei den direkten Treibhausgasen konnten die Emissionen der mengenmäßig dominierenden Gase deutlich gemindert werden, am stärksten bei Methan. Die Hauptursachen für diese Entwicklungen sind im Folgenden benannt:

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

Die Ursachen werden nachfolgend in der Trenddiskussion der einzelnen Treibhausgase näher ausgeführt. Die globale wirtschaftliche Krise, die Ende 2008 ihre ersten Auswirkungen in Deutschland zeigte, hatte dabei erheblichen Einfluss auf die Emissionen, ein Teil der jährlichen Fluktuationen der Jahre 2008-2012 wird durch konjunkturelle Schwankungen bestimmter Branchen verursacht.

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

## 2.2 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Treibhausgasen

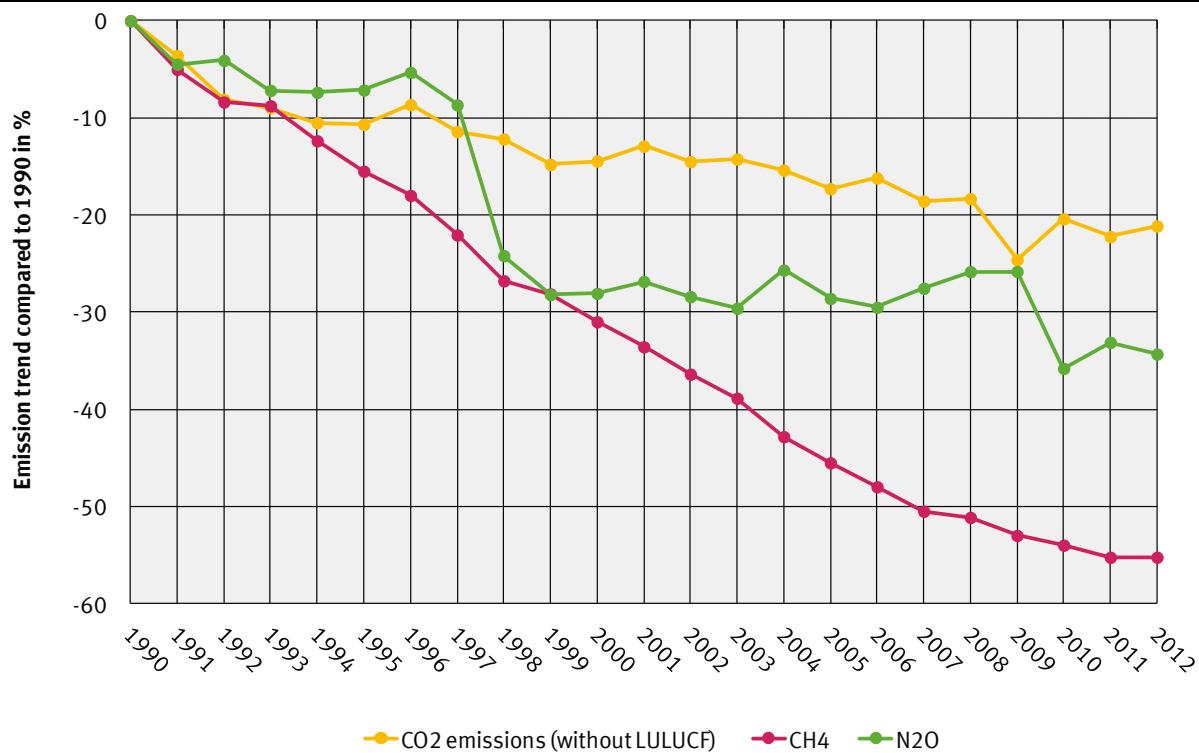


Abbildung 16: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990

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

### 2.2.1 Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

Die Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist stark mit der Entwicklung im Energiesektor verbunden. Der starke Rückgang der Emissionen in diesem Bereich in den frühen 90er Jahren ist hauptsächlich auf die Umstrukturierungsprozesse in den neuen Bundesländern zurückzuführen; der damit einhergehende Umstieg auf emissionsärmere Energieträger sowie die Stilllegung veralteter Anlagen. Die Änderungen im Energieträgermix setzen sich in etwas abgeschwächter Form bis zum aktuellen Berichtsjahr fort.

Die Substitution von festen und flüssigen Brennstoffen durch Gase, im Wesentlichen Erdgas, zeigt sich auch in der Emissionsentwicklung der stationären Feuerungen. Während die CO<sub>2</sub>-Emissionen der flüssigen Energieträger im Vergleich zum Jahr 1990 um ca. ein Viertel abnehmen, die der festen Brennstoffe sogar um fast 40 Prozent, steigen die Emissionen von gasförmigen Brennstoffen um nahezu 40 Prozent.

Wird der Emissionstrend auf Ebene der einzelnen Quellgruppen betrachtet, so fällt die Entwicklung sehr einheitlich aus. Verglichen mit 1990 sanken die Emissionen in allen Quellgruppen der energiebedingten Emissionen um insgesamt fast 233 Mio. t CO<sub>2</sub>.

Vergleichbare aber im Detail spezifische Entwicklungen haben sich im Verkehrsbereich vollzogen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen stiegen im Zeitraum von 1990 bis 1999 geringfügig und

fielen seitdem durch Verbrauchssenkungen und Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland sowie durch die Substitution von Benzin durch Diesel und zunehmende Verwendung von Biodiesel deutlich unter das Ausgangsniveau, auf nunmehr knapp 156 Mio. t. Der Anteil von Dieselkraftstoff am Gesamtkraftstoffverbrauch im Straßenverkehr ist im gesamten Zeitraum stark gestiegen. 1990 wurden die Emissionen im Straßenverkehr noch zu fast 2/3 durch den Benzinverbrauch verursacht. Dieses Verhältnis hat sich jetzt fast umgekehrt, wodurch nun die Emissionen aus dem Dieselverbrauch überwiegen.

#### Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr stiegen die Gesamtemissionen nach den starken witterungsbedingten Rückgängen des Vorjahres 2011 wieder moderat an, ohne jedoch das Niveau des Jahres 2010 zu erreichen.

#### 2.2.2 *Lachgas ( $N_2O$ )*

Die  $N_2O$ -Emissionen sanken seit 1990 um ca. 34,3 %. Hauptverursacher sind die Anwendung stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft, die chemische Industrie, die Brennstoffnutzung und die landwirtschaftliche Tierhaltung. Vergleichbar geringere Emissionen entstehen durch die Abwasserbehandlung und die Produktverwendung von  $N_2O$  (z.B. als Narkosemittel). Den deutlichsten Einfluss auf die Emissionsminderung hat der Industriebereich, hier insbesondere die Adipinsäureproduktion in den Jahren 1997 und 2009. Durch technische Minderungsmaßnahmen wurden die Emissionen aus der Chemischen Industrie bezogen auf 1990 um über 85% gemindert, seit 1999 wird die Emissionsentwicklung stark durch die konjunkturelle Entwicklung in der chemischen Industrie beeinflusst. Von 2009 zu 2010 konnten die Emissionen der Adipinsäureproduktion durch Installation einer zweiten redundanten Abgasbehandlung bei einem Produzenten drastisch reduziert werden.

#### Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr sanken die Gesamtemissionen geringfügig. Der Trend in den einzelnen Sektoren variiert aber brennstoffbedingt.

#### 2.2.3 *Methan ( $CH_4$ )*

Die Methanemissionen werden hauptsächlich durch die landwirtschaftliche Tierhaltung, die Abfalldeponierung und die Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursacht. Dem gegenüber sind die energie- und prozessbedingten Emissionen, sowie die Emissionen aus der Abwasserbehandlung fast zu vernachlässigen. Die Emissionen konnten seit 1990 um 55,2 % gemindert werden. Dieser Trend wurde hauptsächlich im Ergebnis umweltpolitischer Maßnahmen (Abfalltrennung mit verstärktem Recycling und zunehmender energetischer Verwertung der Abfälle) durch den Rückgang der Deponierung organischer Abfallmengen verursacht. Eine zweite wesentliche Ursache besteht in der verstärkten energetischen Nutzung von Grubengas bei gleichzeitigem Rückgang des Aufkommens (Schließung von Steinkohlebergwerken). Die Emissionen sanken in diesem Bereich seit 1990 um fast 80 %. Ein weiterer Grund für die Emissionsminderung bestand in der Verringerung der Tierbestände, vorwiegend in der ersten Hälfte der 90er Jahre in den neuen Bundesländern. Insbesondere auch die in diesem Teil Deutschlands durchgeföhrte Sanierung der veralteten Gasverteilungsnetze und die Verbesserungen bei der Verteilung der Kraftstoffe bewirkten weitere Minderungen der Gesamtemissionen.

## Trendverlauf unter Beachtung von Änderungen zum Vorjahr des Berichtszeitraumes

Gegenüber dem Vorjahr stagnierten die Emissionen auf dem Niveau von 2011. Der Rückgang der Deponieemissionen wird dabei durch einen Anstieg der energiebedingten Emissionen neutralisiert.

### 2.2.4 F-Gase

In Abbildung 17 werden die Emissionsverläufe der sogenannten F-Gase im Zeitraum 1995 bis 2012 dargestellt. Die Emissionen der HFKW stiegen vor allem aufgrund des verstärkten Einsatzes als Kühlflüssigkeit in Kälteanlagen und der zunehmenden Entsorgung dieser Anlagen. Emissionsreduzierungen durch den vermindernden Einsatz in PU-Montageschäumen wurden dabei überkompensiert. Die Emissionsminderungen bei den FKW wurden hauptsächlich durch Anstrengungen der Hersteller von Primäraluminium und der Halbleiterhersteller erreicht. Der Rückgang bei den SF<sub>6</sub>-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<sub>2</sub>-Äquivalente gesenkt. Vergleichbares gilt für Schallschutzscheiben, in denen SF<sub>6</sub> bei der Herstellung gegenüber 1995 fast auf null reduziert wurde. Die heutigen und künftigen SF<sub>6</sub>-Emissionen stammen zu einem Großteil aus der offenen Entsorgung alter Scheiben. Auch bei Anlagen zur Elektrizitätsübertragung sanken die Emissionen deutlich. Wichtige verbleibende Emissionsquellen sind das Schweißen, die Herstellung von Solarzellen und von optischen Glasfasern.



Abbildung 17: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995

## 2.3 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Quellkategorien

### Energie

Die rückläufigen Emissionen im Energiebereich sind von den verbrennungsbedingten Emissionen her durch die in stationären und mobilen Feuerungsanlagen verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen bestimmt (siehe hierzu auch die Ergebnisse der Key-Category-Analyse). Demgegenüber können in diesem Bereich die Emissionen der anderen Treibhausgase vernachlässigt werden. Dies stellt sich lediglich bei den nichtverbrennungsbedingten Emissionen (Quellgruppe 1.B.) anders dar. Hier sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen sehr gering, während die Emissionsentwicklung deutlich durch die aus der Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursachten CH<sub>4</sub>-Emissionen geprägt wird. Insgesamt nahmen die energiebedingten Emissionen aller Treibhausgase seit 1990 um 22,9 % ab. Die darin enthaltenen Emissionen des Verkehrs sanken in diesem Zeitraum lediglich um etwas mehr als 5,6 % und damit geringer als die Emissionen aus stationären Feuerungsanlagen. Bei den verbrennungsbedingten Emissionen resultiert diese Entwicklung aus Umstellungen im Mix der eingesetzten Brennstoffe, der Erhöhung der Energieeffizienz und technischer Wirkungsgrade sowie aus der zunehmenden Nutzung emissionsfreier Energiequellen. Dagegen wirken sich bei den Verteilungsemissionen die verstärkte Grubengasnutzung, die Sanierung der Gasverteilungsnetze sowie die Einführung von Gaspipelineanlagen bei der Kraftstoffverteilung aus.

In Tabelle 418 im Anhang werden für den Zeitraum seit 1990 die jeweiligen Emissionsveränderungen gegenüber dem Vorjahr zusammengestellt. Für CO<sub>2</sub> aus dem Energiebereich wird zum Beispiel deutlich, dass größtenteils temperaturbedingte Fluktuationen im Zeitverlauf - besonders unterschiedliche Temperaturverläufe im Winter - das Heizverhalten und damit den Energieverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme den jährlichen Trend der energiebedingten Emissionen beeinflussen.

### Industrieprozesse

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

Die Emissionen aus Industrieprozessen sind stark an das Produktionsniveau gekoppelt. Speziell die CO<sub>2</sub>-Emissionen bilden hauptsächlich den Konjunkturverlauf der mineralischen, chemischen und metallherstellenden Industrien ab. .

Ein nicht an die Produktion gekoppelter Trend konnte bei den N<sub>2</sub>O-Emissionen erreicht werden, weil bei der Adipinsäureproduktion emissionsmindernde Maßnahmen der Hersteller wirksam wurden. Von 2009 zu 2010 konnten noch einmal die N<sub>2</sub>O-Emissionen der Adipinsäure-Herstellung durch Installation einer zweiten redundanten Abgasbehandlungsanlage bei einem bedeutenden Produzenten reduziert werden. Insgesamt sanken die N<sub>2</sub>O-Emissionen seit 1990 auf ca. ein Sechstel.

Für alle Industrieprozesse und Treibhausgase zusammen ergibt sich seit 1990 eine Minderung an THG-Äquivalenten um 27,5 %, und im Vergleich zum Vorjahr eine leichte Minderung um 1,5 %, bedingt durch niedrigere Emissionen in fast allen Industriebereichen.

### **Lösemittel und andere Produktverwendung**

Die Emissionen des Bereiches Lösemittel- und Produktverwendung sanken seit 1990 um über 62 %. Die hier bilanzierten Emissionen werden durch die indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Anwendung von Lösemitteln (NMVOC) dominiert (Anteil etwa 2/3). Die Emissionen aus der Narkoseanwendung von N<sub>2</sub>O sanken seit 1990 um nahezu die Hälfte.

### **Landwirtschaft**

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

### **Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft**

Die Abnahme der Einbindung von Treibhausgasen durch Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ist im Wesentlichen auf eine veränderte Senkenfunktion in der Kategorie „Forest Land remaining Forest Land“ zurückzuführen. Im Zeitraum von 2002 bis 2008 beruhte die rückläufige Senkenfunktion des Waldes auf einer zunehmenden Entnahme von Holz für unterschiedliche Nutzungsarten. Ab 2008 nimmt die Senkenfunktion wieder zu, erreicht aber nicht das Niveau des Zeitraums 1990 bis 2001. Auch dies ist auf die Holznutzung zurückzuführen.

### **Abfall und Abwasser**

Die deutlichste Emissionsminderung von 68,1 % trat im Bereich der Abfallemissionen auf. Hier hat die Einführung eines verstärkten Recyclings von wiederverwertbaren Stoffen (Gelber Sack, Verpackungsverordnung u.ä.) sowie die seit Juni 2005 nicht mehr zugelassene Deponierung von biologisch abbaubaren Abfällen zu einer Verringerung der jährlich deponierten Abfallmengen geführt und damit eine Minderung von über 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 stark.

Die detaillierten Daten finden sich in Tabelle 419 in Anhangkapitel 22.3.

Tabelle 13: Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung gegenüber 1990, Veränderung in %	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1. Energie	0,0%	-11,5%	-16,0%	-19,4%	-18,4%	-20,9%	-20,5%	-26,1%	-22,3%	-24,2%	-22,9%
2. Industrieprozesse	0,0%	2,8%	-18,0%	-16,6%	-15,6%	-13,4%	-16,3%	-23,6%	-27,2%	-26,4%	-27,5%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0%	-20,6%	-35,0%	-54,2%	-53,7%	-56,5%	-59,5%	-63,7%	-58,7%	-60,4%	-62,2%
4. Landwirtschaft	0,0%	-13,7%	-13,6%	-18,8%	-20,5%	-21,8%	-18,5%	-20,8%	-22,2%	-19,9%	-20,9%
5. Landnutzung, -änderung & Forstwirtschaft											
CO2 (Netto-Senke)											
N2O & CH4	0,0%	-1,1%	-0,6%	-0,1%	2,6%	4,3%	6,9%	11,8%	15,8%	19,7%	24,2%
6. Abfall	0,0%	-7,4%	-34,4%	-49,8%	-53,1%	-56,3%	-59,1%	-61,6%	-63,9%	-66,1%	-68,1%
Emissionsentwicklung, gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1. Energie	0,0%	-0,3%	-0,2%	-2,3%	1,2%	-3,0%	0,6%	-7,0%	5,2%	-2,5%	1,7%
2. Industrieprozesse	0,0%	-1,9%	3,6%	-4,0%	1,1%	2,7%	-3,4%	-8,7%	-4,7%	1,1%	-1,5%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0%	0,2%	-8,1%	-6,5%	1,1%	-6,0%	-7,0%	-10,3%	13,7%	-4,3%	-4,3%
4. Landwirtschaft	0,0%	2,9%	-0,2%	-1,4%	-2,1%	-1,6%	4,2%	-2,8%	-1,8%	2,9%	-1,2%
5. Landnutzung, -änderung & Forstwirtschaft											
CO2 (Netto-Senke)											
N2O & CH4	0,0%	-0,8%	0,4%	0,1%	2,7%	1,6%	2,6%	4,6%	3,6%	3,3%	3,8%
6. Abfall	0,0%	-3,5%	-4,5%	-6,7%	-6,6%	-6,8%	-6,5%	-6,0%	-6,1%	-6,1%	-5,8%

Angaben ohne CO<sub>2</sub> aus LULUCF.

## 2.4 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für indirekte Treibhausgase und SO<sub>2</sub>

Die relative Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und SO<sub>2</sub> sind grafisch in der Abbildung 18 und in Tabelle 12 jeweils als Zeitreihen seit 1990 dargestellt. In diesem Zeitraum wurden deutliche Minderungen der Emissionen dieser Schadstoffe erreicht. So gingen die Emissionen von SO<sub>2</sub> um fast 92 %, die von CO um. 73,5 %, die von den NMVOC um fast 70% % und die von NO<sub>x</sub> um ca. 56 % zurück.

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

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

- Durch die Wiedervereinigung Deutschlands im Jahre 1990 trugen insbesondere die Emissionen des Gebietes der ehemaligen DDR zu einem sehr hohen Ausgangsniveau bei.
- In den Folgejahren wurden im Osten Deutschlands veraltete Industrieanlagen stillgelegt. Statt ihrer wurden weitestgehend modernsten Ansprüchen genügende Neuanlagen errichtet. Nicht stillgelegte Altanlagen wurden mit umfangreichen Emissionsminderungsmaßnahmen und mit die Energieeffizienz erhöhenden Maßnahmen nachgerüstet.

- Zudem erfolgte eine Umstellung des eingesetzten Brennstoffmixes – insbesondere im Osten Deutschlands wurde der Anteil der heimischen Braunkohle zugunsten der mit geringeren Emissionen verbundenen Energieträger Erdgas und Erdöl reduziert.
- Im Verkehrsbereich erfolgte der Einsatz neuerer und mit schadstoffmindernder Technik ausgestatteter Fahrzeuge
- In den Jahren nach 1990 erlangten die immissionsschutzrechtlichen Regelungen der früheren Bundesrepublik Rechtsverbindlichkeit im Osten Deutschlands. Nach dem Auslaufen von zeitlich begrenzten Übergangsregelungen wurde das geltende Recht mehrfach an den weiterentwickelten Stand der Technik angepasst.
- Eingeführte gesetzliche Regelungen und marktwirtschaftliche Anreize führten zu einem sparsameren Umgang mit Energie und Rohstoffen.
- Internationale Rechtssetzung insbesondere der europäischen Gemeinschaft wirkte sich emissionsmindernd aus (z.B. die NEC-Richtlinie).
- Der zunehmende Einsatz von emissionsfreien Energieträgern (Strom/Wärme aus Sonne, Wind und Geothermie) wirkte sich insbesondere in den letzten Jahren auch auf die Emissionen der indirekten Treibhausgase aus.

Beschreibungen der Emissionsberechnungen für diese Schadstoffe sowie weitere detaillierte Einflussparameter für die Emissionsentwicklungen der einzelnen Luftschaadstoffe können im Internet-Angebot des Umweltbundesamtes<sup>19</sup> eingesehen werden.

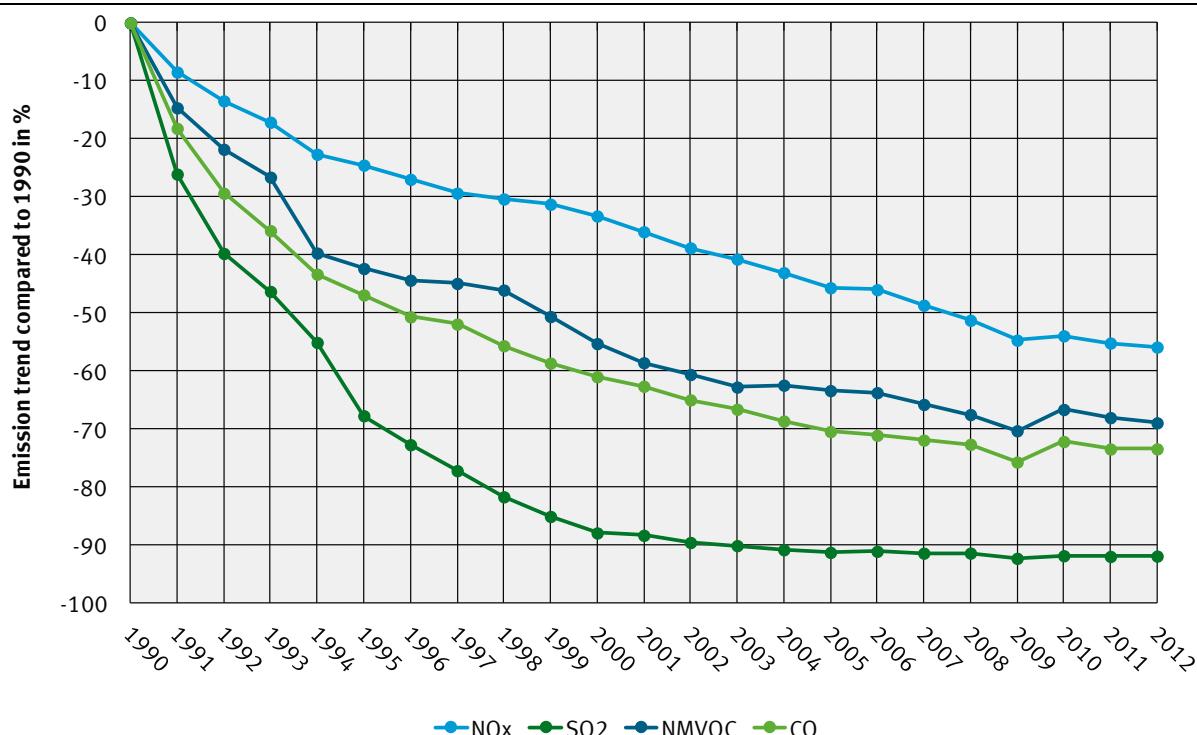


Abbildung 18: Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO<sub>2</sub>

<sup>19</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/index.htm> sowie direkt im Informative Inventory Report (IIR): <http://iir-de.wikidot.com/>

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

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

Unter Artikel 3.3 werden für das Jahr 2012 Einbindungen von -3.767,57 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung durch Aufforstung und Wiederaufforstung von -6.134,04 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung von 2.366,47 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent. Unter Entwaldung werden Emissionen von CO<sub>2</sub> mit 2.366,26 Gg CO<sub>2</sub> und von N<sub>2</sub>O mit 0,21 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen im Jahr 2012 von -46.565,95 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung von -51.254,43 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent und durch die Emission von 4.688,48 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent. Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen von CO<sub>2</sub> mit -46.631,61 Gg CO<sub>2</sub> und Emissionen von N<sub>2</sub>O mit 63,81 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent und CH<sub>4</sub> mit 1,85 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet.

Tabelle 14: Emissionen von 2011 und 2012 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung unter Artikel 3.4.

Quellgruppe	Emission 2011 [Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Emission 2012 [Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-5.892,688	-6.134,045
KP 3.3 Deforestation	2.346,434	2.366,471
KP 3.4 Forest Management	-46.609,775	-46.565,946

Für Aufforstungsflächen konnte eine Zunahme für die Einbindung von -241,36 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent zwischen 2011 und 2012 ermittelt werden. Bei der Entwaldung ist ein leichter Anstieg der Emissionen um 20,04 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent zu beobachten. Dagegen nimmt die Einbindung bei der Waldbewirtschaftung zwischen 2011 und 2012 leicht ab. Die Abnahme beträgt 43,83 Gg CO<sub>2</sub>-äquivalent (siehe Tabelle 14).

### 3 ENERGIE (CRF SEKTOR 1)

#### 3.1 Übersicht (CRF Sektor 1)

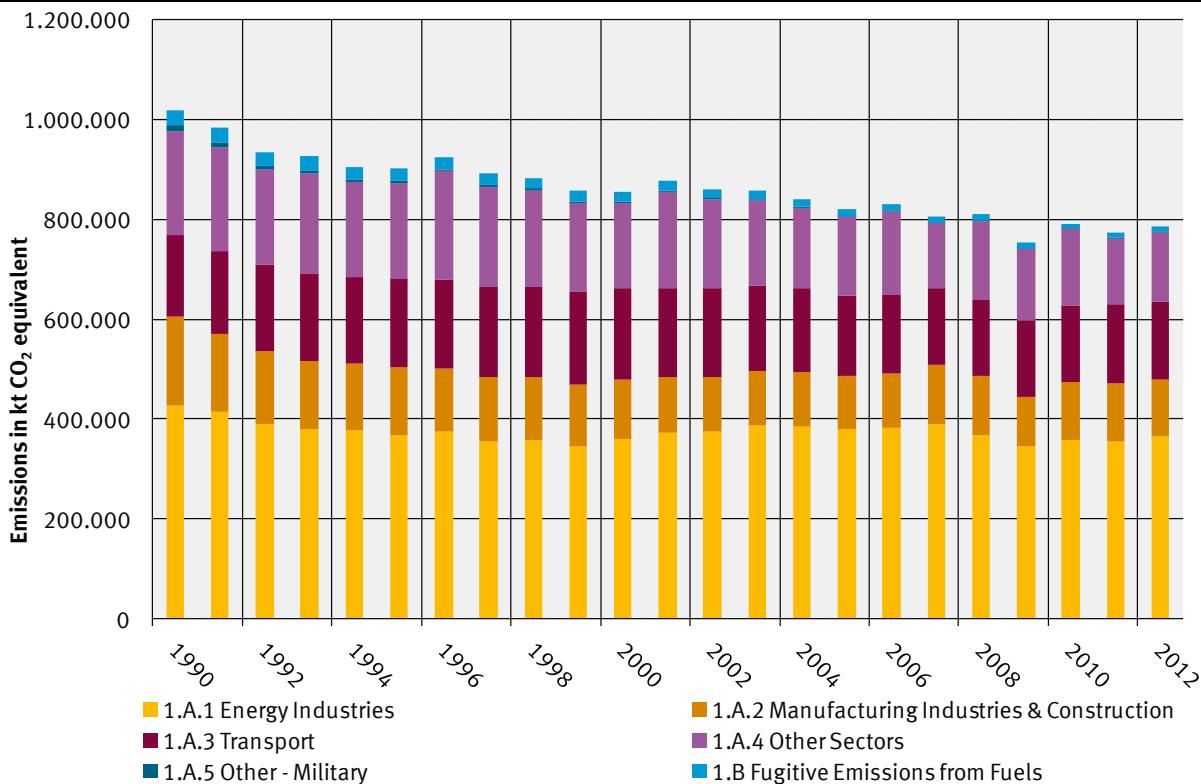


Abbildung 19: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 1

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

Mit diesen verbrennungsbedingten Aktivitäten erfolgt durch Multiplikation mit den zugehörigen Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 18.7) innerhalb des ZSE die Berechnung der zugehörigen Emissionen. Hierbei wird von einer vollständigen Oxidation des in den Brennstoffen enthaltenen Kohlenstoffs ausgegangen.

#### 3.2 Verbrennung von Brennstoffen (1.A)

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

Mit Hilfe zusätzlicher Statistiken sowie verschiedener Annahmen werden diese Daten in den jeweiligen Sektoren der Energiewandlung und des Endverbrauchs weiter disaggregiert und ergänzt. Kriterien sind die immissionsschutzrechtliche Zulassung, Technologien und die Differenzierung bestimmter Brennstoffe. Das Modell besteht aus zwei Teilen: dem Teilmodell für die alten Bundesländer für die Jahre 1987-1994 und dem Teilmodell für Deutschland für

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

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

A: Umwandlungseinsatz (Energiebilanzzeile 9 bis 19)

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

B: Energieverbrauch im Umwandlungsbereich (Energiebilanzzeile 33 bis 39)

6. In den Zeilen 33 bis 39 bzw. in der Summenzeile 40 (**Energieverbrauch im Umwandlungsbereich**) wird unter anderem der Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung angegeben, der zum Betrieb der Umwandlungsanlagen notwendig

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

C: Endenergieverbrauch (Energiebilanzzeile 46 bis 67)

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

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

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

Diese Charakteristika haben Auswirkungen auf das Emissionsverhalten. Um diesen verschiedenen Anforderungen Rechnung zu tragen, werden die Daten der Energiebilanz im

Modell *Bilanz der Emissionsursachen* (BEU) unter Verwendung weiterer Statistiken sowie mit eigenen Rechnungen disaggregiert. Die folgende Abbildung 20 gibt eine Übersicht über die Struktur

<b>Bilanz der Emissionsursachen (BEU)</b>	
<u>Quellgruppen sind:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• öffentliche Wärmekraftwerke,</li> <li>• Steinkohlenbergbau,</li> <li>• Braunkohlenbergbau,</li> <li>• Deutsche Bahn AG, (bis 1999)</li> <li>• Mineralölraffinerien,</li> <li>• Fernheizwerke,</li> <li>• übriger Umwandlungsbereich</li> <li>• 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)</li> </ul>	
<u>Anlagenarten sind:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dampfturbinenkraftwerke,</li> <li>• Gasturbinenkraftwerke,</li> <li>• Gas- und Dampfturbinenkraftwerke</li> <li>• Motorkraftwerke,</li> <li>• Kesselfeuerungen (ohne Kraftwerkskessel),</li> <li>• Prozessfeuerungen (untergliedert in 12 Prozesse).</li> </ul>	
<u>Nach Energieträgern:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• etwa 40 verschiedene Brennstoffe</li> </ul>	
<u>Nach immissionsschutzrechtlichen Regelungen aufbereitet, wird unterschieden in:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagen der 13. BlmSchV,</li> <li>• Anlagen der 17. BlmSchV,</li> <li>• Anlagen der 1. BlmSchV,</li> <li>• Anlagen der TA Luft</li> </ul>	

Abkürzungen stehen für:

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

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

Ziel des BEU-Modells ist es, eine Datenstruktur bereitzustellen, die für die unterschiedlichen Berichtspflichten verwendet werden kann. Insbesondere die Ermittlung der Emissionen klassischer Luftschaadstoffe aber auch die Berechnung von Lachgas und Methanemissionen machte eine feinere Disaggregierung notwendig.

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

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

Neben der bereits beschriebenen strukturellen Untergliederung werden zusätzlich die verschiedenen Brennstoffe in der Datenbank einzeln ausgewiesen. Die Brennstoffkategorien orientieren sich im Wesentlichen an der Energiebilanz. In einigen Fällen ist es nötig mit Hilfe der Energiestatistik und der Statistik der Kohlenwirtschaft die Brennstoffe weiter zu untergliedern. Die verschiedenen Brennstoffqualitäten mit unterschiedlichen Kohlenstoffgehalten werden, gemäß der Berichtsvorgaben in den 5 Kategorien: Gase, Flüssige Brennstoffe, Feste Brennstoffe, Biomasse und sonstige Brennstoffe, zusammengefasst. Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Brennstoffe deren Anteile in den einzelnen Kategorien schwanken, kommt es häufig zu Änderungen der in den CRF-Tabellen ausgewiesenen impliziten Emissionsfaktoren.

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

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

Hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung wird der fossile und biogene Anteil von Haushalt/Siedlungsabfall seit dem NIR 2006 im Verhältnis 1:1 separat ausgewiesen. Dieser Split-Faktor wurde durch das veröffentlichte Forschungsvorhaben, „Nutzung der Potenziale

des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung“ (UBA, 2011; Förderkennzeichen 3707 33 303) bestätigt. Der biogene Anteil des Industriemülls variiert stark in Abhängigkeit der Industriebranche und Anlagenart. Dies führt u.a. dazu, dass im Sektor verarbeitendes Gewerbe (1.A.2) für die Wirtschaftszweige Eisen und Stahl, Papier, Zement- und Kalkindustrie wie bisher ausführliche Datenerhebungen zu Ersatzbrennstoffen verwendet werden, die von den Verbänden Stahlinstitut (VDEh), Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP), Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie (BV Kalk) und vom Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) zur Verfügung gestellt werden.

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

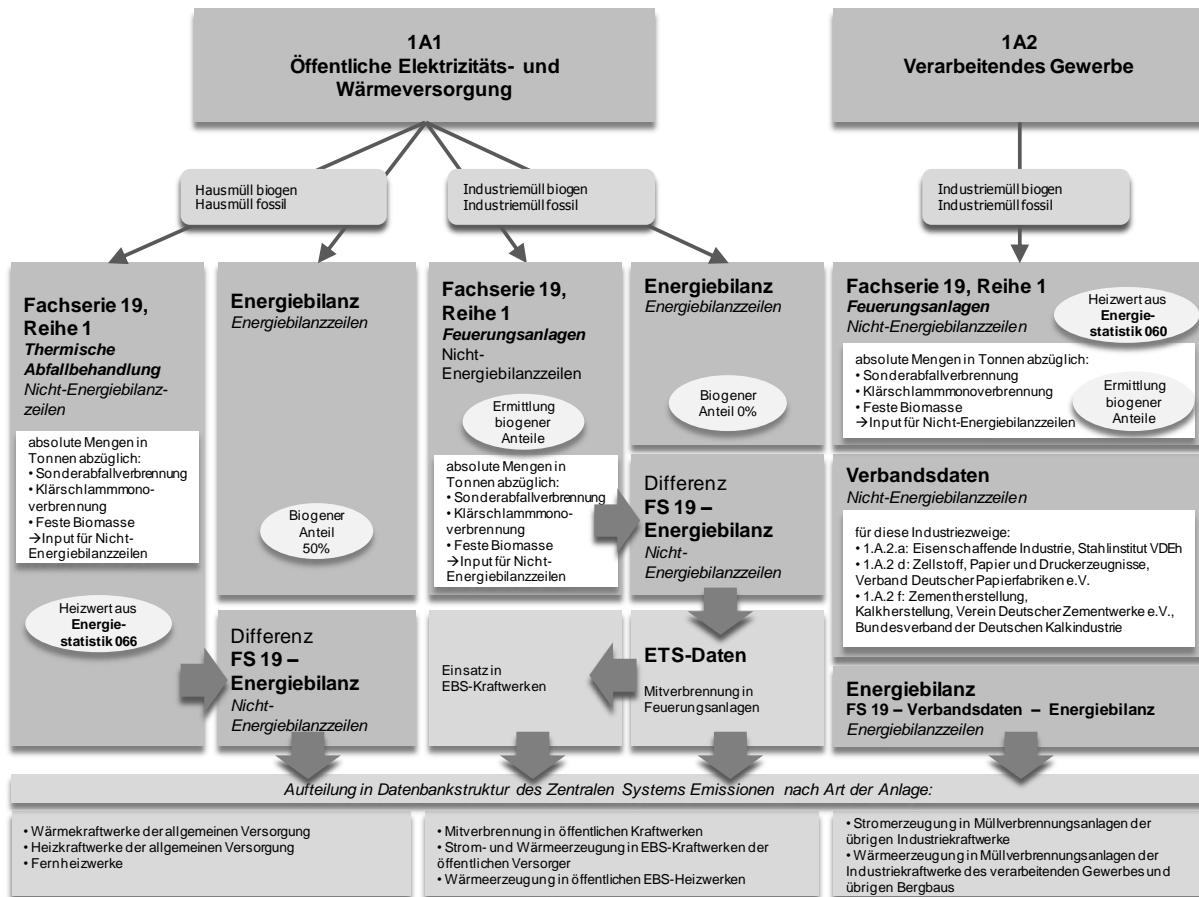


Abbildung 21: Schema der Datenquellen für den Brennstoffeinsatz von Abfällen zur energetischen Nutzung im Rahmen des Treibhausgas-Emissionsinventars

### 3.2.1 Verifikation des sektoralen Ansatzes zu CRF 1.A

#### 3.2.1.1 Vergleich mit dem CO<sub>2</sub>-Referenzverfahren

Im Rahmen des internationalen Klimaschutzes ist die Berichterstattung zu den verbrennungsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Grund des dominierenden Anteils an den Gesamtemissionen von größter Bedeutung. Von den Industrieländern wird hierzu routinemäßig das quellgruppenspezifische Verfahren angewendet, das auf der Ebene der einzelnen Energieverbrauchssektoren ansetzt und daher differenzierte Aussagen zur Struktur der Emissionen erlaubt. Als vereinfachtes und vergleichendes Verfahren wurde vom IPCC der *Reference Approach* (Referenzverfahren) entwickelt. Die so - ausgehend vom

Primärenergieverbrauch (inländischer Einsatz von Energieträgern) - berechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen müssen anschließend mit den Ergebnissen des *Sectoral Approach* (sektoraler Ansatz) verglichen werden.

Das Referenzverfahren wurde für alle Jahre ab 1990 durchgeführt. Als Basis dienen dabei jeweils die Angaben der bis zum Jahr 2011 veröffentlichten Nationalen Energiebilanzen zum Primärenergieverbrauch. Für das Jahr 2012 ist derzeit nur eine vorläufige Bilanz verfügbar.

Die Ergebnisse des Referenzverfahrens sind in Tabelle 15 zusammengestellt und werden in Abbildung 22 und Abbildung 23 mit weiteren verfügbaren Datensätzen der IEA und der einzelnen Bundesländer verglichen. Zwischen den Ergebnissen des Referenzverfahrens und denen des *sektoralen Berechnungsansatzes* ergibt sich dabei über alle betrachteten Jahre eine durchschnittliche Abweichung von 0,6 %. Die Einzelabweichungen variieren dabei im Bereich von -2,1 % (2010) bis +1,2 % (2005).

Ein detaillierterer Vergleich der Ergebnisse beider Berechnungsverfahren auf Ebene der Brennstoffgruppen und Brennstoffe findet in Anhang-Kapitel 20 dieses Berichtes.

### 3.2.1.2 Verifizierung mit anderen für Deutschland verfügbaren Datensätzen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der detaillierten quellgruppenbezogenen Berechnung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2011 verglichen. Für 2012 liegen diese Vergleichsdaten noch nicht vor.

Dies erfolgt durch Gegenüberstellung der Berechnungsergebnisse mit den Angaben:

- der IEA (quellgruppenspezifisches Verfahren und Referenzverfahren) und
- der auf der Ebene der Bundesländer durchgeführten CO<sub>2</sub>-Berechnungen.

In Tabelle 15 und Abbildung 22 werden die Ergebnisse der unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Berechnungsansätze einander im zeitlichen Verlauf vergleichend gegenübergestellt. Die relevanten Entwicklungstrends werden in allen Berechnungsansätzen, inklusive dem Referenzverfahren – wenn auch auf unterschiedlichem Niveau – aufgezeigt. Um diese Niveauunterschiede zu veranschaulichen, werden in Abbildung 23 die relativen Abweichungen zwischen den verschiedenen Datensätzen dargestellt.

Insgesamt bestätigen diese Vergleiche die für Deutschland ermittelten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die mit dem *sektoralen Ansatz* ermittelten energiebedingten nationalen Gesamtemissionen (siehe UBA (CRF 1.A)) weichen im Mittel der Jahre 1990 bis 2011 wie folgt von den Vergleichsdatensätzen ab:

- |  |       |
|--|-------|
| • IEA (detailliertere Sektoraler Ansatz: IEA (SA)) | 0,7 % |
| • IEA (Referenzverfahren: IEA (RA))                | 1,1 % |
| • nationales Referenzverfahren (UBA (RA))          | 0,6 % |
| • Ergebnisse der Bundesländer <sup>20</sup>        | 1,2%  |

<sup>20</sup> Abweichung gegenüber UBA (CRF 1.A) inkl. CO<sub>2</sub> aus internationalem Flugverkehr (CRF 1.C.1.a);

Tabelle 15: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Inventare mit anderen unabhängigen nationalen und internationalen Ergebnissen

<b>Ergebnisse, Abweichung</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
<b>IEA Statistiken SA (sectoral approach)</b>	<b>949,7</b>	<b>924,8</b>	<b>886,5</b>	<b>879,9</b>	<b>868,5</b>	<b>867,8</b>	<b>896,5</b>	<b>865,8</b>	<b>858,9</b>	<b>826,9</b>
Abweichung IEA SA von UBA (CRF 1.A)	-2,9	-2,1	-1,3	-1,1	-0,3	-0,2	0,5	0,5	0,5	-0,2
<b>IEA Statistiken RA (reference approach)</b>	<b>970,9</b>	<b>939,8</b>	<b>900,3</b>	<b>886,6</b>	<b>875,4</b>	<b>875,8</b>	<b>901,5</b>	<b>876,1</b>	<b>870,6</b>	<b>835,1</b>
Abweichung IEA RA von UBA (CRF 1.A)	-0,7	-0,5	0,2	-0,4	0,5	0,7	1,0	1,7	1,9	0,8
Abweichung IEA RA von UBA RA	-0,3	0,1	0,5	-0,4	0,5	1,4	1,3	1,7	1,9	0,7
<b>Ergebnisse der Bundesländer (Energie)</b>	<b>981,7</b>	<b>963,2</b>	<b>917,1</b>	<b>912,5</b>	<b>890,5</b>	<b>893,7</b>	<b>914,6</b>	<b>890,5</b>	<b>887,7</b>	<b>861,7</b>
Abweichung Bundesländer (Energie) von UBA	-0,8	0,7	0,6	1,0	0,5	1,0	0,7	1,4	1,8	1,7
<b>Reference Approach UBA (RA)</b>	<b>973,4</b>	<b>939,0</b>	<b>895,6</b>	<b>889,8</b>	<b>871,2</b>	<b>863,4</b>	<b>889,6</b>	<b>861,4</b>	<b>854,3</b>	<b>829,2</b>
Abweichung UBA RA von UBA (CRF 1.A)	-0,4	-0,6	-0,3	0,0	0,0	-0,7	-0,3	0,0	0,0	0,1
<b>Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)</b>	<b>977,7</b>	<b>944,4</b>	<b>898,3</b>	<b>889,8</b>	<b>871,1</b>	<b>869,9</b>	<b>892,4</b>	<b>861,3</b>	<b>854,5</b>	<b>828,5</b>
internationaler Luftverkehr	12,0	11,9	13,1	14,1	14,7	15,3	16,0	16,5	17,1	18,4
<b>Ergebnisse, Abweichung</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>IEA Statistiken SA (sectoral approach)</b>	<b>825,0</b>	<b>843,3</b>	<b>830,7</b>	<b>823,9</b>	<b>828,2</b>	<b>800,2</b>	<b>813,5</b>	<b>787,3</b>	<b>794,2</b>	<b>737,0</b>
Abweichung IEA SA von UBA (CRF 1.A)	-0,3	-0,7	-0,6	-1,1	1,2	0,0	0,3	0,1	0,4	0,2
<b>IEA Statistiken RA (reference approach)</b>	<b>841,8</b>	<b>870,3</b>	<b>844,4</b>	<b>839,2</b>	<b>836,5</b>	<b>811,4</b>	<b>819,3</b>	<b>800,8</b>	<b>801,7</b>	<b>742,2</b>
Abweichung IEA RA von UBA (CRF 1.A)	1,7	2,4	1,1	0,8	2,3	1,4	1,1	1,8	1,3	1,0
Abweichung IEA RA von UBA RA	1,7	2,5	0,8	-0,2	1,4	0,3	0,0	1,8	2,1	1,6
<b>Ergebnisse der Bundesländer (Energie)</b>	<b>863,1</b>	<b>887,6</b>	<b>864,5</b>	<b>859,6</b>	<b>847,4</b>	<b>835,7</b>	<b>841,6</b>	<b>818,7</b>	<b>824,6</b>	<b>771,9</b>
Abweichung Bundesländer (Energie) von UBA	1,9	2,2	1,2	0,9	1,0	1,5	0,8	0,8	1,0	1,6
<b>Reference Approach UBA (RA)</b>	<b>827,9</b>	<b>849,2</b>	<b>837,8</b>	<b>840,8</b>	<b>824,8</b>	<b>809,4</b>	<b>819,1</b>	<b>786,8</b>	<b>785,4</b>	<b>730,5</b>
Abweichung UBA RA von UBA (CRF 1.A)	0,0	0,0	0,3	1,0	0,8	1,2	1,0	0,0	-0,7	-0,6
<b>Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)</b>	<b>827,8</b>	<b>849,6</b>	<b>835,4</b>	<b>832,6</b>	<b>818,1</b>	<b>800,1</b>	<b>810,6</b>	<b>786,7</b>	<b>791,1</b>	<b>735,2</b>
internationaler Luftverkehr	19,5	19,1	19,0	19,4	21,2	23,1	24,2	25,1	25,4	24,7
<b>Ergebnisse, Abweichung</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>								
<b>IEA Statistiken SA (sectoral approach)</b>	<b>769,0</b>	<b>747,6</b>								
Abweichung IEA SA von UBA (CRF 1.A)	-0,6	-0,9								
<b>IEA Statistiken RA (reference approach)</b>	<b>775,3</b>	<b>752,5</b>								
Abweichung IEA RA von UBA (CRF 1.A)	0,2	-0,2								
Abweichung IEA RA von UBA RA	2,3	1,7								
<b>Ergebnisse der Bundesländer (Energie)</b>	<b>808,2</b>	<b>NA</b>								
Abweichung Bundesländer (Energie) von UBA	1,2	NA								
<b>Reference Approach UBA (RA)</b>	<b>757,9</b>	<b>740,1</b>								
Abweichung UBA RA von UBA (CRF 1.A)	-2,1	-1,9								
<b>Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)</b>	<b>773,8</b>	<b>754,3</b>								
internationaler Luftverkehr	24,5	23,6								

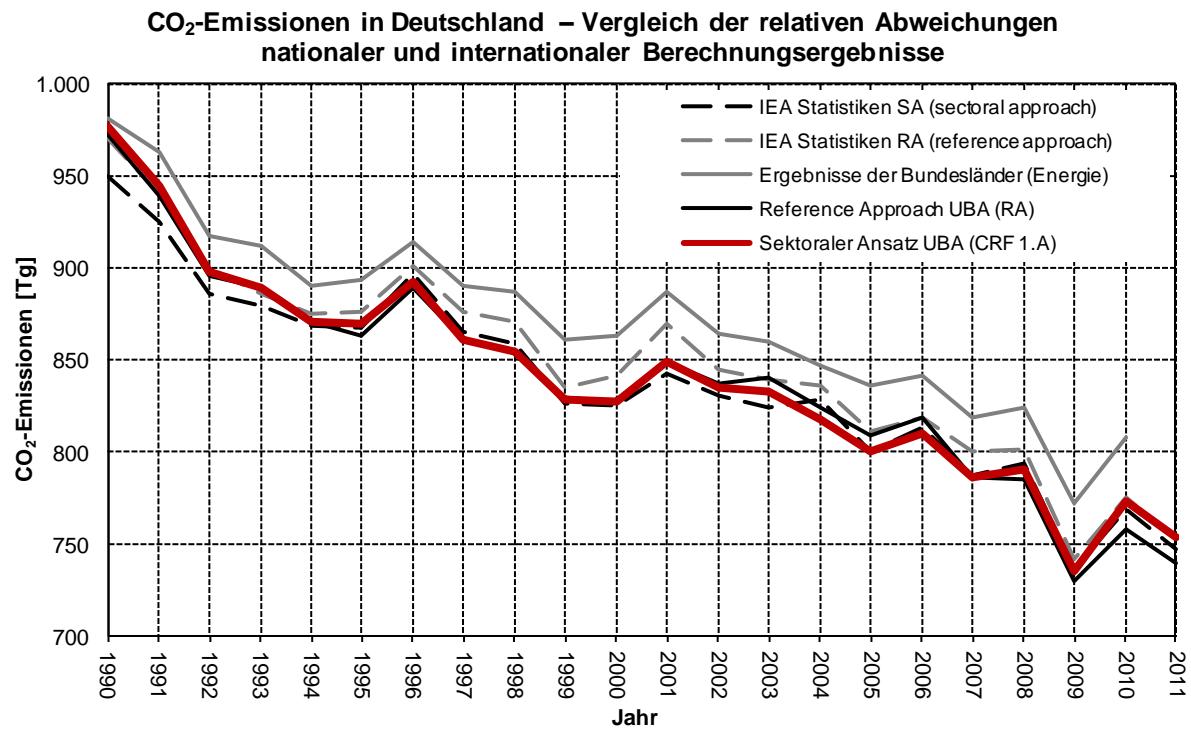


Abbildung 22: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland – Vergleich nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

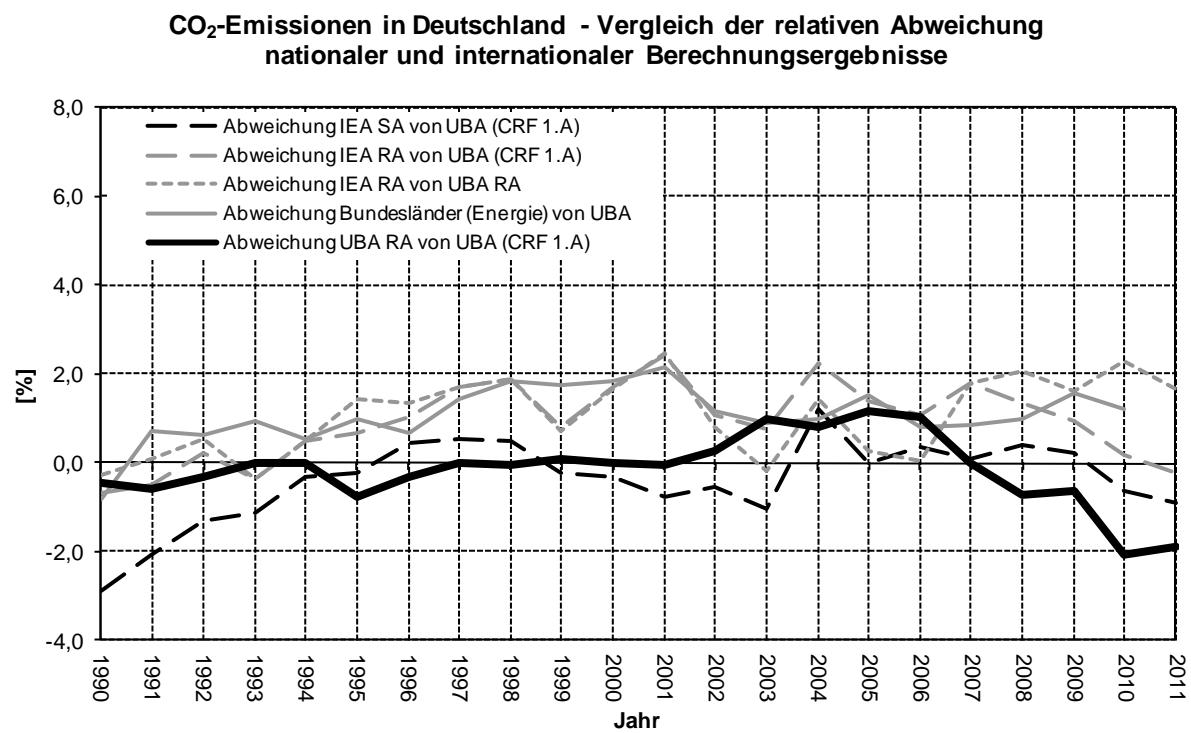


Abbildung 23: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland – Vergleich der relativen Abweichungen nationaler und internationaler Berechnungsergebnisse

### 3.2.1.2.1 Vergleich mit den IEA-Ergebnissen

Die verwendeten Daten werden in jährlich aktualisierter Form international durch die IEA veröffentlicht (zuletzt: OECD/IEA, 2013). Da der Weg der Ermittlung, Aufbereitung und

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

Der Vergleich mit den Ergebnissen des sektoralen Ansatzes der IEA bestätigt trotz dieser Einschränkungen die nach der nationalen detaillierten Methode ermittelten Daten: Die mittlere Abweichung für aktuell 22 Jahre liegt bei 0,7 %, die Einzelabweichungen variieren im Bereich von -2,9 % (1990) bis 1,2 % (2004).

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

In der Vergangenheit gab es beim Erdgas große Abweichungen zwischen den Daten, die an die IEA geliefert wurden und denen der Nationalen Energiebilanz. Nach der Revision der IEA-Daten, sind nun nur noch kleine Unterschiede vorhanden. Die Datenquellen sind identisch. Lediglich der Datenstand ist unterschiedlich. Die an die IEA gelieferten Daten sind vorläufig, da zum Zeitpunkt der Lieferung noch nicht alle Statistiken vorliegen. Im Inventar werden für das aktuelle Jahr ebenfalls vorläufige Daten verwendet. Aufgrund der unterschiedlichen Struktur und Aggregationsebenen kommt es auch zu leichten Unterschieden bei den Heizwertangaben.

Weiterhin gibt es für die Jahre 1990 bis 2002 Differenzen zwischen den IEA-Daten und der Nationalen Energiebilanz. Eine Angleichung ist aufgrund der begrenzten Datenverfügbarkeit nicht möglich.

Bezüglich des Inventars gibt es datenseitig noch kleinere Unterschiede, da in einigen Bereichen zusätzliche Datenquellen verwendet werden, die über den Energiebilanzrahmen hinausgehen. So werden für die Abfallverbrennung Daten aus der Abfallstatistik verwendet, der Reduktionsmitteleinsatz in der Eisen- und Stahlindustrie wird aus dem BGS-Bogen ermittelt. Das führt ebenfalls zu Unterschieden zwischen beiden Datensätzen.

### **3.2.1.2.2 Vergleich mit den für die einzelnen Bundesländer ermittelten Daten**

Durch die Bundesländer werden Angaben zu den jeweiligen CO<sub>2</sub>-Emissionen veröffentlicht (siehe: <http://www.lak-energiebilanzen.de/dseiten/co2BilanzenAktuelleErgebnisse.cfm> ). Zu den Verfahren, zuständigen Einrichtungen und methodischen Beschreibungen wird auf den Internetauftritt bzw. auf die detailliertere Beschreibungen im NIR 2009 verwiesen.

Nachfolgend wird eine Gegenüberstellung der verfügbaren Länderergebnisse der Quellenbilanz mit den auf Bundesebene berechneten Inventaren für die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen durchgeführt. Erschwert wird der Vergleich dadurch, dass die verfügbaren Informationen für die einzelnen Bundesländer nicht immer in vollständigen Zeitreihen vorliegen. Die Füllung bestehender Fehlstellen erfolgte überwiegend durch Interpolation. Da aktuell nur für wenige Bundesländer Daten für 2011 verfügbar sind; wird der Vergleich auf den Zeitraum 1990 bis 2010 begrenzt.

Für den Vergleich ist von Bedeutung, dass methodisch in den Energiebilanzen der Bundesländer und den darauf aufbauenden Berechnungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen keine Korrektur für den im internationalen Luftverkehr eingesetzten Treibstoff durchgeführt wird. Aus diesem Grund müssen hier die Ergebnisse der Bundesländer mit den energiebedingten

Gesamtemissionen (1.A) im Bundesinventar zuzüglich der nachrichtlich für den internationalen Luftverkehr berichteten Emissionen (1.C.1.a) verglichen werden.

Tabelle 16: Vergleich der Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Berechnungen der einzelnen Bundesländer mit den Bundesinventaren

Bundesland	1990	1991	1992	1993	1994 [Gg CO <sub>2</sub> ]	1995	1996	1997	1998	1999
Baden-Württemberg	74.374	78.590	78.036	78.673	74.535	78.074	81.759	78.570	80.080	77.379
Bayern	84.544	88.972	87.041	90.335	87.871	88.307	92.265	89.837	92.708	90.590
Berlin	26.941	27.957	25.234	26.643	25.531	24.445	24.726	23.560	22.876	23.693
Brandenburg	81.894	66.751	58.894	57.104	54.011	50.791	50.312	50.762	59.255	57.784
Bremen	13.433	13.586	12.903	12.517	13.341	13.239	14.256	14.170	13.857	12.793
Hamburg	12.743	14.226	13.116	13.813	13.361	13.467	14.572	13.940	13.651	13.362
Hessen	50.338	53.945	53.267	56.060	56.201	56.126	59.935	57.264	57.156	54.688
Mecklenburg-Vorpommern	15.539	10.757	9.360	9.473	9.510	10.233	11.636	10.654	10.413	10.627
Niedersachsen	77.138	82.276	80.915	79.553	78.192	78.334	78.475	79.440	80.405	77.316
Nordrhein-Westfalen	299.028	309.888	306.287	300.041	295.874	303.349	312.345	307.064	304.784	294.014
Rheinland-Pfalz	27.394	29.448	28.914	30.248	30.274	31.490	31.463	31.646	31.167	30.311
Saarland	23.708	25.767	24.398	23.214	24.313	23.133	23.852	21.825	23.795	22.833
Sachsen	91.465	77.105	64.059	66.046	62.988	61.349	56.223	51.036	37.167	35.116
Sachsen-Anhalt	50.863	38.085	31.892	27.887	26.307	25.200	25.652	25.294	25.261	26.900
Schleswig-Holstein	24.200	23.826	24.082	24.590	24.191	22.940	23.517	22.654	22.426	21.868
Thüringen	28.098	22.071	18.687	16.334	13.992	13.240	13.641	12.806	12.713	12.438
<b>Länderergebnis</b>	<b>981.699</b>	<b>963.249</b>	<b>917.084</b>	<b>912.531</b>	<b>890.493</b>	<b>893.716</b>	<b>914.629</b>	<b>890.521</b>	<b>887.713</b>	<b>861.712</b>
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)	977.715	944.419	898.319	889.780	871.090	869.890	892.374	861.303	854.542	828.542
Internationaler Luftverkehr (CRF 1.C.1.a)	12.022	11.936	13.094	14.067	14.688	15.255	15.992	16.528	17.067	18.405
<b>Bundesergebnis (CRF 1.A + CRF 1.C.1.a)</b>	<b>989.737</b>	<b>956.355</b>	<b>911.413</b>	<b>903.846</b>	<b>885.777</b>	<b>885.145</b>	<b>908.367</b>	<b>877.832</b>	<b>871.609</b>	<b>846.947</b>
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (Gg)	<b>-8.038</b>	<b>6.894</b>	<b>5.671</b>	<b>8.684</b>	<b>4.716</b>	<b>8.571</b>	<b>6.262</b>	<b>12.690</b>	<b>16.103</b>	<b>14.765</b>
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (%)	<b>-0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>1,7</b>

Bundesland	2000	2001	2002	2003	2004 [Gg CO <sub>2</sub> ]	2005	2006	2007	2008	2009
Baden-Württemberg	74.940	80.108	76.549	75.598	74.768	77.222	78.283	70.952	72.556	66.153
Bayern	88.705	90.377	84.578	83.783	83.190	80.541	81.879	74.972	80.430	77.930
Berlin	23.661	24.068	21.281	21.249	20.184	19.998	19.915	17.466	18.517	17.928
Brandenburg	60.564	60.928	61.537	57.910	58.882	59.910	58.273	58.173	56.587	52.968
Bremen	14.079	14.137	14.031	14.667	13.057	12.222	12.704	13.645	13.056	12.529
Hamburg	13.073	12.784	12.495	12.328	11.589	11.343	11.451	10.940	10.891	10.982
Hessen	56.011	57.817	54.897	55.528	54.787	54.441	53.170	50.916	52.159	49.128
Mecklenburg-Vorpommern	10.256	10.718	10.908	10.451	10.961	10.511	11.080	10.081	10.867	9.505
Niedersachsen	74.228	73.145	72.061	71.040	70.019	70.158	70.298	69.898	69.402	65.810
Nordrhein-Westfalen	293.987	299.969	295.293	295.885	291.555	282.533	287.140	289.557	286.158	260.666
Rheinland-Pfalz	28.853	29.574	27.793	26.787	26.432	26.399	27.110	25.596	27.453	26.181
Saarland	23.459	23.260	22.964	23.278	23.917	24.799	23.577	25.714	22.961	18.377
Sachsen	41.552	48.842	49.038	49.625	48.476	47.019	48.295	46.854	46.927	47.980
Sachsen-Anhalt	26.301	26.840	27.518	28.171	27.145	27.846	27.821	26.477	26.973	26.772
Schleswig-Holstein	21.378	22.737	21.455	21.401	20.592	19.356	19.339	17.032	18.715	18.430
Thüringen	12.059	12.339	12.066	11.924	11.812	11.450	11.283	10.422	10.911	10.526
<b>Länderergebnis</b>	<b>863.106</b>	<b>887.643</b>	<b>864.465</b>	<b>859.625</b>	<b>847.366</b>	<b>835.749</b>	<b>841.617</b>	<b>818.694</b>	<b>824.563</b>	<b>771.865</b>
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)	827.826	849.639	835.355	832.644	818.073	800.110	810.648	786.673	791.058	735.202
Internationaler Luftverkehr (CRF 1.C.1.a)	19.528	19.101	19.001	19.357	21.169	23.087	24.235	25.134	25.422	24.726
<b>Bundesergebnis (CRF 1.A + CRF 1.C.1.a)*</b>	<b>847.354</b>	<b>868.740</b>	<b>854.356</b>	<b>852.001</b>	<b>839.243</b>	<b>823.197</b>	<b>834.883</b>	<b>811.808</b>	<b>816.479</b>	<b>759.928</b>
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (Gg)	15.752	18.903	10.109	7.624	8.123	12.552	6.734	6.886	8.084	11.937
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (%)	1,9	2,2	1,2	0,9	1,0	1,5	0,8	0,8	1,0	1,6

Bundesland	2010	2011	2012	2013	2014 [Gg CO <sub>2</sub> ]	2015	2016	2017	2018	2019
Baden-Württemberg	69.327									
Bayern		80.022								
Berlin			19.772							
Brandenburg				55.500						
Bremen					13.779					
Hamburg						11.676				
Hessen						51.485				
Mecklenburg-Vorpommern							9.961			
Niedersachsen								68.968		
Nordrhein-Westfalen			275.301							
Rheinland-Pfalz				27.336						
Saarland					19.117					
Sachsen					48.737					
Sachsen-Anhalt						27.375				
Schleswig-Holstein							19.043			
Thüringen								10.771		
<b>Länderergebnis</b>	<b>808.169</b>									
Sektoraler Ansatz UBA (CRF 1.A)		773.833								
Internationaler Luftverkehr (CRF 1.C.1.a)			24.482							
<b>Bundesergebnis (CRF 1.A + CRF 1.C.1.a)*</b>	<b>798.315</b>									
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (Gg)		<b>9.854</b>								
Differenz Länder- zu Bundesergebnis (%)		<b>1,2</b>								

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

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

Im Ergebnis dieses Vergleiches wurde vom Trend her eine sehr gute Übereinstimmung der zusammengefassten Länderergebnisse mit dem Bundesinventar ermittelt. Im Durchschnitt der 21 Jahre wichen die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Bundesländer insgesamt 1,2 % vom Bundesergebnis ab. Die Abweichungen lagen in ihren Extremen bei – 0,8 % im Jahr 1990 und 2,2 % im Jahr 2001. Mit Ausnahme des Jahres 1990 lag die Summe der für die einzelnen Bundesländer ermittelten Ergebnisse immer geringfügig oberhalb des Bundesergebnisses.

### **3.2.1.2.3 Geplante Verbesserungen**

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

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## **3.2.2 Internationale Bunkerbrennstoffe**

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

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

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

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

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	Tier 2	NS/IS	CS D (Schmierstoffe)
CH <sub>4</sub>	Tier 3	NS/IS	CS
N <sub>2</sub> O	Tier 3	NS/IS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	Tier 3	NS/IS	CS

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

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

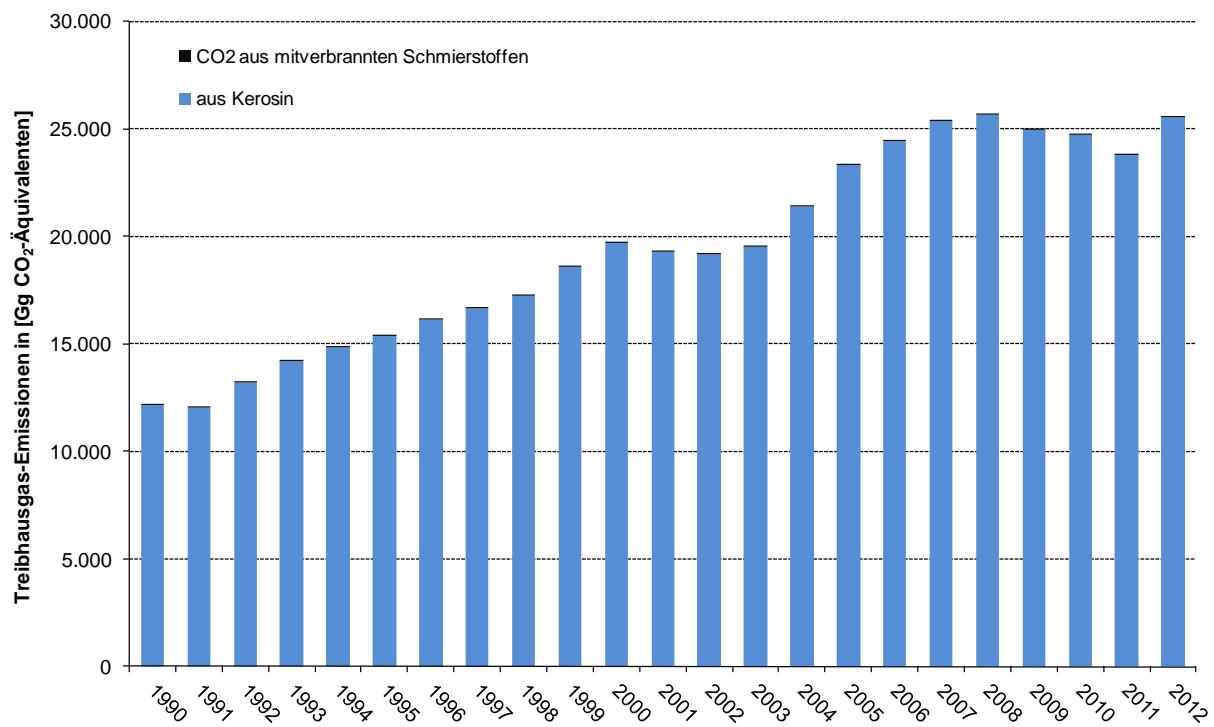


Abbildung 24: THG-Emissionen des von D abgehenden internationalen Flugverkehrs 1990-2012

### 3.2.2.2.2 Methodische Aspekte (1.C.1.a)

Im Rahmen der deutschen Energiestatistiken ist eine Aufteilung der jährlichen Kraftstoffmengen auf internationale und nationalen (= innerdeutschen) Flugverkehr nicht verfügbar, sondern erfolgt vielmehr nachträglich anhand des jährlich ermittelten Anteils des nationalen Flugverkehrs am Gesamt-Kerosineinsatz. Für 1990 wurde als Ergebnis eines Forschungsvorhabens hier ein auf einzelnen Flugbewegungen basierender Wert von knapp 15 % ermittelt, wogegen ab dem Jahr 2003 ein entsprechender Wert direkt von Eurocontrol zur Verfügung gestellt wird (berechnet nach Tier 3). Für die Jahre 1991 bis 2002 erfolgt eine Interpolation in Form einer kontinuierlichen Anpassungsfunktion, welche wiederum auf Flugbewegungsdaten beruht.

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

Die so ermittelten Anteile des internationalen Flugverkehrs an den in der Energiebilanz (AGEB) bzw. in den Amtlichen Mineralöldaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ausgewiesenen Kerosinmengen (AGEB, 2013; BAFA, 2013) stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 17: Entwicklung des internationalen Anteils am Gesamt-Kerosinverbrauch

Jahr	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Anteil in [%]	84,9	89,2	89,7	91,7	91,6	91,6	91,7	91,9
Jahr	2010	2011	2012					
Anteil in [%]	92,38	92,9	93,2					

Der internationale zivile Luftverkehr wird im ZSE direkt ausgewiesen.

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

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

Siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.2.10.1.3.

**3.2.2.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle (1.C.1.a)**

Siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.2.10.3.4.

**3.2.2.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.C.1.a)**

Gegenüber der Berichterstattung 2013 erfolgten keinerlei Rückrechnungen.

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

Siehe Nationaler Flugverkehr, Kapitel 3.2.10.1.

**3.2.2.3 Emissionen aus dem internationalen Seeverkehr/ Marine (1.C.1.b)****3.2.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.C.1.b)**

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	T1	NS	CS, D (Schmierstoffe)
CH <sub>4</sub>	T1	NS	D
N <sub>2</sub> O	T1	NS	D
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	T1	NS	D

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

Der internationale Seeverkehr umfasst neben der Seeschifffahrt auch die Hochseefischerei. Davon abgezogen werden Kraftstoffverbräuche und Emissionen der deutschen Hochseefischerei, welche in Übereinstimmung mit den Anforderungen des IPCC als Teil des nationalen Gesamtinventars unter 1.A.4.c *iii – Andere Sektoren: Fischerei* berichtet werden (siehe quellgruppenspezifische Rückrechnungen unten und Kapitel 0).

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

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

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

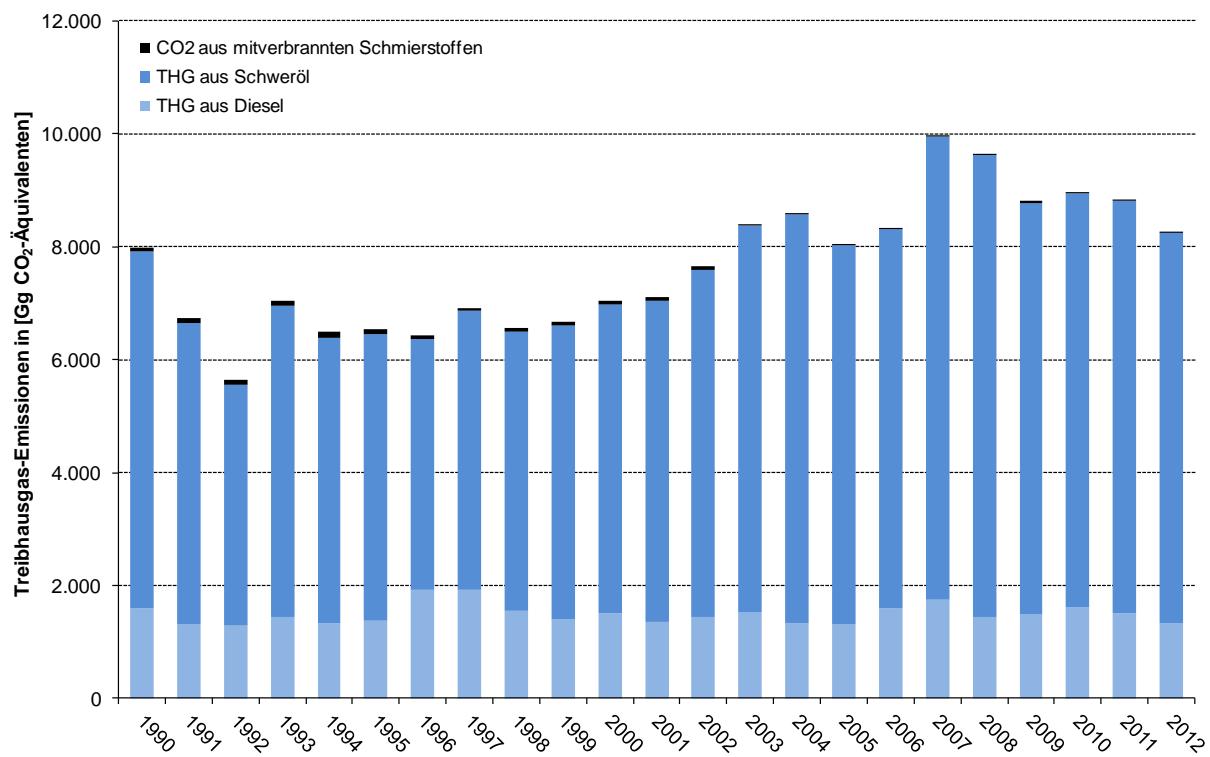


Abbildung 25: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Internationalen Seeverkehrs 1990 - 2012

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

Deutschland berichtet gemäß Tier 1, das heißt, die Emissionen werden als Produkt aus den in Deutschland verkauften Kraftstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> sowie Default-Emissionsfaktoren für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O berechnet.

Die **Aktivitätsraten** für Bunkerungen seegehender Schiffe stammen grundsätzlich aus den Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland (AGEB, 2013), in denen sie aufgrund abweichender Besteuerung der in den Häfen verkauften Kraftstoffe separat ausgewiesen werden.

Tabelle 18: verwendete Aktivitätsdaten der Nationalen Energiebilanzen

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

Für Jahre, für die eine Energiebilanz nicht rechtzeitig vorliegt, wird auf die „Amtlichen Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zurückgegriffen (BAFA, 2013: hier Tabelle 6j, Spalte: „Bunker int. Schifffahrt“), die in die Nationalen Energiebilanzen einfließen.

Von diesen statistisch erfassten Mengen wird ein konservativ berechneter Anteil der deutschen Hochseefischerei zugeordnet und damit unter 1.A.4.c iii – *Andere Sektoren: Fischerei* als Teil des nationalen Inventars berichtet (siehe Kapitel 0).

Tabelle 19: jährliche Bunkermengen (in TJ) des von D ausgehenden internationalen Seeverkehrs

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Schweröl <sup>1,2)</sup>	80.230	64.382	69.578	85.370	93.063	92.663	93.063
Diesel <sup>1,3)</sup>	23.336	20.426	21.542	18.636	22.483	21.046	19.609
an 1.A.4.c iii <sup>4)</sup>	1.928	1.928	1.509	1.098	878	878	878
an 1.C.1.b <sup>5)</sup>	21.408	18.498	20.033	17.538	21.605	20.168	21.605

<sup>1)</sup> jährliche Bunkermengen laut Nationaler Energiebilanz, Zeile 6: Hochseebunkerungen<sup>2)</sup> Schweröl: zu 100% dem internationalen Seeverkehr zugeordnet<sup>3)</sup> Dieselkraftstoff: aufgeteilt auf internationalen Seeverkehr und dt. Hochseefischfang<sup>4)</sup> Anteil dt. Hochseefischfang: konservativ berechnet anhand Flottengröße (siehe Kapitel 0)<sup>5)</sup> Anteil internationalen Seeverkehr: Bunkermenge laut Energiebilanz abzüglich Anteil 1.A.4.c iii

Zudem werden die Mengen mitverbrannter Schmierstoffe und die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen erfasst und berichtet. Angaben zum jährlichen Einsatz von Schmierstoffen werden dabei ebenfalls den „Amtlichen Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland“ entnommen und über einen Heizwert von 40 GJ/t umgerechnet. Die Inlandsablieferungen schwanken dabei über die Jahre unabhängig vom Kraftstoffeinsatz stark (siehe Tabelle 20).

Bisher wird konservativ davon ausgegangen, dass von den eingesetzten Mengen 50 % mitverbrannt werden und somit CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Folge haben.

Tabelle 20: jährlich durch den von D ausgehenden internationalen Seeverkehr mitverbrannte Schmierstoffe (in TJ)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Inlandsablieferungen <sup>1)</sup>	1.832	2.082	1.627	283	621	216	53
davon mitverbrannt <sup>2)</sup>	916	1.041	814	141	310	108	26

<sup>1)</sup> jährliche Inlandsablieferungen laut BAFA<sup>2)</sup> konservative Annahme: 50% mitverbrannt

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

Für die Berechnung der N<sub>2</sub>O-, CH<sub>4</sub>-, CO-, NO<sub>x</sub>- und NMVOC-Emissionen werden ebenfalls IPCC-Default-Emissionsfaktoren verwendet, die den Revised 1996 IPCC Guidelines (Reference Manual, 1996b: S.1.90 Tabelle 1-48) entnommen wurden.

Hinsichtlich der Mitverbrennung von Schmierstoffen wird dagegen davon ausgegangen, dass diese Emissionen - bis auf CO<sub>2</sub> - bereits in den Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet und damit in den für diese Kraftstoffe berechneten Emissionen enthalten sind. Die EF für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O werden daher als IE (included elsewhere) berichtet.

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

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

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

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

Eine quellspezifische Verifizierung der CO<sub>2</sub>-, Methan- und Lachgas-Emissionsfaktoren erfolgte durch einen Vergleich mit den von anderen Nationen verwendeten Faktoren.

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

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

Gegenüber der Submission 2013 erfolgten keinerlei Rückrechnungen.

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

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## **3.2.3 Lagerhaltung**

Im Rahmen eines in Zusammenarbeit mit der Universität Utrecht durchgeführten Forschungsvorhabens (UU STS, 2007) wurden die Emissionen aus der nichtenergetischen Verwendung der in der Wirtschaft eingesetzten Energieträger erstmals für die Jahre zwischen 1990 und 2004 berechnet und mit den für das CO<sub>2</sub>-Referenzverfahren verwendeten Angaben verglichen. Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Anhang 2, Kapitel 13.9 des NIR 2007 wiedergegeben. Insgesamt werden diese Emissionen für alle Jahre im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Referenz-Verfahrens berücksichtigt.

## **3.2.4 CO<sub>2</sub> Abscheidung von Abgasen und nachfolgende Speicherung (CCS)**

Derzeit befindet sich die Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> (CCS) in Deutschland noch in der Erforschungsphase, es gibt einige Pilotanlagen. Einbindungen durch CCS sind gegenwärtig im deutschen Inventar nicht bilanziert.

## **3.2.5 Landesspezifische Besonderheiten**

Es liegen keine die Berichterstattung beeinflussenden Besonderheiten vor.

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

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

CRF 1.A.1.a	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	L T/T2	339.017,9 (27,62%)	329.567,4 (35,23%)	-2,79%		
all fuels	N <sub>2</sub> O	- -/T2	2.504,4 (0,20%)	2.804,1 (0,30%)	11,97%		
all fuels	CH <sub>4</sub>	- T/T2	144,6 (0,01%)	1.617,5 (0,17%)	1018,4%		

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	Tier 2	NS	CS
N <sub>2</sub> O	Tier 2	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS	NS	CS

Die Quellgruppe der *Öffentlichen Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend, für CH<sub>4</sub> nur nach dem Trend und für N<sub>2</sub>O nach dem Tier-2-Ansatz.

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

In der öffentlichen Elektrizitätserzeugung war 2012 eine Netto-Engpassleistung von ca. 99 GW installiert. Davon wurden ca. 75 GW mit fossilen Energieträgern oder deren Umwandlungsprodukten betrieben. Alle fossil betriebenen Anlagen zusammen erzeugten ca. 327 TWh elektrische Arbeit. Das entspricht ca. 75 % der gesamten öffentlichen Stromerzeugung (ca. 467 TWh). Dabei entfiel allein auf die Brennstoffe Braunkohle und Steinkohle die Erzeugung von ca. 270 TWh Strom.

Heizkraftwerke trugen im Jahr 2012 zur öffentlichen Versorgung mit einer Nettostromerzeugung von etwa 47 TWh und einer Nettowärmeerzeugung von 91 TWh bei. Ergänzt wird die FernwärmeverSORGUNG durch ungekoppelte Wärmeerzeugung aus Heizwerken, die meist im Spitzenlastbetrieb betrieben werden. (*Statistisches Bundesamt*, 2013a).

Die folgende Graphik zeigt eine Übersicht über die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Quellgruppe 1.A.1.a:

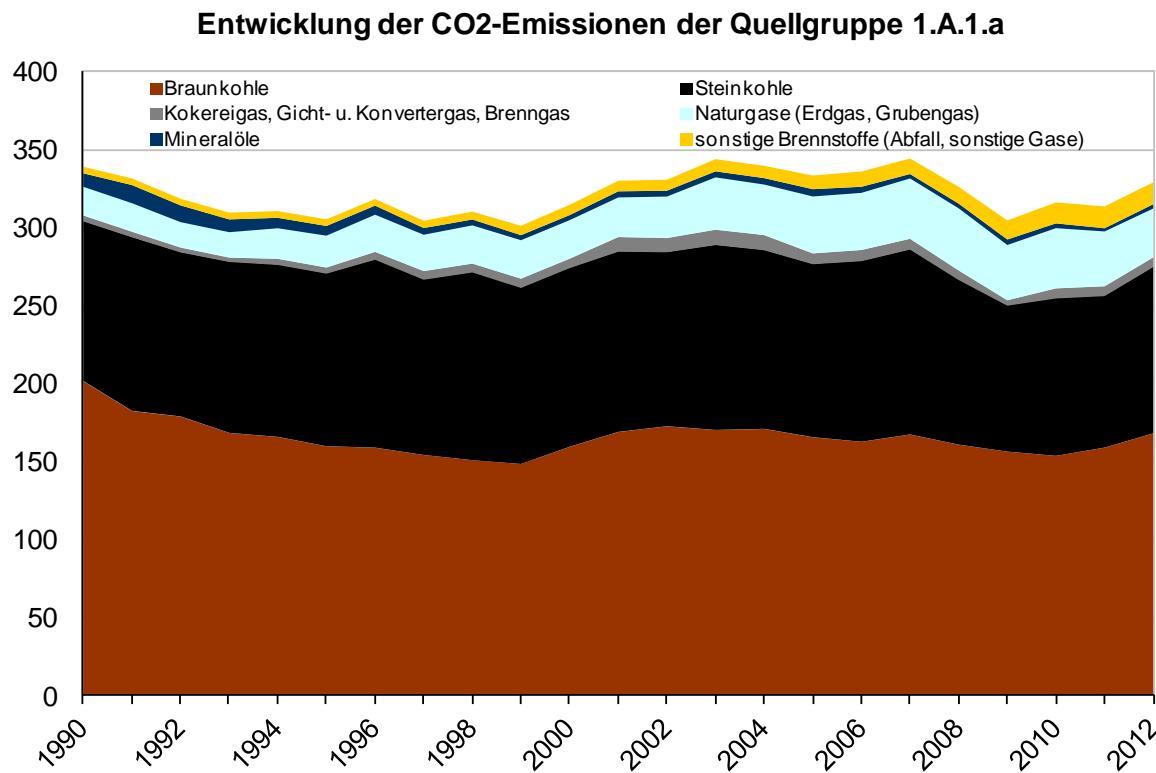


Abbildung 26: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.a

Insgesamt weisen die Emissionen bis 1999 einen fallenden Trend auf, was im Wesentlichen auf die Schließung vieler braunkohlebefeueter Anlagen in den neuen Bundesländern zurückzuführen ist. Danach wurden einige Anlagen wieder ersetzt, so dass ab dem Jahr 2000 die neu installierte Leistung von Braunkohlenkraftwerken die vom Netz genommenen überstieg, was wieder zu steigenden Emissionen führte. Auch im Jahr 2012 gingen einige neue Kraftwerksblöcke ans Netz, was zu einem weiteren Anstieg der Emissionen aus Braunkohle führte. Insgesamt bleiben die Emissionen aus Braunkohleverstromung dennoch deutlich unter dem Niveau von 1990.

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

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

und damit auch weniger Emissionen. Damit sinken die Emissionen aus der Steinkohleverbrennung auf den niedrigsten Wert seit 1990. Über die Zeitreihe betrachtet weisen die Steinkohlekraftwerke stärkere Schwankungen beim Brennstoffeinsatz auf, da sie im Gegensatz zur Braunkohle meist im Mittellastbereich gefahren werden und damit deutlicher auf Nachfrageschwankungen reagieren und zum anderen abhängig von Importpreisen sind. Außerdem kam es vor allem ab Mitte der 90er Jahre zu Sektorverschiebungen von der Industrie (1.A.1.c und 1.A.2.f) zur öffentlichen Versorgung (1.A.1.a), da Betreiber vermehrt zur öffentlichen Versorgung meldeten. Im Jahr 2012 sorgt die Ummeldung eines weiteren größeren Unternehmens vom Steinkohlenbergbau (1.A.1.c) zur öffentlichen Versorgung (1.A.1.a) zu einer deutlichen Verschiebung von Emissionen zwischen den beiden Sektoren. Eine weitere Begründung für den Anstieg der Emissionen aus Steinkohlekraftwerken in der Quellgruppe 1.A.1.a sind die im Jahr 2012 deutlich gefallenen Weltmarktpreise für Steinkohle.

Die Mineralöle spielen für die deutsche Stromversorgung nur eine untergeordnete Rolle. Sie werden überwiegend zur Hilfs- und Stützfeuerung in Kohle- und Müllheizkraftwerken und zur Spitzenlasterzeugung eingesetzt. Seit 1990 hat sich der Einsatz mehr als halbiert. Im Jahr 2009 wurde wieder etwas mehr Mineralöl zur Spitzenlasterzeugung eingesetzt, da es im Krisenjahr deutlich preiswerter war als Erdgas. Auch im Jahr 2012 wurde wieder mehr Mineralöl eingesetzt, analog zu den erhöhten Stein- und Braunkohleeinsätzen. Das führte zu einer leichten Steigerung der Emissionen.

Der Einsatz von Erdgas zur Stromerzeugung ist seit 1990 sehr deutlich angestiegen, was jedoch nicht in gleichem Maße zum Emissionsanstieg führte, da Erdgas deutlich niedrigere spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweist als Kohle. Der signifikante Anstieg des Erdgaseinsatzes ab 2005 ist insbesondere auf die Inbetriebnahme einer ganzen Reihe von großen GuD- und mittleren Gasturbinenkraftwerken zurückzuführen. Darüber hinaus wird Erdgas zunehmend als Regelenergie für die Stromerzeugung aus fluktuiierenden erneuerbaren Energien genutzt. Seit dem Jahr 2010 sinkt der Erdgaseinsatz zur Stromerzeugung wieder. Bis zum Jahr 2012 fällt der Wert sogar unter das Niveau von 2005. Diese Entwicklung ist im Wesentlichen auf die hohen Erdgaspreise zurückzuführen.

Der Einsatz von Abfällen in Müllverbrennungsanlagen und zur Mitverbrennung nimmt aufgrund der Gesetzesänderungen seit 1990 ebenfalls zu. Die zusätzlichen Emissionen durch vermehrten Einsatz von Abfällen führen zur Vermeidung von Methanemissionen aus Deponien. Die Nutzung von Industriegasen zur Stromerzeugung ist zum einen produktionsabhängig, wie das Krisenjahr 2009 zeigt, zum anderen auch davon abhängig, ob die Betreiber im Rahmen der statistischen Erhebungen zur Industrie oder zur öffentlichen Versorgung melden. Insgesamt gibt es bei allen Brennstoffen immer wieder Wechsel der Sektorzuordnung.

Aufgrund der wirtschaftlichen Erholung stieg im Jahr 2010 die Stromerzeugung aus fast allen fossilen Energieträgern z.T. sehr deutlich an, was zu einer Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen führte. Bis zum Jahr 2012 steigen die Emission weiter an. Das ist zum einen durch einen hohen Exportüberschuss zu erklären. Zum anderen durch den deutlich gesunkenen Anteil der Kernenergie, der teilweise durch fossile Energieträger ersetzt wird. Dennoch bleiben die Emissionen aus der Stromerzeugung noch unter dem Niveau von 2008. Als weiterer Grund für die Steigerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Jahren 2010 und 2012 sind die kalten Winter

zu nennen. Die erhöhte Wärmenachfrage führte zu einem höheren Brennstoffeinsatz in Fernheizwerken.

Der Trend für das Treibhausgas N<sub>2</sub>O wird im Wesentlichen vom Kohleeinsatz bestimmt. Da für N<sub>2</sub>O keine Minderungsmaßnahmen in Energieerzeugungsanlagen bekannt sind, ist der seit 1990 sinkende Trend auf den verringerten Kohleeinsatz zurückzuführen und der seit 2012 zu verzeichnende Anstieg der Kohleverstromung mit ebenfalls steigenden Emissionen verbunden.

Für CH<sub>4</sub> ist dagegen seit 1990 ein steigender Trend zu beobachten. Hier macht sich vor allem der seit 2003 deutliche Anstieg des Biogaseinsatzes bemerkbar. Biogas wird vorwiegend in Verbrennungsmotoren eingesetzt, die sehr hohe spezifische Methanemissionen aufweisen.

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

#### Aktivitätsraten

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

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

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

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

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

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

erfassen, kann dennoch nicht auf Zusatzdaten aus der Abfallstatistik verzichtet werden, um die Lücke zur Energiestatistik zu schließen.

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

Die bisherigen Annahmen zum biogenen Anteil von Klärschlamm wurden beibehalten.

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

Seit dem NIR 2011 werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in öffentlichen Kraftwerken in der Quellgruppe 1.A.1.a berichtet. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die entsprechenden Emissionen aus der Gichtgasnutzung über die gesamte Zeitspanne seit 1990.

Tabelle 21: CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in öffentlichen Kraftwerken

[Mio. t CO <sub>2</sub> )										
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
3,236	3,283	3,008	2,719	3,744	3,745	4,796	5,282	5,440	5,782	
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
5,930	9,243	8,990	9,723	9,597	6,866	7,112	6,578	5,858	3,317	
2010	2011	2012								
6,228	6,097	5,948								

### Emissionsfaktoren

Da CO<sub>2</sub> Emissionen von der Brennstoffqualität abhängen, werden die CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren sektorübergreifend berechnet und genutzt. Eine detaillierte Beschreibung sowie eine Liste mit den verwendeten Faktoren ist im Anhang, Kapitel 18.7 verfügbar.

Datengrundlage für die verwendeten Emissionsfaktoren für alle anderen Treibhausgase und Vorläufersubstanzen ist der Bericht zum Forschungsvorhaben "Ermittlung und Evaluierung von Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in Deutschland für die Jahre 1995, 2000 und 2010" (RENTZ et al, 2002). Die Werte für die Zwischenjahre 1996 - 1999 und 2001 - 2009 werden durch lineare Interpolation ermittelt. Das Vorhaben sowie die lineare Interpolation für die Zwischenjahre ist ebenfalls die Grundlage für die Emissionsfaktoren der Kapitel 0, 0, 0 und 0, soweit dort Kraftwerke, Gasturbinen oder Kesselfeuерungen 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<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC, Staub und N<sub>2</sub>O 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<sub>4</sub> für Gasturbinen und genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen, die unter die TA Luft fallen. Informationen zur Vorgehensweise des Forschungsvorhabens sind im Anhang 3 dargestellt (Kapitel 19.1.2)

Wir haben im Zuge eines größeren Forschungsvorhabens, das Ende 2008 gestartet ist und im Jahre 2011 abgeschlossen werden konnte (FICHTNER et al. 2011), mit der Aktualisierung der beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO<sub>2</sub>) begonnen. Bezugsjahr für die Vorschlagswerte ist das Jahr 2004; davon ausgehend werden Prognosewerte für Emissionsfaktoren für die Jahre 2010, 2015 und 2020 ermittelt. Auf der Grundlage der Forschungsergebnisse hatten wir bereits im Jahre 2011 eine größere Anzahl von Zeitreihen - vorwiegend im Bereich von Kohle einsetzenden Anlagen - für die Emissionsfaktoren von SO<sub>2</sub> (außer Braunkohle), NO<sub>x</sub> und Quecksilber aktualisiert. Fokus der Arbeiten im Jahre 2012 waren die N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren sowie die SO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für die Braunkohlen. Diese Arbeiten haben wir im Jahre 2013 fortgesetzt und die CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren aktualisiert; ferner wurden die Emissionsfaktoren für CO überprüft und aktualisiert. Die Aktualisierung von weiteren Emissionsfaktoren-Zeitreihen werden wir im Zuge künftiger Inventarberichte vornehmen und berichten.

N<sub>2</sub>O unterliegt in Deutschland nur in Ausnahmefällen der Überwachung; aus diesem Grunde liegen keine regelmäßigen Messdaten vor. Allerdings wurde das Emissionsverhalten bei Einsatz von Stein- und Braunkohlen, insbesondere bei Einsatz in Wirbelschichtfeuerungen und insbesondere in den 90er Jahren gezielt untersucht. Das Vorhaben FICHTNER et al 2011 hat die bisher verwendeten Werte überprüft und aktualisiert. Tabelle 29 zeigt die Ergebnisse für große Anlagen der öffentlichen Kraftwerke (Feuerungswärmeleistung 50 Megawatt oder mehr), die Tabelle 30 die Ergebnisse für kleinere Anlagen der Energiewirtschaft und der Industrie. Auf Grundlage dieser Werte wurden die quellgruppenspezifischen Emissionsfaktoren für das ZSE berechnet.

Tabelle 22: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus GFA

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

Tabelle 23: Technologische Emissionsfaktoren für Lachgas aus Anlagen &lt; 50 MW FWL

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

Tabelle 24: Methan-Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen ab 50 MW FWL und für Gasturbinen

Anlagenart	Brennstoff	CH <sub>4</sub> -E-Faktor [kg/TJ]
<b>Feuerungsanlagen ≥ 50 MW FWL</b>	Steinkohle	1,0
	Braunkohle	0,63
	Heizöl, schwer	4,1
	Heizöl, leicht	3,3
	Erdgas	2,0
<b>Gasturbinen (einschl. GuD)</b>	Heizöl, leicht	8,0
	Erdgas	10,925
<b>Verbrennungsmotoren</b>	Erdgas	309,0
	Biogase	185,0
<b>Müllverbrennung</b>		1,8

In einem von IZT durchgeführten Forschungsvorhaben: „Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11.BImSchV“ konnten spezielle CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren für Gasmotoren ermittelt werden. Der Durchschnittswert für den Brennstoff Erdgas liegt mit 309 kg/TJ sehr deutlich über den bis dahin verwendeten Wert von 0,3 kg/TJ, der in etwa dem Wert für Dampfturbinenkraftwerken entspricht. Der hohe Methanschlupf, der durch ein Entweichen von unverbranntem Erdgas entsteht, konnte durch Daten aus der

Emissionsüberwachung bestätigt werden. Die Messwerte können abhängig von der Art des Motors und dem Wartungszustand erheblich schwanken. Für Biogas, Klärgas, Deponiegas und Grubengas wurde ein durchschnittlicher CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktor von 185 kg/TJ ermittelt, der zumindest für Biogas ebenfalls durch Angaben aus der Emissionsüberwachung bestätigt werden konnte. Aufgrund der geringeren Methangehalte in den biogenen Gasen ist der Faktor geringer als bei Erdgas anzusetzen.

Die für die Abfallverbrennung verwendeten Emissionsfaktoren stammen größtenteils aus dem von ATZ durchgeführten Forschungsvorhaben „Überprüfung der Emissionsfaktoren für die Abfallverbrennung“. Die N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren stammen aus der Dänischen Studie „Emissions from decentralized CHP plants 2007“. Da die Emissionsfaktoren der übrigen Schadstoffe mit denen der Deutschen Müllverbrennungsanlagen gut übereinstimmen, können auch die N<sub>2</sub>O-Faktoren auf das Deutsche Inventar übertragen werden. Für die mit verbrannten Abfälle werden gewichtete Emissionsfaktoren berechnet, je nach Anteil der einzelnen Kohlearten.

Informationen zu den prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Abgasreinigung (REA) von Großfeuerungsanlagen liefert der Anhang 3 im Kapitel 19.1.2.2.

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

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

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

Die Angaben für die Unsicherheit des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors und deren statistische Verteilungsfunktion wurden vom Umweltbundesamt geschätzt. Die Zahlenwerte stützen sich auf die Spannweite der Kohlenstoffgehalte der einzelnen Brennstoffe.

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

#### **3.2.6.3.1 Methodik zur Bestimmung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren**

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

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

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

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

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

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

### **3.2.6.3.2 Ergebnis für N<sub>2</sub>O**

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

### **3.2.6.3.3 Ergebnis für CH<sub>4</sub>**

Feuerungsanlagen unterliegen hinsichtlich der CH<sub>4</sub>-Emissionen in Deutschland keiner Überwachung, aus diesem Grunde liegen keine systematischen Messdaten vor. Herangezogen wurden daher die in Deutschland und der Schweiz verfügbaren Einzelinformationen. Infolge dieser eingeschränkten Datenlage wurde im Forschungsvorhaben von einer systematischen Zuordnung zu den dort behandelten Quellgruppen (vergleiche Kapitel 3.2.6.2) abgesehen. Die im Forschungsvorhaben FICHTNER et al (2011) für einzelne Brennstoffe ermittelten und für die Berichterstattung verwendeten CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren für Feuerungs- und Gasturbinenanlagen einschließlich GuD sind im Anhang 19.1.2.2 zusammengestellt. Im Zuge einer durch den Forschungsnehmer vorgenommenen Expertenschätzung gemäß Tier 1 der IPCC-GPG (2000: Kapitel 6) wurde für die prozentuale Unsicherheit in der Quellgruppe 1.A.1a (und ebenso in den Quellgruppen 1.A.1b, 1.A.1c und 1.A.2f / all other) eine obere Grenze von +/- 50 % geschätzt; dabei gehen wir - ebenso wie bei N<sub>2</sub>O - von einer uniformen Verteilung der Unsicherheiten aus.

### **3.2.6.3.4 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren**

Die Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens (FICHTNER et al 2011) für den Zeitpunkt 2004 (Bezugsjahr) ermittelt. Das Forschungsvorhaben sieht keine Anhaltspunkte für zeitliche Änderungen für den einzelnen Emissionsfaktor. Frühere Annahmen, dass zumindest die Werte für Gasturbinen zeitvariabel sein können, haben sich nicht bestätigt. Aus diesem Grunde haben wir für jede Zeitreihe konstante Werte für den

Zeitraum 1995 bis 2012 eingesetzt und diese Werte auch als Prognosewerte bis 2020 angenommen

Die Zeitreihen für N<sub>2</sub>O zwischen 1995 und 2012 sind vor diesem Hintergrund insgesamt als konsistent zu bewerten. Die Zeitreihen der CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren für die Jahre 1995 bis 2012 wurden ebenfalls geprüft und als in sich konsistent bewertet.

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

Zur Sicherung der Zeitreihenkonsistenz wurden die für Verbrennungsmotoranlagen ermittelten CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren bis 1990 zurückgeschrieben. Es ist zwar davon auszugehen, dass der Methanschlupf Anfang der 90er Jahre noch deutlich höher lag, als bei modernen Motoranlagen, es liegen für diesen Zeitraum jedoch zu wenig Messwerte vor.

Da für die meisten biogenen Brennstoffe erst ab dem Jahr 2003 statistische Daten zum Brennstoffeinsatz vorliegen, kann für diese Brennstoffe keine konsistente Zeitreihe ab 1990 vorgelegt werden. Das hat ausschließlich Auswirkungen auf den Trend der CH<sub>4</sub>-Emissionen, der ab dem Jahr 2003 steil ansteigt.

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

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

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Weiterhin wurde ein detaillierter Vergleich mit den im Emissionshandel verwendeten Emissionsfaktoren und Heizwerten durchgeführt (siehe Kapitel 18.7.4).

Zur Dokumentation ihrer Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Erstellung der Energiebilanzen legt die AGEB dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der vor (siehe Kapitel 18.4.2). Seit dem Jahr 2012 führt die AGEB systematische Vergleiche zwischen der Schätzbilanz 2011 (vorläufig) mit der Energiebilanz 2010 (endgültig) durch (siehe Kapitel 18.4.2). Außerdem wurde die Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 dokumentiert und im Internet veröffentlicht<sup>21</sup>.

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

Zusätzlich zu diesen Maßnahmen findet eine Einbindung der AGEB in den jährlichen Überprüfungsprozess sowie ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch mit der AGEB im Rahmen ihrer regelmäßiger Sitzungen statt, bei denen UBA regelmäßig als Gast vertreten

<sup>21</sup> AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2006 URL: [http://www.aged.org/energiebilanzen.de/files/revision\\_der\\_energiebilanzen\\_2003\\_bis\\_2009\\_05.pdf](http://www.aged.org/energiebilanzen.de/files/revision_der_energiebilanzen_2003_bis_2009_05.pdf); Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland - Methodische Änderungen ab 2010 und Revisionen 2003 bis 2009; [http://www.aged.org/energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=7&clang=0](http://www.aged.org/energiebilanzen.de/index.php?article_id=7&clang=0)  
(Aufruf vom 07.10.2013)

ist. Hier werden methodische Fragen angesprochen und es erfolgt ein genereller Austausch, der dem besseren Verständnis der Datenerhebung sowie der Verifizierung der Daten dient.

Die generellen qualitätssichernden Maßnahmen zu den Emissionsfaktoren von Feuerungsanlagen im Rahmen der Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) sind in der Methodikbeschreibung im Anhang 3, Kapitel 19.1.2.1 (hinter Abbildung 82) dargestellt. Ihre Ergebnisse wurden im NIR 2005 berichtet.

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

In der Quellgruppe 1.A.1.a wurden die vorläufigen Werte für das Jahr 2011 durch die nun vorliegenden endgültigen Statistiken ersetzt, was zu Rückrechnungen bei allen Treibhausgasen führte.

Außerdem wurde eine kleine Fehlerkorrektur für flüssige Brennstoffe (für die Jahre 2005 und 2006) und Biogas (für das Jahr 2010) durchgeführt.

Nach der endgültigen Klärung eines Betreiberwechsels, musste die Revierzuordnung für die Braunkohlen für das Jahr 2010 neu gerechnet werden.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Rückrechnungen für CO<sub>2</sub>.

Tabelle 25: Quellspezifische Rückrechnungen CRF 1.A.1.a

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	gesamt	
2005	333.999	334.001	0	1	0	0	1	0,00%
2006	336.475	336.478	0	3	0	0	3	0,00%
2010	316.843	316.820	0	0	0	-23	-23	-0,01%
2011	314.160	314.368	-642	-469	609	711	209	0,07%

Für N<sub>2</sub>O ergeben sich Rückrechnungen über die gesamte Zeitreihe, da verschiedene Korrekturen vorgenommen wurden, um die Zeitreihenkonsistenz zu verbessern.

Für CH<sub>4</sub> ergeben sich ebenfalls Rückrechnungen für die gesamte Zeitreihe, da neue Emissionsfaktoren aus einem Forschungsprojekt in die Datenbank implementiert wurden. Aufgrund der neuen Erkenntnisse mussten teilweise auch Werte bis zum Jahr 1990 ersetzt werden. Generell führt die Überarbeitung der CH<sub>4</sub> Emissionsfaktoren zu einer Erhöhung der Methanfracht aus der Verbrennung gasförmiger und flüssiger Brennstoffe sowie zu einer Verringerung der Methanfracht aus der Verbrennung fester Brennstoffe und Biomasse.

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

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.2.7 Mineralölraffinerien (1.A.1.b)

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

CRF 1.A.1.b	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	L T/T2	20.005,9 (1,63%)		18.523,0 (1,98%)		-7,41%
all fuels	N <sub>2</sub> O	- -	103,8 (0,01%)		59,7 (0,01%)		-42,45%
all fuels	CH <sub>4</sub>	- -	13,3 (0,00%)		11,3 (0,00%)		-15,26%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	Tier 2	NS	CS
N <sub>2</sub> O	Tier 2	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS	NS	CS

Die Quellgruppe der *Mineralölraffinerien* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie dem Tier-2-Analyse.

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

Die Rohöldestillationskapazität der deutschen Mineralölraffinerien betrug im Jahr 2012 rund 104 Mt. In diesem Zeitraum wurden 95 Mt Rohöl und 12 Mt Zwischenprodukte zur Weiterverarbeitung eingesetzt. Die Erzeugung an Mineralölprodukten betrug insgesamt 104 Mt, davon entfielen ca. 52 Mt auf Kraftstoffe, ca. 23 Mt auf Heizöle, ca. 8,1 Mt auf Naphtha und ca. 21,2 Mt auf andere Produkte. (MWV, 2013, Tab PRE1.1, Tab 4, Tab 5j ).

In der Mineralölverarbeitung werden Kraftwerke mit einer elektrischen Leistung von etwa 1,4 GW betrieben. Diese Kraftwerke erzeugten im Jahr 2012 6,8 TWh Strom. (*Statistisches Bundesamt*, 2012c, WZ 192 Mineralölverarbeitung).

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

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

### Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.b

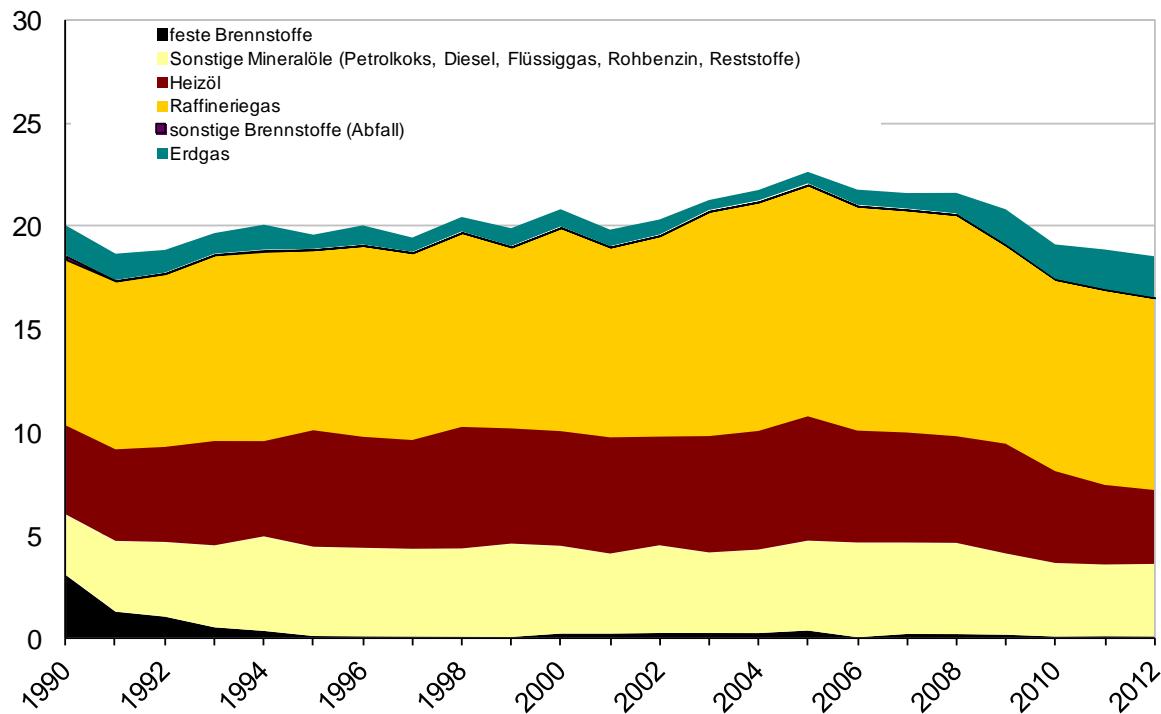


Abbildung 27: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.b

In den frühen 1990er Jahren wurden in den neuen Bundesländern noch Rohbraunkohlen eingesetzt, jetzt wird unter den festen Brennstoffen nur noch eine kleine Menge Kokereigas berichtet. Insgesamt zeigen die Emissionen bis zum Jahr 2005 einen leicht steigenden Trend. Danach sinken die Emissionen wieder. Seit 1990 kam es in diesem Sektor zwar auch zu Anlagenschließungen, wenn auch in deutlich geringerem Umfang wie im Stein- u. Braunkohlenbergbau, dennoch wurde die Produktion erhöht. Die Anlageneffizienz wurde zwar verbessert - allerdings führten im Gegenzug die vermehrte Produktion leichterer Mineralölprodukte sowie die verstärkte Tiefenentschwefelung zunächst zu einer Erhöhung der spezifischen Brennstoffverbräuche. Die Emissionsschwankungen über die Jahre lassen sich durch die unterschiedlichen Produktionsmengen erklären. Das bisherige Produktionsmaximum an Mineralölprodukten lag in 2005 bei insgesamt 123,6 Mio. t, was zu entsprechend hohen Emissionen führte. Danach sank die Produktion, bis auf 103,3 Mio. t Mineralölprodukte in 2011, was wiederum zu sinkenden Emissionen führte. Die Marktlage der Mineralölraffinerien ist noch immer schwierig aufgrund von Überkapazitäten, vor allem in Europa. Eine deutsche Raffinerie stellte bereits 2010 ihren Betrieb ein. Dadurch konnte die Auslastung der Deutschen Raffinerien etwas gesteigert werden. Im Jahr 2012 kommt es zu einer leichten Steigerung der Produktionsmenge auf insgesamt 104,4 Mio. t Mineralölprodukte. Dennoch sinken die Emissionen, aufgrund eines erhöhten Einsatzes von emissionsärmeren Erdgas sowie einer Erhöhung der Anlageneffizienz. Beide Maßnahmen dienen der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Anlagen.

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

##### Aktivitätsraten

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

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

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

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

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

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

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

## Emissionsfaktoren

Eine Beschreibung sowie eine Liste der verwendeten CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren ist im Anhang, Kapitel 18.7 verfügbar.

Die Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> sowie die Vorläufersubstanzen für Raffineriekraftwerke sind den Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) entnommen. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise ist dem Kapitel 3.2.6.2 in Verbindung mit dem Kapitel 19.1.2.1 im Anhang 3 zu entnehmen. Für die Prozesswärme bereitstellenden Unterfeuerungen liefert das zitierte Vorhaben keine Emissionsfaktoren. Ersatzweise werden daher für Unterfeuerungen dieselben Werte für N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> gewählt, die auch für Raffineriekraftwerke angesetzt werden.

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

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

#### **3.2.7.3.1 Ergebnis für N<sub>2</sub>O**

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.2 gelten entsprechend.

#### **3.2.7.3.2 Ergebnis für CH<sub>4</sub>**

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.3 gelten entsprechend.

#### **3.2.7.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren**

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.4 gelten entsprechend.

### **3.2.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.b)**

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

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Außerdem erfolgte ein detaillierter Vergleich mit den im Emissionshandel verwendeten Faktoren und Heizwerte (siehe Kapitel 18.7.4).

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

Bezüglich der Emissionsfaktoren gelten die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3 entsprechend.

### **3.2.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.1.b)**

Aufgrund der Revision der Nationalen Energiebilanzen kommt es zu leichten Rückrechnungen beim Erdgas ab dem Jahr 2005.

Weiterhin führt im Berichtsjahr 2011 das Ersetzen vorläufiger Werte durch die Originalstatistik zu folgenden Rückrechnungen für CO<sub>2</sub>.

Tabelle 26: Rückrechnungen in CRF 1.A.1.b

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	gas	Abweichung absolut			Abweichung relativ gesamt
				liquid	solid	gesamt	
2005	22.599	22.599	0,0006	0,0000	0,0000	0,0006	0,00%
2006	21.740	21.740	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,00%
2007	21.575	21.575	0,0560	0,0000	0,0000	0,0560	0,00%
2008	21.585	21.584	-0,6723	0,0000	0,0000	-0,6723	0,00%
2009	20.793	20.791	-2,2401	0,0000	0,0000	-2,2401	-0,01%
2010	19.094	19.094	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,00%
2011	18.380	18.849	224,4809	219,9075	24,8198	469,2082	2,55%

Für N<sub>2</sub>O ergeben sich Rückrechnungen über die gesamte Zeitreihe, da verschiedene Korrekturen vorgenommen wurden, um die Zeitreihenkonsistenz zu verbessern.

Für CH<sub>4</sub> ergeben sich ebenfalls Rückrechnungen für die gesamte Zeitreihe, da neue Emissionsfaktoren aus einem Forschungsprojekt in die Datenbank implementiert wurden. Aufgrund der neuen Erkenntnisse mussten teilweise auch Werte bis zum Jahr 1990 ersetzt werden. Die Überarbeitung der CH<sub>4</sub> Emissionsfaktoren führte im Bereich der Raffinerien zu einer Erhöhung der Methanfracht aus der Verbrennung flüssiger Brennstoffe sowie zu einer Verringerung der Methanfracht aus der Verbrennung fester Brennstoffe.

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

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

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

CRF 1.A.1.c	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	64.393,8 (5,25%)	11.986,9 (1,28%)	-81,39%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	685,5 (0,06%)	176,5 (0,02%)	-74,25%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	77,2 (0,01%)	9,4 (0,00%)	-87,81%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	Tier 2	NS	CS
N <sub>2</sub> O	Tier 2	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS	NS	CS

Die Quellgruppe der *Herstellung von festen Brennstoffen und der sonstigen Energieerzeuger* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

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 2012 eine verwertbare

Förderung von 10,8 Mt Steinkohle (12,1 Mt in 2011) (Statistik der Kohlewirtschaft 2012). Die Kokserzeugung betrug im Jahr 2012 8,05 Mt (Verein deutscher Kokerei-Fachleute VdKF – siehe [http://www.vdkf-ev.de/content/aktuelles/aktuelles\\_produktkennzahlen.asp](http://www.vdkf-ev.de/content/aktuelles/aktuelles_produktkennzahlen.asp) 18). Die Herstellung von Steinkohlenbriketts wurde Anfang 2008 eingestellt.

Im Jahr 2012 wurden in Deutschland 185,4 Mt Rohbraunkohle gefördert (ebd.). Die Herstellung von Braunkohlenbriketts und anderen Braunkohlenprodukten betrug ca. 6,8 Mt (ebd.). Der Dampf zur Trocknung der Rohbraunkohle für die Herstellung von Braunkohlenveredelungsprodukten wird aus Braunkohlenkraftwerken mit Prozessdampfauskopplung (KWK-Anlagen) bereitgestellt. Aus diesen Anlagen wird Dampf zur Trocknung der Rohbraunkohle für die Herstellung der Braunkohlenprodukte ausgekoppelt.

Die deutsche Förderung von Erdöl betrug im Jahr 2012 2,6 Mt (MWV, 2013) und die Erdgasförderung erreichte ca. 10,8 Mill kWh Hi (AGEB, 2013). Der für den Betrieb der Anlagen erforderliche Brennstoffeinsatz für den Eigenbedarf wird in der Quellgruppe 1.A.1.c berichtet.

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

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

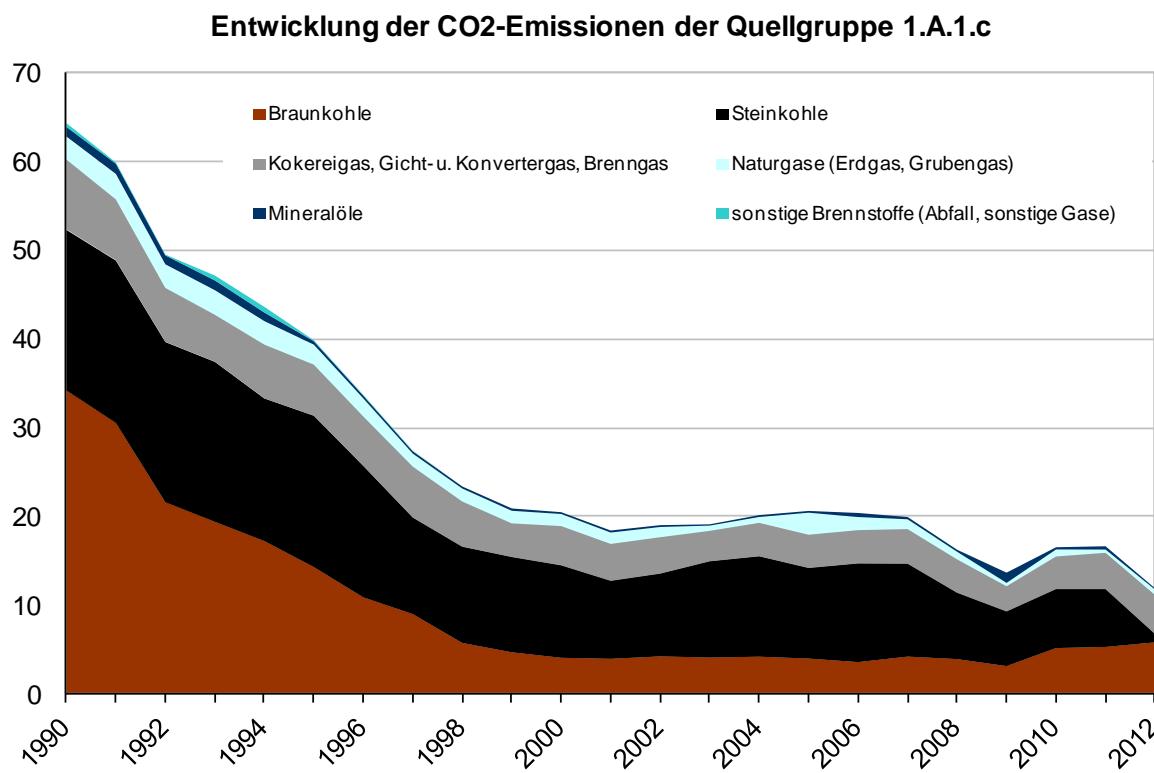


Abbildung 28: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Quellgruppe 1.A.1.c

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

Die Emissionen aus der Steinkohlennutzung im Sektor 1.A.1.c sinken seit dem Jahr 1990 deutlich. Das hat zum einen mit einer starken Reduktion der Steinkohlenförderung zu tun, die 1990 noch über 70 Mio. t betrug und im Jahr 2012 weniger als 11 Mio. t erreicht. Zum anderen haben sich einige Anlagen vom Steinkohlenbergbau in die öffentliche Versorgung umgemeldet, was zu einer Verschiebung der Emissionen führte. Auch die in der Quellgruppe 1.A.1.c verbliebenen Kraftwerke speisen Strom in das öffentliche Netz ein.

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

Der Einsatz von Industriegasen (Kokereigas, Gicht- und Konvertergas) zeigt bis Ende der 90er Jahre ebenfalls einen abnehmenden Trend. Die Ursache liegt vor allem in der Einstellung der Stadtgaserzeugung bis 1996 und der damit verbundenen Schließung der Ortsgaswerke. Die Koksproduktion ging ebenfalls deutlich zurück. Während 1990 noch 19 Mio. t Steinkohlenkoks produziert wurden, waren es 2008 nur noch knapp die Hälfte. Im Jahr 2009 aufgrund der geringen Stahlproduktion 6,7 Mio. t. Durch die verbesserte Wirtschaftslage erhöhte sich die Steinkohlenkoksproduktion in den Jahren ab 2010 wieder auf etwa 8 Mio. t. Damit steigen auch die Emissionen aus der Verbrennung von Gicht- und Kokereigas sehr deutlich an. Während es 1990 noch 8 Zechenkokereien gab, gehören die derzeit noch betrieben 5 Kokereien alle zur Stahlindustrie („Hüttenkokereien“). Insgesamt führten Anlagenschließungen und Ertüchtigungen zu einer deutlichen Emissionsminderung in diesem Sektor.

Im Jahr 2012 führte die Ummeldung einiger bedeutender Anlagen des Steinkohlenbergbaus in den öffentlichen Sektor zu einer sehr deutlichen Reduzierung der Emissionen in der Quellgruppe 1.A.1.c. Dieser statistische Effekt führte allerdings zu einer Erhöhung der Emissionen aus der Steinkohlenutzung im Sektor 1.A.1.a. Insgesamt kam es sektorübergreifend im Jahr 2012 zu einer Erhöhung der Emissionen aus der Steinkohleverstromung.

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

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

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

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

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

Energiebilanz“ – Einsatz im ZSE verbucht und berichtet. Die Daten werden jährlich abgefragt und aktualisiert.

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

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

Ab der Berichterstattung 2011 werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Kokereien in der Quellgruppe 1.A.1.c berichtet. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Gichtgasnutzung in Kokereien über die gesamte Zeitreihe ab 1990.

Tabelle 27: CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Gichtgasverbrennung in Kokereien

[Mio. t CO <sub>2</sub> )									
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
5,328	5,234	4,579	4,220	5,201	4,899	4,686	4,947	4,342	3,131
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
3,636	3,725	3,668	3,015	3,341	3,308	3,293	3,332	3,230	2,421
2010	2011	2012							
3,220	3,795	4,196							

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

## Emissionsfaktoren

Eine Liste der verwendeten CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren, sowie eine methodische Beschreibung sind im Anhang, Kapitel 18.7 verfügbar.

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

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

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

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

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

#### **3.2.8.3.1 Ergebnis für N<sub>2</sub>O**

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<sub>2</sub>O-Emisionen 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<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren im Forschungsvorhaben ermöglichten. Die Ausführungen aus Kapitel 3.2.6.3.2 gelten entsprechend.

#### **3.2.8.3.2 Ergebnis für CH<sub>4</sub>**

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.3 gelten entsprechend.

#### **3.2.8.3.3 Zeitreihenkonsistenz der Emissionsfaktoren**

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.4 gelten entsprechend.

### **3.2.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.1.c)**

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

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Weiterhin wurde ein detaillierter Vergleich mit den im Emissionshandel verwendeten Emissionsfaktoren und Heizwerten durchgeführt (siehe Kapitel 18.7.4).

Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

### **3.2.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.1.c)**

Im Wesentlichen ergaben sich Rückrechnungen für das Jahr 2011 aufgrund der Aktualisierung vorläufiger Energiebilanzdaten. Aufgrund der Revision der Nationalen Energiebilanz ab dem Jahr 2003 kommt es zu Rückrechnungen, die v.a. für Erdgas ab 2005 und für Steinkohle sowie Kokereigas im Jahr 2009 erwähnenswert sind.

Das führte zu folgenden Veränderungen der CO<sub>2</sub> Emissionen:

Tabelle 28: Rückrechnungen in CRF 1.A.1.c

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013		NIR 2014		Abweichung absolut			Abweichung relativ gesamt	
	gesamt	gesamt	gas	liquid	other	solid	gesamt		
2003	18.879	19.401	0	0	0	522	522	2,76%	
2004	20.266	21.460	0	0	0	563	1.194	5,89%	
2005	18.764	21.422	1.519	0	0	576	2.658	14,17%	
2006	19.647	21.489	804	0	0	543	1.842	9,38%	
2007	19.243	20.720	495	0	0	457	1.478	7,68%	
2008	15.717	17.042	240	0	0	533	1.325	8,43%	
2009	12.279	14.523	-186	0	0	2.422	2.244	18,27%	
2010	16.637	17.401	211	0	0	596	763	4,59%	
2011	17.885	17.539	-221	101	0	-166	-346	-1,93%	

Für N<sub>2</sub>O ergeben sich Rückrechnungen über die gesamte Zeitreihe, da verschiedene Korrekturen vorgenommen wurden, um die Zeitreihenkonsistenz zu verbessern.

Für CH<sub>4</sub> ergeben sich ebenfalls Rückrechnungen für die gesamte Zeitreihe, da neue Emissionsfaktoren aus einem Forschungsprojekt in die Datenbank implementiert wurden. Aufgrund der neuen Erkenntnisse mussten teilweise auch Werte bis zum Jahr 1990 ersetzt werden. Die Überarbeitung der CH<sub>4</sub> Emissionsfaktoren führte in der Quellgruppe 1.A.1.c insgesamt zu einer zu einer Verringerung der Methanfracht.

Die Neuermittlung von Brennstoffeinsätzen für die Klärschlamm-Monoverbrennung aus der Abfallstatistik ab dem Jahr 2004, führen zu einer Erhöhung aller Treibhausgasemissionen.

### 3.2.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.1.c)

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.2.9 Verarbeitendes Gewerbe (1.A.2)

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

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

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

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

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

Die einzelnen Berechnungsalgorithmen sind im genannten Forschungsvorhaben ausführlich dokumentiert.

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

Die Abgrenzung der energiebedingten Prozessfeuerungen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Industriekraftwerken und Kesseln erfolgt mittels Statistik 067 (Stromerzeugungsanlagen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden; *STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2012c).

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

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

Die eingesetzten Mengen an Regelbrennstoffen aller Subquellgruppen sind vollständig aus der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland entnommen und im BEU disaggregiert. Über die Energiebilanz hinaus werden in verschiedenen Subquellgruppen Ersatzbrennstoffe berücksichtigt, die im Forschungsprojekt (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) ermittelt wurden und nun über Verbandsdaten jährlich aktualisiert werden (s.u.). Demnach kommen Ersatzbrennstoffe vermehrt zum Einsatz. Das führt zu einer Verringerung des Einsatzes von konventionellen Brennstoffen im Sinne einer Brennstoffsubstitution.

Im Forschungsprojekt „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) wurde der Verbesserungsbedarf zum Thema „waste fuels“ im Energiebereich auf Ersatzbrennstoffe in vier Industriebranchen eingegrenzt und die Daten von den jeweiligen Industrieverbänden ermittelt. In den Industriebranchen Roheisenerzeugung, Zellulose- und Papierherstellung sowie Herstellung von Kalk und Zement liegen hiermit deutlich verbesserte und branchenspezifische Daten für den Einsatz von Ersatzbrennstoffen in Prozessfeuerungen und in Industriekraftwerken vor.

Besonderheiten der Subquellgruppen sind in den Unterkapiteln beschrieben. Speziell die Sammelgruppe 1.A.2.f Sonstige ist zu beachten.

Für die im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) neu geschaffenen Strukturelemente wurden die Unsicherheiten entsprechend der im Rahmen des Forschungsberichts 204 42 203/02 dokumentierten Methode ermittelt. Dies ist im Endbericht zum Forschungsvorhaben (FKZ 204 41 132) und Anhang 13.6 des NIR 2007 dokumentiert.

Kohlendioxidemissionen dominieren die CRF-Kategorie 1.A.2. Andere Treibhausgase tragen nur in sehr geringem Maß zu den Gesamtemissionen bei.

Im Zeitraum 1990 bis 1994 ist ein starker Rückgang der Treibhausgasemissionen zu verzeichnen. Dies ist bedingt durch die Stilllegung ineffizienter Anlagen des verarbeitenden Gewerbes in den Neuen Bundesländern nach dem politischen Wechsel 1990 in Deutschland.

In den Folgejahren auftretende Schwankungen der Emissionen spiegeln den konjunkturellen Verlauf der Produktion im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland wider.

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

CRF 1.A.2.a	Gas	HK	1990		2011		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	34.742,0 (2,83%)	33.054,1 (3,53%)	-4,86%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	161,4 (0,01%)	128,6 (0,01%)	-20,31%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	52,5 (0,00%)	60,9 (0,01%)	16,18%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS	NS	CS

Die Quellgruppe *Verarbeitendes Gewerbe - Eisenschaffende Industrie* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

Die Eisenschaffende Industrie (Subquellgruppe 1.A.2.a) ist neben der Zementindustrie die zweite bedeutende CO<sub>2</sub>-Emissionsquelle unter den Prozessfeuerungen.

#### 3.2.9.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.a)

Die Quellgruppe umfasst die Produktionsbereiche Roheisen (Hochofen), Sinter, Walzstahl, Eisen-, Stahl-Temperguss, Siemens-Martin-Stahl und Elektrostahl, sowie Kraftwerke und Kessel der gesamten Stahlindustrie.

Die Herstellung von Siemens-Martin-Stahl führte nur noch in den neuen Bundesländern bis kurz nach 1990 zu Emissionen. Danach ging die Produktion auf null zurück. In den alten Bundesländern war die Produktion von Siemens-Martin-Stahl schon vor 1990 eingestellt worden.

Bei der Herstellung von Roheisen wird ein Großteil der im Hochofen eingesetzten Energieträger für die darin ablaufenden Reduktionsprozesse benötigt, während in den anderen Produktionsbereichen der Eisenschaffenden Industrie Brennstoffe zum großen Teil zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

Die folgende Graphik zeigt eine Übersicht über die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus den einzelnen Subquellgruppen in 1.A.2.a.

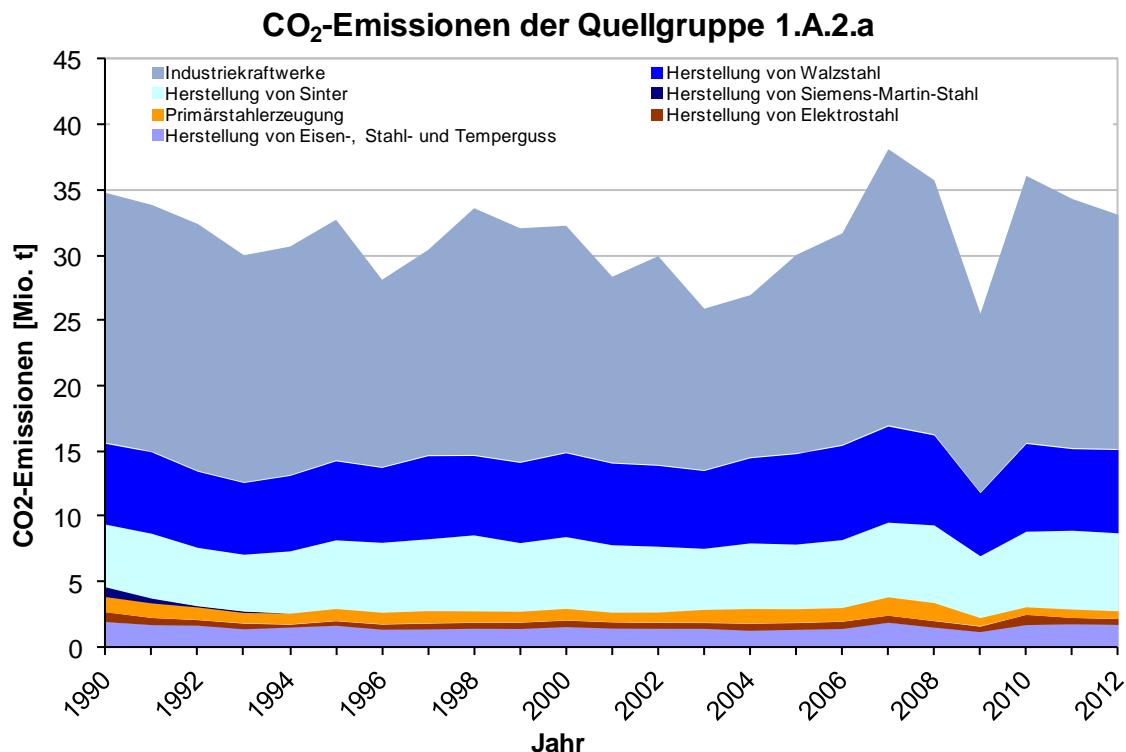


Abbildung 29: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Quellgruppe 1.A.2.a

Die Übersicht zeigt über die Jahre z.T. große Schwankungen, die überwiegend der Produktionsentwicklung folgen. In den Jahren 1990 bis 1994 ist die Absenkung der Emissionen geprägt durch die Umstrukturierung im Eisen und Stahlbereich in den neuen Bundesländern nach dem politischen Wechsel 1990

Besonders deutlich ist der Einbruch der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Krisenjahr 2009 zu erkennen, in dem die Stahlindustrie einen sehr starken Produktionsrückgang verzeichnete. Der erneute Emissionsanstieg in 2010 ist der Wiederbelebung der Konjunktur zuzurechnen, bei der die Stahlindustrie fast wieder das Produktionsniveau von 2008 erreichte. In den Folgejahren gingen die Stahlproduktion und damit die CO<sub>2</sub> Emissionen nur leicht zurück.

Nach den Industriekraftwerken (zur Eigenstromerzeugung aus Gicht- und Konvertergas) kommen die anteilig höchsten Emissionen aus der Walzstahl- und Sintererzeugung. Für den Hochofen werden nur die zur Energieerzeugung benötigten Erd- und Kokereigaseinsätze in der Quellgruppe 1.A.2.a berichtet. Die prozessbedingten Emissionen werden in der Quellgruppe 2.C.1 verbucht.

Laut Aussage des Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) wurde 2012 verglichen mit 2011 mehr Koks in Sinteranlagen eingesetzt, aber dafür weniger Koksofengas und Steinkohle. Weiterhin wurden Kuppelgase, vor allem Konvertergas und auch Koksofengas, als Ersatz für Erdgas eingesetzt.

### 3.2.9.1.2 Methodische Aspekte (1.A.2.a)

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

Für die Bereitstellung der Aktivitätsdaten der konventionellen Brennstoffe der Quellgruppe wurde ab dem Berichtsjahr 2011 der sogenannte BGS-Bogen (Brennstoff-, Gas- und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Press- und Hammerwerke einschließlich der örtlich verbundenen sonstigen Betriebe (ohne eigene Kokerei)), als neue Datenquelle erschlossen. Diese ermöglicht eine verbesserte Disaggregation der Energiedaten in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU). Da die gesetzliche Grundlage für die Erhebungen des BGS-Bogens seit dem Berichtsjahr 2012 entfallen ist, werden die Daten seitdem auf der Grundlage einer Vereinbarung mit der Wirtschaftsvereinigung Stahl in gleicher Struktur bereit gestellt. Diese Änderung hat auf die Berechnungen keinen Einfluss.

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

Weiterhin konnte eine datenbasierte Differenzierung der festen Brennstoffe nach „Steinkohle und Steinkohlebriketts“; „Koks“ und „Koksgrus unter 10 mm“ erfolgen. Die Brennstoffeinsätze für Koks und Koksgrus werden in der Datenbank als „Koks“ summiert ausgewiesen, da die Energiestatistik den aggregierten Brennstoff „Koks“ ausweist. Die im BGS-Bogen ausgewiesenen „flüssigen Brennstoffe“ werden dem „Heizöl schwer“ zugeordnet.

Da der BGS-Bogen Brennstoffeinsätze in natürlichen Einheiten ausweist, werden diese mit den von der Arbeitsgemeinschaft der Energiebilanzen (AGEB) ausgewiesenen Heizwerten für festen und flüssigen Einzelbrennstoffe in Energieeinheiten umgerechnet. Für die Gase wurde im BGS-Bogen eine Normierung auf 35,16912 MJ/m<sup>3</sup> definiert, die in der Methodik der Berechnung der Aktivitätsraten für Hochofen-, Kokerei-, Erd- und Konvertergas übernommen wurde.

Die Emissionsberechnung der Sekundärbrennstoffe wurde entsprechend der Ergebnisse des Forschungsprojektes „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02 beibehalten.

Die Emissionen aus der Eisen- und Stahlindustrie werden für die gesamte Zeitreihe ab 1990 in prozessbedingte und energiebedingte Emissionen unterschieden. Die Methode zur Berechnung der prozessbedingten Emissionen ist im Kapitel 4.4.1.2 der Quellgruppe 2.C.1 beschrieben.

### **3.2.9.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.a)**

Unsicherheiten wurden in 2004 für alle Brennstoffe außer Ersatzbrennstoffe und für Ersatzreduktionsmittel hinsichtlich der kompletten Zeitreihe bestimmt. Die Methode ist im Forschungsbericht (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) erläutert. Sie wurden für die Aktivitätsraten im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ aktualisiert und im Endbericht dokumentiert.

Die bis zur Berichterstattung 2011 verwendeten Daten zur Berechnung aus der Statistik - Fachserie 4 Reihe 8.1 - des Statistischen Bundesamtes wurden auf der Grundlage des BGS-Bogens in dieser Statistik aggregiert. Nach Einstellung der Statistik werden die Basisdaten des BGS-Bogens direkt zur Berechnung herangezogen.

Die direkte Verwendung der Daten aus dem BGS-Bogen führt zu keiner Erhöhung der Unsicherheiten. Die auf dem Forschungsbericht basierenden Unsicherheiten wurden entsprechend der konservativen Betrachtungsweise beibehalten.

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

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

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

Die Qualitätssicherung der BGS-Daten durch den Verband entsprechend QSE-Handbuch wurden in der Verbandsvereinbarung festgelegt.

### **3.2.9.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.a)**

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2011 erfolgt, die durch Abweichungen der endgültigen Energiebilanz (gegenüber der bei der letzten Berichterstattung verwendeten, vorläufigen Energiebilanz)begründet sind. Weitere Rückrechnungen ergaben sich durch die Revision der Nationalen Energiebilanz, die zu einer Änderung des Kokereigaseinsatzes im Jahr 2009 führte. Die folgende Tabelle stellt eine Übersicht der Rückrechnungen für CO<sub>2</sub> dar:

Tabelle 29: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.a

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	Abweichung absolut			Abweichung relativ gesamt	
	gas	liquid	solid	gesamt			
2009	25.422	25.488	0	0	66	66	0,26%
2011	34.323	34.275	-44	-10	7	-48	-0,14%

### **3.2.9.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.a)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **3.2.9.2 Verarbeitendes Gewerbe – Nichteisen-Metalle (1.A.2.b)**

CRF 1.A.2.b	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	-	1.601,2 (0,13%)	1.547,0 (0,17%)			-3,38%
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	17,8 (0,00%)	7,9 (0,00%)			-55,70%
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	1,2 (0,00%)	1,4 (0,00%)			23,21%
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren		
CO <sub>2</sub>	CS		NS		CS		
CH <sub>4</sub>	CS		NS		CS		
N <sub>2</sub> O	CS		NS		CS		
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS		NS		CS		

Die Quellgruppe Nichteisen-Metalle ist keine Hauptkategorie.

### **3.2.9.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.b)**

Diese Quellgruppe umfasst die Prozessfeuerungen der Produktionsbereiche der Nichteisenmetalle in aggregierter Form. Eine detailliertere Darstellung ist aufgrund der Datenlage nicht möglich.

### **3.2.9.2.2 Methodische Aspekte (1.A.2.b)**

Die entsprechenden Brennstoffeinsätze sind in der BEU enthalten. Quelle für die Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Statistik 060 – Energieverwendung des produzierenden Gewerbes; *STATISTISCHES BUNDESAMT* 2011b) (Melde-Nr. 27.43 (WZ 2003 alt) → 24.43 (WZ 2008 neu), Erzeugung und erste Bearbeitung von Blei, Zink und Zinn und 27.44 (WZ 2003 alt) → 24.44 (WZ 2008 neu), Erzeugung und erste Bearbeitung von Kupfer) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2012c).

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

Im Ergebnis dieser Überarbeitung wurde die Erzeugung und erste Bearbeitung von Edelmetallen, Aluminium und sonstige NE-Metalle zur Ermittlung der Aktivitätsdaten mit aufgenommen.

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

Die Aktivitätsraten für die Neuen Bundesländer für 1990 wurden im Projekt „Basisjahr und Aktualisierung“ (UBA 2005c: FKZ 205 41 115) mit neuem Datenmaterial überarbeitet und dokumentiert, s. Anhangkapitel 19.1.1).

### **3.2.9.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.b)**

Im Jahr 2004 wurden für alle Aktivitätsraten Unsicherheiten bestimmt. Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

### **3.2.9.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.b)**

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) wurde durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

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

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

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2011 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz (aktualisierten) gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind. Das führte zu folgenden Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2011:

Tabelle 30: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.b

Einheit [Gg]	NIR 2013	NIR 2014	Abweichung absolut	Abweichung relativ
--------------	----------	----------	--------------------	--------------------

## Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

Umweltbundesamt

Jahr	gesamt	gesamt	gas	liquid	solid	gesamt	gesamt
2011	1.608	1.500	-34	-79	5	-108	-6,69%

### 3.2.9.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

CRF 1.A.2.c	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

In der chemischen Industrie kommen hauptsächlich Industriekraftwerke sowie Kessel zum Einsatz. Diese Anlagen werden sektorübergreifend in der Subquellgruppe 1.A.2.f Sonstige berichtet.

Die Einsätze an Energieträgern in der Kalziumkarbidproduktion sind prozessbedingt und werden unter CRF 2.B.4 berichtet (siehe Kapitel 0).

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<sub>2</sub>-Emissionen.

Die Emissionen der gesamten Subquellgruppe 1.A.2.c werden somit an anderer Stelle berücksichtigt (IE - included elsewhere). 1.A.2.c ist nicht gesondert in der Hauptkategorienanalyse aufgeführt.

Eine Identifizierung der Steamcracker ist nach der derzeitigen Datenverfügbarkeit nicht möglich, da die Brennstoffeinsätze dieser Anlagenteile unterhalb der NACE Code Strukturierung nicht ermittelbar sind. Außerdem befinden sich einige Steamcracker auf dem Gelände von Raffinerien, andere sind Teil eines Betriebes der chemischen Industrie.

### 3.2.9.4 Verarbeitendes Gewerbe – Zellstoff und Papierindustrie (1.A.2.d)

CRF 1.A.2.d	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO <sub>2</sub>	-	3,6	(0,00%)	16,2	(0,00%)	344,12%
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	2,9	(0,00%)	12,6	(0,00%)	333,11%
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	0,5	(0,00%)	2,4	(0,00%)	333,11%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>		IE	

Die Quellgruppe Zellstoff und Papier ist keine Hauptkategorie.

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

Der Energieverbrauch für die Herstellung von Zellstoff, und Papier , kurz in der Zellstoff- und Papierindustrie, kann nur für Ersatzbrennstoffe abgebildet werden, wobei diese in großem Umfang eingesetzt werden.

Emissionen aus dem Einsatz von Regelbrennstoffen in Prozessfeuerungen sowie Emissionen der Eigenstromerzeuger sind nicht gesondert ausgewiesen, sondern werden unter 1.A.2.f Sonstige zusammengefasst berichtet.

### **3.2.9.4.2 Methodische Aspekte (1.A.2.d)**

Die in der Papierindustrie eingesetzten Ersatzbrennstoffe werden nur teilweise in der Energiebilanz abgebildet. Dies sind Abfälle aus dem eigenen Produktionsbereich. Die Arten und Mengen der eingesetzten Stoffe wurden vom Verband Deutscher Papierfabriken (VDP) zur Verfügung gestellt. Der überwiegende Teil der im Sektor eingesetzten Ersatzbrennstoffe besteht aus Holz- und Zellstofffasern und damit aus Biomasse. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) wurden für Brennstoffe die biogenen und fossilen Anteile hergeleitet. Ebenso wurden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet.

Die Daten der amtlichen Statistik zum Einsatz der Regelbrennstoffe in der Papierindustrie wurden einer Prüfung unterzogen.

Der Quelle für die Brennstoffeinsätze ist in der Statistik des produzierenden Gewerbes (Statistik 060 – Energieverwendung des produzierenden Gewerbes; STATISTISCHES BUNDESAMT 2012b) nach neuer Wirtschaftszweigsystematik (WZ 2008 neu), die Wirtschaftszweignummer 17 „Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus“ zuzuordnen.

Zurzeit ist die eindeutige Zuordnung der Quelle für eine Zeitreihe entsprechend der alten Wirtschaftszweigzuordnung (WZ 2003) nicht möglich.

Der WZ 17 der neuen Wirtschaftszweigsystematik 2008 stehen Anteile der WZ 17,21,22 und 36 der abgelösten Wirtschaftszweigsystematik 2003 gegenüber.

Zur Sicherung der Geheimhaltung der Einzel - Brennstoffeinsätze ist eine disaggregierte Ausweisung zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich.

Gleiches gilt die Statistik 067 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012c), welche. für die Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung herangezogen wird.

### **3.2.9.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.d)**

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden für die die Ersatzbrennstoffe die Unsicherheiten der hergeleiteten CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für Sekundärbrennstoffe gelten inklusive der Unsicherheitenangabe für die gesamte Zeitreihe, weil keine Erkenntnisse zu Trends vorliegen. Die Zeitreihen sind somit konsistent.

### **3.2.9.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.d)**

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) wurde durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

Die statistische Erfassung des Einsatzes sekundärer Brennstoffe hat in der Papierindustrie eine lange Tradition (VDP, verschiedene Jahrgänge). Trotz kleinerer Strukturbrüche in den dort ausgewiesenen Zeitreihen spiegeln die dort bereitgestellten Daten die fortschreitende Substitution von Regel- durch Ersatzbrennstoffe in der Papierindustrie gut wider.

### **3.2.9.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.d)**

Die Aktualisierung der Brennstoffdaten führte zu folgenden Rückrechnungen:

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	Abweichung absolut gesamt	Abweichung relativ gesamt
2011	15	15	0	-0,85%

### **3.2.9.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.d)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **3.2.9.5 Verarbeitendes Gewerbe – Zuckerherstellung (1.A.2.e)**

CRF 1.A.2.e	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	-	T/-	1.989,2 (0,16%)	214,8 (0,02%)	-89,20%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	25,6 (0,00%)	2,4 (0,00%)	-90,81%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	3,8 (0,00%)	0,1 (0,00%)	-96,42%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS	NS	CS

Die Quellgruppe *Zuckerherstellung* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-90,41 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

#### **3.2.9.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.e)**

In dieser Quellgruppe sind nur Prozessfeuerungen der Zuckerindustrie erfasst. Eigenstromerzeuger sind nicht gesondert ausgewiesen, sondern werden unter 1.A.2.f Sonstige berichtet.

### 3.2.9.5.2 Methodische Aspekte (1.A.2.e)

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

Im Ergebnis dieser Überarbeitung wurde ermittelt, dass die Statistiken 060 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2012b) und 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2012c) alle Brennstoffe für die Berechnung der Aktivitätsraten ausweisen und als Datenquelle verwendet werden.

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

### 3.2.9.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.e)

Erstmals für 2004 wurden für alle Aktivitätsraten Unsicherheiten bestimmt. Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

### 3.2.9.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.e)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1) wurde durch die Nationale Koordinierungsstelle durchgeführt.

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

### 3.2.9.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.e)

Die Aktualisierung der vorläufigen Brennstoffdaten mit Hilfe der nun vorliegenden endgültigen Statistiken führte im Jahr 2011 zu folgenden Rückrechnungen:

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	Abweichung absolut			Abweichung relativ gesamt	
	gas	liquid	solid	gesamt			
2011	191	234	0	25	19	44	22,91%

### 3.2.9.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.e)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

CRF 1.A.2.f	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	137.298,8 (11,19%)	79.303,5 (8,48%)	-42,24%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	1.138,5 (0,09%)	622,0 (0,07%)	-45,37%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	145,2 (0,01%)	147,9 (0,02%)	1,86%	

Die Quellgruppe *Verarbeitendes Gewerbe - Weitere Branchen* als Summe über alle weiteren Subquellgruppen ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie nach der Tier-2-Analyse. Die Hauptkategorienanalyse wurde nur für die Summe der Subquellgruppen aus 1.A.2.f durchgeführt.

Im Inventar werden im Wesentlichen die Quellgruppen separat ausgewiesen, in denen Feuerungsanlagen mit einem spezifischen Emissionsverhalten, sogenannte Prozessfeuerungen, zum Einsatz kommen. Deshalb werden 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)“) einzeln ausgewiesen. In der Quellgruppe 1.A.2.f Sonstige (im ZSE „other manufacturing“ mit diversen Strukturelementen) werden alle Industriekraftwerke und Kessel zusammengefasst, da diese Anlagen ebenfalls ein spezifisches Emissionsverhalten aufweisen. Im Ergebnis werden alle Industriekraftwerke und Kessel sachgerecht emissionsseitig bilanziert. Um darüber hinaus eine Vergleichbarkeit mit anderen Staaten herzustellen, wurden die Möglichkeiten einer Unterteilung der Industriekraftwerke auf die einzelnen Subquellgruppen geprüft, jedoch bisher ohne erfolgreichen Lösungsansatz.

Neben der verbindlichen Hauptkategorienanalyse 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 Industrikessel und unter anderem energiebedingte Emissionen aus der Chemischen Industrie enthält.

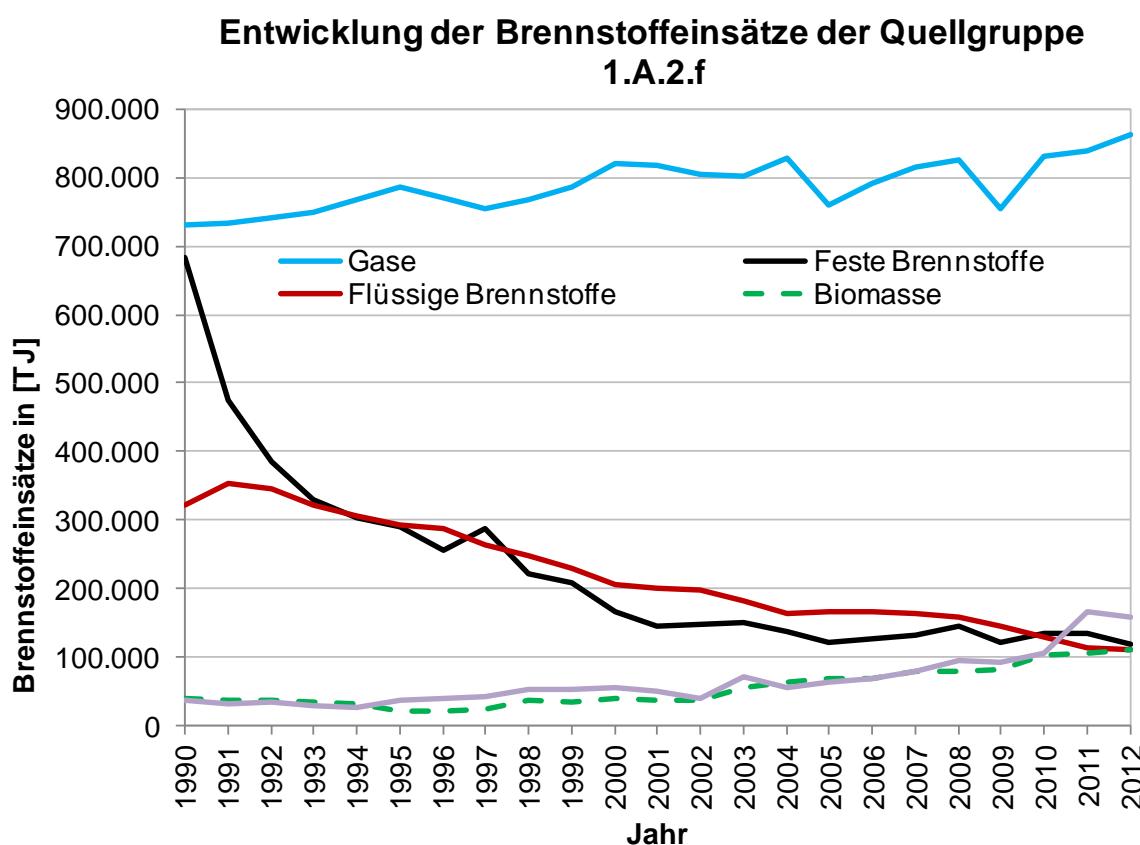


Abbildung 30: Entwicklung der Brennstoffeinsätze der Quellgruppe 1.A.2.f

Die Quellgruppe weist einen deutlichen Wechsel im Brennstoffeinsatz aus.

Besonders auffällig ist der Rückgang des Einsatzes an festen Brennstoffen, vor allem durch geringeren Einsatz von Braunkohle und vermehrten Einsatz von Gas, Biomasse und Ersatzbrennstoffen (Abfall).

Im Bereich der Biomasse ist ein statistischer Bruch zu verzeichnen. Vor Einführung des Energiestatistikgesetzes wurde der Biomasseeinsatz zur Energieerzeugung statistisch nicht bzw. nur teilweise erfasst. Der Anteil der Biomasse ist steigend.

Im Vergleich zum Vorjahr erhöhten sich im Jahr 2011 die Mengen der Abfallstatistik für den Einsatz von Industriemüll in Feuerungsanlagen und Sonderabfall (STATISTISCHES BUNDESAMT, FS 19 Reihe 1), sowie die sonstigen Gase in der Energiebilanz. Dies führt in der Kategorie der Anderen Brennstoffe zu einem deutlichen Anstieg. Nachdem die Brennstoffeinsätze fast aller fossilen Energieträger im Jahr 2009 konjunkturbedingt deutlich gesunken sind, kommt es nach der wirtschaftlichen Erholung im Jahr 2010 wieder zu einem merklichen Anstieg der Brennstoffeinsätze, welcher sich in 2012 fortsetzt, besonders im Bereich der Gase.

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

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS/IE	NS/IE	CS/IE

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

#### **3.2.9.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Zement)**

In dieser Quellgruppe sind nur Prozessfeuerungen des Brennens von Klinker ausweisbar. Der letzte Schritt der Zementherstellung, d.h. der Mahl- und Mischvorgang, ist nicht enthalten, sondern als stromintensiver Prozess über die Strombereitstellung (1.A.1) abgedeckt. Eine gegebenenfalls stattfindende Eigenstromerzeugung wird nicht gesondert ausgewiesen, sondern ist unter 1.A.2.f Sonstige enthalten.

Die Zementproduktion ist neben der Substitution der Rohstoffe (Hüttenschlacke statt Zementklinker, hier nicht thematisiert) durch ein erhebliches Maß an Brennstoffsubstitutionen beim Klinkerbrennen gekennzeichnet. Dabei kommen vermehrt neben konventionellen Brennstoffen wie Braunkohle, Steinkohle, Öl und Gas so genannte Sekundärbrennstoffe (Abfälle anderer Wirtschaftsbereiche) zum Einsatz. Das führt zu einer Verringerung des Verbrauchs von Regelbrennstoffen.

#### **3.2.9.7.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Zement)**

Die Brennstoffeinsätze von konventionellen Brennstoffen sind in der BEU enthalten. Die Quelle für die Brennstoffeinsätze der energiebedingten Prozessfeuerung ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.51(WZ 2003 alt) → 23.51 (WZ 2008 neu), Herstellung von Zement) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012c).

Ab 2002 liegen für die Statistik 067 (ebd.) die Daten nur im dreistelligen Meldenummernbereich vor. Das heißt, es können nur Daten für die Meldenummer 26.5 (WZ

2003 alt) → 23.5 (WZ 2008 neu) (Herstellung von Zement, Kalk und gebrannten Gips) als Datengrundlage verwendet werden.

Um eine Trennung zu ermöglichen wurden die bis 2001 verfügbaren Einzel-Daten für die Herstellung von Zement (Meldenummer 26.51(WZ 2003 alt) → 23.51 (WZ 2008 neu)), Herstellung von Kalk (Melde-Nr. 26.52(WZ 2003 alt) → 23.52 (WZ 2008 neu) und Herstellung von Gips (Melde-Nr. 26.53 (WZ 2003 alt) → 23.53 (WZ 2008 neu)) analysiert. Die Trennung zwischen den einzelnen Herstellungsarten (Zement, Kalk, Gips) konnte über die Zuordnung der Einzelbrennstoffe erfolgen.

Dabei konnte festgestellt werden, dass ein Brennstofffeinsatz 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 Brennstofffeinsatz für leichtes Heizöl (Meldenummer 26.5(WZ 2003 alt) → 26.5 (WZ 2008 neu)) der Zementindustrie anteilig zugeordnet.

Für den ab 2003 in der Statistik 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2012c) 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 Brennstofffeinsätze 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 Brennstofffeinsätze 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 Brennstofffeinsätze 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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02).

### **3.2.9.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Zement)**

Im Rahmen des Forschungsprojekts Einsatz von Sekundärbrennstoffen wurden für die Ersatzbrennstoffe die Unsicherheiten der hergeleiteten CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für Ersatzbrennstoffe gelten inklusive der Unsicherheitenangabe für die gesamte Zeitreihe, weil keine Erkenntnisse zu Trends vorliegen. Die Zeitreihen sind somit konsistent.

Unsicherheiten wurden in 2004 für alle Brennstoffe und für die o.g. Ersatzbrennstoffe hinsichtlich der kompletten Zeitreihe bestimmt. Die Methoden sind im Anhang 13.6 des NIR 2007 und im Endbericht des Forschungsprojekts (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) erläutert.

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

Die Aktivitätsraten der neuen Bundesländer für das Basisjahr und die Folgejahre 1991-1994 wurden entsprechend den Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt (FKZ 205 41 115 / Teilvorhaben A „Überarbeitung und Dokumentation der Brennstofffeinsätze für stationäre Feuerungsanlagen in den neuen Bundesländern für das Jahr 1990“) angepasst. Die Methode der Rekalkulation ist dem Anhang Kapitel 19.1.2.1 zu entnehmen.

### **3.2.9.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Zement)**

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

Die Datenreihen zum Ersatzbrennstofffeinsatz in der Zementindustrie wurden im Rahmen des Forschungsprojekts „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ einer intensiven Qualitätskontrolle unterzogen (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02). Dazu wurden die Angaben des Vereins der Zementindustrie (VDZ) auf ihre Validität überprüft bzw. in den sektoralen Kontext eingeordnet.

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

### **3.2.9.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Zement)**

Für das Jahr 2011 wurden Rückrechnungen notwendig, da nach dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung für das Jahr 2011 korrigiert werden mussten. Das führte zu folgenden Rückrechnungen.

Tabelle 31: Rückrechnungen in CRF 1.A.2.f Zement

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	Abweichung absolut					Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	gesamt	
2011	6.514	6.695	-2	-101	0	284	180	2,77%

### **3.2.9.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Zement)**

Es sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des

Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **3.2.9.8 Verarbeitendes Gewerbe - Keramik (1.A.2.f, Keramik)**

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS/IE	NS/IE	CS/IE

#### **3.2.9.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Keramik)**

Die Quellgruppe Keramik 1.A.2.f deckt die Prozessfeuerungen der Ziegelindustrie inklusive sonstiger Baukeramik ab. Eine gegebenenfalls stattfindende Eigenstromerzeugung wird nicht gesondert ausgewiesen, sondern ist unter 1.A.2.f Sonstige enthalten.

#### **3.2.9.8.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Keramik)**

Die in der Prozessfeuerung eingesetzten Brennstoffe werden in der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) berechnet. Die Quelle für die Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.40 (WZ 2003 alt) → 23.32 (WZ 2008 neu), Ziegelei, Herstellung von sonst. Baukeramik) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012c).

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

#### **3.2.9.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Keramik)**

Unsicherheiten wurden für alle Brennstoffe erstmals für das Jahr 2004 bestimmt (Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten, FKZ 204 41 132“). Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

#### **3.2.9.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Keramik)**

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

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

#### **3.2.9.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Keramik)**

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2011 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind.

#### **3.2.9.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Keramik)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS/IE	NS/IE	CS/IE

#### **3.2.9.9.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Glas)**

Hierbei handelt es sich um die Prozessfeuerungen der Bereiche Herstellung von Flachglas, Herstellung von Hohlglas, Herstellung von Glasfasern, Veredlung und Verarbeitung von Flachglas sowie Herstellung, Veredlung von sonstigem Glas, technischen Glaswaren.

Eine gegebenenfalls stattfindende Eigenstromerzeugung wird nicht gesondert ausgewiesen, sondern ist unter 1.A.2.f Sonstige enthalten.

#### **3.2.9.9.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Glas)**

Die Quelle für die Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.1(WZ 2003 alt) → 23.1 (WZ 2008 neu), Herstellung von Glas und Glaswaren) und für Abgrenzungen zur Strom- und Wärmeerzeugung die Statistik 067 (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012c).

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

#### **3.2.9.9.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Glas)**

Mit der Umstellung der amtlichen Statistik auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2002c) wird seit 1995 nur noch eine Statistik für Gesamtdeutschland verwendet. Dies verbesserte die Zeitreihenkonsistenz im Vergleich zum Zeitraum 1990 bis 1994 erheblich.

Die Aktivitätsraten wurden im Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132)“ aktualisiert und im Endbericht dokumentiert.

Unsicherheiten wurden für alle Aktivitätsraten erstmals für das Jahr 2004 bestimmt. Die Methode ist im Anhangkapitel 13.6 des NIR 2007 erläutert.

#### **3.2.9.9.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Glas)**

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

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

### **3.2.9.9.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Glas)**

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2011 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind.

### **3.2.9.9.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Glas)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS/IE	NS/IE	CS/IE

#### **3.2.9.10.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f, Kalk)**

Für den Einsatz konventioneller Brennstoffe als auch für den Einsatz von Ersatzbrennstoffen beziehen sich die Angaben zu Prozessfeuerungen auf die Herstellung von Kalk.

#### **3.2.9.10.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f, Kalk)**

Die Brennstoffeinsätze für Regelbrennstoffe sind in der BEU enthalten. Die Quelle für diese Brennstoffeinsätze ist die Statistik des produzierenden Gewerbes (Melde-Nr. 26.52/Kalk(WZ 2003 alt) → 23.52 (WZ 2008 neu)).

Laut Statistik 067 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2012c) wurden in den Jahren 1995 – 2001 keine Brennstoffe zur Stromerzeugung in der Kalkindustrie verwendet. Es wird davon ausgegangen, dass auch zukünftig dort kein Strom erzeugt wird. Für die Berechnungen wird daher nur die Statistik 060 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2012b) 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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren auf der Basis von Angaben zu Kohlenstoffgehalten, Wassergehalten und Heizwerten abgeleitet (ebd.).

### **3.2.9.10.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f, Kalk)**

Mit der Umstellung der amtlichen Statistik auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige STATISTISCHES BUNDESAMT, 2002c) wird seit 1995 für konventionelle Brennstoffe nur noch eine Statistik für Gesamtdeutschland verwendet. Dies verbesserte die Zeitreihenkonsistenz im Vergleich zum Zeitraum 1990 bis 1994 erheblich.

Unsicherheiten wurden für alle Regelbrennstoffe erstmals für das Jahr 2004 bestimmt. Die Methode ist im Anhang 13.6 des NIR 2007 erläutert.

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

Im Rahmen des Forschungsprojekts "Einsatz von Sekundärbrennstoffen" (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02) wurden für die Ersatzbrennstoffe die Unsicherheiten der hergeleiteten CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für Ersatzbrennstoffe gelten inklusive der Unsicherheitenangabe für die gesamte Zeitreihe, weil keine Erkenntnisse zu Trends vorliegen. Die Zeitreihen sind somit konsistent.

Die Aktivitätsraten der neuen Bundesländer für das Basisjahr 1990 und die Folgejahre 1991-1994 wurden entsprechend den Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt (FKZ 205 41 115 / Teilvorhaben A „Überarbeitung und Dokumentation der Brennstoffeinsätze für stationäre Feuerungsanlagen in den neuen Bundesländern für das Jahr 1990“) angepasst.

### **3.2.9.10.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f, Kalk)**

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

Die Datenzeitreihen zum Einsatz von Ersatzbrennstoffen in der Kalkindustrie im Rahmen des Forschungsprojekts „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“ wurden ebenfalls intensiv auf Konsistenz und Plausibilität überprüft (UBA 2005b, FKZ 204 42 203/02). Dazu wurden – wie in den übrigen Wirtschaftszweigen mit Ersatzbrennstoffeinsatz – die gesamte Energie- und Emissionssituation der Branche herangezogen. Die Qualitätskontrolle unterliegt allerdings der Einschränkung, dass die Informationen vom Bundesverband Kalk erstmalig für das Jahr 2003 bereitgestellt wurden.

Die ermittelten Daten fügen sich mit Blick auf den übrigen Brennstoffverbrauch sowie die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen in das sektorale Gesamtbild ein.

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

### **3.2.9.10.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f, Kalk)**

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2011 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind.

### **3.2.9.10.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.2.f, Kalk)**

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS	NS	CS

Diese Subquellgruppe ist wegen ihrer Eigenschaft als Auffangposition für nicht branchenscharf disaggregierbare Brennstoffeinsätze besonders bedeutsam und trägt zu substanzIELL zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen des gesamten Energiesektors bei.

#### **3.2.9.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.2.f Sonstige)**

In dieser Subquellgruppe werden alle Emissionen berichtet, für die sich die Energieeinsätze nicht entsprechend der Gliederung für 1.A.2 disaggregieren lassen. Diese Subquellgruppe ist für ca. 70 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Quellgruppe 1.A.2 verantwortlich.

In dieser Subquellgruppe ist die gesamte Strom- und Wärmeerzeugung in Industriekraftwerken und Kesseln aufgeführt, weil sich diese Anlagenarten aufgrund ihres Emissionsverhaltens zusammenfassen lassen. Da in der chemischen Industrie im Wesentlichen KWK-Anlagen und Kessel zu Einsatz kommen, werden die Emissionen aus der Quellgruppe 1.A.2.c mit in der Subquellgruppe 1.A.2.f Sonstige berichtet. Eine weitere Aufteilung der Industriekraftwerke und Kessel in die vorgesehenen Subquellgruppen wäre nicht mit einer Verbesserung der Daten verbunden, da das Emissionsverhalten der Anlagen nicht vom Industriezweig abhängt. Vor allem die Erstellung von Zeitreihen ist mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, da im Jahr 1990 Deutschland noch aus zwei Ländern bestand. Von daher gab es auch zwei verschiedene statistische Systeme, die in einer Übergangszeit bis 1994 zusammengeführt wurden. Es wurden große Anstrengungen unternommen, um für das Basisjahr 1990 die geforderte Dokumentation und Datenqualität bereitzustellen. Weiterhin wurde mit der Novellierung des Energiestatistikgesetzes im Jahr 2003 die Datenerhebung, vor allem für KWK-Anlagen deutlich verbessert. Eine Rückwirkende Erhebung dieser Daten von 2002 – 1990 ist nicht möglich. Die Zeitreihenkonsistenz konnte auf aggregierter Ebene weitgehend sichergestellt werden. Eine weitere Disaggregierung würde aber zu Brüchen in den Zeitreihen führen, weil die Daten nicht durchgängig disaggregiert vorliegen und eine systematische Zuordnung ebenfalls nicht möglich ist. Außerdem unterliegen viele Energiedaten in Deutschland der Geheimhaltung, so dass zur

Wahrung der Geheimhaltung oft eine Aggregierung erforderlich ist. In vielen bisher einzeln ausgewiesenen Branchen, müssen einzelne Brennstoffe aufgrund der Geheimhaltung zusammengefasst und unter der Quellgruppe 1.A.2.f Sonstige berichtet werden. Das führt ebenfalls zu einer deutlichen Verringerung der Aussagekraft der Daten in den einzelnen Sektoren.

Letztlich ist die Grenze zwischen den einzelnen Industriesektoren und der öffentlichen Versorgung nicht eindeutig zu ziehen. Der in den IPCC Guidelines beschriebene Begriff „autoproducer“ ist in der Realität in dieser reinen Form kaum zu finden. Die Strom- und Wärmeversorgung ist in den einzelnen Unternehmen unterschiedlich geregelt. Einige Unternehmen betreiben eigene Kraftwerke, die häufig auch Strom in das öffentliche Netz einspeisen. Andere Betriebe beziehen Strom oder auch Wärme aus dem öffentlichen Netz. Im Zuge der Liberalisierung des Energiemarktes kommt es zu häufigen strukturellen Änderungen. Da die Nationale Statistik die Grundlage für die Inventarerstellung bildet, wird die in der Statistik vorgenommene Zuordnung der Anlagen übernommen. Diese Zuordnung ist weder konstant über die Zeitreihe noch durchgehend konsistent mit den Angaben im Emissionshandel und kann daher in den bestehenden Datensätzen nicht harmonisiert werden.

Eine internationale Vergleichbarkeit jener Subquellgruppen, in denen hauptsächlich Industriekraftwerke zum Einsatz kommen ist kaum möglich, da sich die Versorgungsstrukturen deutlich unterscheiden.

### **3.2.9.11.2 Methodische Aspekte (1.A.2.f Sonstige)**

Die Brennstoffeinsätze zur Stromerzeugung in Industriekraftwerken sind in der Energiebilanzzeile 12 enthalten. Nach Abzug der Brennstoffeinsätze für Raffineriekraftwerke, Grubenkraftwerke, der Kraftwerke des Steinkohlenbergbaus und bis 1999 der Kraftwerke der Deutschen Bahn bleiben als Differenzbetrag die Aktivitätsdaten in den übrigen Industriekraftwerken, die sich zur Zeit nicht weiter untergliedern lassen.

Für die Zuordnung der Brennstoffeinsätze zur Wärmeerzeugung in Industriekraftwerken und Kesseln werden zusätzliche Daten vom Statistischen Bundesamt benötigt. Aus den Statistiken lassen sich die Brennstoffeinsätze zur KWK-Wärmeerzeugung ermitteln. Die Aktivitätsdaten für die Kessel werden als Differenzbetrag errechnet.

Sowohl für die Stromerzeugung als auch für die Wärmeerzeugung erfolgt eine Aufteilung in Dampfturbinen, Gasturbinen, GuD-Anlagen und Gasmotoren, da sich vor allem die Methanemissionen dieser Verbrennungstechniken unterscheiden.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnungsalgorithmen, die für das Berichtsjahr 2008 grundlegend überarbeitet wurden, liegt im Endbericht zum Forschungsvorhaben „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten“ (FKZ 204 41 132) vor.

Die neue Datenquelle BGS-Bogen ermöglichte für die Eisenschaffende Industrie die Ausweisung an Gichtgas zur Energieerzeugung im Bereich der Frischdampfkessel.

Die in der Energiebilanzzeile 54 (Metallerzeugung) ausgewiesene Gesamtenergiemenge für die Verwendung von Gichtgas unterschätzt in Summe die Einsatzmenge an Gichtgas

entsprechend BGS-Bogen. Diese unterschätzte Einsatzmenge wird einem Teil der Fackel- und Leitungsverluste per Definition zugeordnet.

### Emissionsfaktoren

Eine Liste der verwendeten CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren sowie eine methodische Beschreibung ist im Anhang, Kapitel 18.7 verfügbar.

Alle anderen Emissionsfaktoren für Treibhausgase und Vorläufersubstanzen für Kraftwerke und sonstige Kesselfeuerungen zur Dampf-, Heiß- und Warmwasserbereitstellung in der Quellgruppe 1.A.2.f / all other sind RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) entnommen. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise ist dem Kapitel 3.2.6.2 in Verbindung mit dem Kapitel 19.1.2.1 im Anhang 3 zu entnehmen. Die Forschungsvorhaben unterscheiden innerhalb des Sektors nach Kraftwerken der Deutschen Bahn AG, den übrigen Industriekraftwerken sowie den sonstigen Kesselfeuerungen zur Dampf-, Heiß- und Warmwasserbereitstellung.

### **3.2.9.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.2.f Sonstige)**

#### Aktivitätsraten

Die Unsicherheiten wurden erstmals für das Jahr 2004 bestimmt. Die Methode ist im Anhang-Kapitel 13.6 des NIR 2007 zu finden.

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

#### Emissionsfaktoren

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

Ergebnis für N<sub>2</sub>O: Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.2 gelten entsprechend.

Ergebnis für CH<sub>4</sub>: Die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.3.3 gelten entsprechend.

Die Ergebnisse der Ermittlung der Zeitreihenkonsistenz des Kapitels 3.2.6.3.4 gelten entsprechend.

### **3.2.9.11.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.2.f Sonstige)**

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

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

#### Aktivitätsraten

Die Qualität der Daten wurde bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens „Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsraten (FKZ 204 41 132) überprüft und durch die Verwendung von Statistiken des Statistischen Bundesamtes als Datengrundlage verbessert. Andere, langfristig verfügbare Datenquellen konnten nicht identifiziert werden.

## Emissionsfaktoren

Die Ergebnisse der generellen Vorgehensweise bei der quellspezifischen Qualitätssicherung / -kontrolle und Verifizierung des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

Bezüglich der CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren wurde ein umfangreicher Vergleich zwischen den im Inventar und den im Emissionshandel verwendeten Emissionsfaktoren und Heizwerten durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Kapitel 18.7.4 dargestellt und diskutiert.

### **3.2.9.11.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.2.f Sonstige)**

#### Aktivitätsraten

Für die Quellgruppe sind in diesem Jahr Rückrechnungen für das Jahr 2011 erfolgt, die auf dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz gegenüber der vorläufigen Energiebilanz aus der letzten Berichterstattung begründet sind.

Aufgrund der Revision der Nationalen Energiebilanz kommt es außerdem zu umfangreichen Rückrechnungen für Erdgas ab 2005 und für Steinkohle sowie Kokereigas im Jahr 2009.

Weiterhin führte eine Fehlerkorrektur bei der Berechnung des Industriemülleinsatzes zu Rückrechnungen in den Jahren 2008 bis 2010.

Tabelle 32: Rückrechnungen für CO<sub>2</sub> in CRF 1.A.2.f Sonstige

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	Abweichung absolut				Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	other	solid	
2005	63.729	58.589	-5.140	0	0	0	-8,07%
2006	65.106	60.852	-4.254	0	0	0	-6,53%
2007	63.649	62.591	-1.058	0	0	0	-1,66%
2008	61.574	65.025	3.259	0	191	0	5,60%
2009	59.979	59.103	-825	0	-62	11	-1,46%
2010	63.886	64.218	0	0	332	0	0,52%
2011	64.400	66.574	-537	-743	4.891	-1.437	2.174

Für N<sub>2</sub>O ergeben sich Rückrechnungen über die gesamte Zeitreihe, da verschiedene Korrekturen vorgenommen wurden, um die Zeitreihenkonsistenz zu verbessern.

Für CH<sub>4</sub> ergeben sich ebenfalls Rückrechnungen für die gesamte Zeitreihe, da neue Emissionsfaktoren aus einem Forschungsprojekt in die Datenbank implementiert wurden. Aufgrund der neuen Erkenntnisse mussten teilweise auch Werte bis zum Jahr 1990 ersetzt werden. Generell führt die Überarbeitung der CH<sub>4</sub> Emissionsfaktoren zu einer Erhöhung der Methanfracht aus der Verbrennung gasförmiger und flüssiger Brennstoffe sowie zu einer Verringerung der Methanfracht aus der Verbrennung fester Brennstoffe.

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

#### Aktivitätsraten:

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

#### Emissionsfaktoren:

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.2.10 Transport (1.A.3)

#### 3.2.10.1 Transport - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)

##### 3.2.10.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.a)

CRF 1.A.3.a	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO <sub>2</sub>	-	-	2.311,3 (0,19%)	1.883,3 (0,20%)	-18,52%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	24,0 (0,00%)	19,7 (0,00%)	-17,82%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	2,0 (0,00%)	1,7 (0,00%)	-16,43%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	Tier 1, CS (Tier 2)	NS/IS	CS, D <sup>22</sup>
CH <sub>4</sub>	Tier 1, CS (Tier 2)	NS/IS	D
N <sub>2</sub> O	Tier 1, CS (Tier 2)	NS/IS	D
NO <sub>x</sub> , CO	CS (Tier 3)	NS/IS	CS
NMVOC	Tier1, CS (Tier 3)	NS/IS	CS/D
SO <sub>2</sub>	Tier 1	NS/IS	CS

Die Quellgruppe *Ziviler Luftverkehr* ist keine Hauptkategorie.

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

In der Debatte um die Klimawirksamkeit und die durch Luftschatdstoffemissionen hervorgerufenen Umweltauswirkungen des Flugverkehrs werden neben Kohlendioxid hauptsächlich Wasserdampf sowie Stickstoffoxide und nachrangig Kohlenwasserstoffe, Partikel, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid wahrgenommen. Im Rahmen der nationalen Emissionsberichterstattung werden allerdings auch Angaben für weitere Emissionen gefordert. Die folgenden Ausführungen beziehen sich daher auf die Emissionen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O, Lachgas), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>, d.h. NO und NO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) sowie Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>).

<sup>22</sup> Für Flugbenzin und Schmierstoffe

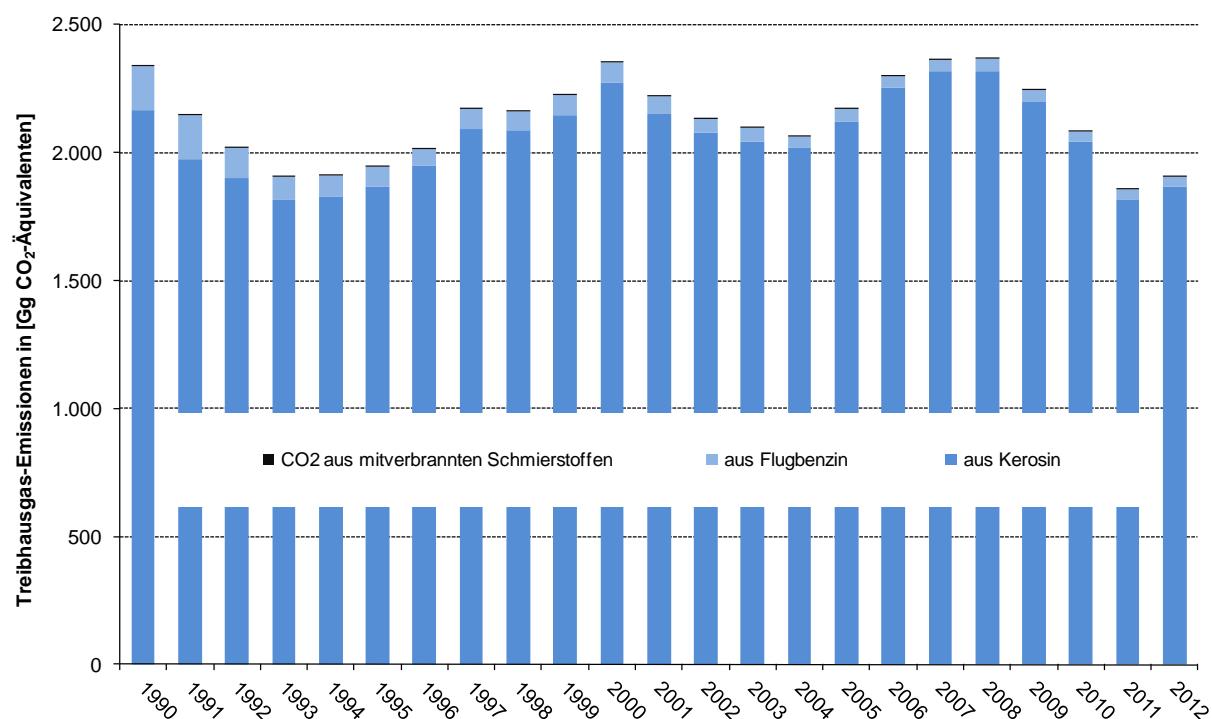


Abbildung 31: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des nationalen Flugverkehrs 1990-2012

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

Die Berechnung der Luftverkehrsemissionen erfolgt nach Tier 3a, also unter Berücksichtigung der von einzelnen Flugzeugtypen jährlich geflogenen Strecken, getrennt nach nationalen und internationalen Flügen und unter Berücksichtigung der Flugbetriebszustände LTO-Zyklus (Landing/Take-off-Zyklus, d.h. Flugbewegungen bis 3.000 Fuß bzw. ca. 915 m) und Cruise (Reiseflug oberhalb 3.000 Fuß).

Grundsätzlich basiert die Ermittlung der Emissionen auf den Verbrauchsdaten der Energiebilanz für Kerosin und Flugbenzin (AGEB, 2013). Für Jahre, für die noch keine oder nur eine vorläufige Energiebilanz vorliegt, werden die Absatzzahlen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2013) verwendet. Entscheidend für die Berichterstattung ist die Abgrenzung zwischen innerdeutschem und internationalem Flugverkehr. Diese erfolgt durch einen sogenannten Splitfaktor, der den Anteil der innerdeutschen Flüge am Gesamt-Kerosinverbrauch darstellt. Ab 2003 werden dafür von Eurocontrol übermittelte Zahlen genutzt. Die Eurocontrol berechnet den Treibstoffverbrauch mit dem ANCAT-Modell auf Grundlage von einzelnen Flugbewegungen, jedoch ohne den Treibstoffverbrauch mit nationalen Energiebilanzen abzugleichen. Für die Jahre 1990 bis 2002 werden dagegen die Ergebnisse eines Forschungsprojekts verwendet, die auf den von einzelnen Flugzeugtypen geflogenen Strecken nach Großkreisentfernungen basieren (FKZ 360 16 029 – „Entwicklung eines eigenständigen Modells zur Berechnung des Flugverkehrs (TREMOD-AV“ (IFEU & ÖKO-INSTITUT 2010). Die Daten dazu werden vom Statistischen Bundesamt erfasst. Für die Aufteilung des Kerosinverbrauchs auf die Phasen LTO (Landing/Take-off: Landung & Start) und Cruise (Reiseflug) werden wiederum die Ergebnisse der in TREMOD-AV (TREMOD Aviation) basierend auf Daten des Statistischen Bundesamtes erfolgten Berechnungen verwendet.

Für die Berichterstattung werden die Emissionen durch die Multiplikation des Treibstoffverbrauchs der jeweiligen Flugphase mit spezifischen Emissionsfaktoren ermittelt. CO<sub>2</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen beruhen unabhängig von der verwendeten Methode allein auf der Menge bzw. den Eigenschaften des eingesetzten Treibstoffs. Emissionen von NMVOC, CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>x</sub> und N<sub>2</sub>O hingegen sind abhängig von Motoren, Flughöhen, Flugphasen u.a. und werden mit höherem Tier genauer beschrieben. Die Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub>, CO und HC werden deshalb aus den TREMOD-Berechnungen übernommen.

Das eingesetzte Flugbenzin wird seit dem Jahr 2007 nicht mehr dem verbrauchten Kerosin zugerechnet, sondern eigenständig berichtet. Die durch den Einsatz von Flugbenzin verursachten Emissionen werden, wie in IPCC 2006a vorgeschlagen, mit angepassten Emissionsfaktoren und Heizwerten separat nach Tier 1 berechnet. Eine Aufteilung in einen nationalen und internationalen Anteil ist hier, da Flugbenzin nur in kleineren, hauptsächlich inländisch verkehrenden Flugzeugen Verwendung findet, nicht angezeigt. Diese konservative Annahme führt zu einer leichten Überschätzung der nationalen Emissionen.

#### Aktivitätsdaten:

##### Flugturbinentreibstoff / Kerosin

Die Verbrauchsdaten entsprechen dem in Deutschland abgesetzten Flugtreibstoff nach der nationalen Energiebilanz (aktuell bis 2012) bzw. den Amtlichen Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (AGEB, 2013; BAFA, 2013).

Die Berechnungen innerhalb TREMOD-AV berücksichtigen die Anzahl der Flüge nach Flugzeugtypen und Großkreisentfernungen für den nationalen und den internationalen Flugverkehr. Einbezogen werden die vom Statistischen Bundesamt erfassten gewerblichen Flüge auf ausgewählten Flugplätzen. Die anderen Flugarten (auf anderen Flugplätzen und nicht-gewerblich) werden vom Statistischen Bundesamt nur nach Gewichtsklassen oder Flugzeug-Klassen unterschieden, jedoch nicht nach Destination. Dabei handelt es sich zu einem weit überwiegenden Teil um Flüge mit kleinen, mit Flugbenzin betriebenen Maschinen. Die Allokation dieser Flüge auf den (rein nationalen) Flugbenzinverbrauch zeigt sich in den überschlägigen Berechnungen nach IFEU & ÖKO-INSTITUT (2010) als angemessen.

Aus Gründen der internationalen Vergleichbarkeit werden die ab dem Jahr 2003 von Eurocontrol verfügbaren Werte auch weiterhin verwendet.

Tabelle 33: Entwicklung des auf innerdeutsche Flüge entfallenden an den gesamten Inlandsablieferungen für Kerosin, ab 1990

Jahr	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
nationaler Anteil [%]	15,1	10,8	10,3	8,3	8,4	8,4	8,3	8,1	7,6	7,1	6,8

Quelle: Öko-Institut (2013): 1990-2002: berechnet innerhalb TREMOD-AV anhand Flugbewegungsdaten des Statistischen Bundesamtes, ab 2003: Eurocontrol (ANCAT)<sup>23</sup>

Die Aufteilung des Kerosinverbrauchs auf die beiden Flugphasen *LTO* und *Cruise* erfolgt ebenfalls anhand von TREMOD-AV-Berechnungen. Diese ermöglichen die Ausspielung der Kerosinverbräuche in der Flugphase LTO (siehe IFEU & ÖKO-INSTITUT, 2010) für den nationalen und internationalen Flugverkehr. Der Verbrauch in der Flugphase Cruise ergibt

<sup>23</sup> aktuelle Werte für 2007 bis 2011 aus persönlicher E-Mail-Kommunikation mit Rachel Burbidge, EUROCONTROL

sich dann jeweils aus der Differenz des Kerosinverbrauchs nach der Energiebilanz zu dem Verbrauch in der LTO-Phase.

## Flugbenzin

Die Verbrauchsdaten entsprechen dem in Deutschland abgesetzten Flugtreibstoff nach der nationalen Energiebilanz bzw. den Amtlichen Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (AGEB, 2013; BAFA, 2013). Hier wird konservativ angenommen, dass der gesamte Verbrauch auf den nationalen Flugverkehr entfällt. Eine Aufteilung in LTO-Zyklus und Cruise-Phase ist nach IPCC 2006a nicht erforderlich.

## Schmierstoffe

Die Angaben zum jährlichen Einsatz von Schmierstoffen im Flugverkehr werden den Amtlichen Mineralöldaten des BAFA entnommen und der mitverbrannte Teil durch eine Expertenschätzung ermittelt.

## Emissionsfaktoren:

### Flugturbinentreibstoff / Kerosin

Der Emissionsfaktor für *Kohlendioxid* wurde aus dem Gehalt an Kohlenstoff im Kerosin abgeleitet und beträgt 3.150 g/kg. Dieser Wert ist durch zahlreiche Publikationen abgesichert (u.a. IPCC, 1999: S. 3.64) und wird unverändert für den gesamten Flugverkehr (national/international; LTO/Cruise) verwendet.

*Distickstoffoxid (Lachgas)* ist ein Produkt der Oxidation von Stickstoff in der Brennkammer, das in Spuren entstehen kann. Die diesbezügliche Datenlage ist grundsätzlich schlecht. Da eine Aufgliederung der Emissionsfaktoren in die beiden Flugphasen erforderlich ist, werden die Emissionsfaktoren sowohl für Lachgas als auch *Methan* der IPCC-Emissionsfaktoren-Datenbank entnommen (siehe Tabelle 384).

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

Die Emissionen von NO<sub>x</sub>, CO und NMVOC basieren auf in TREMOD-AV hinterlegten Flugzeugtyp-spezifischen Emissionsfaktoren aus denen durchschnittliche (implizite) Emissionsfaktoren erzeugt werden. Für die Berichterstattung werden jährliche durchschnittliche Emissionsfaktoren für die ganze Flotte abgeleitet.

Die Rückrechnung der Emissionen pro LTO-Zyklus erfolgt unter Verwendung von Standardwerten für den Kerosinverbrauch pro LTO-Zyklus: Für den nationalen Flugverkehr sind das 850 kg Kerosin/LTO-Zyklus, für den internationalen Flugverkehr wird ein mittlerer Wert von 1.675 kg Kerosin/LTO-Zyklus angenommen (IPCC 2006b). Angaben zu den darüber hinaus betrachteten Luftsabdstoffen finden sich in Kapitel 19.1.3.1 im Anhang.

Die Umrechnung der Masse-bezogenen Emissionsfaktoren in Energie-bezogene Emissionsfaktoren erfolgt in den Jahren bis 2003 über einen Heizwert in Höhe von 43.000 kJ/kg, ab 2004 jedoch von 42.800 kJ/kg (AGEB, 2013).

## Flugbenzin

Für Flugbenzin ist nach IPCC 2006a keine Unterteilung in LTO-Zyklus und Cruise-Phase erforderlich. Damit erfolgt auch keine entsprechende Unterteilung der Emissionsfaktoren.

Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wird der Standard-Wert nach den *IPCC Guidelines* (2006a) übernommen. In diesen Richtlinien (Seite 3-64) werden die Methan- und Lachgas-Emissionsfaktoren explizit mit den für die Verwendung von Kerosin angegebenen Werten gleichgesetzt. Diese Annahme wird hier übernommen.

Wie auch für Kerosin wurden die Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> und CO aus den Ergebnissen der TREMOD-Berechnungen gewonnen, für die Flugzeugtyp-spezifische Emissionsfaktoren der EMEP-/EEA-Datenbank verwendet wurden. Diese wurden anschließend durch den Flugbenzinverbrauch geteilt, um jährliche, durchschnittliche Emissionsfaktoren zu gewinnen, die in die Berichterstattung eingehen. Alle Emissionsfaktoren sind in Tabelle 34 aufgeführt.

Tabelle 34: Emissionsfaktoren für Flugbenzin (1990-2012)

Treibhausgas	Emissionsfaktor [g/kg]	Bemerkung zur Quelle oder Berechnung
CO <sub>2</sub>	3.048,00	aus IPCC Guidelines 2006 Table 3.6.4
CH <sub>4</sub>	0,36	entspricht EF Kerosin, LTO/national/
N <sub>2</sub> O	0,10	entspricht EF Kerosin, Cruise/national/

Quelle: Öko-Institut (2013)

Die Umrechnung der Masse-bezogenen Emissionsfaktoren in Energie-bezogene Emissionsfaktoren erfolgte über den Heizwert in Höhe von 44.300 kJ/kg.

## Schmierstoffe

CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen wurden über einen IPCC-Default-EF von 80.000 kg/TJ berechnet. - Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind bereits in den entsprechenden Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet. Die Emissionen sind damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

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

Zur Ermittlung der Unsicherheiten werden die einzelnen Komponenten identifiziert, die in die Berechnung der Emissionen einfließen, und deren Unsicherheiten (U<sub>1</sub> bis U<sub>x</sub>) quantifiziert. Durch die additive Verknüpfung der quadrierten Teilunsicherheiten ergibt sich jeweils die Gesamtunsicherheit U<sub>ges</sub> laut IPCC GPG (2000) aus der Formel:

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

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

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

Einzelne Teilunsicherheiten basieren auf Annahmen. So ist eine Unsicherheit für die gesamte Zeitreihe des Splits zur Aufteilung des nationalen und internationalen Flugverkehrs z.B. als Mittelwert über die Zeitreihe angegeben: Für die Jahre 1990 bis 2002 beruhen die Daten auf TREMOD-Berechnungen, die wiederum auf den Daten des Statistischen Bundesamtes sowie den Emissionsfaktoren der EMEP/EEA-Datenbank und eigenen Berechnungen basieren. Ab 2003 werden Angaben von Eurocontrol verwendet, die mit dem ANCAT-Modell berechnet wurden. Vergleiche von Stichproben der Modellergebnisse nach dem ANCAT-Modell mit dem tatsächlichen Verbrauch ergeben Abweichungen von  $\pm 12\%$ . Daten von Eurocontrol nach dem AEM 3-Modell wären nur mit einer Unsicherheit von 3 bis 5 % behaftet (EUROCONTROL 2006).

### **3.2.10.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.a)**

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

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

Für eine mit der Zeit steigende Zahl von Flugzeugtypen, für die keine spezifischen Daten verfügbar sind, mussten Emissionsfaktoren mit Hilfe von Regressionen auf Basis des Startgewichts gewonnen werden. Die Verwendung aktuellerer und vollständiger Flugzeugtyp-spezifischer Daten würde die Qualität der Berechnungen weiter erhöhen. Auch eine Erweiterung der TREMOD-Berechnung um die Unterscheidung nach verwendeten Antrieben würde eine weitere Verbesserung bedeuten.

Bis auf die Emissionsfaktoren für Schwefeldioxid wurden internationale Standardwerte verwendet, die der IPCC-Emissionsfaktoren-Datenbank bzw. der EMEP/EEA-Datenbank sowie dem EMEP/EEA Guidebook 2009 (EMEP/EEA 2010) entnommen wurden. Eine Diskussion der einzelnen Werte findet im Kapitel „Methodische Aspekte“ bei der Vorstellung der Emissionsfaktoren statt.

Von Eurocontrol bereitgestellte landesspezifische Verbrauchs- und Emissionsdaten aus dem Modell PAGODA werden derzeit nur zur Verifikation der eigenen Erhebungen herangezogen.

### **3.2.10.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.a)**

Gegenüber der Berichterstattung 2013 erfolgten Rückrechnungen einzig aufgrund der Anpassung des für Flugbenzin verwendeten EF( $\text{CO}_2$ ) an den IPCC-default.

Tabelle 35: Revision des EF(CO<sub>2</sub>) für Flugbenzin

	Einheit	ab 1990
Subm. 2014		70.000
Subm. 2013	[TJ]	69.300
Diff. absolut		700
Diff. relativ	[%]	1,01

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Einsatz von Flugbenzin erhöhen sich entsprechend für alle Jahre um 1,01 %.

Tabelle 36: Ergebnis der Neuberechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Einsatz von Flugbenzin

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Subm. 2014	170,7	167,7	118,9	85,3	82,3	79,9	66,2	81,3	72,0	77,7	78,4
Subm. 2013	[Gg]	169,0	166,0	117,7	84,5	81,4	79,1	65,6	80,5	71,3	76,9
Diff. absolut		1,7	1,7	1,2	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	68,88	57,61	53,62	46,13	48,86	45,71	42,77	44,66	41,58	39,76	42,98
Subm. 2013	[Gg]	68,19	57,03	53,08	45,67	48,37	45,25	42,34	44,21	41,16	39,36
Diff. absolut		0,69	0,58	0,54	0,46	0,49	0,46	0,43	0,45	0,42	0,43

Im Ergebnis erhöhen sich die THG-Emissionen des zivilen innerdeutschen Flugverkehrs nur minimal:

Tabelle 37: Neuberechnung der THG-Emissionen des zivilen innerdeutschen Flugverkehrs

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Subm. 2014	2.337	2.146	2.020	1.904	1.910	1.947	2.016	2.173	2.163	2.227	2.352
Subm. 2013	[Gg CO <sub>2</sub> -Äq.]	2.336	2.145	2.019	1.903	1.909	1.947	2.015	2.172	2.162	2.227
Diff. absolut		1,7	1,7	1,2	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8
Diff. relativ	[%]	0,07	0,08	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	2.220	2.134	2.098	2.064	2.173	2.299	2.364	2.365	2.243	2.081	1.858
Subm. 2013	[Gg CO <sub>2</sub> -Äq.]	2.219	2.134	2.098	2.064	2.173	2.298	2.363	2.365	2.242	2.081
Diff. absolut		0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Diff. relativ	[%]	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

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

Derzeit sind keine über die routinemäßige Revision des Modells TREMOD AV hinaus gehenden Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.2.10.2 Transport - Straßenverkehr (1.A.3.b)

#### 3.2.10.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.b)

CRF 1.A.3.b	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	L T/T2	150.358,3 (12,25%)	145.826,2 (15,59%)			-3,01%
all fuels	N <sub>2</sub> O		1.158,4 (0,09%)	1.422,8 (0,15%)			22,83%
all fuels	CH <sub>4</sub>		1.106,1 (0,09%)	139,2 (0,01%)			-87,41%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS (Tier 2)	NS	CS, D <sup>24</sup>
CH <sub>4</sub>	CS (Tier 3)	NS	CS/M/D
N <sub>2</sub> O	CS (Tier 3)	NS	CS/M
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS (Tier 3)	NS	CS/M

Die Quellgruppe *Straßenverkehr* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

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

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

Durch Einführung des Katalysators und motortechnischen Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte sowie durch verbesserte Kraftstoffqualitäten sind die Emissionen aus dem Straßenverkehr an CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC und SO<sub>2</sub> seit 1990 drastisch zurückgegangen.

Die starke Abnahme des Methan-Emissionsfaktors für Benzin und damit auch der Methan-Emissionen zwischen 1990 und 1993 ist insbesondere auf die massive Reduzierung der Kraftfahrzeuge mit Zweitaktmotoren in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Weitere Minderungen sind Folge der genannten Abgas-Grenzwertverschärfungen.

Für Busse und Schwere Nutzfahrzeuge (über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) wurde der zulässige Abgasgrenzwert für Kohlenwasserstoffe (HC) mit Einführung der EURO3-Norm im Jahr 2000 erheblich gesenkt (-40 %). Da EURO3-Fahrzeuge ab dem Jahr 2000 sehr schnell in den Markt kamen, verminderten sich der Emissionsfaktor und die Emissionen für Kohlenwasserstoffe aus Dieselkraftstoff nach 2000 deutlich. Dies gilt analog für Methan, das als fester Anteil an den Gesamt-HC-Emissionen berechnet wird.

<sup>24</sup> Biodiesel, Schmierstoffe

$\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen entstehen hauptsächlich infolge unvollständiger Reduktion von NO zu  $\text{N}_2$  im 3-Wege-Katalysator und sind gesetzlich nicht limitiert. Durch die wachsende Zahl von PKW mit Katalysator stiegen die  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen gegenüber 1990 zunächst an. Neuere Katalysatoren sind jedoch so optimiert, dass nur noch geringe Mengen an Distickstoffoxid entstehen. In Folge dessen nahmen die  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen im Zeitraum 2000-2006 ab. Seitdem ist wieder ein Anstieg der Emissionen zu verzeichnen. Dieser ist auf den zunehmenden Einsatz der SCR-Technik bei Schweren Nutzfahrzeugen zurückzuführen, bei dem unter bestimmten Bedingungen  $\text{N}_2\text{O}$  als unerwünschtes Nebenprodukt auftritt.

Die  $\text{CO}_2$ -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 Zeitraum 2000-2009 sind die Emissionen des Straßenverkehrs aus fossilen Kraftstoffen erstmals gesunken. Diese Entwicklung dürfte im Wesentlichen auf die Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche, die deutliche Verschiebung zugunsten von Dieselfahrzeugen bei den Neuzulassungen, den kontinuierlichen Anstieg der Kraftstoffpreise, die Verwendung von Biokraftstoffen, aber auch auf die Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland zurückzuführen sein (s. folgende Absätze).

Da sich die oben genannten Trends abschwächten und gleichzeitig die Fahrleistungen zunahmen, stiegen in den Jahren 2010 und 2011 die  $\text{CO}_2$ -Emissionen wieder an. Abnehmende Verkehrs- und Fahrleistungen im Jahr 2012 führten dazu, dass die  $\text{CO}_2$ -Emissionen gegenüber 2011 wieder um knapp 2 Mio. Tonnen zurück gingen.

Tabelle 38: Emissionen des Straßenverkehrs (alle Angaben in Gg)

	CO <sub>2</sub> fossil <sup>1)</sup>	CO <sub>2</sub> bio <sup>2)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC <sup>3)</sup>	SO <sub>2</sub>
<b>1990</b>	150.358,33	0,00	52,67	3,74	1.342,65	6.658,02	1.168,53	90,20
<b>1995</b>	165.104,05	106,48	33,14	5,41	1.162,92	3.872,21	547,09	69,31
<b>2000</b>	171.229,50	869,14	20,84	5,05	1.053,90	2.417,88	315,83	19,67
<b>2005</b>	151.726,48	5.575,96	12,37	3,25	753,25	1.529,59	194,18	0,80
<b>2006</b>	147.769,60	10.181,74	11,14	3,19	731,59	1.386,11	177,03	0,81
<b>2007</b>	144.809,35	11.009,47	9,97	3,32	665,00	1.257,58	158,94	0,80
<b>2008</b>	144.630,21	8.920,63	8,69	3,52	582,61	1.142,24	141,06	0,78
<b>2009</b>	144.363,65	8.033,49	8,07	3,72	529,62	1.078,02	131,69	0,78
<b>2010</b>	145.460,81	8.494,71	7,37	4,04	508,23	1.006,81	122,35	0,79
<b>2011</b>	147.479,40	8.188,00	7,14	4,35	480,27	976,84	118,36	0,79
<b>2012</b>	145.826,19	8.412,33	6,63	4,59	460,01	915,77	110,14	0,79

<sup>1)</sup> inklusive CO<sub>2</sub> aus mitverbrannten Schmierstoffen

<sup>2)</sup> CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Bio-Kraftstoffen sind hier nur nachrichtlich aufgeführt

<sup>3)</sup> inklusive verdunstungsbedingter Emissionen

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem motorisierten Straßenverkehr in Deutschland erfolgt durch einen „bottom up“-Ansatz (Tier 2-Verfahren nach IPCC GPG, 2000: S. 2.46): Die in Deutschland verkauften Kraftstoffe (Benzin, Bio-Ethanol, Diesel, Biodiesel, Flüssig- und Erdgas, Petroleum (bis 2002)) werden dazu innerhalb des Modells TREMOD („Transport Emission Model“) auf die einzelnen Fahrzeugschichten verteilt (vgl. Kapitel 19.1.3.2). Die in das Modell einfließenden Verbrauchsdaten je Kraftstoffart werden den *Energiebilanzen* entnommen. Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erfolgt nach Import der

schichtspezifischen Kraftstoffverbräuche mittels landesspezifischer Emissionsfaktoren im ZSE.

Die Berechnung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen erfolgt mit Hilfe des Modells TREMOD (IFEU, 2013)<sup>25</sup>. Darin ist ein Tier 3-Verfahren implementiert, bei dem Fahrleistungen der einzelnen Fahrzeugschichten mit spezifischen Emissionsfaktoren multipliziert werden. Für PKW und Leichte Nutzfahrzeuge wird zusätzlich ein „Kaltstart-Zuschlag“ addiert. Der je Kraftstoffart ermittelte Gesamtverbrauch wird mit dem Verbrauch gemäß Energiebilanz abgeglichen und die Emissionen werden mit Hilfe von Faktoren, die aus diesem Abgleich gewonnen wurden, korrigiert. Für benzingetriebene Fahrzeuge werden in Abhängigkeit von der Minderungstechnik Verdampfungsemissionen an VOC berechnet.

Aus den Emissionen und den Kraftstoffverbräuchen der einzelnen Fahrzeugschichten werden aggregierte, kraftstoffbezogene Emissionsfaktoren abgeleitet (kg Emission pro TJ Kraftstoffeinsatz) und an die Datenbank ZSE übergeben. In Anlehnung an die CORINAIR-Berichtsstruktur sind diese Faktoren nur noch nach der Kraftstoffart, der Straßenart (Autobahn, Landstraße, Innerortsstraße) und innerhalb der Fahrzeugkategorien nach „ohne/mit“ Schadstoffminderungstechnik differenziert. Bei der Minderungstechnik wird wie folgt unterschieden:

Tabelle 39: Unterscheidung von Minderungstechniken im Straßenverkehr

betrachtete Fahrzeugklassen	Minderungstechnik ohne	Minderungstechnik mit
PKW und Leichte Nutzfahrzeuge mit Otto-Motor	ohne G-Kat	mit G-Kat
PKW und Leichte Nutzfahrzeuge mit Diesel-Motor sowie Busse, Schwere Nutzfahrzeuge, motorisierte Zweiräder	vor EURO1	ab EURO1

Für die Berechnung mit TREMOD wurden zahlreiche Basisdaten aus allgemein zugänglichen Statistiken und speziellen Untersuchungen verwendet, aufeinander abgestimmt und ergänzt. Im Folgenden sind ein Überblick über die Hauptquellen sowie wichtige Annahmen dargestellt. Detaillierte Beschreibungen der Datengrundlagen, einschließlich Angaben der verwendeten Quellen sowie der in TREMOD verwendeten Berechnungsmethoden sind im o.g. Bericht von IFEU zu finden.

#### Kfz-Bestandsdaten:

Für Westdeutschland ab 1990 bis 1993 sowie für Deutschland ab 1994 wurden die Bestände aufgrund der offiziell veröffentlichten Bestands- und Neuzulassungsstatistiken des Kraftfahrt-Bundesamtes aufgearbeitet. Basis der Bestandsanalyse für Ostdeutschland im Jahr 1990 waren eine detaillierte Analyse der Abgas-Prüfstelle Adlershof im Jahr 1992 sowie die Zeitreihen in den statistischen Jahrbüchern der DDR. Zwischen 1991 und 1993 musste der Bestand mit Hilfe zahlreicher Annahmen geschätzt werden.

Die Bestandsdaten der Bezugsjahre ab 2001 stehen für das TREMOD-Modell als Ergebnis einer Datenbankabfrage beim Kraftfahrt-Bundesamt zur Verfügung. Diese liefert die Fahrzeugbestände pro Bezugsjahr in der für die Emissionsberechnung notwendigen Gliederung nach den Merkmalen: Antriebsart (Otto, Diesel, sonstige), Größenklasse, Fahrzeugalter und Emissionsstandard. Als repräsentativ für die Flottenzusammensetzung eines Bezugsjahres wird der Bestand zur Jahresmitte angenommen.

<sup>25</sup> Um Minderungsmaßnahmen ableiten und bewerten zu können, werden mit TREMOD auch der Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Fahrzeugkategorien berechnet. Die Werte werden anschließend mit dem Gesamtverbrauch und der Gesamtemission an CO<sub>2</sub> abgeglichen.

### Emissionsfaktoren:

Die Gesamtheit der Emissionsfaktoren ist im „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.1“ (HBEFA) abgelegt (INFRAS, 2010). Das Handbuch entstand im Rahmen der Kooperation von Deutschland, Schweiz, Österreich und den Niederlanden bei der Ableitung von Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr. Die Emissionsfaktoren des Handbuchs entstammen überwiegend den Messprogrammen des TÜV Rheinland und des RWTÜV. Dazu gehören die grundlegenden Untersuchungen für die Bezugsjahre 1989/1990. In diesen Untersuchungen wurde sowohl für PKW als auch für Schwere Nutzfahrzeuge eine neue Methodik angewandt, bei der von Fahrverhalten und Verkehrssituation abhängige Emissionsfaktoren abgeleitet wurden. Die Emissionsfaktoren für PKW bis zum Baujahr 1994 wurden mit Hilfe von Daten aus einer Feldüberwachung fortgeschrieben. Die für die aktuellen Emissionsberechnungen verwendete Version 3.1 des „Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ greift auf Untersuchungsergebnisse aus dem EU-Arbeitskreis COST 346 und dem Forschungsprogramm ARTEMIS zurück.

Die Emissionsfaktoren leiten sich aus der Bestandsentwicklung der einzelnen Fahrzeugschichten und den im "Handbuch für Emissionsfaktoren im Straßenverkehr 3.1" abgelegten Daten ab. Die Emissionsminderung durch die Einführung schwefelfreier Kraftstoffe wurde vom Umweltbundesamt geschätzt.

Die Entwicklung der EF( $N_2O$ ) spiegelt dabei auch die andauernde Weiterentwicklung der Emissionsgrenzwerte für NO<sub>x</sub> und der zu deren Erreichung eingeführten Technologien und Abgasnormen (Euro-Normen) wider. Verminderte Stickoxid-Emissionen haben hier eine vermehrte Freisetzung von Lachgas zur Folge.

Für die landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel „CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren“, verwiesen. Anzumerken ist hier, dass für Bioethanol der für Benzin verwendete Wert von 72.000 kg/TJ übernommen wurde, während für Biodiesel ein IPCC-Default von 70.800 kg/TJ genutzt wird.

Mit 65.000 kg/TJ und 56.000 kg/TJ kommen für Flüssig- bzw. Erdgas ebenfalls landesspezifische Werte zum Einsatz.

Für CO<sub>2</sub> aus mitverbrannten Schmierstoffen kommt mit 80.000 kg/TJ ebenfalls ein IPCC-Default zum Einsatz. Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind dagegen bereits in den entsprechenden Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet. Die Emissionen selbst sind damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

### Fahrleistungen:

Die Fortschreibung der Fahrleistungen wurde auf Basis der „Fahrleistungserhebung 2002“ (IVT 2004), der Straßenverkehrszählungen 2005 (BASt, 2007) und den Daten zur Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen (BASt, 2009) vorgenommen.

### **Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland**

Aufgrund eines teilweise starken Preisgefälles zu mehreren Nachbarstaaten werden hierzulande seit längerem aber auch Kraftstoffe eingesetzt, die jenseits der Grenzen gekauft und als Grauimporte eingeführt werden.

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

Belegt wird die Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland (und der damit verbundene negative Einfluss auf die Emissionsinventare der Nachbarstaaten) unter anderem auch durch eine vom österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veröffentlichte Studie (BMLFUW, 2005). Die Nachbarstaaten profitieren allerdings nicht unerheblich von Steuermehreinnahmen aus der Energiebesteuerung dieser Treibstoffe, die erheblich über den Zertifikatskosten für die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen dürften.

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

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

### **3.2.10.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.b)**

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

Zur Qualitätssicherung der Energiebilanzen liegen dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der AGEB vor. Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht<sup>26</sup>.

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen von den Niederlanden, Dänemark, der Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie der EU verwendeten Werten verglichen, wobei sich für die einzelnen Treibhausgase unterschiedlich große Bandbreiten zeigten. Die im deutschen Inventar verwendeten EF finden sich dabei meist im Mittelfeld (CO<sub>2</sub>) bzw. im unteren Mittelfeld (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O). Eine Ausnahme bilden die EF(N<sub>2</sub>O) für Benzin sowie die EF(CH<sub>4</sub>) für Diesel und Biomasse, die im Ländervergleich die niedrigsten Werte darstellen - aber verhältnismäßig dicht bei den Vergleichswerten liegen.

### **3.2.10.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.b)**

Die bei der letzten Berichterstattung nur vorläufig vorliegenden Daten in der „Energiebilanz 2011“ zum Verbrauch von Diesel- und Ottokraftstoffen sowie Erd- und Flüssiggas im Straßenverkehr wurden aktualisiert.

---

<sup>26</sup> AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2009 URL:

[http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=7&clang=0#revision\\_der\\_energiebilanzen\\_2003\\_bis\\_2009\\_05](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=7&clang=0#revision_der_energiebilanzen_2003_bis_2009_05)  
(Aufruf vom 18.09.2013)

Tabelle 40: Revision der für den Straßenverkehr in 2011 bereitgestellten Kraftstoffmengen

	Diesel	Biodiesel	Ottokraftstoff	Bioethanol	Flüssigas (LPG)
Submission 2014	1.197.252	82.810	787.803	32.292	23.613
Submission 2013 [TJ]	1.201.488	83.533	788.124	32.363	23.839
Differenz absolut	-4.237	-722	-321	-71	-226
Differenz relativ [%]	-0,35	-0,86	-0,04	-0,22	-0,95

Für Erdgas erfolgte zudem eine bis 2005 zurück reichende Revision der Energiebilanzen mit Auswirkungen auch für den Sektor Straßenverkehr:

Tabelle 41: Revision der für den Straßenverkehr bereitgestellten Erdgasmengen 2005 bis 2011

	1990-2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Submission 2014	NO	3.127	4.446	5.845	7.144	8.443	8.768	8.771
Submission 2013 [TJ]	NO	2.843	5.211	4.089	4.882	5.300	8.768	9.417
Differenz absolut	-	284	-765	1.756	2.262	3.143	0	-646
Differenz relativ [%]	-	10	-15	43	46	59	0	-7

Die vorliegenden Emissionsdaten wurden mit Hilfe der TREMOD-Version 5.40 berechnet (IFEU, 2013). Gegenüber dem Vorjahr wurde hier u.a. die Überarbeitung des Modells bezüglich der Aufteilung der Erd- und Flüssiggasmengen auf einzelne Fahrzeugtypen sowie der verwendeten Emissionsfaktoren abgeschlossen.

Aus der Überarbeitung der Fahrleistungsdaten in TREMOD für die Jahre ab 2006 resultieren zudem geringfügig veränderte Schmierstoff-Mengen.

Tabelle 42: Revision der mitverbrannten Schmierstoff-Mengen, ab 2006

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	1.209,8	1.428,4	1.562,9	1.614,4	1.627,4	1.637,5	1.631,1	1.640,8	1.658,7	1.686,7
Subm. 2013 [TJ]	1.209,8	1.428,4	1.562,9	1.614,4	1.627,2	1.637,3	1.630,5	1.640,3	1.657,9	1.692,7
Diff. absolut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	-6,0
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	-0,35

Tabelle 43: resultierende Neuberechnung der Kohlendioxid-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen, ab 2006

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	96,79	114,27	125,03	129,15	130,19	131,00	130,48	131,27	132,69	134,94
Subm. 2013 [Gg]	96,79	114,27	125,03	129,15	130,17	130,98	130,44	131,22	132,63	135,42
Diff. absolut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	-0,48
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	-0,35

Aus den beschriebenen Veränderungen ergeben sich folgende korrigierte Emissionen:

## Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

Umweltbundesamt

Tabelle 44: Neuberechnung der Kohlendioxid-Emissionen aus fossilen Kraftstoffen, ab 2005

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	150.262	164.990	171.104	151.597	147.639	144.678	144.500	144.232	145.328	147.345
Subm. 2013 [Gg]	150.262	164.990	171.104	151.581	147.682	144.580	144.373	144.056	145.328	147.732
Diff. absolut	0	0	0	16	-43	98	127	176	0	-388
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,03	0,07	0,09	0,12	0,00	-0,26

Tabelle 45: Neuberechnung der Methan-Emissionen, ab 2005

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	52,67	33,14	20,84	12,37	11,14	9,97	8,69	8,07	7,37	7,14
Subm. 2013 [Gg]	52,67	33,14	20,84	12,47	11,14	9,92	8,63	8,00	7,34	7,05
Diff. absolut	0,00	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,04	0,06	0,07	0,04	0,08
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	-0,80	0,04	0,42	0,65	0,88	0,48	1,17

Tabelle 46: Neuberechnung der Lachgas-Emissionen, ab 2005

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	3,74	5,41	5,05	3,25	3,19	3,32	3,52	3,72	4,04	4,35
Subm. 2013 [Gg]	3,74	5,41	5,05	3,25	3,17	3,29	3,50	3,69	4,01	4,32
Diff. absolut	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	-0,19	0,44	0,78	0,79	0,78	0,75	0,78

Da an dieser Stelle lediglich die oben beschriebene Revision der Energiebilanz 2011 ins Gewicht fällt, kommt es für die Biokraftstoffe auch nur zur Neuberechnung der für 2011 berichteten Emissionen.

Tabelle 47: Neuberechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Biokraftstoffen, 2011

	1990-94	1995	2000	2005	2010	2011	
Submission 2014		NO	106	869	5.576	8.495	8.188
Submission 2013 [Gg]		NO	106	869	5.576	8.495	8.244
Differenz absolut		-	0	0	0	0	-56
Differenz relativ [%]		-	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,68

Aus der Gesamtheit der angeführten Veränderungen ergeben sich nur minimale Veränderungen der für den Straßenverkehr zu berichtenden Treibhausgas-Emissionen:

Tabelle 48: resultierende Neuberechnung der Gesamt-THG-Emissionen (ohne CO<sub>2</sub> aus Biomasse), ab 2005

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014 [Gg]	152.623	167.477	173.232	152.993	148.992	146.048	145.905	145.686	146.868	148.978
Subm. 2013 CO <sub>2</sub> -Äq.]	152.623	167.477	173.232	152.981	149.030	145.941	145.769	145.499	146.858	149.354
Diff. absolut	0	0	0	12	-38	107	136	186	10	-376
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,03	0,07	0,09	0,13	0,01	-0,25

### 3.2.10.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.A.3.b)

Derzeit sind keine über die routinemäßige Überprüfung des Modells TREMOD hinausgehende Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

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

CRF 1.A.3.c	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	-	T	2.880,8 (0,23%)	1.045,3 (0,11%)	-63,72%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	12,6 (0,00%)	4,7 (0,00%)	-63,11%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	2,3 (0,00%)	0,5 (0,00%)	-80,20%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS (Tier 2)	NS	CS, D <sup>27</sup>
CH <sub>4</sub>	CS (Tier 2)	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS (Tier 2)	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS (Tier 2)	NS	CS

Die Quellgruppe *Schienenverkehr* ist für CO<sub>2</sub> eine Hauptkategorie nach dem Trend.

Der Schienenverkehr in Deutschland wird langfristig mit dem Ziel modernisiert, einen Großteil der Energie in Form von elektrischem Strom bereitzustellen, dessen Anteil heute schon bei etwa 80 %<sup>28</sup> liegt. Die hierzu betriebenen Bahnstrom-Kraftwerke sind dem stationären Anteil der Stromerzeugung in öffentlichen Kraftwerken (1.A.1.a) zugeordnet und werden hier nicht weiter betrachtet.

Für die Energieversorgung spielt neben elektrischem Strom nur noch Dieselkraftstoff eine bedeutende Rolle. In Form von Beimengungen kommt seit 2004 zudem Biodiesel zum Einsatz.

In historischen Fahrzeugen werden darüber hinaus sehr geringe Mengen fester Brennstoffe verwendet. Auswertbare Verbrauchsdaten sind in den offiziellen Energiebilanzen für Braunkohle bis 2002, für Steinkohle bis 2000 verfügbar. Für spätere Jahre ist eine Emissionsberechnung aus dem Verbrauch dieser Brennstoffe nicht mehr möglich.

<sup>27</sup> Biodiesel, Schmierstoffe

<sup>28</sup> „Verkehr in Zahlen 2012/2013“

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

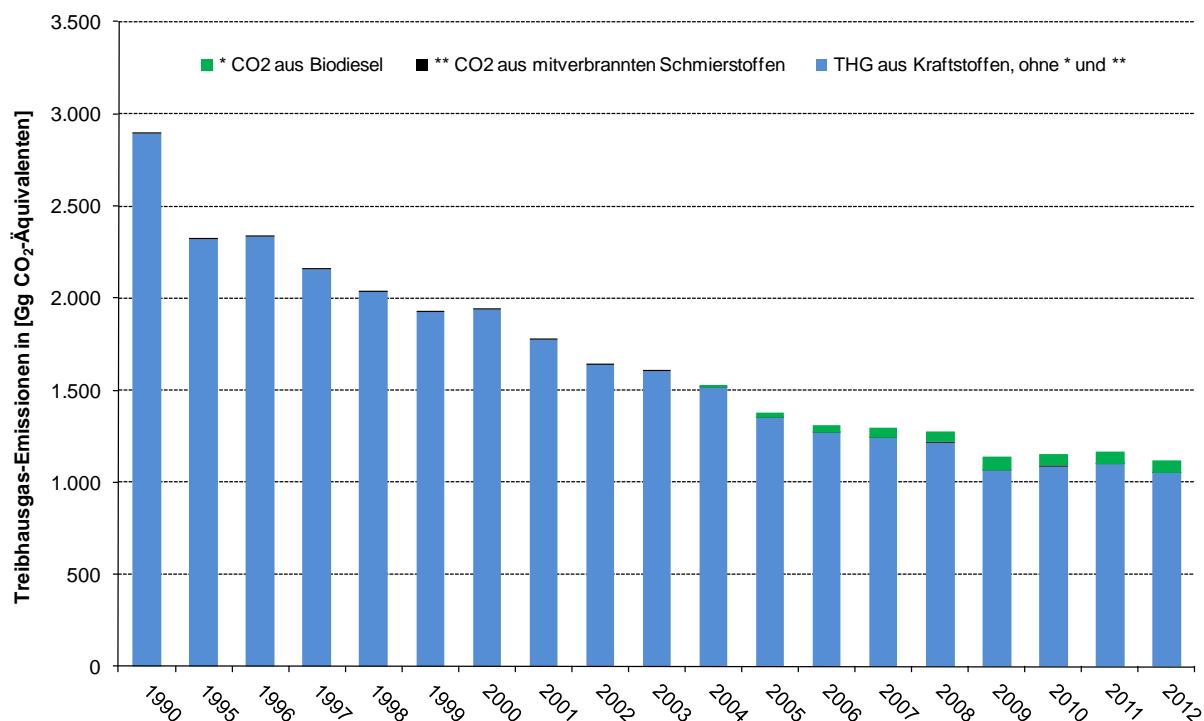


Abbildung 32: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Schienenverkehrs 1990-2012 (ohne Emissionen aus der Erzeugung von Bahnstrom)

### 3.2.10.3.2 Methodische Aspekte (1.A.3.c)

Für diese Quellgruppe werden keine spezifischen Angaben in der IPCC Good Practice Guidance (2000: Kapitel 2) gemacht. Die Emissionen werden deshalb als Produkt aus den verbrauchten Kraft- und Brennstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren berechnet. Dieses Vorgehen entspricht der allgemeinen Tier 2-Methode und der prinzipiellen Berechnungsvorschrift nach Gleichung 2.6 der IPCC Good Practice Guidance (2000, S. 2.46).

#### Aktivitätsrate:

Die Energieverbrauchsdaten werden grundsätzlich den offiziellen Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2013):

Tabelle 49: 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

Den Jahren 2005 bis 2009 liegen dagegen die Absatzzahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) zugrunde, die im Jahresbericht Mineralöl-Zahlen (hier:

Seite 52, Tabelle „Sektoraler Verbrauch von Dieselkraftstoff“) veröffentlicht werden (MWV, 2013).

Die Berechnung der jährlich eingesetzten Biodiesel-Mengen erfolgt aufgrund mangelhafter statistischer Daten bis auf Weiteres anhand der offiziellen Beimengungsraten.

Zum Einsatz von Schmierstoffen im Schienenverkehr sind ebenfalls keine statistischen Angaben verfügbar. Die mitverbrannten Schmierstoffe sowie die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen werden deshalb aus dem Dieselverbrauch abgeleitet.

### Emissionsfaktoren:

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

- Für CO<sub>2</sub> wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, verwiesen. Für die Mitverbrennung von Schmierstoffen wird derzeit ein IPCC-Default von 80.000 kg CO<sub>2</sub>/TJ verwendet.
- Die EF(CH<sub>4</sub>) für feste Brennstoffe beruhen auf 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 und Biodiesel 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 (TREMOD; IFEU, 2013). Der Defaultwert im IPCC Reference Manual (1996b, Tabelle 1-7) liegt über den von Deutschland verwendeten landesspezifischen EF, welche die motortechnischen Maßnahmen zur Verbesserung des Emissionsverhaltens von Schienenfahrzeugen im Zeitverlauf abbilden (1995: 2,45 kg/TJ; 2012: 1,45 kg/TJ).
- Für N<sub>2</sub>O folgen bei festen Brennstoffen die EF-Expertebetrachtungen im UBA der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 (UBA, 1989b). Die landespezifischen EF liegen deutlich über denen im IPCC Reference Manual (1996b, Tabelle 1-8). Bei Dieselkraftstoff und Biodiesel erfolgt ein Analogieschluss zu Schweren Nutzfahrzeugen ohne Minderungstechnik. Der landesspezifische Emissionsfaktor liegt mit 1,0 kg/TJ über dem Wert von 0,6 kg/TJ im Reference Manual (IPCC, 1996b, Tabelle 1-8).
- Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind bereits in den entsprechenden Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe abgebildet. Die Emissionen selbst sind damit in den für die einzelnen Kraftstoffe berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

Tabelle 50: Gegenüberstellung der verwendeten EF und Default- EF und vorhandener Default-EF

<b>THG</b>	<b>Brennstoff</b>	<b>Verwendete EF [kg/TJ]</b>	<b>Default-EF [kg/TJ]</b>
<b>CH<sub>4</sub></b>	Diesel & Biodiesel	1,4 - 2,5	
	Steinkohle	15,0	Oil: <b>5,0</b>
	Braunkohlenbriketts	15,0	Coal: <b>10,0</b>
	Rohbraunkohle	15,0	
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Steinkohlenkoks	0,5	
	Diesel & Biodiesel	1,0	
	Steinkohle	4,0	Oil: <b>0,6</b>
	Braunkohlenbriketts	3,5	Coal: <b>1,4</b>
	Rohbraunkohle	3,5	
	Steinkohlenkoks	4,0	

Quelle: Luftreinhaltung '88 (UBA, 1989b); IFEU (2009)

### 3.2.10.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.c)

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

Die Aktivitätsraten-Zeitreihen für Braunkohlenbriketts, Steinkohle und Steinkohlenkoks weisen durch die Umstellung der Statistiken 1994/1995 Inkonsistenzen auf, die momentan nicht beseitigt werden können.

### 3.2.10.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.c)

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

Zur Qualitätssicherung der Energiebilanzen liegen dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der AGEB vor. Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht<sup>29</sup>.

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen von den Niederlanden, Dänemark, der Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie der EU verwendeten Werten verglichen, wobei sich für die einzelnen Treibhausgase unterschiedlich große Bandbreiten zeigten. Die im deutschen Inventar verwendeten EF finden sich dabei stets im Mittelfeld (CO<sub>2</sub>) bzw. im unteren Mittelfeld (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O).

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

### 3.2.10.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.c)

Gegenüber der Submission 2013 erfolgten Rückrechnungen sowohl aufgrund revidierter Aktivitätsdaten als auch Emissionsfaktoren. Die Anpassung der Aktivitätsdaten für Diesel und Biodiesel an die revidierten Daten der Energiebilanz (2011) hatte zudem eine Neuberechnung der entsprechenden Mengen mitverbrannter Schmierstoffe zur Folge.

<sup>29</sup> AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2009 URL:

[http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=7&clang=0#revision\\_der\\_energiebilanzen\\_2003\\_bis\\_2009\\_05](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=7&clang=0#revision_der_energiebilanzen_2003_bis_2009_05)

(Aufruf vom 18.09.2013)

Tabelle 51: Korrektur des Dieseleinsatzes 2011

	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Subm. 2014	38.458	31.054	25.410	18.142	14.626	14.730
Subm. 2013 [TJ]	38.458	31.054	25.410	18.142	14.626	14.373
Diff. absolut	0	0	0	0	0	357
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48

Minimal angepasste Beimengungsraten haben außerdem geringfügig veränderte Biodieselmengen 2004-2010 zur Folge.

Tabelle 52: Korrektur des Biodieseleinsatzes, ab 2004

	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	0	175,46	396,80	498,15	747,24	810,20	987,32	948,64	965,52
Subm. 2013 [TJ]	0	175,46	396,80	498,15	747,24	810,20	987,32	948,64	947,44
Diff. absolut	0,00	-0,004	0,002	-0,004	0,002	0,0001	-0,01	-0,001	18,08
Diff. relativ [%]	0,00	-0,002	0,0004	-0,001	0,0003	0,0000	-0,001	0,000	1,91

Die aus der Gesamtmenge eingesetzter Kraftstoffe abgeleitete Menge mitverbrannter Schmierstoffe wurde entsprechend für 2011 ebenfalls nach oben korrigiert.

Tabelle 53: Korrektur der Menge mitverbrannter Schmierstoffe 2011

	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Subm. 2014	19,23	15,53	12,71	9,26	7,79	7,85
Subm. 2013 [TJ]	19,23	15,53	12,71	9,26	7,79	7,66
Diff. absolut	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,188
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45

Zudem wurde der zuletzt vorläufige EF(CH<sub>4</sub>) für das Jahr 2011 anhand realer Einsatzdaten der verschiedenen Diesellok-Typen korrigiert.

Tabelle 54: Korrektur des EF(CH<sub>4</sub>) für Diesel und Biodiesel, 2011

2011	
Subm. 2014	1,410
Subm. 2013 [kg/TJ]	1,413
Diff. absolut	-0,003
Diff. relativ [%]	-0,24

Die Treibhausgas-Emissionen wurden entsprechend für 2011 neu berechnet.

Tabelle 55: Neuberechnung der THG-Emissionen 2011 (ohne CO<sub>2</sub> aus Biodiesel)

	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Subm. 2014 [Gg CO <sub>2</sub> -Äq.]	2.896	2.322	1.937	1.350	1.088	1.096
Subm. 2013 [Gg CO <sub>2</sub> -Äq.]	2.896	2.322	1.937	1.350	1.088	1.069
Diff. absolut [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,56
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48

Tabelle 56: Neuberechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Einsatz von Biodiesel, ab 2004

	1990	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014 [Gg CO <sub>2</sub> ] 0,00	0,00	12,42	28,09	35,27	52,90	57,36	69,90	67,16	68,36
Subm. 2013 [Gg CO <sub>2</sub> ] 0,00	0,00	12,42	28,09	35,27	52,90	57,36	69,90	67,16	67,08
Diff. absolut [%] 0,00	0,00	-0,000	0,000	-0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,000	1,28
Diff. relativ [%] 0,00	0,00	-0,000	0,0004	-0,001	0,0003	0,000	-0,001	-0,000	1,91

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

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

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

CRF 1.A.3.d	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	CO <sub>2</sub>	-	2.065,7	(0,17%)	971,5	(0,10%)	-52,97%
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	8,6	(0,00%)	4,3	(0,00%)	-49,55%
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	1,7	(0,00%)	0,7	(0,00%)	-58,37%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS (Tier 2)	NS	CS, D <sup>30</sup>
CH <sub>4</sub>	CS (Tier 2)	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS (Tier 2)	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS (Tier 2)	NS	CS

Die Quellgruppe *Schiffsverkehr* ist keine Hauptkategorie.

Der Schiffsverkehr ist in die Küsten- und Binnenschifffahrt (inländisch) und die internationale Seeschifffahrt zu unterscheiden. Im inländischen Bereich erfolgt ausschließlich der Einsatz von Dieselkraftstoff (inklusive Beimengungen von Biodiesel), im internationalen Bereich auch der von schwerem Heizöl (Schweröl). Die Emissionen aus dem internationalen Schiffsverkehr werden in den Emissionsinventaren nachrichtlich ausgewiesen, gehen aber nicht in die Gesamtemissionen ein.

Der Quellgruppe 1.A.3.d - Schiffsverkehr sind im ZSE die Küsten- und Binnenfischerei und die Küsten- und Binnenschifffahrt zugeordnet.

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

<sup>30</sup> Biodiesel, Schmierstoffe

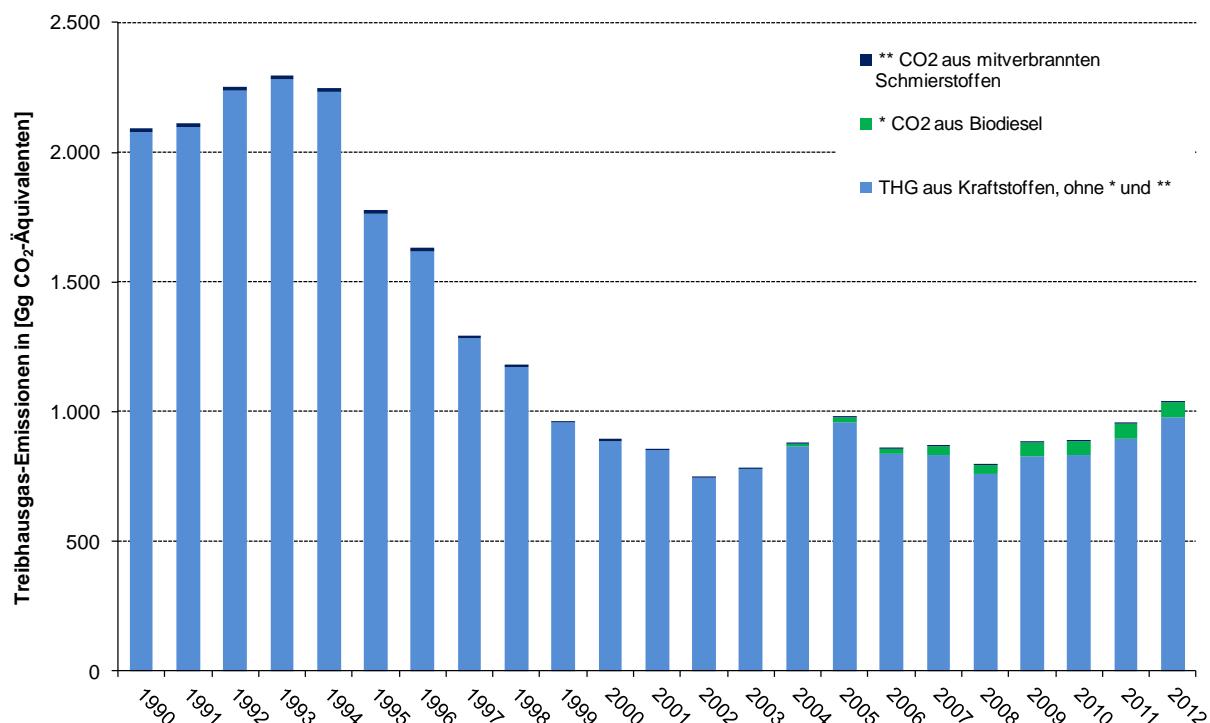


Abbildung 33: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt 1990 – 2012

### 3.2.10.4.2 Methodische Aspekte (1.A.3.d)

Für Deutschland werden die Emissionen dieser Quellgruppe als Produkt aus den verbrauchten Kraftstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O berechnet. Dieses Vorgehen entspricht der allgemeinen Tier 1-Methode und der prinzipiellen Berechnungsvorschrift nach Gleichung Emissionsfaktor mal Kraftstoffverbrauch gemäß der IPCC Good Practice Guidance (2000: Kapitel 2.4.1.1, S. 2.51). Auch im Schiffsverkehr spielen Tankvorgänge im Ausland eine Rolle, zur Größenordnung liegen jedoch keine Erkenntnisse vor (vgl. Kapitel 3.2.10.2.2).

Im Rahmen des Überprüfungsprozesses des UNFCCC wurde Deutschland wiederholt (zuletzt während des Centralized Reviews 2013) ermutigt, separate Angaben zu den Emissionen des internationalen Schiffsverkehrs auf den großen deutschen Flüssen (Rhein, Donau u.a.) zu erarbeiten. Gegenwärtig lassen die verfügbaren Daten eine Unterscheidung der z.B. auf dem Rhein verkehrenden Schiffe hinsichtlich ihrer Herkunftshäfen und Nationalitäten jedoch nicht zu. Um die angeregte separate Ausweisung zu ermöglichen, wäre eine jährliche, mit enormem Aufwand und Ressourcen verbundene neue zusätzliche Erhebung notwendig. Dies ist jedoch angesichts des als sehr gering einzuschätzenden Anteils der betreffenden Emissionen nicht gerechtfertigt. Aus diesem Grund wird dieser Vorschlag in Deutschland absehbar nicht aufgegriffen.

#### Aktivitätsdaten:

Die Energieverbrauchsdaten werden grundsätzlich den offiziellen Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland entnommen (AGEB, 2013).

Den Jahren 2005 bis 2009 liegen dagegen die Absatzzahlen des Mineralölwirtschaftsverbands (MWV) zugrunde, die im Jahresbericht Mineralöl-Zahlen (hier:

Seite 52, Tabelle „Sektoraler Verbrauch von Dieselkraftstoff“) veröffentlicht werden (MWV, 2013).

Angaben zu den jährlich abgesetzten Mengen an Schmierstoffen entstammen dagegen grundsätzlich den Amtlichen Mineralöldaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2013).

Tabelle 57: Quellennachweis für die verwendeten Aktivitätsdaten

<b>Material</b>	<b>Quellstatistik</b>	<b>darin unter</b>	
Dieselkraftstoff	Energiebilanz	Zeile 77 (bis 1994) Zeile 64 (seit 1995)	Küsten- und Binnenschifffahrt
Biodiesel	Energiebilanz	Zeile 64 (seit 2004)	
Schmierstoffe	Amtliche Mineralöldaten	Tabelle 7j, Spalte [4]	Inlandsablieferungen - An die Binnenschifffahrt

In beiden amtlichen Bilanzen erfolgt anhand der Verkaufsmengen für unterschiedlich besteuerten Schiffskraftstoff eine Aufteilung der Aktivitätsraten der Schifffahrt in die Bereiche *inländisch* (AGEB: „Küsten- und Binnenschifffahrt“ = BAFA: „an die Binnenschifffahrt“) und *international* (AGEB: „Hochseebunkerungen“ = BAFA: „Bunker int. Schifffahrt“). Die getrennte Berechnung und Ausweisung der Emissionen des inländischen Schiffsverkehrs und des internationalen Seeverkehrs (siehe Kapitel 3.2.2.3) erfolgt entsprechend dieser Aufteilung. Die Kriterien zur Trennung inländischer und internationaler Emissionen aus den IPCC-GPG (2000: Tabelle 2.8) können mangels geeigneter Bewegungsdaten dagegen nicht angewendet werden.

Die Küsten- und Binnenschifffahrt hat aufgrund der Befahrbarkeit der Wasserstraßen schwankende Verbräuche. In der Tendenz sind diese seit Mitte der 1990er Jahre sinkend, da infolge von Preisvorteilen viele Schiffe im Ausland betankt werden. Der abrupte Rückgang 1994/1995 ist einer Umstellung der Energiebilanz geschuldet.

Die Berechnung der jährlich eingesetzten Biodiesel-Mengen erfolgt aufgrund mangelhafter statistischer Daten bis auf Weiteres anhand der offiziellen Beimengungsraten .

### **Emissionsfaktoren:**

Die Diesel-Emissionsfaktoren (aktuell noch analog für Biodiesel verwendet) für den inländischen Schiffsverkehr stützen sich schadstoffspezifisch auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA:

- Für die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren wird grundsätzlich auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel 18.6 - „CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren“, verwiesen. Für Diesel wird hier ein landesspezifischer Wert von 74.000 kg/TJ verwendet, für Biodiesel dagegen ein IPCC-Default-Wert von 70.800 kg/TJ. Für die Mitverbrennung von Schmierstoffen wird derzeit ebenfalls auf einen IPCC-Default (80.000 kg/TJ) zurückgegriffen.
- Die CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren wurden aus dem für Schwere Nutzfahrzeuge ohne Minderungstechnik verwendeten Wert abgeleitet. Eine Minderung der spezifischen CH<sub>4</sub>-Emissionen um 15 % im Zeitraum 1990 bis 2005 aufgrund motortechnischer Verbesserungen wurde nach Expertenschätzungen unterstellt. Die landesspezifischen Angaben liegen mit 2,37 bis 2,65 kg/TJ niedriger als der IPCC-Default-Wert für Dieselkraftstoff von 5,0 kg/TJ im Reference Manual (IPCC et al, 1996b, S. 1.35, Tabelle 1-7).

- Für N<sub>2</sub>O folgen die EF Expertenbetrachtungen im UBA entsprechend der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 bzw. dem Analogieschluss zu Schweren Nutzfahrzeugen ohne Minderungstechnik. Der landesspezifische EF liegt für Dieselkraftstoff und Biodiesel mit 1,0 kg/TJ über dem Wert von 0,6 kg N<sub>2</sub>O/TJ im Reference Manual (IPCC, 1996b: Tabelle 1-8).
- Die Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen sind dagegen bereits in den entsprechenden EF für Diesel bzw. Biodiesel abgebildet. Die Emissionen selbst sind damit in den für Diesel berechneten Mengen enthalten und werden hier als IE (included elsewhere) berichtet.

Angaben zu den Emissionsfaktoren für den Einsatz von Diesel sowie Schwerem Heizöl im internationalen Seeverkehr finden sich im Kapitel 3.2.2.3 Internationaler Seeverkehr (1.C.1.b).

#### **3.2.10.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.d)**

Eine Untersuchung zu den Unsicherheiten sowohl der Aktivitätsdaten als auch der Emissionsfaktoren und Emissionen erfolgte erstmals in 2009 im Rahmen eines Forschungsvorhabens (IFEU & INFRAS 2009).

Die Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O sind über die gesamte Zeitreihe konstant und damit konsistent.

Durch die von 1994 zu 1995 erfolgte Umstellung der Energiebilanzen weisen die Zeitreihen der Aktivitätsdaten für Küsten- und Binnenschifffahrt Inkonsistenzen auf, die nicht beseitigt werden können.

#### **3.2.10.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.3.d)**

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

Zur Qualitätssicherung der Energiebilanzen liegen dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der AGEB vor. Außerdem wurde eine Dokumentation zur Überarbeitung der Energiebilanzen ab dem Jahr 2003 im Internet veröffentlicht<sup>31</sup>.

Die verwendeten Emissionsfaktoren wurden mit denen von den Niederlanden, Dänemark, der Schweiz, Frankreich, Großbritannien und Norwegen sowie der EU verwendeten Werten verglichen, wobei sich für die einzelnen Treibhausgase unterschiedlich große Bandbreiten zeigten. Die im deutschen Inventar verwendeten EF finden sich dabei stets im Mittelfeld (CO<sub>2</sub>) bzw. im unteren Mittelfeld (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O).

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

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

Gegenüber der Submission 2013 erfolgten Rückrechnungen aufgrund der Anpassung der Aktivitätsdaten für Diesel und Biodiesel an die revidierten Daten der Energiebilanz 2011. Die

<sup>31</sup> AG Energiebilanzen: Erläuterungen zur Revision der Energiebilanzen 2003 – 2009 URL:

[http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=7&clang=0#revision\\_der\\_energiebilanzen\\_2003\\_bis\\_2009\\_05](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=7&clang=0#revision_der_energiebilanzen_2003_bis_2009_05)

(Aufruf vom 18.09.2013)

MWV-Angaben zu den Inlandsablieferungen von Schmierstoffen sowie sämtliche verwendete Emissionsfaktoren blieben dagegen unverändert.

Tabelle 58: Korrektur des Dieseleinsatzes 2011

	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	27.710	23.562	11.864	12.851	11.182	12.050
Subm. 2013 [TJ]	27.710	23.562	11.864	12.851	11.182	10.379
Diff. absolut	0	0	0	0	0	1.671
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,10

Abweichend gerundete Beimengungsraten haben außerdem minimal veränderte Biodieselmengen 2004-2010 zur Folge.

Tabelle 59: Korrektur des Biodieseleinsatzes, ab 2004

	<b>1990</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	0,00	100,12	281,07	326,04	498,77	502,61	765,17	725,26	789,85
Subm. 2013 [TJ]	0,00	100,12	281,07	326,04	498,77	502,61	765,17	725,26	684,16
Diff. absolut	0,00	0,001	-0,002	-0,003	0,000	-0,004	-0,001	0,002	105,69
Diff. relativ [%]	0,00	0,001	-0,001	-0,001	0,000	-0,001	-0,000	0,000	15,45

Die Treibhausgas-Emissionen wurden entsprechend für 2011 neu berechnet.

Tabelle 60: Neuberechnung der THG-Emissionen 2011 (ohne CO<sub>2</sub> aus Biodiesel)

	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014 [Gg]	2075,93	1764,18	887,88	958,83	834,23	896,90
Subm. 2013 CO <sub>2</sub> -Äq.]	2075,93	1764,18	887,88	958,83	834,23	772,60
Diff. absolut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	124,29
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,09

Tabelle 61: Neuberechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Einsatz von Biodiesel, ab 2004

	<b>1990</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	-	7.089	19.900	23.083	35.313	35.584	54.174	51.349	55.922
Subm. 2013 [Gg]	-	7.088	19.900	23.084	35.313	35.585	54.174	51.348	48.439
Diff. absolut	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7.483
Diff. relativ [%]	-	0,001	-0,001	-0,001	0,000	-0,001	0,000	0,000	15,45

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

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.2.10.5 Transport - Übriger Verkehr (1.A.3.e)

#### 3.2.10.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.3.e)

CRF 1.A.3.e	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	-/T2	4.751,7 (0,39%)	4.134,3 (0,44%)	-13,00%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	32,7 (0,00%)	25,4 (0,00%)	-22,57%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	10,7 (0,00%)	6,9 (0,00%)	-35,76%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	Tier 1	NS	CS, D <sup>32</sup>
CH <sub>4</sub>	Tier 1	NS	CS
N <sub>2</sub> O	Tier 1	NS	CS

Die Quellgruppe *Übriger Verkehr* ist für CO<sub>2</sub> eine Hauptkategorie nach dem Level sowie der Tier-2-Analyse.

In der Quellgruppe 1.A.3.e - Übriger Verkehr werden die Emissionen von Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen sowie des bauwirtschaftlichen Verkehrs berichtet. Die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen sind dabei eine klar definierte Anlagenart. Der bauwirtschaftliche Verkehr wird dagegen lediglich als Teil der Kategorie „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ der Energiebilanz erfasst.

#### 3.2.10.5.2 Methodische Aspekte (1.A.3.e)

Für oben genannte Bereiche werden die Emissionen als Produkt aus den verbrauchten Kraft- und Brennstoffen und landesspezifischen Emissionsfaktoren berechnet. Spezifische Vorgaben weist die IPCC Good Practice Guidance (2000) nicht aus. Das gewählte Vorgehen folgt damit der allgemeinen Tier 1-Methode gemäß Gleichung 2.3 der IPCC Good Practice Guidance 2000, Seite 2.37.

##### Aktivitätsraten:

Der Bereich **Erdgasverdichterstationen** (CRF 1.A.3.e i) hat den geringeren Anteil am Energieeinsatz. Die Berechnung des Brennstoffeinsatzes der Erdgasverdichter wurde für den NIR 2012 vollständig überarbeitet. Als neue Datenquelle werden ab dem Jahr 2005 die für den Emissionshandel gemeldeten und von der Emissionshandelsstelle aggregierten Brennstoffeinsätze direkt verwendet. Aus dem Datensatz werden nur die Erdgasverdichter verwendet, die dem Transportnetz zuzuordnen sind. Die Erdgasverdichter der Förderstationen werden über die Energiestatistik abgefragt und sind damit bereits in der Quellgruppe 1.A.1.c enthalten. Durch diese Zuordnung wird eine Doppelzählung im Inventar vermieden.

Aufgrund der neuen Datenlage ergab sich der Hinweis, dass die Brennstoffeinsätze der gesamten Zeitreihe zu gering sein mussten. Einzig der in der Energiebilanz 2002 ausgewiesene Wert scheint in einer plausiblen Größenordnung. Obwohl die Brennstoffeinsätze der Erdgasverdichter von 1995-2002 in einer Statistik gemeldet wurden, kann davon ausgegangen werden, dass es eine Untererfassung gab. Deshalb wurde zur Herstellung der Zeitreihenkonsistenz eine Rückrechnung bis 1990 vorgenommen. Da die

<sup>32</sup> Biodiesel, Schmierstoffe

Brennstoffeinsätze abhängig vom Primärenergieverbrauch jährlich schwanken, wäre eine einfache Interpolation nicht zielführend gewesen. Deshalb wurde aus dem jeweiligen Verhältnis (Brennstoffeinsatz/Primärenergieverbrauch) ein Mittelwert über die Jahre 2005-2009 berechnet und damit bis 1990 zurückgerechnet. Dadurch ergibt sich eine plausible und konsistente Zeitreihe.

Der größere Anteil des Energieeinsatzes der Quellgruppe entfällt auf den Bereich des **Bauwirtschaftlichen Verkehrs** (CRF 1.A.3.e ii). Die Verbrauchsdaten für Diesel- und Ottokraftstoff werden nach Abzug der Energieeinsätze des militärischen und landwirtschaftlichen Verkehrs den Energiebilanzzeilen 79 bzw. 67 (bis 1994 bzw. ab 1995) entnommen (vgl. Kapitel 18.2). Da der bauwirtschaftliche Verkehr signifikant für die Klassifizierung als Hauptkategorie ist, sollte eine möglichst detaillierte Berechnungsmethode verwendet werden. Momentan ist aber wegen fehlender Detaildaten nur die oben beschriebene Tier 1-Methode anwendbar.

#### Emissionsfaktoren:

Die für den Erdgaseinsatz in **Erdgasverdichterstationen** verwendeten Emissionsfaktoren stützen sich schadstoffspezifisch auf Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und Expertenbetrachtungen des UBA, im Einzelnen:

- Für CO<sub>2</sub> wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, verwiesen.
- Die CH<sub>4</sub>- und die N2O-EF sind dem Bericht FICHTNER et al (2011) entnommen. Die Vorgehensweise der Studien ist in Kapitel 3.2.6.2 beschrieben.

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

- Für CO<sub>2</sub> wird auf die Dokumentation im Anhang 2, Kapitel „CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren“, verwiesen. Für Diesel (74.000 kg/TJ), Ottokraftstoff und Bioethanol (jeweils 72.000 kg/TJ) werden landesspezifische Werte verwendet. Für Biodiesel kommt dagegen ein Default-Wert von 70.800 kg/TJ zum Einsatz.
- Die landesspezifischen EF(CH<sub>4</sub>) begründen sich auf eine UBA-Studie zu den Emissionen mobiler Maschinen (IFEU, 2009). Diese Faktoren spiegeln die seit Mitte der Neunziger Jahre schrittweise eingeführten Grenzwerte für die Abgasemissionen von bauwirtschaftlichen Maschinen wider. Für das Jahr 2012 beträgt der Wert für Dieselkraftstoff 1,3 kg/TJ (1995: 4,1 kg/TJ), für Ottokraftstoff 20,5 kg/TJ (1995: 22,8 kg/TJ).
- Die landesspezifischen N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren für Ottokraftstoff (alte Bundesländer 1990-1994 und Deutschland ab 1995: 3,7 kg/TJ; neue Bundesländer 1990-1994: 2,1 kg/TJ) wurden gleichfalls aus der UBA-Studie Luftreinhaltung '88 (UBA, 1989b) entnommen. Der N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktor für Dieselkraftstoff von 1,0 kg/TJ wurde im Analogieschluss aus dem Wert für Schwere Nutzfahrzeuge ohne Minderungstechnik abgeleitet.
- Zur Berechnung der Methan- und Lachgas-Emissionen aus der Verbrennung von Biokraftstoffen wurden die Emissionsfaktoren der fossilen Kraftstoffe übernommen.

**3.2.10.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.3.e)**

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

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Unsicherheiten der EF für Erdgasverdichterstationen ist im Kapitel 3.2.6.2 beschrieben. Ergebnisse für N<sub>2</sub>O sind dem Kapitel 3.2.6.3.2 zu entnehmen, für CH<sub>4</sub> dem Kapitel 3.2.6.3.3.

Die Zeitreihe der EF für N<sub>2</sub>O für Ottokraftstoff (Bauwirtschaft) weist durch die Umstellung der Statistiken 1994/1995 Inkonsistenzen auf, die nicht beseitigt werden können. Da für diese Fälle seit 1995 keine separate Ausweisung der Aktivitäten für die neuen Bundesländer mehr erfolgt, können auch keine von den alten Bundesländern abweichenden EF für eine Emissionsberechnung genutzt werden. Da von einer Angleichung der spezifischen Emissionen und damit der EF zwischen alten und neuen Bundesländern bis 1994 nicht ausgegangen werden kann, wurden die verschiedenen EF für diese Jahre beibehalten. Damit besteht ein methodischer Wechsel in der Zeitreihe, der von einem Sprung im Gesamt-EF (IEF) gekennzeichnet ist.

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

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für die AR mit der Ausnahme „Geländegängige Transportfahrzeuge“ durchgeführt werden durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

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

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für „Pipeline Transport“ durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Zur Qualitätssicherung der Energiebilanzen liegen dem Umweltbundesamt entsprechende Qualitätsberichte der AGEB vor.

Erdgasverdichterstationen: die Ergebnisse des Kapitels 3.2.6.4 gelten entsprechend.

Für den Bauwirtschaftlichen Verkehr wurden darüber hinaus die implizierten Emissionsfaktoren (IEF) denen anderer Staaten gegenübergestellt. Aufgrund der sehr heterogenen Zusammensetzung der Quellgruppe ist ein Vergleich gerade für Methan und Lachgas hier aber nur schwer möglich.

### 3.2.10.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.3.e)

Tabelle 62: Rückrechnungen in CRF 1.A.3.e (stationär &amp; mobil)

Emissionen [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	Abweichung absolut			Abweichung relativ gesamt
			gas	liquid	gesamt	
1995	4.595	4.595	0	0,19	-0,19	0,00%
1996	4.693	4.693	0	0,09	-0,09	0,00%
1997	4.645	4.645	0	0,09	-0,09	0,00%
1998	4.621	4.621	0	0,07	-0,07	0,00%
1999	4.697	4.697	0	0,06	-0,06	0,00%
2000	4.597	4.597	0	0,03	-0,03	0,00%
2001	4.561	4.561	0	0,02	-0,02	0,00%
2002	4.623	4.623	0	0,01	-0,01	0,00%
2003	4.489	4.489	0	0,02	-0,02	0,00%
2004	4.410	4.411	0	0,46	-0,46	-0,01%
2005	4.262	4.250	-16	3,73	11,81	0,28%
2006	4.514	4.488	-31	4,45	26,19	0,58%
2007	4.162	4.157	-9	4,95	4,10	0,10%
2008	4.304	4.277	-32	4,72	27,13	0,63%
2009	4.286	4.275	-18	6,41	11,40	0,27%
2010	4.068	4.060	-16	7,70	8,00	0,20%
2011	4.098	4.168	3	66,53	-69,86	-1,70%

Erdgasverdichterstationen: Für die Jahre 2005-20011 ergeben sich Rückrechnungen aufgrund einer Fehlerkorrektur der gelieferten Emissionshandelsdaten.

Weiterhin führt die Überarbeitung der CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren aufgrund neuer Daten aus einem Forschungsprojekt zu einer Erhöhung der Methanfracht.

#### Bauwirtschaftlicher Verkehr:

Rückrechnungen erfolgen aufgrund der erstmaligen Erfassung biogener Kraftstoffe. Für 2011 werden diese Korrekturen durch die Effekte aus der Übernahme der Daten aus der abschließenden nationalen Energiebilanz 2011 überlagert.

Tabelle 63: Revision der AR für Ottokraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile (ab 2004)

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	2.816	3.132	3.109	3.112	3.064	3.090	3.090	3.053	1.868	1.824	1.655
Subm. 2013 [TJ]	2.816	3.132	3.109	3.110	3.044	3.052	3.063	3.013	1.809	1.745	1.735
Diff. absolut	0	0	0	3	20	37	27	40	59	79	-79
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,08	0,65	1,22	0,89	1,32	3,25	4,52	-4,56

Tabelle 64: Neuerfassung von Bioethanol, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	NO	NO	NO	3	21	45	42	58	53	70	68
Subm. 2013 [TJ]	NO	NO	NO	NE							
Diff. absolut				3	21	45	42	58	53	70	68

Tabelle 65: Revision der AR für Dieselkraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	46.991	41.076	39.926	36.049	34.396	35.004	34.690	35.417	37.661	37.178	38.109
Subm. 2013 [TJ]	46.991	41.076	39.926	36.046	34.365	34.981	34.656	35.392	37.632	37.151	37.132
Diff. absolut	0	0	0	4	31	23	34	25	29	27	976
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	0,07	0,10	0,07	0,08	0,07	2,63

Tabelle 66: Neuerfassung von Biodiesel, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	NO	NO	NO	310	752	1.020	1.549	1.751	2.594	2.411	2.498
Subm. 2013 [TJ]	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Diff. absolut				310	752	1.020	1.549	1.751	2.594	2.411	2.498

Die Mengen an fossilen Kraftstoffen wurden dabei nicht in dem Maße nach unten korrigiert, wie Biokraftstoffe dazu kommen (siehe vor allem: Diesel und Biodiesel). Ursache ist die parallel durchgeführte Korrektur eines Berechnungsverfahrens zur Aufteilung der Kraftstoffmengen aus Energiebilanzzeile 79 bzw. 67 auf einzelne Sektoren (siehe Methodische Aspekte – Aktivitätsraten).

Tabelle 67: Neuerfassung von CO<sub>2</sub> aus biogenen Kraftstoffen, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	NO	NO	NO	22	55	75	113	128	188	176	182
Subm. 2013 [Gg]	NO	NO	NO	NE							
Diff. absolut				22	55	75	113	128	188	176	182

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Auswirkungen auf die Gesamt-THG-Emissionen des bauwirtschaftlichen Verkehrs.

Tabelle 68: resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen des bauwirtschaftlichen Verkehrs

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	3.689	3.287	3.199	2.910	2.783	2.830	2.807	2.858	2.938	2.899	2.956
Subm. 2013 [Gg CO <sub>2</sub> -Äq.]	3.689	3.287	3.199	2.909	2.779	2.826	2.802	2.853	2.931	2.890	2.888
Diff. absolut	0	0	0	1	4	4	5	5	7	9	68
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,02	0,15	0,17	0,18	0,19	0,26	0,30	2,34

Die resultierenden Anpassungen der für 1.A.3.e berichteten Treibhausgasemissionen werden in der nachfolgenden Tabelle noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 69: resultierende Neuberechnung der Treibhausgas-Emissionen für 1.A.3.e

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	4.795	4.640	4.634	4.449	4.287	4.527	4.193	4.314	4.309	4.092	4.200
Subm. 2013 CO <sub>2</sub> -Äq.]	4.792	4.635	4.629	4.443	4.294	4.548	4.192	4.336	4.315	4.095	4.125
Diff. absolut	3	5	5	6	-7	-21	1	-22	-6	-3	75
Diff. relativ [%]	0,08	0,10	0,10	0,13	-0,16	-0,45	0,01	-0,50	-0,14	-0,08	1,82

Die verwendeten Emissionsfaktoren blieben dagegen unverändert.

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

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

#### 3.2.11.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.4)

CRF 1.A.4.	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
<b>CRF 1.A.4.a (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)</b>							
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	63.949,6 (5,21%)	38.016,0 (4,06%)	-40,55%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	--	1.216,1 (0,10%)	55,3 (0,01%)	-95,45%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	144,2 (0,01%)	112,1 (0,01%)	-22,27%	
<b>CRF 1.A.4.b (Haushalte)</b>							
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	129.474,0 (10,55%)	93.321,1 (9,97%)	-27,92%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-/T2	1.200,4 (0,10%)	734,5 (0,08%)	-38,82%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	801,9 (0,07%)	428,6 (0,05%)	-46,55%	
<b>CRF 1.A.4.c (Land-, Forstwirtschaft und Fischerei)</b>							
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	11.059,8 (0,90%)	6.194,5 (0,66%)	-43,99%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	178,5 (0,01%)	138,7 (0,01%)	-22,27%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	41,7 (0,00%)	49,4 (0,01%)	18,39%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
CH <sub>4</sub>	Tier 2	NS	CS
N <sub>2</sub> O	Tier 2	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS	NS	CS

Die Quellgruppe 1.A.4 Sonstige ist in allen ihren Subquellgruppen für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse. 1.A.4.b ist zudem für CH<sub>4</sub> Quellgruppe nach der Tier-2-Analyse.

Die Quellgruppe 1.A.4 umfasst Feuerungsanlagen in den Bereichen der Haushalte, des Gewerbes, des Handels und der Dienstleistungen (*Kleinverbraucher*) und der Landwirtschaft (*Commercial and Institutional, Residential* und *Agriculture*) sowie verschiedene mobile Quellen.

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

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

Die Subquellgruppe 1.A.4.c umfasst die Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei. Berichtet werden hier die Emissionen aus der Wärmeerzeugung in kleinen und mittleren Feuerungsanlagen und die Emissionen aus dem landwirtschaftlichen Verkehr. Gemäß der IPCC-Struktur sind in 1.A.4.c auch Emissionen aus den mobilen Quellen der Fischerei und der Forstwirtschaft enthalten.

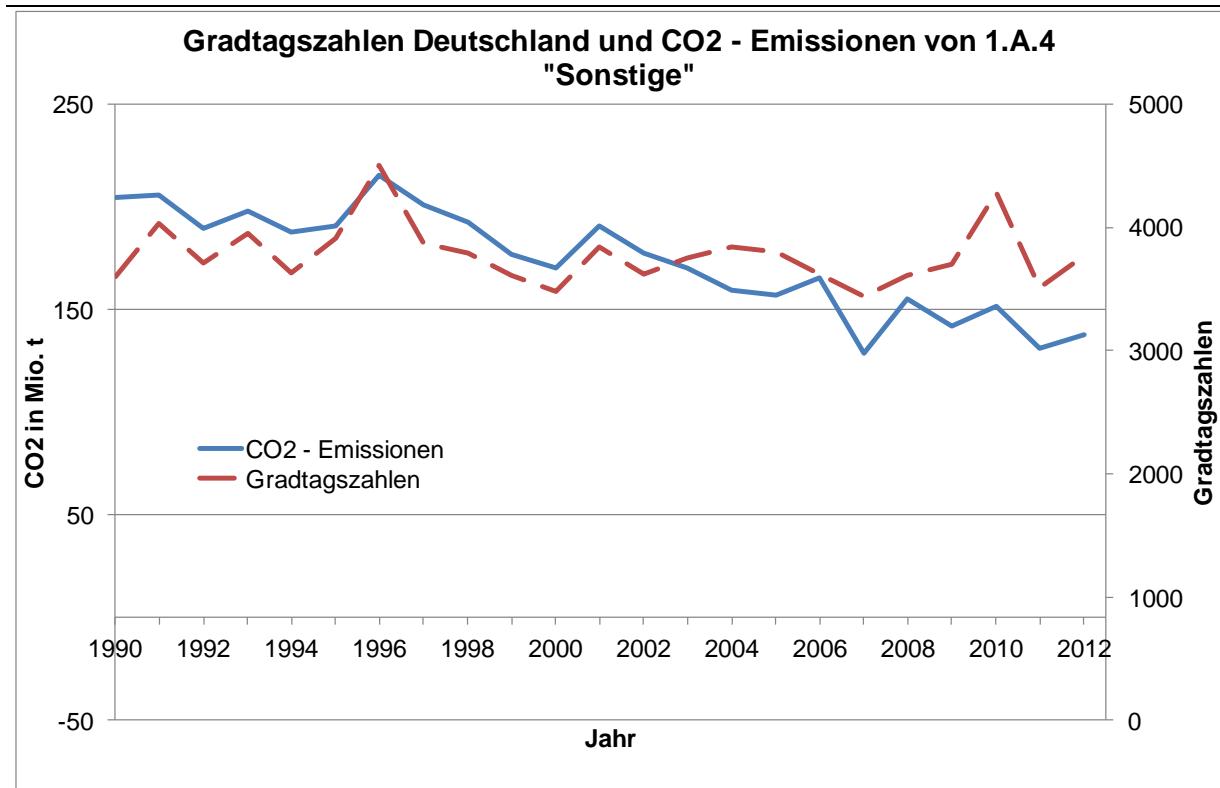


Abbildung 34: Änderung der Gesamtemission von 1.A.4 in Abhängigkeit von der Temperatur

Der Haupttreiber für die CO<sub>2</sub>-Emissionen in 1.A.4 ist der Energieverbrauch für Raumwärme. Daher sind Schwankungen beim Verbrauch gut durch die unterschiedlichen winterlichen Kälteperioden erklärbar. Der Trend zu weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen kommt durch die höheren Standards bei Neubauten bzw. die erfolgreiche Durchführung von energetischen Gebäudesanierungen bei Bestandsbauten. Ebenso hilfreich ist der Wechsel zu CO<sub>2</sub>-ärmeren Brennstoffen. Andererseits werden CO<sub>2</sub>-Emissionen von den heutzutage in Neubauten immer öfter eingesetzten elektrischen Wärmepumpen hier nicht berichtet.

## Entwicklung des Energieverbrauchs in Quellgruppe 1.A.4

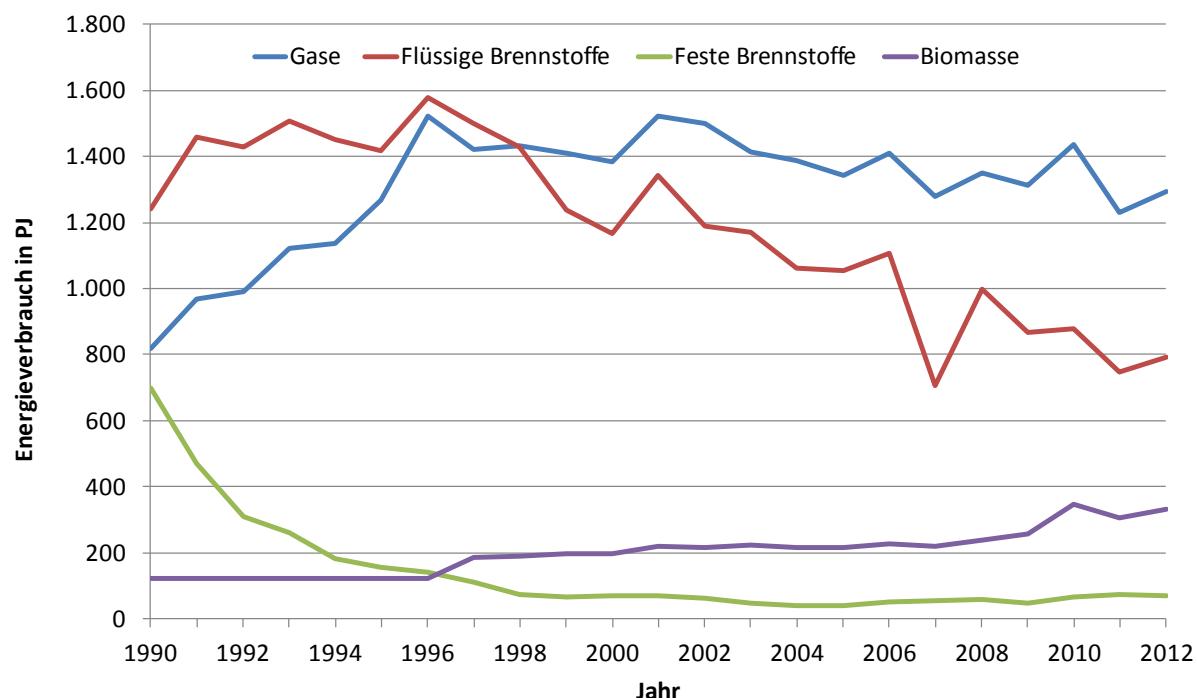


Abbildung 35: Verlauf des Energieverbrauchs von 1.A.4 nach 4 Brennstoffkategorien

Der Wechsel von flüssigen Brennstoffen (fast nur Heizöl) und festen Brennstoffen (hauptsächlich Kohle) zu gasförmigen Brennstoffen (Erdgas) und Biomasse sorgt für eine erhebliche CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung. In den Jahren 2006 und 2007 gab es das Phänomen eines überhöhten bzw. abgesenkten Energieverbrauchs, welches durch eine Umsatzsteuererhöhung von 16 % auf 19 % ausgelöst wurde. Die sehr hohen Heizölverkäufe im Jahr 2006 sorgten für steigende CO<sub>2</sub>-Emissionen, da die Daten für das Heizöl absatzorientiert ermittelt wurden und nicht verbrauchsorientiert. „Der starke Rückgang des Energieeinsatzes 2011, vor allem auf dem Wärmemarkt, begründet sich aus den vergleichsweise milden Witterungsverhältnissen in der winterlichen Heizperiode und den erheblich gestiegenen Energiepreisen und –kosten. Demgegenüber führte die vergleichsweise kühle Witterung vor allem im Februar und April 2012 zu einer Steigerung des Erdgas- und Heizölverbrauchs in der Wärmeversorgung“ (Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Energieverbrauch in Deutschland, Daten für das 1. bis 4. Quartal 2012).

Der Bestand an Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher) stellt hinsichtlich Bauart und Größe der Anlagen eine sehr inhomogene Gruppe dar. Die Bandbreite der installierten Feuerungen reicht, um nur einige Beispiele zu nennen, von Einzelraumfeuerstätten für feste Brennstoffe mit ca. 4 kW Nennwärmeleistung (z.B. Kaminöfen, Herde), über Öl- und Gasfeuerungen zur Raumwärme- und Warmwassererzeugung (z.B. Zentralheizungskessel) sowie hand- und automatisch beschickte Holzfeuerungen im gewerblichen Bereich bis hin zu genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen bei Kleinverbrauchern mit einer Nennwärmeleistung von mehreren Megawatt. Insgesamt waren im Jahr 2005 mehr als 36,5 Mio. Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher) in Deutschland installiert (STRUSCHKA, 2008: S. 12) Daran hatten Gasfeuerungsanlagen mit ca. 14,5 Mio. Anlagen den größten Anteil, gefolgt von den Feuerungsanlagen für feste

Brennstoffe (14,4 Mio. Anlagen) und Ölfeuerungsanlagen (ca. 7,9 Mio.). Die weitaus überwiegende Anzahl der Anlagen (etwa 95 %) ist im Bereich der privaten Haushalte installiert (STRUSCHKA, 2008).

Von den in Haushalten und Gewerbe eingesetzten Holzbrennstoffen werden große Mengen privat gehandelt oder stammen aus eigenem Waldbesitz. Aus diesem Grunde werden in der Energiebilanz die Daten des Statistischen Bundesamtes durch eine Erhebung des Verbrauchs von Brennholz in privaten Haushalten ergänzt. Für den Brennholzeinsatz in den Quellgruppen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen gibt es keine amtlichen Daten, so dass hier auf Ergebnisse einer Studie aus dem Jahr 2000 zurückgegriffen wird (UBA 2000a). Die dort ermittelten Verbräuche werden seither konstant fortgeschrieben. Um die Aktivitätsraten von den Holzbrennstoffen in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen genauer zu bestimmen, wurde ein Forschungsvorhaben „Methodenentwicklung zur Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor“ durchgeführt. Da die Ergebnisse exemplarisch für einzelne Branchen ermittelt wurden, liegt weiterhin keine Vollabdeckung des Brennholzeinsatzes im Sektor vor, mit der eine Aktualisierung vorgenommen werden könnte. Ziel des Vorhabens war zunächst eine Methodenentwicklung, auf deren Basis die prinzipielle Vorgehensweise entwickelt wurde. Es ist geplant mit den gemachten Erfahrungen ein Folgevorhaben mit der Zielsetzung zu starten, die Ergebnisse auch für die anderen Branchen zu vervollständigen. Die in der Energiebilanz angegebene Brennstoffkategorie „Müll und sonstige Biomasse“, wird in der Satellitenbilanz weiter spezifiziert. Daraus geht hervor, dass im Sektor Haushalte ausschließlich Brennholz eingesetzt wird, während im Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ lediglich Klärgas/Biogas zum Einsatz kommt.

### 3.2.11.2 Methodische Aspekte (1.A.4)

#### Aktivitätsraten

Die Aktivitätsraten der Quellgruppe 1.A.4 bauen auf den durch die AG Energiebilanzen (AGEB) erstellten Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland auf. Für die Jahre vor 1995 werden dabei für alte und neue Bundesländer getrennte Energiebilanzen verwendet. Für die Jahre ab 1995 sind die Zeilen 66 (Haushalte) und 67 (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher) maßgebend.

Die in Zeile 66 erfassten Mengen an Ottokraftstoffen werden dabei vollständig den *mobilen Quellen der Haushalte* (Subkategorie 1.A.4.b (ii)) zugeordnet.

Da die Angaben der Energiebilanzzeile 67 – Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher – auch die Verbräuche des Militärs (Dienststellen sowie Fahrzeuge und Fluggerät) beinhalten, müssen diese von den jeweiligen Positionen der Zeile 67 abgezogen werden (siehe Kapitel 0 zu den stationären wie mobilen Quellen des militärischen Bereichs).

Zu den Energieeinsätzen in *Feuerungsanlagen der Landwirtschaft* (1.A.4.c (i)), die ebenfalls in Zeile 67 der Energiebilanz enthalten sind, kann auf Angaben einer vorliegenden Studie (UBA, 2000a) für das Jahr 1995 zurückgegriffen werden. Hier wurde eine Schätzung des Anteils der Feuerungsanlagen der Landwirtschaft am gesamten Energieeinsatz in Zeile 67 vorgenommen. Dieser Anteil wurde seither als konstant angenommen.

Die ebenfalls in Zeile 67 erfassten Verbräuche an Diesel- und Ottokraftstoff werden vollständig mobilen Verbrauchern (bau- und landwirtschaftlicher sowie militärischer Verkehr)

zugeordnet. Der Anteil des *landwirtschaftlichen Verkehrs* (Subkategorie 1.A.4.c (ii)) ergibt sich dabei nach Abzug der Verbräuche des Militärs, die den Angaben des BAFA entnommen werden (siehe Kapitel 0) sowie des bauwirtschaftlichen Verkehrs (siehe Kapitel 0).

Die Aktivitätsdaten der unter 1.A.4.c (iii) – *Fischerei* erfassten Hochseefischerei werden dabei konservativ anhand der Entwicklung der auf den aktiven deutschen Fangschiffen installierten Motorleistung (EC, 2013) und einem festen Verbrauch von 200 g Diesel je kWh erbrachte Arbeit berechnet.

### Emissionsfaktoren

Datengrundlage für die stationären Feuerungsanlagen verwendeten Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> ist der Forschungsbericht „Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung“ (STRUSCHKA 2008). Im Rahmen dieses Vorhabens wurden gerätebezogene und quellgruppenspezifische Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher für alle wichtigen Abgaskomponenten mit hohem Detaillierungsgrad für das Bezugsjahr 2005 berechnet.

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

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

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

Außerdem wurden die Emissionsfaktoren nach der Gerätebauart, der Altersstufe, dem Leistungsbereich und der typischen Betriebsweise der Feuerungsanlagen differenziert erhoben. Das Emissionsverhalten der Feuerungsanlagen wurde auf der Basis einer umfangreichen Literaturauswertung dokumentiert, wobei zwischen Ergebnissen aus Prüfstandsuntersuchungen und Feldmessungen unterschieden wurde. Durch die Anwendung von Übertragungsfaktoren wurde berücksichtigt, dass die Emissionen auf dem Prüfstand in der Regel unter denen von installierten Anlagen liegen.

Die Beschreibung der Anlagenstruktur der installierten Feuerungsanlagen erfolgte unter Verwendung der Statistiken des Schornsteinfegerhandwerks und durch eigene Erhebungen des Forschungsnehmers in ausgewählten Kehrbezirken in Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Sachsen. Mit Hilfe dieser Daten wurde der Energieeinsatz in einzelnen Anlagentypen geschätzt, so dass nach Energieeinsätzen gewichtete sektorale Emissionsfaktoren ermittelt werden konnten. Tabelle 70 zeigt die sektoralen Emissionsfaktoren.

Tabelle 70: Sektorale Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen der Haushalte und Kleinverbraucher für das Bezugsjahr 2005

	CH <sub>4</sub> [kg/TJ]	N <sub>2</sub> O
<b>1.A.4.b (i) - Haushalte</b>		
Steinkohlen	129	11
Briketts	368	9,7
Steinkohlenkoks	13	0,82
Braunkohlenbriketts	55	5,2
Naturbelassenes Holz	100	1,5
Heizöl EL	0,046	0,55
Erdgas	2,3	0,25
<b>1.A.4.a (i) &amp; c(i)- Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher)</b>		
Steinkohlen	100	10
Briketts	-	-
Steinkohlenkoks	-	-
Braunkohlenbriketts	-	-
Holzbrennstoffe	56	1,1
Heizöl EL	0,026	0,56
Erdgas	0,16	0,33

Die Emissionsfaktoren des Jahres 2005 wurden für folgende Jahre konstant fortgeschrieben.

Tabelle 71: Sektorale Emissionsfaktoren für mobile Quellen der Haushalte, des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie der Fischerei

	CH <sub>4</sub> [kg/TJ]	N <sub>2</sub> O
<b>1.A.4.b (ii) - mobile Quellen der Haushalte</b>		
Ottokraftstoff / Bioethanol	37,0	3,7
<b>1.A.4.c (ii) - Landwirtschaftlicher Verkehr</b>		
Diesel / Biodiesel	1990: 7,61 1995: 7,17 2012: 4,01	1,0
Ottokraftstoff / Bioethanol	37,0	3,7
<b>1.A.4.c (iii) - Fischerei (hier: Hochseefischfang)</b>		
Diesel	7,0	2,0

Für die mobilen Quellen werden derzeit weitestgehend über alle betrachteten Jahre konstante Emissionsfaktoren verwendet. Einzig für Methan aus dem Einsatz von Diesel und Biodiesel in Maschinen und Fahrzeugen der Landwirtschaft kommen landesspezifische EF zum Einsatz, die die schrittweise eingeführten Grenzwerte für die Abgasemissionen widerspiegeln.

Die Berechnung der Methan- und Lachgas-Emissionen aus den erstmals erfassten biogenen Kraftstoffen erfolgte unter Verwendung der bereits für die fossilen Kraftstoffe angegebenen Emissionsfaktoren.

### 3.2.11.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.4)

Anhang 2, Kapitel 13.6 im NIR 2007 beschreibt die Methode, mit der die Unsicherheiten für die **Aktivitätsraten** ermittelt wurden.

Für die *mobilen Quellen der Haushalte* und den *landwirtschaftlichen Verkehr* wurde bisher auf Default-Unsicherheiten gemäß IPCC zurückgegriffen.

Die Berechnung von abgesicherten Emissionsfaktoren in diesem Anlagenbereich kann nur durch ein aufwendiges Verfahren erfolgen. Neben Emissionswerten müssen zusätzliche Informationen z.B. zur Berücksichtigung der Betriebsweise (Lastfälle), der Anlagenstruktur und des gerätebezogenen Endenergieverbrauchs ermittelt werden. Bei der Datenermittlung im Rahmen des oben genannten FE-Vorhabens wurde dieser Ansatz weitgehend verfolgt, gleichwohl musste allein aufgrund des großen Anlagenbestandes sowie der Vielzahl verschiedener Feuerungsbauarten und der zum Einsatz kommenden Brennstoffe von einer relativ großen „Grundunsicherheit“ der Daten ausgegangen werden.

Bei einigen Anlagenarten lagen bei Einsatz bestimmter Brennstoffe zudem nur unzureichende oder überhaupt keine Daten zum Emissionsverhalten vor. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei den Feuerungsanlagen der Haushalte und in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Kleinverbraucher) keine gesetzliche Messpflicht für Treibhausgasemissionen besteht. Für die Ermittlung der Emissionsfaktoren konnte daher im Regelfall (ausgenommen CO<sub>2</sub>, da weitgehend unabhängig von der Feuerungsbauart) nur auf wenige Ergebnisse von Einzelmessungen an ausgewählten Anlagen zurückgegriffen werden. Die Datenlücken wurden durch Übertragung von Emissionsfaktoren vergleichbarer Feuerungsanlagen geschlossen.

Die Ermittlung der für die Emissionsfaktoren für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O aus der stationären Feuerung angegebenen Unsicherheiten erfolgte durch eine Expertenschätzung gemäß IPCC-GPG (2000: Kapitel 6). Sie basiert auf den für das o.g. Forschungsvorhaben erhobenen Emissionsdaten und wurde im Rahmen des o.g. Forschungsprojekts von Experten des Instituts für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen der Universität Stuttgart durchgeführt. Die Schätzung der Unsicherheiten erfolgte separat für alle Feuerungstechniken und Brennstoffe. In die Schätzung gingen für N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> folgende Fehlerquellen ein:

- der Messfehler bei der Bestimmung der Schadstoff-Konzentration;
- die Unsicherheit bei der Schätzung von Übertragungsfaktoren (systematische Unterschiede zwischen Prüfstands- und Feldmessungen);
- die Unsicherheit aufgrund einer zu geringen Anzahl an Emissionsdaten;
- die Unsicherheit aufgrund von unterschiedlichen eingesetzten Messverfahren;
- die Unsicherheiten bei den angesetzten Anlagendaten (Bestands-, Alters- und Leistungsstruktur und eingesetzte Brennstoffmengen)

Bei Gasfeuerungsanlagen tritt ein weiterer Fehler bei der Ermittlung der Start-/ Stoppemissionen auf. Hier wird während der An- und Abfahrvorgänge CH<sub>4</sub> aus dem Erdgas teilweise unverbrannt emittiert. Diese dem eigentlichen Verbrennungsprozess vor- und nachgelagerten Emissionen, vgl. hierzu Kapitel 3.3.2.4 (Erdgas), tragen erheblich dazu bei, dass die CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren bei Gasfeuerungsanlagen mit hohen Unsicherheiten behaftet sind.

Für die Verteilung der Unsicherheiten wird bei den N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren eine Log-Normalverteilung angenommen. Es ist davon auszugehen, dass die Abweichungen hin zu größeren Werten deutlich ausgeprägter sind als hin zu kleineren Werten. Die Emissionsfaktoren für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O wurden im Rahmen des o.g. Forschungsvorhabens für das Jahr 2005 erhoben und seither als konstant angenommen.

### 3.2.11.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.4)

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

Informationen zur Qualitätssicherung für die **Aktivitätsraten** sind in Kapitel 3.2.6.4 beschrieben. Weitere Informationen zur Qualitätssicherung siehe Kapitel 18.4.2.

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

Im Rahmen einer von Fachleuten des Umweltbundesamtes durchgeführten Qualitätsprüfung wurden zudem die nach Tier 2 ermittelten länderspezifischen Emissionsfaktoren für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O mit den IPCC Tier 2 Default-Faktoren der IPCC Guidelines for emissions inventories (IPCC 2006) verglichen. Dabei ergab sich bei den meisten Brennstoffen eine gute Übereinstimmung der Werte (Abweichungen innerhalb einer Größenordnung), wobei tendenziell die Default-Werte für CH<sub>4</sub> höher liegen als die länderspezifischen Werte.

Im Rahmen der Qualitätssicherung wurden für die Sektoren Haushalte sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen für das Jahr 2005 neben der Ermittlung der Emissionen nach Tier 2/3 eine Berechnung mit den Tier-1-Default-Werten durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 72 dokumentiert.

Tabelle 72: Emissionsberechnung mit landesspezifischen Tier 2/3 Emissionsfaktoren und mit den Tier 1 Default-Emissionsfaktoren nach (IPCC 2006)

Emissions-faktoren	CH <sub>4</sub> [t]				N <sub>2</sub> O [t]			
	Haushalte		Kleinverbraucher		Haushalte		Kleinverbraucher	
	Tier 1 Default	Struschka 2008	Tier 1 Default	Struschka 2008	Tier 1 Default	Struschka 2008	Tier 1 Default	Struschka 2008
<b>Heizöl EL</b>	6.590	30	2.489	6,5	395	357	149	139
<b>Brenngase</b>	5.290	2.459	2.496	77	106	266	50	163
<b>Kohlebrennstoffe</b>	13.452	4.568	6	58	67	340	1	5,6
<b>Holz</b>	60.194	20.001	5.749	1.081	803	284	77	6,2
<b>Summe</b>	<b>85.526</b>	<b>27.058</b>	<b>10.740</b>	<b>1.223</b>	<b>1.371</b>	<b>1.247</b>	<b>279</b>	<b>313,8</b>

In den Emissionen des Kleinverbrauchs sind die Emissionen der Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei enthalten.

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung stimmen für N<sub>2</sub>O bei beiden Methoden recht gut überein. Größere Abweichungen treten bei der Ermittlung der CH<sub>4</sub>-Emissionen auf. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Methanemissionen von Feuerungsanlagen sehr stark von der Verbrennungstechnik abhängen. Unterschiede in der Anlagenstruktur in einzelnen Ländern machen sich deshalb sehr viel stärker in den ermittelten Gesamtemissionen bemerkbar als bei Lachgas. Vor allem der Default-Emissionsfaktor für Heizöl liegt sehr hoch. Der in IPCC 2006 angegebene Technikspezifische Emissionsfaktor für

Heizkessel stimmt mit dem länderspezifischen Faktor für Deutschland deutlich besser überein.

Datenquellen, die einen Vergleich mit den hier für die mobilen Quellen der Haushalte, den landwirtschaftlichen Verkehr und den Fischfang berichteten Daten erlauben würden, sind nicht bekannt. Darüber hinaus wurde ein Vergleich der landesspezifischen IEF mit denen anderer Staaten durchgeführt, der aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Unterquellgruppen gerade für Methan und Lachgas allerdings nur begrenzt aussagefähig ist.

### 3.2.11.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.4)

Aufgrund der nun vorliegenden endgültigen Energiebilanz wurden für das Jahr 2011 für alle Brennstoffe Rückrechnungen nötig.

Weiterhin führte die Revision der Nationalen Energiebilanz ab dem Jahr 2005 zu Rückrechnungen beim Erdgas.

Tabelle 73: Rückrechnungen in CRF 1.A.4 (stationär & mobil)

Einheit [Gg] Jahr	NIR 2013 gesamt	NIR 2014 gesamt	Abweichung absolut			Abweichung relativ gesamt	
	gas	liquid	solid	gesamt			
1995	190.555	190.555	0	0,000139	0	0,00	0,00%
1996	215.505	215.505	0	-0,000034	0	0,00	0,00%
1997	201.100	201.100	0	-0,000172	0	0,00	0,00%
1998	192.748	192.748	0	-0,000226	0	0,00	0,00%
1999	176.838	176.838	0	0,000328	0	0,00	0,00%
2000	170.074	170.074	0	-0,000335	0	0,00	0,00%
2001	190.953	190.953	0	-0,000210	0	0,00	0,00%
2002	177.672	177.672	0	0,000356	0	0,00	0,00%
2003	170.056	170.056	0	0,000002	0	0,00	0,00%
2004	159.584	159.584	0	0,616300	0	0,62	0,00%
2005	157.035	156.945	-96	5,135303	0	-90,62	-0,06%
2006	160.254	165.589	5.329	6,038691	0	5.335,39	3,33%
2007	127.820	128.876	1.050	6,219349	0	1.056,50	0,83%
2008	154.015	154.930	903	6,520262	5	914,67	0,59%
2009	141.800	142.027	214	8,843985	5	227,46	0,16%
2010	149.174	151.363	2.178	10,620997	0	2.188,85	1,47%
2011	121319,6	131151	9.716	-393,266986	509	9.831,46	8,10%

Die Angaben zum Hochseefischfang (1.A.4.c iii) blieben hiervon unberührt, da diese auf unveränderten Angaben zu Flottengröße und installierter Motorleistung beruhen.

Sowohl für die mobilen Quellen der Haushalte (1.A.4.b ii) als auch den landwirtschaftlichen Verkehr (1.A.4.c ii) erfolgen zudem für alle Jahre ab 2004 Anpassungen aufgrund der erstmaligen Erfassung biogener Kraftstoffe. Für 2011 werden diese Korrekturen durch die Effekte aus der Übernahme der Daten aus der abschließenden nationalen Energiebilanz 2011 überlagert.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die erfolgten Anpassungen der Aktivitätsdaten für Ottokraftstoffe und Diesel infolge der Neuerfassung von Bioethanol und Biodiesel.

## Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

Umweltbundesamt

Tabelle 74: Revision der AR für Ottokraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	6.066	6.720	6.689	6.693	6.626	6.444	6.444	6.393	6.024	5.897	6.355
Subm. 2013 [TJ]	6.066	6.720	6.689	6.689	6.598	6.392	6.407	6.338	5.943	5.789	5.761
Diff. absolut	0	0	0	4	27	51	38	55	81	109	594
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,05	0,41	0,80	0,59	0,87	1,37	1,88	10,30

Tabelle 75: Neuerfassung von Bioethanol, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	NO	NO	NO	7	46	93	87	122	172	228	260
Subm. 2013 [TJ]	NO	NO	NO	NE							
Diff. absolut				7	46	93	87	122	172	228	260

Tabelle 76: Revision der AR für Dieselkraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	66.820	58.651	56.645	50.880	48.597	49.326	48.893	49.897	52.886	52.219	53.504
Subm. 2013 [TJ]	66.820	58.651	56.645	50.875	48.554	49.294	48.846	49.862	52.845	52.181	52.156
Diff. absolut	0	0	0	5	43	32	48	35	40	38	1.348
Diff. relativ [%]	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,09%	0,06%	0,10%	0,07%	0,08%	0,07%	2,58%

Tabelle 77: Neuerfassung von Biodiesel, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	NO	NO	NO	429	1.039	1.408	2.140	2.418	3.582	3.330	3.450
Subm. 2013 [TJ]	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Diff. absolut				429	1.039	1.408	2.140	2.418	3.582	3.330	3.450

Die Mengen an fossilen Kraftstoffen werden dabei nicht in dem Maße nach unten korrigiert, wie Biokraftstoffe dazu kommen (siehe vor allem: Diesel und Biodiesel), sondern sogar angehoben. Ursache ist die parallel durchgeführte Korrektur eines Berechnungsverfahrens zur Aufteilung der Kraftstoffmengen aus Energiebilanzzeile 67 auf einzelne Sektoren (siehe Methodische Aspekte – Aktivitätsraten).

Tabelle 78: Neuerfassung von CO<sub>2</sub> aus biogenen Kraftstoffen, ab 2004

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	NO	NO	NO	31	77	106	158	180	266	252	263
Subm. 2013 [Gg]	NO	NO	NO	NE							
Diff. absolut				31	77	106	158	180	266	252	263

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Auswirkungen auf die Gesamt-THG-Emissionen der unter 1.A.4 erfassten mobilen Quellen.

Tabelle 79: resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen der mobilen Quellen in 1.A.4

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	5.405	4.865	4.712	4.283	4.108	4.149	4.117	4.187	4.383	4.323	4.453
Subm. 2013 [Gg CO <sub>2</sub> -Äq.]	5.405	4.865	4.712	4.282	4.102	4.142	4.109	4.180	4.372	4.311	4.307
Diff. absolut	0	0	0	1	6	7	7	8	11	13	146
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	0,02	0,14	0,17	0,18	0,19	0,25	0,29	3,39

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

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

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des

Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.2.12 Andere Bereiche (1.A.5)

Die Quellgruppe 1.A.5 umfasst die verbrennungsbedingten Emissionen des militärischen Bereichs. Sie ist in die Quellgruppen 1.A.5.a „Stationary“ und 1.A.5.b „Mobile“ untergliedert.

#### 3.2.12.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.A.5)

CRF 1.A.5	Gas	HK	1990		2012		Trend
				Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	
all fuels	CO <sub>2</sub>	L	T	11.811,1 (0,96%)	975,2 (0,10%)	-91,74%	
all fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	235,6 (0,02%)	4,0 (0,00%)	-98,32%	
all fuels	N <sub>2</sub> O	-	-	70,4 (0,01%)	7,1 (0,00%)	-89,94%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS, Tier 1	NS	CS/D
CH <sub>4</sub>	CS, Tier 1	NS	CS/D
N <sub>2</sub> O	CS, Tier 1	NS	CS/D

Die Quellgruppe *Andere Bereiche* ist eine Hauptkategorie für CO<sub>2</sub> nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die folgende Abbildung zeigt den Emissionsverlauf seit 1990.

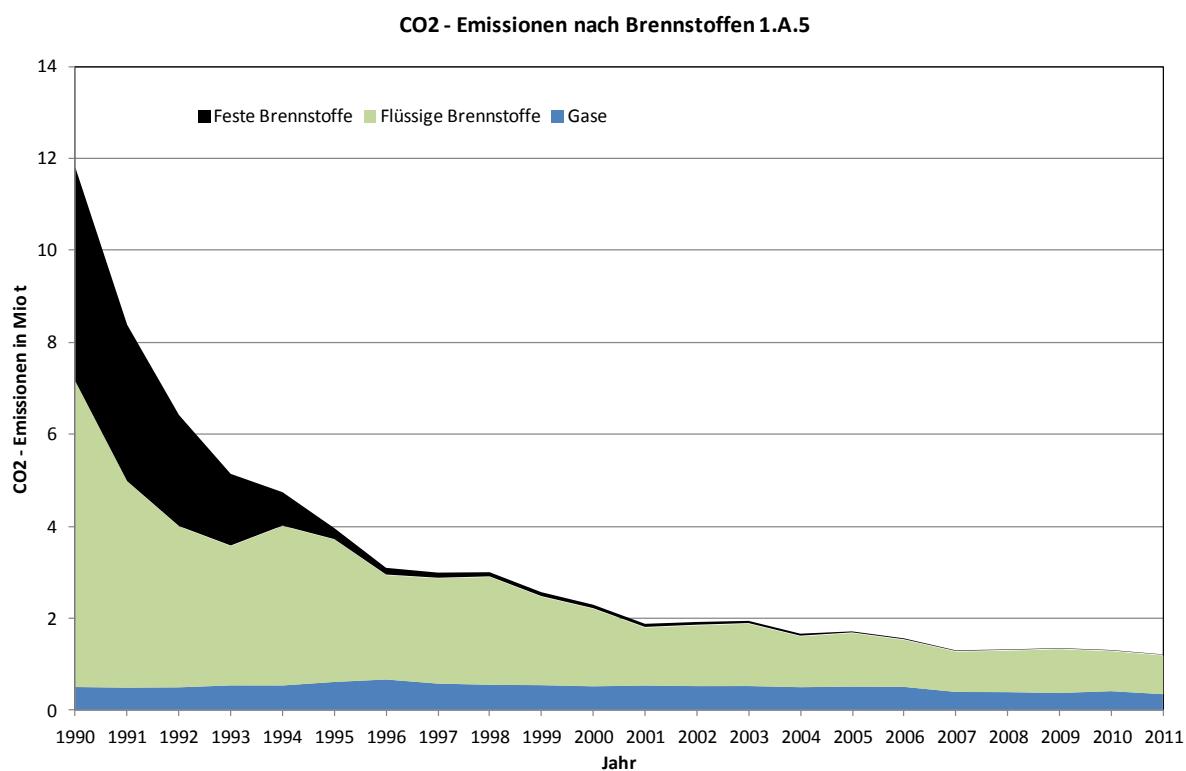


Abbildung 36: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Quellgruppe 1.A.5

Die besonders starke Emissionsreduktion resultiert zum einen an der Schließung vieler Militärischer Dienststellen, zum anderen an einem deutlichen Trend weg von festen hin zu gasförmigen und flüssigen Brennstoffen.

### 3.2.12.2 Methodische Aspekte (1.A.5)

#### Aktivitätsraten

Grundlage für die verwendeten Aktivitätsraten ist die Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland (AGEB). Da diese den Endenergieverbrauch der militärischen Dienststellen ab 1995 nicht mehr getrennt ausweist, sondern nur noch in Zeile 67 unter „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ mit erfasst, mussten zusätzliche energiestatistische Quellen erschlossen werden.

Für die Quellgruppe **1.A.5.a** wird auf Angaben des Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr (BAIUDBW, 2013) zurückgegriffen, das dem UBA den „Energieeinsatz zur Wärmeerzeugung in der Bundeswehr“ nach Brennstoffen 2000-2012 meldet. Diese Zahlen werden von den Angaben der Energiebilanzzeile 67 (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) subtrahiert und nicht in 1.A.4, sondern in 1.A.5 berichtet. Seit dem Berichtsjahr 2008 wird für die Quellgruppe 1.A.5.a auch der Einsatz von Holz berichtet.

Für die Quellgruppe **1.A.5.b** können die Kraftstoffeinsätze des Militärs (Diesel- und Ottokraftstoffe inkl. biogene Beimischungen, Kerosin, Flugbenzin) lediglich bis 1993 den Energiebilanzen entnommen werden. Ab 1994 wird auf die Amtlichen Mineralöldaten der Bundesrepublik Deutschland des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zurückgegriffen (BAFA, 2013). Die dort in 1000 t angegebenen Verbräuche werden auf Basis der ausgewiesenen Heizwerte in TJ umgerechnet.

Zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen musste für die Jahre 1990 bis 1993 anhand der Entwicklung des Kraftstoffeinsatzes extrapoliert werden. Danach liegen ebenfalls Angaben des BAFA vor. - Hier wird bisher konservativ davon ausgegangen, dass 50 % der eingesetzten Menge mitverbrannt werden und somit zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Folge haben.

Mit der vorliegenden Berichterstattung werden erstmals auch die Emissionen aus dem Verbrauch von Biokraftstoffen quantifiziert, der anhand der offiziellen Beimengungsquoten berechnet wird.

#### Emissionsfaktoren

Datengrundlage der für die Quellgruppe **1.A.5.a** verwendeten Emissionsfaktoren sind die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens der Universität Stuttgart im Auftrag des Umweltbundesamtes (STRUSCHKA, 2008). Im Rahmen dieses Vorhabens wurden gerätebezogene und quellgruppenspezifische Emissionsfaktoren von Feuerungsanlagen in den militärischen Dienststellen für alle wichtigen Abgaskomponenten mit hohem Detaillierungsgrad für das Bezugsjahr 2005 berechnet. Die Methode bei der Ermittlung der Faktoren entspricht der für die Quellgruppe 1.A.4 beschriebenen. Tabelle 80 zeigt die verwendeten sektoralen Emissionsfaktoren.

Bezüglich der unter **1.A.5.b** (militärischer Verkehr) verwendeten CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren wird auf die Dokumentation im Anhang-Kapitel 18.7 *CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren* verwiesen. Grundsätzlich werden hier die gleichen landesspezifischen Werte verwendet wie im Straßenverkehr (Diesel- und Ottokraftstoffe) bzw. im zivilen Luftverkehr (Kerosin, Flugbenzin). Für Methan und Lachgas kommen für den bodengebundenen Verkehr sowie für den Einsatz von Flugbenzin ebenfalls landesspezifische Werte zum Einsatz. Für Kerosin

werden aufgrund der vom zivilen Flugverkehr stark abweichenden Flugzeugtypen IPCC-Defaults verwendet. Gleichermaßen gilt für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Mitverbrennung von Schmierstoffen. Bezuglich der Freisetzung von CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O aus dieser Mitverbrennung wird dagegen davon ausgegangen, dass diese bereits in den entsprechenden Emissionsfaktoren der verwendeten Kraftstoffe berücksichtigt ist und damit hier als IE (included elsewhere) berichtet wird.

Tabelle 80: Sektorale Emissionsfaktoren für das Militär

	CH <sub>4</sub> [kg/TJ]	N <sub>2</sub> O [kg/TJ]
<b>stationäre Feuerung in Dienststellen</b>		
Steinkohlen	2,0	4,8
Braunkohlenbriketts	242	0,37
Heizöl EL	0,017	0,56
Erdgas	0,042	0,29
<b>militärischer Verkehr</b>		
Diesel	6,0	1,0
Ottokraftstoff	37,0	3,7
Kerosin	0,5	2,0
Flugbenzin	8,2	2,3
Schmierstoffe	IE	IE

### 3.2.12.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.A.5)

Angaben zu den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren können der Beschreibung der Quellgruppe 1.A.4 entnommen werden. Im Anhang 2 Kapitel 13.6 im NIR 2007 ist beschrieben, wie die Unsicherheiten für die Aktivitätsraten ermittelt wurden.

### 3.2.12.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.A.5)

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

Für den militärischen Verkehr wurden die implizierten Emissionsfaktoren denen anderer Staaten gegenübergestellt. Die landesspezifischen Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> sind dabei sehr gut mit den IPCC-Defaults bzw. von anderen Ländern verwendeten Werten vergleichbar. Aufgrund der sehr heterogenen Zusammensetzung der Quellgruppe ist ein Abgleich für Methan und Lachgas dagegen nur schwer möglich.

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

### 3.2.12.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.A.5)

Im **stationären Bereich (1.A.5.a „Stationary“)** sind nur geringe Rückrechnungen für die Jahre 2010 und 2011 aufgrund geänderter Heizwerte für feste Brennstoffe erfolgt.

Für den **militärischen Verkehr (1.A.5.b „Mobile“)** erfolgten umfangreiche Rückrechnungen aufgrund der Korrektur des EF(CO<sub>2</sub>) für Flugbenzin sowie der erstmaligen Berücksichtigung biogener Kraftstoffbeimischungen.

Der in der Vergangenheit fälschlicherweise als 1996er IPCC 1996 default verwendete EF(CO<sub>2</sub>) für Flugbenzin von 69.300 kg/TJ wurde mangels landesspezifischer Daten durch

den 2006er IPCC default von 70.000 TJ/kg ersetzt. Für alle Jahre ab 1990 resultieren hieraus um jeweils 1,01 % erhöhte CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung von Flugbenzin.

Tabelle 81: Neuberechnung der EM(CO<sub>2</sub>) aus Flugbenzin infolge der Anhebung des EF

	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Subm. 2014	1,066	0,914	0,762	0,649	0,567	0,445	0,201	0,204	0,162	0,134	0,076
Subm. 2013 [Gg]	1,055	0,905	0,754	0,642	0,561	0,440	0,199	0,202	0,160	0,132	0,076
Diff. absolut	0,011	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	0,043	0,012	0,040	0,025	0,018	0,174	1,039	0,000	0,003	0,012	0,000
Subm. 2013 [Gg]	0,042	0,012	0,040	0,024	0,018	0,172	1,028	0,000	0,003	0,012	0,000
Diff. absolut	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000

Weitere Rückrechnungen aufgrund der erstmaligen Erfassung biogener Kraftstoffe führen ab 2004 zu korrigierten Aktivitätsraten und Emissionen.

Tabelle 82: Revision der AR für Ottokraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile (ab 2004)

	<b>1990</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	21.508	5.783	6.857	6.128	4.789	4.955	4.907	4.862	4.695
Subm. 2013 [TJ]	21.508	5.789	6.904	6.217	4.854	5.050	5.047	5.050	4.888
Diff. absolut	0	-6	-47	-88	-65	-95	-140	-188	-192
Diff. relativ [%]	0,00	-0,11	-0,68	-1,42	-1,33	-1,88	-2,78	-3,72	-3,94

Tabelle 83: Neuerfassung von Bioethanol, ab 2004

	<b>1990-2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	NO	6,17	47,10	88,31	64,48	94,74	140,19	187,83	192,46
Subm. 2013 [TJ]	NO	NE							
Diff. absolut	0,00	6,17	47,10	88,31	64,48	94,74	140,19	187,83	192,46

Tabelle 84: Revision der AR für Diesalkraftstoff nach Abzug der biogenen Anteile, ab 2004

	<b>1990</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	15.037	971	3.375	1.879	1.835	1.208	1.011	998	627
Subm. 2013 [TJ]	15.037	979	3.449	1.934	1.917	1.268	1.081	1.062	669
Diff. absolut	0	-8	-74	-55	-82	-60	-70	-65	-41
Diff. relativ [%]	0,00	-0,85	-2,14	-2,83	-4,28	-4,71	-6,44	-6,09	-6,15

Tabelle 85: Neuerfassung von Biodiesel, ab 2004

	<b>1990 - 2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	NO	8,36	73,87	54,76	82,02	59,79	69,69	64,73	41,14
Subm. 2013 [TJ]	NO	NE							
Diff. absolut	0,00	8,36	73,87	54,76	82,02	59,79	69,69	64,73	41,14

Tabelle 86: Neuerfassung von CO<sub>2</sub> aus biogenen Kraftstoffen, ab 2004

	<b>1990 - 2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Subm. 2014	NO	1,04	8,62	10,24	10,45	11,05	15,03	18,11	16,77
Subm. 2013 [Gg]	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diff. absolut	0,00	1,04	8,62	10,24	10,45	11,05	15,03	18,11	16,77

Tabelle 76 zeigt die Auswirkungen auf die Gesamt-THG-Emissionen des militärischen Verkehrs. Die Korrektur des EF(CO<sub>2</sub>) für Flugbenzin führt hier zu kaum mehr relevanten Veränderungen.

Tabelle 87: resultierende Neuberechnung der THG-Emissionen des militärischen Verkehrs

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Subm. 2014	5.559	2.518	1.384	890	921	774	680	722	763	676	698
Subm. 2013 [Gg]	5.559	2.518	1.384	891	930	784	691	734	778	695	715
Diff. absolut	0,01	0,00	0,00	-1,07	-8,94	-10,58	-10,84	-11,42	-15,52	-18,67	-17,27
Diff. relativ [%]	0,00	0,00	0,00	-0,12	-0,96	-1,35	-1,57	-1,56	-1,99	-2,69	-2,42

### 3.2.13 Militär

Emissionen aus internationalen Einsätzen der Bundeswehr unter UN-Mandat werden in den deutschen Emissionsinventaren nicht als separate Aktivität erfasst. Diese Aufgabe wird im Rahmen des Nationalen Systems zur Emissionsberichterstattung erneut zu diskutieren sein. Gegenwärtig werden die benötigten Aktivitätsdaten aus verschiedenen Gründen nicht bereitgestellt.

Hierdurch wird gegenwärtig keine Unterlassung in den Inventaren vorgenommen, da die mit diesen Aktionen verbundenen Kraftstoffeinsätze in den nationalen militärischen Verbrauchsangaben enthalten sind.

Grundlage für die Aktivitätsdaten der militärischen Kraftstoffe sind die amtlichen Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland (BAFA, 2013).

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

## 3.3 Diffuse Emissionen aus Brennstoffen (1.B)

Während aller Stadien, von der Extraktion fossiler Brennstoffe bis hin zu ihrem abschließenden Gebrauch, können Bestandteile als diffuse Emissionen entweichen oder freigesetzt werden.

Während Methan die bedeutendsten Emissionen innerhalb der Quellkategorie Feste Brennstoffe darstellt, ist bei den diffusen Emissionen von Öl und Erdgas zusätzlich NMVOC von Bedeutung. Die Quellkategorie 1.B. ist keine Quelle für fluorierte Gase.

Die **Kohlendioxidemissionen** sind gegenüber 1990 um 20 % gesunken. Wesentliche Faktoren sind hierbei die Sauergasaufbereitung (1.B.2.b.ii) und die Fackeln (1.B.2.c).

Die Emissionen von **Lachgas** stammen aus der Abfackelung (1.B.2.c) bei der Förderung von Öl und Gas sowie bei der Gasaufbereitung und sind sehr gering. Aufgrund der verbesserten Technik bei der Förderung sind die Emissionen gegenüber 1990 um 83 % gesunken.

Die **Methanemissionen** werden hauptsächlich durch den starken Rückgang der Emissionen im aktiven Bergbau (1.B.1.a) – hier in erster Linie durch die gesunkene Bergbautätigkeit – und der zunehmenden Verwertung des Methans aus dem stillgelegten Bergbau (1.B.1.c) beeinflusst. Gegenüber 1990 sind hier die Methanemissionen um 85% und in der Kategorie 1.B insgesamt um 67 % gesunken.

Die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (**VOC**) sind seit 1990 um rund 67 % zurückgegangen. Dies resultiert aus der Umsetzung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft 2002), dem Rückgang der Emissionen bei der Lagerung von Ottokraftstoffen und bei der Betankung von Kraftfahrzeugen (1.B.2.a.v) – in Folge der Umsetzung der 20. und 21. BImSchV – sowie dem verringerten Ottokraftstoffverbrauch. In

Abbildung 37 sind die flüchtigen organischen Komponenten (VOC) ohne Methan als **NMVOC** abgebildet.

Die **Schwefeldioxidemissionen** sind seit 1990 über 95 % gesunken. Vor allem der Rückbau der ostdeutschen Industrie, der Einsatz von besseren Filtern und der Brennstoffwechsel von Braunkohle zu anderen Energieträgern spielten eine wesentliche Rolle beim starken Rückgang Anfang der 1990er Jahre bei. In den folgenden Jahren wirkt sich die zurückgehende Produktion von Steinkohlenkoks (1.B.1.b) und die bessere Filtertechnik bei der Entschwefelung von Erdgas (1.B.2.b.ii) maßgeblich auf die Emissionen aus.

Die **Kohlenmonoxidemissionen** sind seit 1990 um 97 % zurückgegangen; wesentlich beeinflusst durch die zurückgehende Produktion von Steinkohlenkoks (1.B.1.b) und die Einstellung der Stadtgasbereitstellung im öffentlichen Gasverteilungsnetz (1.B.2.b.iv).

Nähere Ausführungen zu Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und NMVOC sind im „*Informative Inventory Report*“ unter [iir.umweltbundesamt.de](http://iir.umweltbundesamt.de) beschrieben, da diese nicht zu den Treibhausgasen gehören.

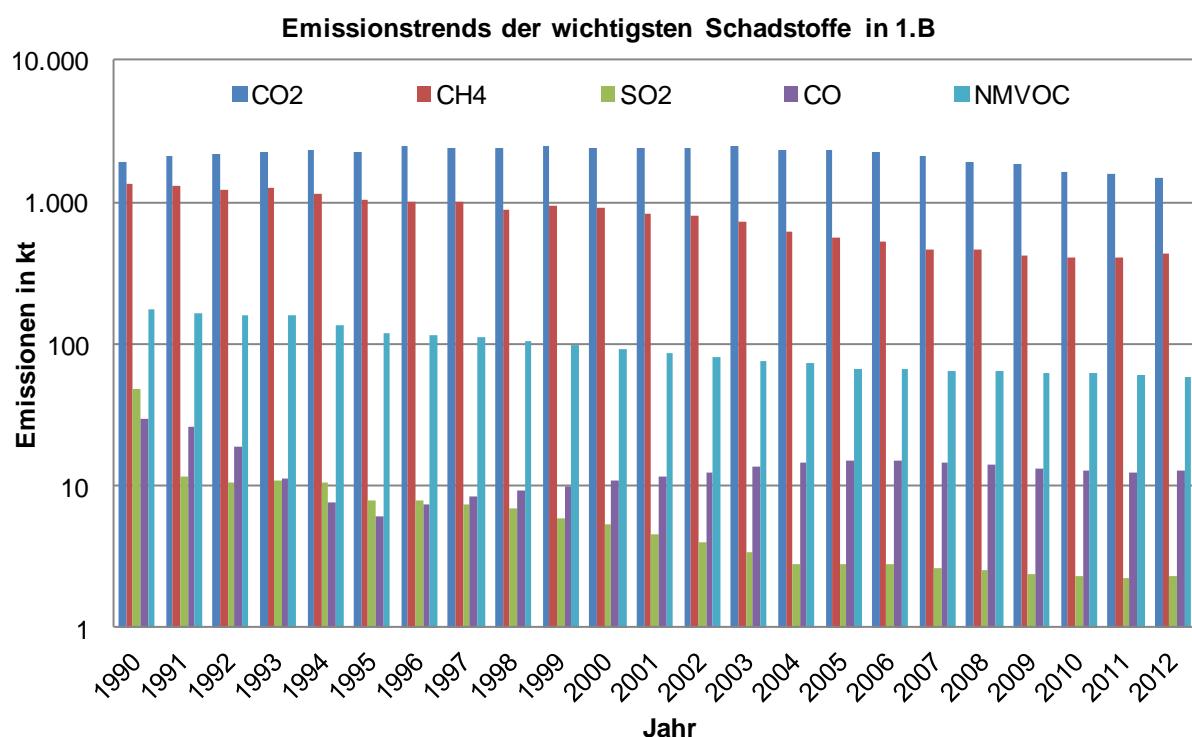


Abbildung 37: Emissionen für CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NMVOC, SO<sub>2</sub> und CO der Quellgruppe 1.B<sup>33</sup>.

### 3.3.1 Feste Brennstoffe (1.B.1)

Die Quellgruppe "Diffuse Brennstoffe" (1.B.1) setzt sich aus drei Subquellgruppen zusammen, der Quellgruppe "Kohlenbergbau" (1.B.1.a), der Quellgruppe "Umwandlung von Kohle" (1.B.1.b) und der Quellgruppe "Andere" (1.B.1.c).

In Tabelle 88 ist das Schema der Quellgruppenzuordnung sowie der zugehörigen Berechnungsverfahren (Tabelle 89) aufgezeigt.

<sup>33</sup> der Übersichtlichkeit wegen sind die N<sub>2</sub>O Emissionen hier nicht mit aufgeführt. Sie fallen von 3555 kg im Jahr 1990 auf 660 kg im Jahr 2011

Tabelle 88: Zuordnung von Methanemissionen zu Bereichen des CRF

<b>Quellgruppe</b>		<b>Enthaltene Emissionen</b>
<b>1.B.1.a. Kohlenbergbau</b>		
i.	<b>Tiefbau</b>	
	<b>Bergbauliche Tätigkeiten</b>	Emissionen aus aktivem Steinkohlentiefbau. Die Gesamtemissionen aus Wetterströmen und Grubengasabsaugung wird um die Menge verwerteten Grubengases reduziert.
	<b>anschließende bergbauliche Tätigkeiten</b>	Emissionen aus Aufbereitung, Lagerung und Transport von Steinkohle
ii.	<b>Tagebau</b>	
	<b>Bergbauliche Tätigkeiten</b>	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.
	<b>anschließende bergbauliche Tätigkeiten</b>	Keine getrennte Ausweisung – die Emissionen sind bereits in „Bergbauliche Tätigkeiten“ enthalten
<b>1.B.1.b. Umwandlung von Kohle - Veredelung</b>		Emissionen aus der Kohlenveredelung. Bei der Steinkohleveredelung (Steinkohlenkoks, Steinkohlenbriketts) werden spezifische Emissionen hier dokumentiert. Emissionen bei der Herstellung von Veredelungsprodukten aus Braunkohle (Braunkohlenkoks, Staubkohle, Trockenkohle, Wirbelschichtkohle, Braunkohlenbriketts, Braunkohlengranulat) sind bereits in 1.B.1.a.ii „Bergbauliche Tätigkeiten“ enthalten. Die zugrunde gelegte Aktivitätsrate umfasst die Gesamtmenge der Veredelungsprodukte aus Stein- und Braunkohle.
<b>1.B.1.c. Andere</b>		
	<b>Stillgelegte Kohlenbergwerke</b>	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 89 die berechneten Werte für und Informationen zur Herkunft der Aktivitätsdaten das Jahr 2012 bereit.

Tabelle 89: Berechnung von Methanemissionen aus dem Kohlenbergbau für 2012

			Aktivitätsdaten [Mt]	CH <sub>4</sub> -Emissionen [Gg]
<b>1.B.1.a.</b> <b>Kohlenbergbau</b>			<b>196,2</b> ( = 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii )	= 1.B.1.a.i + 1.B.1.a.ii = 143,86+2,04 <b>= 145,9</b>
i.			<b>10,77<sup>34</sup></b> Steinkohlen-Förderung 1)	= bergbauliche und anschließende bergbauliche Tätigkeiten = 136,89 + 6,97 <b>= 143,86</b>
bergbauliche Tätigkeiten				= AR * EF = 10,77 * 12,71 <b>= 136,89</b>
anschließende bergbauliche Tätigkeiten				<b>= 6,20</b>
ii.			<b>185,43</b> Braunkohlenförderung 1)	= bergbauliche Tätigkeiten <b>= 2,04</b>
bergbauliche Tätigkeiten				= AR * EF = 185,43 * 0,011 <b>= 2,04</b>
anschließende bergbauliche Tätigkeiten				(enthalten in 1.B.1.a.ii) IE
<b>1.B.1.b.</b> <b>Umwandlung von Kohle - Veredelung</b>			<b>6,78</b> Summe an Veredelungs- produkten 2) 1)	AR <sub>Steink.Prod.</sub> * EF <sub>Steink.Prod.</sub> + AR <sub>Braunk.Prod.</sub> * EF <sub>Braunk.Prod.</sub> = 0 * 0,049 + 6,78 * 0 <b>= 0</b>
<b>1.B.1.c.</b> <b>Andere</b>				= Stillgelegte Kohlenbergwerke <b>= 0,7</b>
	<b>Stillgelegte Kohlenbergwerke</b>		<b>NO</b>	Emissionspotenzial abzüglich Verwertung <b>= 0,7</b>

1) nach STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (o.J.)

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

### 3.3.1.1 Kohlenbergbau (1.B.1.a)

#### 3.3.1.1.1 Allgemeine Beschreibung der Quellgruppe Kohlenbergbau (1.B.1.a)

CRF 1.B.1.a	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
<b>solid fuels</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	L	<b>18.415,2</b>	<b>(1,50%)</b>	<b>3.345,6</b>	<b>(0,36%)</b>	<b>-81,83%</b>
solid fuels	CO <sub>2</sub>	-	11,8	(0,00%)	2,3	(0,00%)	-80,24%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe Kohlenbergbau ist für CH<sub>4</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

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

<sup>34</sup> ohne Kleinzeichen

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 (seit 1. Juli 2012 in 2 Revieren) in 4 Bergwerken ausschließlich im Tiefbau gewonnen, Braunkohle wird in 4 Revieren überwiegend, seit 2003 ausschließlich, im Tagebau (12 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<sub>4</sub>. Eine Teilmenge an Methan wird direkt aus Flöz- und Nebengestein abgesaugt und als Grubengas verwertet.

Seit Mitte 2009 kann wiederum eine Teilmenge an nicht verwertbarem Grubengas mittels einer Hochtemperaturfackel durch Verbrennung in CO<sub>2</sub> umgewandelt werden. In 2012 wurden bei diesem JI-Projekt von 0,23 Gg CH<sub>4</sub> rd. 0,18 Gg CH<sub>4</sub>-Emissionen vermieden (siehe hierzu auch 1.B.1.c „Abfackelung“, Kapitel 3.3.1.3.1).

Im Jahr 2012 betrug die Förderung von Steinkohlen rund 11 Mio. t verwertbare Förderung. Die Förderung von Braunkohlen lag im Jahr 2012 bei 185 Mio. t (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, o.J.). Die Förderung von Steinkohlen ist damit gegenüber dem Vorjahr um ca. 9 % gesunken, die Förderung von Braunkohlen um ca. 5 % gestiegen.

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

### **3.3.1.1.2 Methodische Aspekte (1.B.1.a)**

Zur Berechnung der CH<sub>4</sub> -Emissionen aus dem Kohlenbergbau werden die Emissionen aus dem Steinkohlentiefbau, der Grubengasnutzung, der Steinkohlenlagerung, sowie dem Braunkohlentagebau ermittelt.

Die Emissionen aus dem Steinkohlentiefbau werden entsprechend Tier 3-Ansatz berechnet und erfüllen die Anforderungen einer bergwerksspezifischen Emissionsermittlung. Aus sicherheitstechnischen Gründen werden in sämtlichen Schachtanlagen kontinuierlich die Gaszusammensetzung sowie der Wetterstrom gemessen. Diese Daten werden zur Bestimmung der Menge der Methanemissionen genutzt. Durch Aggregation der Einzelmesswerte wird vom Gesamtverband Steinkohle die Gesamtmethanmenge bestimmt und für das Inventar zur Verfügung gestellt (STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT, o.J.). Eine Expertenüberprüfung wird durch die zuständige staatliche Aufsichtsbehörde (Bergamt) vorgenommen.

Aus der Gesamtemissionsmenge an Methan und den Aktivitätsdaten des Steinkohlenbergbaus lässt sich ein impliziter Emissionsfaktor (IEF) von 12,71 kg/t (für 2012) ableiten. Berücksichtigt ist hierbei auch der Anteil an verwertetem Grubengas. Die Messwerte enthalten nur die tatsächlich emittierte Methanmenge.

Für die Berechnung der CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Lagerung von Steinkohle werden die Aktivitätsdaten der Steinkohlenförderung als Basis herangezogen und mit dem Emissionsfaktor von 0,576 kg/t multipliziert. Dieser Emissionsfaktor stammt aus einer Studie des FHG ISI (1993).

Die Emissionen aus dem Braunkohlentagebau werden nach dem Tier 2 Ansatz gemäß der Gleichung des IPCC-Reference Manual (IPCC, 1996b) berechnet.

Dabei wird die Aktivitätsrate (Rohbraunkohle) der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (o.J.) entnommen. Nach Angaben des DEBRIV (Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein e.V.; DEBRIV 2004) wird ein Emissionsfaktor von durchschnittlich 0,015 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t (entspricht 0,011 kg CH<sub>4</sub>/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<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t, der aus dem EF von amerikanischer Hartbraunkohle abgeleitet wurde. Diese amerikanischen EF können jedoch nicht auf die deutsche Weichbraunkohle übertragen werden, da diese während des Inkohlungsprozesses eine Temperatur von 50°C nicht überschritten hat. Eine nennenswerte Methanabspaltung findet jedoch erst bei Temperaturen von über 80°C statt.

Eine Lagerung von Braunkohle erfolgt nicht; die Verwendung erfolgt „mine-mouth“ direkt von der Förderung in die Verarbeitung bzw. in Kraftwerken.

### **3.3.1.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.a)**

Unsicherheiten der Aktivitätsrate ergeben sich vor allem aus Ungenauigkeiten beim Wiegen der geförderten Kohle. Durch Befragung von Experten beim NaSE-Workshop 11/2004, konnte der Fehler auf < 3 % quantifiziert werden.

Unsicherheiten in der Berechnung der Methanausgasungen ergeben sich aus der Ungenauigkeit der Methanmessungen. Da die unter Tage durchgeföhrten Messungen der Methankonzentrationen primär aus sicherheitstechnischen Gründen angewendet werden und ihren genauesten Messbereich nicht im Bereich der üblichen Ausgasungskonzentrationen haben, ist mit einer technischen Messunsicherheit von ca. 10 % bei den zur Verfügung stehenden Messgeräten zu rechnen.

Die Methanausgasung aus Steinkohlen während Lagerung und Transport unterliegt größeren Schwankungen aufgrund von Lagerzeit und Korngrößenverteilung. Eine Unsicherheit von 15 % ist anzunehmen (LANGE 1988 / BATZ 1995 sowie persönliche Informationen NASE-Workshop 11/2004).

Der Emissionsfaktor zur Berechnung der Methanemissionen aus der Braunkohlenförderung basiert auf dem maximalen Methaninhalt und stellt somit eine Obergrenze der möglichen Methanemissionen dar. Mögliche Emissionen aus Transport und Lagerung sind somit bereits enthalten. Zahlreiche Untersuchungen zeigten, dass eine negative Unsicherheit von - 33 % angenommen werden muss (DEBRIV / DGMK Forschungsbericht 448-2, DGMK 1992).

Die Emissionsfaktoren sind, mit Ausnahme des EF für die Freisetzung von Grubengas aus dem Steinkohlentiefbau, in der Zeitreihe konsistent im Sinne der Vergleichbarkeit über die Zeitreihe. Für die Aktivitätsraten wird eine konsistente Quelle über die gesamte Zeitreihe verwendet.

### **3.3.1.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.a)**

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für die EF durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Eine Qualitätskontrolle für Aktivitätsdaten wurde vom Datenlieferanten durchgeführt. Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten im Umweltbundesamt konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Das IPCC-Reference Manual (1996b) empfiehlt für den Steinkohlentiefbau Emissionsfaktoren in der Größenordnung von 10 bis 25 m<sup>3</sup>/t. Bei Umrechnung der deutschen Emissionsfaktoren unter Zugrundelegung eines Konversionsfaktors von 0,67 Gg/10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (gemäß Reference Manual, 1996b: bei 20° C, 1 Atmosphäre) ergeben sich die in der Tabelle 90 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 90: Emissionsfaktoren für CH<sub>4</sub> aus dem Kohlenbergbau für das Jahr 2012

<b>Emissionsfaktoren</b>	<b>Steinkohle</b>		<b>Braunkohle</b>	
	<b>EF m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t</b>	<b>EF kg/t</b>	<b>EF m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t</b>	<b>EF kg/t</b>
CH <sub>4</sub> aus Förderung	27,96	18,73	0,016	0,011
CH <sub>4</sub> aus Förderung abzüglich verwertetes Grubengas	18,97	12,71	-	-
CH <sub>4</sub> aus Lagerung	0,87	0,58	-	-
CH <sub>4</sub> aus Bergbau	19,84	13,29	0,016	0,011
(Förderung und Lagerung abzüglich Grubengasnutzung)				

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

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

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

Vergleicht man die spezifischen Emissionsfaktoren des Kohlentagebaus untereinander, so zeigt sich, dass Polen, Frankreich (Förderung eingestellt 2002) und Deutschland vergleichbar niedrige und unter den Default-Werten liegende Emissionsfaktoren zugrunde legen. Dies ist dadurch zu begründen, dass die Kohlen aufgrund ihres Inkohlungsgrades und

ihrer geologischen Vergangenheit nur sehr geringe Methangehalte aufweisen. Somit sind entsprechend niedrige Emissionsfaktoren anzusetzen. Der Vergleichswert für Tschechien liegt deutlich höher, da hier nicht wie in Deutschland von „Lignite“ mit geringem Inkohlungsgrad, sondern in hohem Anteil auch von „Sub-Bituminous Coal“ mit höherem Inkohlungsgrad und höherem Methaninhalt auszugehen ist.

### **3.3.1.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.1.a)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

### **3.3.1.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.1.a)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## **3.3.1.2 Umwandlung von Kohle – Veredelung (1.B.1.b)**

### **3.3.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.1.b)**

CRF 1.B.1.b	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
solid fuels	CH <sub>4</sub>	-	20,4	(0,00%)	10,6	(0,00%)	-48,07%
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>	
CO <sub>2</sub>		T2		AS		CS	
CH <sub>4</sub>		CS		AS		CS	
CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>		CS		AS		CS	

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

### **3.3.1.2.2 Methodische Aspekte (1.B.1.b)**

Das IPCC-Reference Manual beschreibt keine Methodiken für diese Quellgruppe (IPCC 1996b, S.1.110f). Die angewandte länderspezifische Methodik basiert auf den Aktivitätsraten aus der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (o.J.) und entsprechender Emissionsfaktoren.

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

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

## Berechnungsverfahren

Die Emissionen aus der Steinkohlenkokspproduktion sind nach dem Tier 2 Ansatz, analog der Gleichung des IPCC-Reference Manual für CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Kohlenbergbau, berechnet worden:

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

$$\text{EF [m}^3 \text{CH}_4 / \text{t}] * \text{AR}_{\text{Veredelungsprodukt}} * \text{Umrechnungsfaktor [Gg/10}^6\text{m}^3\text{]}$$

Die Aktivitätsrate für Steinkohlenkokspproduktion wurde aus der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT (o.J.) entnommen.

Der verwendete Emissionsfaktor für Methan zur Berechnung der CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Produktion von Steinkohlenkoksp (Kokereien) beträgt 0,049 kg Methan pro Tonne Steinkohlenkoksp (DMT 2005) und wird für die komplette Zeitreihe angewendet.

Die Quellgruppe „Umwandlung von Kohle“ wird im ZSE durch die Zeitreihe Steinkohlenkokspproduktion (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.

In Deutschland werden geringe Mengen an Holzkohle produziert (ca. 2.000 t). Die Emissionsfaktoren stammen von der US\_EPA 1995 („AP 42, Fifth Edition, Volume I -Chapter 10: Wood Products Industry“)

### **3.3.1.2.3    *Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.b)***

Die Emissionsfaktoren sind in der Zeitreihe konstant und damit konsistent im Sinne der Vergleichbarkeit über die Zeitreihe. Für die Aktivitätsraten wird eine konsistente Quelle über die gesamte Zeitreihe verwendet.

### **3.3.1.2.4    *Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.b)***

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für die EF durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Eine Qualitätskontrolle für Aktivitätsdaten wurde vom Datenlieferanten durchgeführt. Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten im Umweltbundesamt konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Bei der Betrachtung von Emissionsfaktoren ist der IPCC Konversionsfaktor von 0,67 Gg/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> bei 20°C und 1 Atmosphäre (IPCC et al; 1996, Reference Manual, S. 1.108) gegenüber den in Deutschland als Einheit Normkubikmeter bei 1,01325 bar und 0°C (DIN 2004, DIN Nr. 1343) verwendeten Angaben zu beachten. Bei Betrachtungen der EF sind Angaben des IPCC zu Default EF bzw. Angaben aus anderen Veröffentlichungen mit der Praxis in Deutschland mit der Angabe von Normkubikmeter zu berücksichtigen. Bei der

Verwendung von in Deutschland publizierten Daten zu EF wird davon ausgegangen, dass es sich um Angaben in Normkubikmeter handelt (abgesichert durch Expertenbefragung beim NaSE-Workshop 11/2004)

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

Umrechnungsfaktor Normkubikmeter  $\Leftrightarrow$  Kilogramm:

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

### 3.3.1.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.1.b)

Durch die Mitberücksichtigung der Holzkohleproduktion in Deutschland kam es zu Rückrechnungen im marginalen Bereich (ca. 1 kt CO<sub>2</sub> und 0,1 kt CH<sub>4</sub>) über die komplette Quellgruppe.

### 3.3.1.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.1.b)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.3.1.3 Andere (1.B.1.c)

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

CRF 1.B.1.c	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
<b>solid fuels</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	-	<b>T</b>	<b>1.806,8</b>	<b>(0,15%)</b>	<b>15,1</b>	<b>(0,00%)</b> -99,17%
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>	
CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>		CS		AS		CS	

Die Quellgruppe *Andere* ist für CH<sub>4</sub>-Emissionen aus festen Brennstoffen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (> -99 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

Für diese Subquellgruppe sind Emissionen aus stillgelegtem Steinkohlenbergbau von Bedeutung. Neben den aktiven Bergwerken sind die stillgelegten Steinkohlenbergwerke (Ausgasung) eine weitere relevante Quelle für diffuse CH<sub>4</sub>-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<sub>CMM-Gewinnung</sub> von 1,429 Mio. m<sup>3</sup> auf 246 Mio. m<sup>3</sup> in 2011 gesteigert. Der Grund für die geringere Grubengasverwertung gegenüber dem Vorjahr liegt darin begründet, dass der Gaszustrom geringer ausfiel.

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

### Verwertetes und emittiertes Grubengas

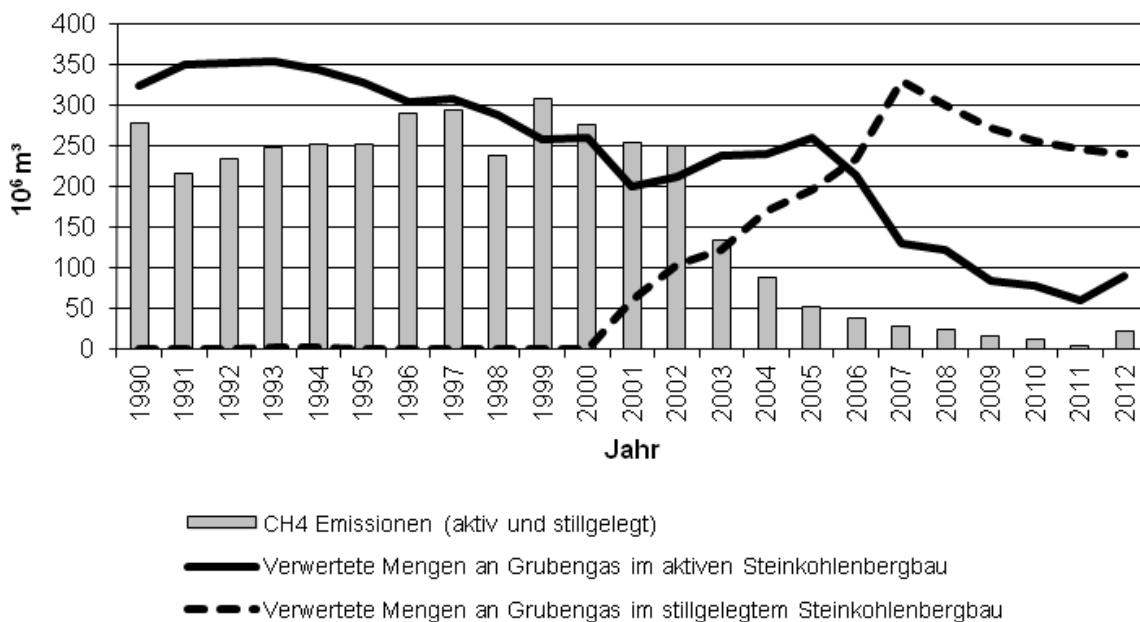


Abbildung 38: Gegenüberstellung von verwertetem und emittiertem CH<sub>4</sub> aus Grubengas

Die Menge des verwerteten Grubengases wird in der Emissionsberichterstattung separat von der freigesetzten Menge CH<sub>4</sub> - jeweils bezogen auf aktive und stillgelegte Bergwerke - erfasst und im Bereich 1.A. als energetische Verwertung mit entsprechenden Emissionen angegeben.

## Abfackelung

Das “EU Technical Review Team of GHG inventories under the Effort Sharing Decision” hat bei seiner Überprüfung 2012 gefordert, die Emissionen durch die abgefackelten Grubengasmengen detaillierter auszuweisen. In Deutschland wird derzeit nur eine Heißfackel im Rahmen eines JI-Projektes seit 2009 betrieben.

Tabelle 91: Emissionsreduktion durch Heißfackel; Meldung des GVSt

Jahr	Baseline-Emissionen	Projekt-Emissionen	Emissions-Reduktion
2009	2.361 t CO <sub>2</sub> äqu	541 t CO <sub>2</sub> äqu	1.820 t CO <sub>2</sub> äqu
2010	5.416 t CO <sub>2</sub> äqu	1.239 t CO <sub>2</sub> äqu	4.176 t CO <sub>2</sub> äqu
2011	11.107 t CO <sub>2</sub> äqu	2.524 t CO <sub>2</sub> äqu	8.582 t CO <sub>2</sub> äqu
2012	4.893 t CO <sub>2</sub> äqu	1.112 t CO <sub>2</sub> äqu	3.781 t CO <sub>2</sub> äqu

### 3.3.1.3.2 Methodische Aspekte (1.B.1.c)

Das IPCC-Reference Manual beschreibt keine Methodiken für die Quellgruppe „Andere“ (IPCC et al, 1996, Reference Manual, S.1.110f).

Neben den aktiven Bergwerken und der Kohlenveredelung sind die stillgelegten Steinkohlenbergwerke (Ausgasung) eine weitere relevante Quelle für diffuse CH<sub>4</sub>-Emissionen.

Aus stillgelegten Braunkohletagebauen sind keine Ausgasungen zu erwarten, da der in 1.B.1.a angenommene EF dem Gasinhalt der in Deutschland vorkommenden Braunkohle entspricht. Braunkohlenreste, die in Tagebauen verbleiben, gasen nicht weiter aus (DEBRIV).

Die Quellgruppe wird in die folgenden Teilbereiche aufgeteilt:

- Tiefbau, stillgelegter Steinkohlenbergbau
- Stillgelegter Steinkohlenbergbau, Grubengasverwertung

### 3.3.1.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.1.c)

Die Erfassung der verwerteten Methanmenge ist gut möglich und eine Unsicherheit von < 3 % aufgrund von Messungenauigkeiten ist anzunehmen. Die Abschätzung des Methanpotentials beruht allein auf Expertenwissen und eine Unsicherheit von 50 % wurde zugrunde gelegt.

Die Zeitreihen für Methanemissionspotential und verwerteter Methanmenge entstammen jeweils einer zuverlässigen Quelle und sind über die Zeitreihe konsistent.

### 3.3.1.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.1.c)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung für die EF durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Eine Qualitätskontrolle für Aktivitätsdaten wurde vom Datenlieferanten durchgeführt. Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten im Umweltbundesamt konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle.

Bei der Betrachtung von Emissionen ist der IPCC-Konversionsfaktor von  $0,67 \text{ Gg}/10^6 \text{ m}^3$  bei  $20^\circ\text{C}$  und 1 Atmosphäre (IPCC-Reference Manual, 1996b: S. 1.108) gegenüber den in Deutschland als Einheit Normkubikmeter bei 1,01325 bar und  $0^\circ\text{C}$  (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  $20^\circ\text{C}$  und 1.013 mbar. Anhand der isobaren Proportionalität des Methans kann mit dem Faktor 1,07 von  $\text{Nm}^3$  in  $\text{m}^3$  umgerechnet werden.

### **3.3.1.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.1.c)**

Rückrechnungen wurden auf der Grundlage aktualisierter Daten vom Gesamtverband Steinkohle (GVSt) vorgenommen.

Die Emissionsmenge setzt sich aus der mit hoher Unsicherheit (Expertenschätzung:  $\pm 50\%$ , Quelle: Deutsche Montan Technologie GmbH, DMT 2005) behafteten Schätzung zum Methananfall aus stillgelegten Bergwerken abzüglich der verwerteten Methanmenge zusammen. Die Werte konnten mittels des Forschungsvorhabens „Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas“ (DMT, 2011) verifiziert werden. Die Berechnung wurde für jede Lagerstättenregion in Deutschland vorgenommen. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass auch ein geringfügiger Anteil an  $\text{CO}_2$  mit dem Grubengas entweicht. Diese Werte wurden im genannten Forschungsvorhaben errechnet. Hierbei werden nun die Emissionen aus dem Abstrom über die Entgasungseinrichtungen und der diffuse Anteil über die Oberfläche berücksichtigt. Die Kohlendioxidemissionen über die Entgasungseinrichtungen spielten vor allem vor der Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes eine wesentliche Rolle.

Tabelle 92: Übersicht über die rückgerechneten Emissionen (DMT, 2011) – die Werte ab dem Jahr 2010 wurden von UBA-Experten geschätzt

Jahr	1990	1995	2000	2005	2012	Einheit
CO <sub>2</sub> -Abstrom über Entgasungseinrichtungen	10.521	12.555	14.399	1.834	0	[t]
CO <sub>2</sub> -Abstrom über die Oberfläche	155	183	236	160	115	[t]
<b>Summe</b>	<b>10.676</b>	<b>12.738</b>	<b>14.635</b>	<b>1.994</b>	<b>115</b>	<b>[t]</b>

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

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## **3.3.2 Öl und Erdgas (1.B.2)**

Die übergeordnete Kategorie 1.B.2 umfasst insgesamt vierzehn Quellgruppen. Diese werden nach Kriterien der Wirtschaftsbranche der Erdöl und Erdgaswirtschaft weiter untergliedert, wobei die Prozessketten dieser Branchen zugrunde gelegt wurden. Die diffusen Emissionen aus Öl und Erdgas sind in der Emissions-Datenbank mit Daten zu den jeweiligen

Quellgruppen und Subquellgruppen abgebildet. Die Emissionen der Quellgruppen unter der übergeordneten CRF-Kategorie 1.B.2 wurden überwiegend nach der Tier-2-Methode (IPCC) ermittelt.

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

Im Forschungsprojekt von THELOKE et. al. (2013) „Ermittlung von Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten im Bereich 1.B.2.a.i bis vi“ wurden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten aus diffusen Emissionen von Mineralöl und Mineralölprodukten überprüft und in der gegenwärtigen Berichterstattung angewendet. Auf die Kohlendioxidemissionen haben die Emissionsfaktoren der Fackeln den größten Einfluss, bei den NMVOC Emissionen die Verarbeitung und Verteilung von Mineralölprodukten. Bei den anderen Emissionen gab es nur kleinere Änderungen.

Tabelle 93: Rückrechnungen für Kohlendioxid in der Quellgruppe 1.B.2

<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2012</b>
Submission 2013	1.742 kt	2.113 kt	2.214 kt	2.087 kt	1.393 kt
Submission 2014	1.880 kt	2.252 kt	2.405 kt	2.295 kt	1.553 kt
Differenz	138 kt	139 kt	191 kt	208 kt	160 kt

Tabelle 94: Rückrechnungen für Methan in der Quellgruppe 1.B.2

<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2012</b>
Submission 2013	385 kt	346 kt	318 kt	293 kt	277 kt
Submission 2014	371 kt	334 kt	317 kt	294 kt	278 kt
Differenz	14 kt	12 kt	1 kt	1 kt	1 kt

Tabelle 95: Rückrechnungen für NMVOC in der Quellgruppe 1.B.2

<b>NMVOC</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2012</b>
Submission 2013	235 kt	158 kt	113 kt	90 kt	78 kt
Submission 2014	171 kt	118 kt	90 kt	97 kt	59 kt
Differenz	64 kt	40 kt	23 kt	7 kt	19 kt

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

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.3.2.3 Öl (1.B.2.a)

<b>CRF 1.B.2.a</b>	<b>Gas</b>	<b>HK</b>	<b>1990</b>		<b>2012</b>		<b>Trend</b>
			<b>Gesamtemission (Gg) &amp; Anteil (%)</b>		<b>Gesamtemission (Gg) &amp; Anteil (%)</b>		
liquid fuels	CH <sub>4</sub>	-	-	411,3 (0,03%)	298,6 (0,03%)	-27,41%	
liquid fuels	CO <sub>2</sub>	-	-	64,7 (0,01%)	57,7 (0,01%)	-10,77%	

#### 3.3.2.3.1 Öl, Exploration (1.B.2.a.i)

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	Tier 1	AS	D
NMVOC	Tier 1	AS	CS

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

### 3.3.2.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.i)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Bohrfirmen und der Beteiligten in der Branche der Exploration zusammen. In Deutschland wird nach Erdöl und Erdgas gesucht. Im Jahr 2012 wurden 26 erfolgreiche Bohrungen mit einer Gesamtbohrleistung von 71.424 m niedergebracht. (Jahresbericht 2012 des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG 2013: - Tabelle Bohrerfolgsbilanz S. 67) Die zugrunde liegende Statistik über die Exploration unterscheidet nicht nach Erdöl und Erdgas.

### 3.3.2.3.1.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.i)

Nach Aussagen des WEG treten so gut wie keine diffusen Emissionen bei Bohrvorgängen auf, da an Bohrlöchern regelmäßig Messungen durchgeführt (Methansensoren in der Schutzhütte um das Bohrloch, Ultraschallmessungen, Ringraummanometer) und alte nicht mehr genutzte Bohrungen verfüllt und in der Regel mit einem Betondeckel versehen werden. Da keine Messergebnisse der einzelnen Bohrungen vorliegen, werden, um konservativ zu schätzen, die Emissionen für Bohrungen (WEG 2013) auf Grundlage des Default-Faktors nach den IPCC GPG 2000 für CO<sub>2</sub> von 0,48 kg/Bohrung und des Default-Faktors für Methan von 64 kg/Bohrung berechnet.

Tabelle 96: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.i

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CO <sub>2</sub>	0,48 kg/No <sup>35</sup>	T1	IPCC GPG 2000
CH <sub>4</sub>	64 kg/No	T1	IPCC GPG 2000
NMVOC	576 kg/No	T2	Expertenschätzung

### 3.3.2.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.i)

Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten für Erdöl- und Erdgasexploration werden mit +/- 5 % (95 %-Konfidenzintervall, Normalverteilung) quantifiziert. Den Emissionsfaktoren werden Unsicherheiten von +/- 25 % zugeordnet (95%-Konfidenzintervall, Normalverteilung).

### 3.3.2.3.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.i)

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

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Aufgrund fehlender landesspezifischer Daten wurde ein externes Gutachten (Müller-BBM, 2009a) in Auftrag gegeben. Es kam in seiner Quellgruppenanalyse zu dem Ergebnis, dass die Default-Faktoren für Deutschland anwendbar sind. Ein Vergleich mit anderen Ländern konnte aufgrund der geringen Vergleichsmöglichkeiten und aufgrund nicht ineinander umrechenbarer Einheiten nicht durchgeführt werden.

### 3.3.2.3.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.i)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

<sup>35</sup> No bezieht sich auf die Anzahl der erfolgreichen Bohrungen

## 3.3.2.3.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.i)

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

**3.3.2.3.2 Öl, Förderung und Vorbehandlung (1.B.2.a.ii)**

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	Tier 2	AS	CS
NMVOC	Tier 2	AS	CS

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

## 3.3.2.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.ii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Förderung (Rohöl) und der Vorbehandlung von Rohstoffen (Erdöl) der Erdölindustrie zusammen.

Die deutsche Erdölförderung betrug im Jahr 2012 nach Angaben des Jahresberichts des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG 2013) 2,62 Mio. t.

Die Vorbehandlung des geförderten Erdöls (Rohöls) in Aufbereitungsanlagen dient der Entgasung, Entwässerung und Entsalzung von Rohöl. Die unmittelbar aus den Bohrlöchern gewonnenen Rohöle entsprechen in ihrer Zusammensetzung nicht den Erfordernissen zum sicheren und problemlosen Transport in Rohrleitungen, da sie Verunreinigungen, einen Gasanteil und vor allem Wasser enthalten. Es erfolgt keine Stoffumwandlung. Störende Beimengungen, insbesondere mit dem Erdöl gefördertes Begleitgas (Erdölgas), Salze und Wasser werden entfernt, um Rohöl geeigneter Qualität für die Beförderung in Rohrleitungen (Pipelines) zu erzeugen.

## 3.3.2.3.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.ii)

Die Förderung von Erdöl in Deutschland ist wegen ihrer alten Lagerstätten sehr energieintensiv (Thermalförderung, Pumpenbetrieb zur Wassereinpressung in die Lagerstätte). Die Emissionen aus der Förderung und der Vorbehandlung konnten durch Expertengespräche zwischen UBA und WEG jedoch für die Berichterstattung ermittelt werden.

Tabelle 97: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.ii „Förderung“

<b>Schadstoff</b>	<b>Emissionsfaktor</b>	<b>Methode</b>	<b>Quelle</b>
CO <sub>2</sub>	270 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
CH <sub>4</sub>	1,40 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
NMVOC	12,6 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung

Tabelle 98: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.ii „Aufbereitung“

<b>Schadstoff</b>	<b>Emissionsfaktor</b>	<b>Methode</b>	<b>Quelle</b>
CH <sub>4</sub>	0,0026 kg/t	T2	Expertenschätzung
NMVOC	0,02 kg/t	T2	Expertenschätzung

## 3.3.2.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.ii)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei der Aktivitätsrate mit 5 bis 10 % angegeben und beruhen auf Schätzungen von Experten des WEG und der nationalen Experten.

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in der Quellgruppe entsprechen 25 %.

### 3.3.2.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.ii)

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

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

### 3.3.2.3.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.ii)

Aufgrund eines Rechenfehlers musste für das Jahr 2011 eine Rückrechnung für Kohlendioxid durchgeführt werden. Die Emissionen liegen rund 73 t (9 %) höher als 2013 berichtet.

### 3.3.2.3.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.ii)

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

## 3.3.2.3.3 Öl, Transport (1.B.2.a.iii)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	Tier 2	AS	CS
NMVOC	Tier 2	AS	CS

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

### 3.3.2.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Logistikunternehmen und Betreiber von Rohrleitungen und Rohrleitungsnetzen zusammen. Nach der Vorbehandlung wird Rohöl zu den Anlagen der Verarbeitung befördert.

Der Transport von Rohöl erfolgt fast ausschließlich mittels Rohrfernleitungen. Die Rohrfernleitungen sind ortsfest und im Regelfall unterirdisch verlegt. Anders als beim übrigen Verkehr wird der Transport nicht durch Umschlagvorgänge unterbrochen.

Die Rohrfernleitungen für Rohöl-Importe nach Deutschland haben eine Länge von 1.861 km. Sie transportierten im Jahr 2012 ca. ca. 2,6 Mio. t im Inland produziertem Rohöl (WEG 2012) und 97,67 Mio. t (berechnet aus MWV 2013) importiertes Rohöl.

Das Rohrfernleitungsnetz für Mineralöl hatte im Jahr 2005 eine Länge von 3.331 km mit einem Durchsatz von 33,6 Mio. t (MWV 2006, Mineralölversorgung mit Pipelines).

Mit Binnenschiffen wurden 2012 laut STATISTISCHES BUNDESAMT Fachserie 8, Reihe 4, Tabelle 2.1, Spalte Gesamtverkehr 45.600 t Rohöl befördert.

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

Der **Emissionsfaktor** für Methan wurde mittels Schätzung von Experten auf 0,11 kg/t ermittelt und im Forschungsvorhaben THELOKE et al „Ermittlung von Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten im Bereich 1.B.2.a.i bis vi“ (2013) bestätigt. Dieser Faktor beinhaltet auch die Umschlagvorgänge an den Terminals und Umschlagstationen und ist sehr konservativ, da die

Rohrfernleitungen ständig überwacht werden und es nur sehr selten zu Störfällen kommt (CONCAWE – „Performance of European cross country oil pipelines“).

Für die Emissionsberechnung wird die Menge an im Inland gefördertes Rohöl (2,62 Mio. t im Jahr 2012) mit dem Emissionsfaktor 0,11 kg/t verknüpft. Basierend auf den bisherigen Emissionsfaktoren wird angenommen, dass pro Übergabe, d.h. Eingabepunkt in die Pipeline bzw. Übergabe Pipeline/Raffinerie, 0,055 kg/t (Rohöl) CH<sub>4</sub> bzw. 0,0055 kg/t (Rohöl) NMVOC emittiert werden. Diese Emissionsfaktoren werden auf die durch Pipelines transportierten Rohölmengen angewendet. Auf die im Inland produzierten und per Pipeline transportierten Mengen werden die Emissionsfaktoren entsprechend mit Faktor 2 (2 Übergabepunkte) multipliziert. Der Faktor beinhaltet den Umschlag/das Einpumpen in der Förderstation und sämtliche Infrastruktur (Verbindungen, Regler, Messgeräte) entlang der Pipelines sowie den Umschlag an der Raffinerie.

Tabelle 99: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iii „Transport von Rohöl“ im Jahr 2012

Quellgruppe	Aktivität (AR)	Einheit	Schadstoff	Emissionsfaktor (EF)	Einheit
Transport von importiertem Rohöl	97,68	Mio. t/a	CH <sub>4</sub> NMVOC	0,055 0,0055	kg/t
Transport von im Inland produziertem Rohöl	2,62		CH <sub>4</sub> NMVOC	0,11 0,011	

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

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren werden mit +/- 20 % (95 %-Konfidenzintervall, Normalverteilung) quantifiziert, die Aktivitätsraten mit +/- 10 % (95 %-Konfidenzintervall, Normalverteilung).

### 3.3.2.3.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.iii)

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

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

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

Die Vorgänge beim Transport wurden spezieller betrachtet und es ergaben sich für die einzelnen Emissionsvorgänge (Import-Rohöl; Inland-Rohöl) neue Emissionsfaktoren. Die erforderlichen Rückrechnungen sind erfolgt.

Tabelle 100: Rückrechnungen in der Kategorie 1.B.2.a.iii „Transport von Rohöl“

	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Submission 2013	4.399 t	3.234 t	344 t	393 t	277 t	295 t
Submission 2014	5.025 t	5.057 t	5.254 t	5.754 t	5.671 t	5.681 t
Abweichung	626 t	1.823 t	4.907 t	5.361 t	5.394 t	5.386 t

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

Verbesserungen sind nicht erforderlich.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des

Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **3.3.2.3.4 Öl, Verarbeitung und Lagerung (1.B.2.a.iv)**

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	Tier 2	AS	CS
SO <sub>2</sub>	Tier 2	AS	CS
NMVOC	Tier 2 Tier 1 (Reinigung)	AS M (Reinigung)	CS M (Reinigung)

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

#### *3.3.2.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.iv)*

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Raffinerien und der Verarbeitungsbetriebe der Mineralölindustrie zusammen. In Deutschland werden Rohöl und Mineralölzwischenprodukte verarbeitet. Die Betriebe erhalten überwiegend Rohöl zur Verarbeitung. Die Verarbeitung erfolgt in technisch modernen Anlagen. In Deutschland wurden im Jahr 2012 insgesamt 13 Rohölraffinerien und 9 Schmieröl- und Altölraffinerien betrieben. Der Gesamteinsatz betrug 95.836.446 t für das Jahr 2012.

#### **Lagerung und Reinigung**

##### *Tanklager in Raffinerien*

Raffinerietanklager enthalten sowohl Rohöle als auch Zwischen- und Fertigprodukte und unterscheiden sich daher von raffineriefernen Tanklagern sowohl hinsichtlich der gelagerten Produkte als auch der umgeschlagenen Mengen. In den Mineralöltanklägern der Raffinerien betrug die Lagerkapazität im Jahr 2012 in Deutschland 22.648.252 m<sup>3</sup> (BAFA 2013).

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

Zu Tanklagern in Raffinerien werden Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt<sup>36</sup> „Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11. BlmSchV“ Bereich Lageranlagen (Müller-BBM, FKZ 3707 42 103/01, 2009b) verwendet.

##### *Raffinerieferne Tanklager*

Raffinerieferne Tanklager dienen insbesondere der Zwischenlagerung von Heizöl, Ottokraftstoffen sowie Diesel. Insgesamt betrug die Lagerkapazität der Mineralöltanklager im Jahr 2012 in Deutschland 43.921.138 m<sup>3</sup> (BAFA 2013).

##### *Reinigung*

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

<sup>36</sup> Müller-BBM (2009b): Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11. BlmSchV aus dem Jahre 2004 für die Verwendung bei der UNFCC- und UNECE-Berichterstattung“ Bereich Lageranlagen, Bericht Nr. M74 244/7, UBA FKZ 3707 42 103/01, 31 S.

Entsprechend einer Abschätzung von [Müller-BBM, 2009b] kann davon ausgegangen werden, dass die Emissionsfaktoren für die Lagerung von Rohölen und Mineralölprodukten Reinigungsvorgänge mit berücksichtigen.

### 3.3.2.3.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.iv)

#### **Verarbeitung**

Für die Emissionen im Bereich Verarbeitung wird die Aktivitätsrate folgendermaßen ermittelt: MWV 2013: Produkt aus Rohöldestillations-Kapazität S. 27 (104.397.000 t) und Auslastung der Raffinerie S. 48 (91,8 %).

Die verwendeten Emissionsfaktoren für NMVOC, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> stammen aus dem Forschungsvorhaben von THELOKE et. al. (2013). Hierfür wurden die Emissionserklärungen 2004 und 2008 ausgewertet.

#### **Lagerung**

##### *Tanklager in Raffinerien*

Nach Müller-BBM (Teilvorhaben Lageranlagen, 2009b) wird für die Abschätzung der Emissionen aus der Lagerung in Raffinerien als Aktivitätsrate die Rohöldestillationskapazität (im Jahr 2012 ca. 104,4 Mio. t; MWV 2013, S. 27) herangezogen.

Als Emissionsfaktor kann für die diffusen VOC-Emissionen der in der VDI-Richtlinie 2440 genannte Wert von 0,16 kg/t angesetzt werden. Davon abgeleitet wurde der EF für Methan (5-10 % von 0,16 kg) und entsprechend abgezogen.

Tabelle 101: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Lagerung und Reinigung von Rohöl in Tanklagern von Raffinerien“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	0,016 kg/t	T2	Expertenschätzung
NMVOC	0,144 kg/t	T2	Expertenschätzung

##### *Raffinerieferne Tanklager*

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

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

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

Tabelle 102: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Lagerung und Reinigung von flüssigen Mineralölprodukten in raffineriefernen Tanklagern“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	5 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
NMVOC	100 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung

Tabelle 103: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.iv „Lagerung und Reinigung von gasförmigen Mineralölprodukten in raffineriefernen Tanklagern“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	150 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
NMVOC	500 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung

### 3.3.2.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.iv)

#### Verarbeitung

Für die Emissionsfaktoren wurden Unsicherheiten von +/-20 % (95 % Konfidenzintervall, Normalverteilung) angenommen. Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten werden mit +/- 10 % (95 % Konfidenzintervall, Normalverteilung) angenommen.

#### Lagerung und Reinigung

Für den Bereich Lagerung und Reinigung werden die Gesamtunsicherheiten der Emissionen mit +/- 40 % (95 % Konfidenzintervall, Normalverteilung) eingeschätzt. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen von nationalen Experten sowie aus dem Forschungsbericht von MÜLLER-BBM im Jahr 2009(b) und THELOKE et. al. (2013).

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

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

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

Die Emissionsfaktoren für NMVOC werden laut Müller-BBM zumindest in ihrer Größenordnung durch die Ergebnisse unabhängiger Herangehensweisen gestützt. So wurden im Rahmen einer Bottom-up-Analyse eines Raffinerietanklagers durch Müller-BBM ein Wert von 300 g/m<sup>3</sup> und durch Messung an Mitteldestillat tanks ein Wert von 200 g/m<sup>3</sup> ermittelt.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

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

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

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

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	Tier 2	AS	CS
NMVOC	Tier 2	AS	CS

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

Zur Bestimmung der Emissionen aus der Verteilung (Transport und Umschlag) steht kein Entscheidungsbaum zur Verfügung und ist keine Methode vorgegeben (IPCC-GPG 2000:

Kapitel 2 Energie). Hier kann lediglich in Analogie zur Quellgruppe 1.B.2.a.iii vorgegangen werden.

### 3.3.2.3.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.v)

#### Verteilung

##### Allgemein

Mineralölprodukte werden mittels Binnentankschiffen, Rohrleitungen für Produkte, Eisenbahnkesselwagen und Straßentankfahrzeugen transportiert und zwischen den jeweiligen Tanks umgeschlagen. Die Betankungsemissionen von Flugzeugen werden von Experten als sehr gering eingeordnet, da bei der Betankung Trockenkopplungen zum Einsatz kommen. Die Emissionen bei der Befüllung von privaten Heizölkesseltanks sind durch hohe Sicherheitsstandards ebenfalls sehr gering. Der gesamte deutsche Inlandsabsatz an Mineralölprodukten belief sich im Jahr 2012 auf 109.231.000 t (MWV 2012, S. 51). Der Inlandsabsatz von Ottokraftstoff betrug im Jahr 2012 nach dem MWV (ebd.) 18.487.000 t.

##### Binnentankschiffe

Nach dem Transport von Ottokraftstoffen befinden sich in den entladenen Tanks noch erhebliche Mengen an Ottokraftstoffdämpfen. Die Tanks müssen z.B. bei Ladungswechsel oder Werftaufenthalt entgast (ventiliert) werden. Bei einer durchschnittlichen Anzahl von 277 Ventilierungen pro Jahr ergibt sich nach BiPRO (Forschungsprojekt 2010: „Evaluierung der Anforderungen der 20. BlmSchV für Binnentankschiffe im Hinblick auf die Wirksamkeit der Emissionsminderung klimarelevanter Gase“, FKZ 3709 45 326) eine emittierte Menge von 336 - 650 t NMVOC.

##### Kesselwagen

Jährlich werden etwa 13 Mio. m<sup>3</sup> Ottokraftstoffe in Deutschland mit Kesselwagen per Bahn transportiert. Durch Umschlag (Befüllen/Entladen) und Verluste aus den Tanks werden jährlich lediglich 1.260 t NMVOC sowie 140 t CH<sub>4</sub> (insgesamt 1.400 t VOC) emittiert (UBA 2004b).

Die Emissionssituation macht deutlich, dass der technische Ausrüstungsstand von Eisenbahnkesselwagen und Umschlagseinrichtungen bereits ein hohes Niveau erreicht hat.

#### Reinigung von Transportfahrzeugen

Die Tankinnenreinigung wird vor Reparaturarbeiten, vor Sicherheitsprüfungen, bei einem Produktwechsel oder bei einem Mietwechsel durchgeführt.

Derzeit wird im Inventar die Reinigung von Eisenbahnkesselwagen berücksichtigt. Die bei der Entleerung der Eisenbahnkesselwagen verbleibenden Restmengen, zwischen 0 und 30 Litern (in Ausnahmefällen bis zu mehreren 100 Litern), emittieren in der Regel nicht vollständig. Sie sind eine Quelle für Emissionen bei der Tankinnenreinigung.

Jährlich erfolgen etwa 2.500 Reinigungsvorgänge bei Ottokraftstoffkesselwagen. Die bei der Tankinnenreinigung von Kesselwagen entstehenden Emissionen über die Abluft betragen ca. 40.000 kg/a VOC (UBA 2004b, S.34).

Insgesamt wird mit einem stagnierenden bzw. sinkenden Ölverbrauch gerechnet. In diesem Zusammenhang kann von einer abnehmenden Zahl von Tanklagern ausgegangen werden.

Aufgrund dieser Entwicklungen zeichnet sich langfristig eine Zunahme der mittleren Transportentfernung von derzeit 200 km (ebd.) für Mineralölprodukte ab.

Weitere Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung können nur noch gering die Emissionen in dieser Quellgruppe beeinflussen. Durch eine Kombination verschiedener technischer und organisatorischer Maßnahmen lassen sich die aktuellen Emissionen jedoch noch etwas weiter reduzieren. Eine wesentliche Ursache für Emissionen während der Handhabung z.B. beim Umschlag in Eisenbahnkesselwagen sind vor allem die Restmengen, die beim Entleeren zurückbleiben und beim nächsten Befüllvorgang über das Mannloch emittieren können. In diesem Zusammenhang wird untersucht, inwieweit die „best practice“ an allen Umschlagstationen konsequent umgesetzt werden und dies bei der Bestimmung der Emissionen berücksichtigt werden muss. Außerdem führt eine Verbesserung des Tankeinfüllstutzens zu einem höheren Wirkungsgrad bezüglich der Vermeidung der VOC-Emissionen während des Betankungsvorgangs.

## Tankstellen

In Deutschland gibt es derzeit 14.678 Tankstellen (MWV 2013), an denen im Jahr 2012 etwa 18,5 Mio. t Ottokraftstoff sowie 33,7 Mio. t Diesel abgesetzt wurden.

Tabelle 104: Aktivitätsraten zur Berechnung der Emissionen unter 1.B.2.a.v

Aktivitätsraten	1990	2012	Veränderung
Tankstellenbestand	19.317	14.678	-24 %
Verteilung von Ottokraftstoff	31.257 kt	18.487 kt	-41 %
Verteilung von Dieselkraftstoff	21.817 kt	33.678 kt	+ 54 %

Beim Umfüllen aus Tankfahrzeugen in Lagertanks und bei der Betankung von Kraftfahrzeugen gelangt eine bedeutsame Menge an diffusen Emissionen von VOC in die Umwelt.

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

#### Verteilung

Als Aktivitätsraten dienen die Inlandsabsätze der entsprechenden Mineralölprodukte (MWV 2013).

- Dieselkraftstoffe
- Leichtes Heizöl
- Flugturbinenkraftstoff
- Ottokraftstoffe

Die Emissionsfaktoren werden differenziert nach den Treibstoffen auf Basis von [Winkler, 2004] ermittelt und beinhalten auch Tropfverluste bei der Betankung.

Bisher wurde angenommen, dass sich VOC-Emissionsfaktoren zu 90 % in NMVOC und zu 10 % in Methan aufteilen. Diese Annahme ist nicht plausibel. In dieser Quellgruppe werden Mineralölprodukte umgeschlagen und verteilt, die in der Raffinerie einer fraktionierten Destillation unterzogen wurden, bei der gasförmige Produkte bereits abgetrennt wurden. Es wird die Stoffgruppe „VOC“ in diesem Fall der Stoffgruppe „NMVOC“ gleichgesetzt und als Emissionsmenge NMVOC berichtet (THELOKE et. al., 2013).

Tabelle 105: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.a.v „Verteilung von Mineralölprodukten“

Schadstoff NMVOC	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
Dieselkraftstoff	0,111 kg/t	T2	Winkler / Theloke
Leichtes Heizöl	0,0127 kg/t	T2	Winkler / Theloke
Flugturbinenkraftstoff	0,075 kg/t	T2	Winkler / Theloke

### Ottokraftstoff

Zur Ermittlung der Emissionen wird ein einheitlicher Emissionsfaktor von 1,4 kg/t herangezogen. Dies entspricht der Sättigungskonzentration von Kohlenwasserstoffdämpfen und damit der maximal möglichen Emissionsmenge ohne Minderungsmaßnahmen.

Mit den 1992 und 1993 immissionsschutzrechtlichen Vorschriften (20. und 21. BImSchV) für Tankstellen zur Begrenzung dieser Emissionen wurden Minderungsmaßnahmen gefordert. Diese betreffen sowohl den Bereich des Umfüllens und der Lagerung von Ottokraftstoffen (20. BImSchV) als auch den Bereich der Betankung von Fahrzeugen mit Ottokraftstoffen an Tankstellen (21. BImSchV).

Der Einsatz vorgeschriebener Minderungstechniken wie die Installation von Gaspendelungs- (20. BImSchV) und Gasrückführungssystemen (21. BImSchV) und der Einsatz von automatischen Überwachungseinheiten (mit der Novellierung der 21. BImSchV am 6.5.2002) führten zu einem stetigen Rückgang der VOC-Emissionen, was durch den Anwendungsgrad im ZSE abgebildet wird. Mit den derzeit vorhandenen technischen Möglichkeiten ist ein Wirkungsgrad von 85 % erreichbar.

### Reinigung

Nach dem UBA-Text (2004b) wird 1/3 der Transporte mit Eisenbahnkesselwagen durchgeführt. Die übrigen 2/3 der Transporte erfolgen mit anderen Transportmitteln, vorwiegend mit Tanklastwagen.

Es wird davon ausgegangen, dass die im Bericht vorgenommene Aufteilung von 1/3 zu 2/3 auch auf die entstehenden Emissionen bei der Reinigung bezogen werden kann. Derzeit umfasst das Inventar Emissionen aus der Reinigung von Eisenbahnkesselwagen in Höhe von 36.000 kg NMVOC. Daraus wurde abgeleitet, dass die Emissionen bei der Reinigung der anderen Transportmittel – hauptsächlich Straßentankfahrzeuge – ca. 70.000 kg NMVOC betragen.

Eine konsequenterere Erfassung der Emissionen bei der Öffnung des Mannlochs im Kesselwagen (es entweichen ca. 14,6 m<sup>3</sup>) sowie eine weitergehende Behandlung der Abluft aus der Tankinnenreinigung können VOC-Emissionen zusätzlich reduzieren. Zur Abluftreinigung wird eine einstufige Aktivkohleabsorption angenommen. Damit kann bei einer Ausgangsbeladung von 1 kg/m<sup>3</sup> die Abluftkonzentration um 99,5 % auf unter 5 g/m<sup>3</sup> gemindert werden. Somit verbleiben Restemissionen von lediglich 1,1 t. Dies entspricht einer Minderung gegenüber der ermittelten 36,5 t/a (ohne Adsorption) um ca. 97 % (UBA, 2004b, S.34).

### 3.3.2.3.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.v)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit +/- 20% (95 %-Konfidenzintervall, Normalverteilung) angegeben, die Aktivitätsraten zu +/- 5% (95%-Konfidenzintervall, Normalverteilung) quantifiziert (THELOKE et.al. 2012).

### 3.3.2.3.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.v)

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

Derzeit berichten nur wenige Länder Emissionen in dieser Quellgruppe. Der IEF für Methan ist lediglich vergleichbar mit Kroatien und liegt in der selben Größenordnung (Deutschland IEF= 0,027 g/t; Kroatien: 745 kg/PJ ~ 0,030 g/t).

Die NMVOC-Emissionen aus der Befüllung von Transportmitteln für Straße, Schiene, Wasser innerhalb von Raffinerien (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2005 SNAP 050501) verursachen europaweit durchschnittlich 0,2 % der Emissionen an NMVOC. Die Emissionen aus den eigentlichen Transportvorgängen sowie der Lagerung von Kraftstoffen außerhalb von Raffinerien, jedoch ohne Tankstellen, betragen weitere 0,9 % (SNAP 050502). Die Emissionen aus der Lagerung von Kraftstoffen im Bereich der Tankstellen umfassen 2,3 %. Als Emissionsfaktoren werden 200-500 g/t umgeschlagener Ottokraftstoff für SNAP 050501, 600-3120 g/t für SNAP 050502 und 2000-4500 g/t für SNAP 050503 angegeben. Weitere Ergebnisse zur Verifikation liegen noch nicht vor.

### 3.3.2.3.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.a.v)

Aufgrund der geänderten Emissionsfaktoren kam es zu Rückrechnungen über die gesamte Zeitreihe für Methan und NMVOC.

Tabelle 106: Rückrechnungen NMVOC in der Kategorie 1.B.2.a.v „Verteilung von Mineralölprodukten“

NMVOC	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Submission 2013	137 t	85 t	44 t	26 t	20 t	20 t
Submission 2014	72 t	49 t	29 t	19 t	15 t	15 t
Abweichung	65 t	36 t	15 t	7 t	5 t	5 t

Bisher wurde angenommen, dass sich die VOC Emissionen in 90 % NMVOC und 10 % Methan aufsplitten – nach THELOKE et. al., 2013 ist diese Annahme nicht plausibel, so dass die Methanemissionen in dieser Quellgruppe auf NA gesetzt wurden.

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

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

**3.3.2.3.6 Öl, Sonstige (1.B.2.a.vi)**

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CH <sub>4</sub>	IE	IE	IE
NMVOC	IE	IE	IE

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

**3.3.2.3.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.a.vi)**

Zur Bestimmung der Emissionen aus der Verteilung stehen kein Entscheidungsbaum oder weitere Anleitungen zur Verfügung. Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook stehen zu sonstigen Emissionen keine Anleitungen zur Verfügung.

**Allgemeines**

In dieser Quellgruppe werden quellgruppenübergreifend die Emissionen aus Kohlenwasserstoffrückgewinnungs-Einrichtungen (Vapor Recovery Unit - VRU) betrachtet.

„Kohlenwasserstoff-Dämpfe werden insbesondere bei der Lagerung, Verpumpung und -ladung von Rohölen und Ottokraftstoffen emittiert. Bei Lagerung in Festdachbehältern mit Gaspendedelung und beim Bottomloading werden die Dämpfe im Gemisch mit Luft oder Inertgas gesammelt, die Kohlenwasserstoffe abgetrennt und in den flüssigen Zustand überführt. Die beim Verladen von flüchtigen Produkten emittierten Dämpfe werden ohne VRU auf 0,05 % des durchgesetzten Volumens geschätzt. Durch VR-Verfahren können über 99,9 % oder Emissionsreduktionen auf unter 100 mg/Nm<sup>3</sup> (mit zweistufigen Verfahren) erzielt werden“ (UBA-AT, 2000).

**3.3.2.3.6.2 Methodische Aspekte (1.B.2.a.vi)**

Nach THELOKE et. al. liegen die aus den Emissionserklärungen von 2008 ermittelten Emissionen bei 0,151 g/t für NMVOC und beziehen sich fast ausschließlich auf Lagerungsaktivitäten. Die Emissionen, die in den 2004er Emissionserklärungen angegeben wurden, beziehen sich hauptsächlich auf die Verteilung von Mineralölprodukten.

Der Sub-Kategorie 1.B.2.a.vi werden keine Aktivitäten und damit Emissionen zugeordnet, da die Emissionen aus der Anwendung von VRU bereits in den anderen betrachteten Subkategorien der CRF Quellgruppe 1.B.2.a berücksichtigt sind.

**3.3.2.3.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.a.vi)**

Angaben zu Unsicherheiten und zur Zeitreihenkonsistenz sind nicht erforderlich.

**3.3.2.3.6.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.a.vi)**

Eine Qualitätskontrolle entfällt.

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

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

**3.3.2.3.6.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.a.vi)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 3.3.2.4 Erdgas (1.B.2.b)

CRF 1.B.2.b	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	L	-/T2	6.966,1 (0,57%)	5.368,4 (0,57%)		-22,93%
Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	-	-	1.404,1 (0,11%)	990,0 (0,11%)		-29,49%

Die Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ ist für CH<sub>4</sub>-Emissionen aus Erdgas eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe sowie der Tier-2-Analyse.

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

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	IE	IE	IE
NMVOC	IE	IE	IE

Die Quellgruppe 1.B.2.b.i „Gas, Erkundung von Gas“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH<sub>4</sub> nach der Emissionshöhe.

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

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

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

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

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

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

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

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

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

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

Rückrechnungen sind unter 1.B.2.a.i beschrieben.

## 3.3.2.4.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.i)

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

**3.3.2.4.2 Gas, Herstellung und Verarbeitung (1.B.2.b.ii)**

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	Tier 2	AS	CS
CO (nur Aufbereitung)	Tier 1	AS	CS
SO <sub>2</sub> , NMVOC	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.b.ii „Gas, Herstellung und Verarbeitung“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH<sub>4</sub> nach der Emissionshöhe.

Die Bestimmung der Emissionen erfolgte nach den Methoden der IPCC-GPG (2000: Figure 2.12 Decision Tree for Natural Gas Systems, Seite 2.80, hier „Box 4“, ggf. „Box 3“).

**3.3.2.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.ii)**

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten Förderung, Vorbehandlung und Verarbeitung zusammen. Im Jahr 2012 wurden in Deutschland 10,8 Mrd. m<sup>3</sup> Erdgas gefördert (WEG 2013, S. 52, Erdgasförderung), davon sind 40 % Sauergas. In Deutschland findet die Vorbehandlung in Anlagen auf der Förderstation statt. Emissionen vom Anfang einer Vorbehandlung bis zum Abschluss der Verarbeitung können aus verschiedenen Anlagen stammen.

**Anlagen zur Vorbehandlung (Aufbereitung)**

Aus der Tiefe kommendes Erdgas wird über Tage zunächst in Trocknungsanlagen behandelt. Diese scheiden mitgefördertes Lagerstättenwasser, flüssige Kohlenwasserstoffe und Feststoffe ab. Der noch verbliebene Wasserdampf wird dem Gas unter Verwendung von Glykol entzogen (WEG 2008a<sup>37</sup>, S. 25).

**Sauergas**

Das aus der geologischen Formation des Zechsteins in Deutschland geförderte schwefelwasserstoffhaltige Erdgas (so genanntes Sauergas) erfordert eine spezielle Aufbereitung. Dieses Gas wird durch gesonderte und wegen der Gefährlichkeit des Schwefelwasserstoffs zusätzlich gesicherte Rohrleitungen in zentrale Aufbereitungsanlagen transportiert, wo ihm in chemisch-physikalischen Waschprozessen der Schwefelwasserstoff entzogen wird.

Das Erdgas verlässt die Aufbereitungsanlagen in verbrauchsfähiger Qualität. Der Schwefelwasserstoff wird in elementaren Schwefel umgewandelt und dient hauptsächlich der chemischen Industrie als Grundstoff. Die Schwefelproduktion aus der Erdgasgewinnung betrug in Deutschland ca. 798.257 Tonnen im Jahr 2012 (WEG 2013, S. 58).

<sup>37</sup> WEG 2008a: Erdgas-Erdöl, Entstehung-Suche-Förderung, Hannover, 34 S.

### 3.3.2.4.2.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.ii)

#### Erdgas

Die spezifischen Emissionsfaktoren wurden aufgrund von Literaturrecherchen (SCHÖN, WALZ et al., 1993) und Nachfragen bei Unternehmen durch das Umweltbundesamt abgeleitet und für die Jahre 1990 bis 1994 kontinuierlich fortgeschrieben. Für die Jahre ab 1995 konnten mit Unterstützung des WEG spezifische Emissionsfaktoren ermittelt werden. Hierbei hat sich gezeigt, dass die Methan-Emissionsfaktoren deutlich unter denen aus der Literaturrecherche liegen.

Tabelle 107: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.ii „Trocknung und Aufbereitung von Erdgas“

Schadstoff	Emissionsfaktor	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	0,15 kg/ Tsd. m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung

#### Sauergas

Zur Berechnung der Emissionen aus der Sauergasaufbereitung wird ein Splitfaktor bezogen auf die Aktivitätsrate (gesamte Erdgasförderung 2012 = 10,8 Mrd. m<sup>3</sup>) von 0,4 verwendet. Diese Angabe zum Splitfaktor basiert auf dem WEG-Bericht zur Sauergasbehandlung (WEG, 2008a).

Für die Sauergasaufbereitung wird der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 0,23 t/Tsd.m<sup>3</sup> aus Österreich verwendet, da nach Aussagen des WEG die zwei in Deutschland betriebenen Entschwefelungsanlagen mit der österreichischen Anlage vergleichbar sind.

Tabelle 108: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.ii „Aufbereitung von Erdgas“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CO <sub>2</sub>	0,23 t/Tsd. m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung

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

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 10 bis 30 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen der nationalen Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000; Kapitel 2.7.1.6.).

#### 3.3.2.4.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.ii)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung wurden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt. Der IEF für Kohlendioxid liegt am oberen Ende der Bandbreite.

### 3.3.2.4.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.ii)

Es sind keine Rückrechnungen erfolgt.

### 3.3.2.4.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.ii)

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

### 3.3.2.4.3 Gas, Weiterleitung (1.B.2.b.iii)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub> (Weiterleitung)	Tier 3	AS	CS
CH <sub>4</sub> (Speicherung)	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.b.iii „Gas, Weiterleitung“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH<sub>4</sub> nach der Emissionshöhe.

Die Bestimmung der Emissionen erfolgte nach den Methoden der IPCC-GPG (2000: Figure 2.12 Decision Tree for Natural Gas Systems, Seite 2.80, hier „Box 4“, ggf. „Box 3“).

#### 3.3.2.4.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iii)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Gasproduzenten und der Gasversorger zusammen. In Deutschland wird Gas (Erdgas und Erdölgas) von Betrieben/Anlagen der Förderung und der Verarbeitung zu Unternehmen der Gasversorgung und Gasverarbeitung weitergeleitet. Diese Weiterleitung erfolgt über Rohrleitungen (Fernhochdruckrohrleitungen) und in Behältern (Tanks). Stadtgas wurde in relevanten Mengen bis zum Jahr 1997 durch Rohrleitungen weitergeleitet.

Zur Weiterleitung von Gas werden Rohrleitungen der Druckstufe Hochdruck (über 1 bar) und der Materialarten Kunststoff und Stahl/Duktilguss eingesetzt.

Ein Teil des Erdgases wird zur zeitlichen Unterbrechung der Weiterleitung in unterirdischen Speichern zwischengelagert.

Die mit Gas zur Weiterleitung befüllten Tanks werden auch per Binnentankschiff transportiert/befördert.

#### 3.3.2.4.3.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iii)

##### Rohrleitungen (Hochdruckrohrleitungen)

In Deutschland gefördertes Erdgas wurde von den Förderfeldern und den dortigen Förderstationen (auf Land und vor der Küste) anteilig über Rohrleitungen weitergeleitet. Die Betreibergesellschaften der bedeutendsten Gasfernleitungen in Deutschland sind im *Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung* (WEG), im *Verein des Deutschen Gas- und Wasserfaches* (DVGW) sowie im *Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft* (BDEW) organisiert.

Tabelle 109: Verwendete Methan-Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iii „Weiterleitung“

Leitungsmaterial	Druckstufe	Wert	Methode	Quelle
Stahl und Duktilguss	Hochdruck	241 kg/km	T3	Expertenschätzung
Kunststoff	Hochdruck	44 kg/km	T3	Expertenschätzung

## **Speicher**

Für die sichere Einlagerung großer Erdgasmengen eignen sich natürliche und künstliche unterirdische Speicher. In Deutschland stehen rund 40 Untertagespeicher zur Verfügung. Ein großer Teil dieser Speicher befindet sich in ausgeförderten Erdöl- und Erdgaslagerstätten. Bei ihnen wird der Porenraum von porösen Gesteinen für die Speicherung genutzt. Die Porespeicher können je nach Größe der geologischen Struktur zwischen 100 Mio. m<sup>3</sup> und mehreren Mrd. m<sup>3</sup> 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. m<sup>3</sup>. Dazu kommt eine als Druckpuffer erforderliche Kissengasmenge von 10 Mio. m<sup>3</sup> bis 30 Mio. m<sup>3</sup>. Ende des Jahres 2011 verfügten die in Deutschland bestehenden Untertagegasspeicher über ein Arbeitsgasvolumen von über 22,9 Mrd. m<sup>3</sup> (10,8 Mrd. m<sup>3</sup> Porespeicher und 12,1 Mrd. m<sup>3</sup> Kavernenspeicher). Ein weiterer Ausbau ist im Gange (vgl. WEG, 2011: S. 20ff).

Der nachfolgende Emissionsfaktor wurde mittels Betreiberbefragung und Auswertung von Störungsstatistiken ermittelt (Müller-BBM 2012) und ist gültig für Poren- und Kavernenspeicher. Weitere Gasspeicher werden in unter 1.B.2.b.iv berichtet.

Tabelle 110: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iii „Speicherung von Erdgas“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	0,07 kg/Tsd.m <sup>3</sup> (Vn) <sup>38</sup>	T2	Expertenschätzung

### **3.3.2.4.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iii)**

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

### **3.3.2.4.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iii)**

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

### **3.3.2.4.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iii)**

Es sind keine Rückrechnungen erfolgt.

### **3.3.2.4.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.iii)**

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

<sup>38</sup> Verfügbares Arbeitsgasvolumen normiert auf 273 K und 1013 hPa.

### 3.3.2.4.4 Gas, Verteilung (1.B.2.b.iv)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	Tier 3	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.b.iv „Gas, Verteilung“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH<sub>4</sub> nach der Emissionshöhe.

#### 3.3.2.4.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.iv)

Die Emissionen der Quellgruppe setzen sich aus den Tätigkeiten der Branche der Gasversorgungsunternehmen bis zu den Kunden zusammen. In Deutschland wird Erdgas zur Gasversorgung überwiegend über Rohrleitungsnetze verteilt. Zur Verteilung von Gas werden Rohrleitungen der Druckstufen Nieder- (bis 100 mbar) und Mitteldruck (zwischen 100 mbar und 1 bar) und der Leitungsmaterialien Kunststoff, Stahl/Duktilguss und Grauguss eingesetzt. Um Doppelzählungen zu vermeiden, ist das gesamte Hochdruckrohrnetz der Ferngas- und Erdgasfördergesellschaften in 1.B.2.b.iii zusammengefasst.

Die durch die Gasverteilung verursachten Emissionen sind trotz deutlich gestiegener Gasdurchleitungen und eines gegenüber 1990 um über 79 % erweiterten Verteilungsnetzes um zirka 7 % zurückgegangen. Ursache hierfür ist zum einen die Erneuerung des Gasverteilungsnetzes insbesondere im Osten Deutschlands. So wurde insbesondere der Anteil der Graugussrohre im Niederdrucknetz reduziert und durch emissionsärmere Kunststoffrohrleitungen ersetzt. Eine weitere Ursache dieser Reduzierung ist die Minderung der diffusen Verteilungsverluste in der Folge technischer Verbesserungen (technisch dichte Armaturen wie Flansche, Ventile, Pumpen, Kompressoren) als Resultat der Implementierung von Anforderungen zur Emissionskontrolle aus Regularien (TA Luft 1986 und 2002, VDI-Richtlinie 2440, 11-2000). Wesentliche Rahmendaten hierzu sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 111: Gasverteilungsnetz und verursachte Methanemissionen

Parameter	1990	1995	2000	2005	2010	2012
Gesamtlänge Leitungsnetz [km]	245.852	320.878	369.390	411.955	405.234	439.466
Methangesamtemission [t]	199.567	204.309	192.281	185.874	183.093	185.663
Implizierter Emissionsfaktor [kg/km]	811,7	636,7	520,5	451,2	451,8	422,5
Änderung des Emissionsfaktors zum Basisjahr	0 %	22 %	36 %	44 %	44 %	45 %

Ein Teil des Erdgases wird zur zeitlichen Unterbrechung der Verteilung in oberirdischen (Kugel-)Speichern zwischengelagert. Die mit Gas zur Verteilung und Beförderung gefüllten Tanks werden per Eisenbahnkesselwagen und Straßentankfahrzeugen befördert.

Gas wird auch in Behältern (kleinen Tanks, Flaschen) angeboten. Diese Behälter werden als Stückgut, zumeist in Gebinden, befördert.

#### Verteilung über Rohrleitungen

Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage der verfügbaren Netzstatistiken zur Zusammensetzung der Verteilungsnetze im Nieder- und Mitteldruckbereich. In den frühen 1990er Jahren wurden auch die Emissionen der Verteilung von Stadtgas in die Berechnungen einbezogen. Das Stadtgasverteilungsnetz hatte 1990 einen Anteil von 16 % am gesamten Gasnetz, davon 15 % im Graugussnetz- und 84 % im Stahl- und Duktilgussbereich. In der nachfolgenden Tabelle sind die Entwicklungen der

Netzzusammensetzung zusammengestellt. Die Verteilungsnetze des Stadtgases sind dabei mit berücksichtigt worden. Besonders auffällig ist der Ausbau des Kunststoffrohrnetzes mit 400 % im Mitteldruckbereich.

Tabelle 112: Struktur des Gasverteilungsnetzes

Verteilungsnetz		Länge des Verteilungsnetzes		
Druckstufe	Material	1990 [km]	2012 [km]	Änderung [%]
Niederdruck	Grauguss	17.260	0	-100
	Kunststoff	23.894	42.998	+80
	Stahl und Duktilguss	119.761	167.449	+40
Mitteldruck	Kunststoff	43.307	163.046	+376
	Stahl und Duktilguss	41.622	65.973	+59
<b>Insgesamt</b>		<b>245.844</b>	<b>439.466</b>	<b>+79</b>

Die Angaben zur Erfüllung der guten Inventarpraxis nach den Guidelines werden übergreifend bei 1.B.2 erläutert (siehe Kapitel 0).

### 3.3.2.4.4.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.iv)

#### Verteilung über Behälter

Die Verteilung von Gas in Behälter (Tanks von Transportmitteln sowie Flaschen) erfolgt über Anlagen zur Abfüllung von Gas. Danach erfolgt der Transport mit Eisenbahnkesselwagen und Straßentankfahrzeugen. Gas in Behältern (Flaschen) wird ebenfalls von Kunden vor dem Gebrauch befördert (nicht als Stückgut). In geringem Umfang findet auch bei den Verbrauchern eine Zwischenlagerung statt bevor das Gas verbraucht wird (siehe zum Verbrauch bei den jeweiligen Quellgruppen bei 1.A).

#### Speicher

Zur Einlagerung von mittleren Erdgasmengen zum Ausgleich kurzzeitiger Verbrauchsschwankungen eignen sich künstliche oberirdische Speicher. In Deutschland stehen hierzu Kugel- und Röhrenspeicher sowie weitere Niederdruckbehälter zur Verfügung. Aufgrund der Ergebnisse eines Forschungsvorhabens [Müller-BBM 2012] konnten neue landesspezifische Emissionsfaktoren ermittelt werden.

Tabelle 113: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iv „Zwischenspeicherung von Erdgas“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	5 kg/Tsd.m <sup>3</sup> (Vn) <sup>39</sup>	T2	Expertenschätzung

#### Erdgasfahrzeuge und Tankstellen

Weiterhin gibt es in Deutschland einen steigenden Trend zur Nutzung von erdgasbetriebenen Fahrzeugen. Laut Kraftfahrtbundesamt gab es mit Stichtag 01.01.2013 ca. 96.284 erdgasbetriebene Fahrzeuge in Deutschland. Diese werden an CNG-Tankstellen, welche an das öffentliche Netz angeschlossen sind, mittels Kompressoren aus Hochdruckzwischenspeichern betankt. Es gibt derzeit ca. 900 CNG-Tankstellen landesweit (Müller-BBM 2012).

<sup>39</sup> Verfügbares Arbeitsgasvolumen normiert auf 273 K und 1013 hPa.

Tabelle 114: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.iv „Erdgastankstellen und Erdgastanks in Fahrzeugen“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	0,33 kg/Fahrzeug	T2	Expertenschätzung

Aufgrund der hohen Sicherheitsanforderungen bei der Betankung und auch bei den Tanks selbst, sind daher die Emissionen mit ca. 30 t pro Jahr sehr gering und werden im Wesentlichen bei der Druckprüfung und bei Entleerung von Tanks verursacht.

### Kälteverflüssigtes Erdgas (LNG)

Erdgas lässt sich bei -161°C verflüssigen und ist somit transportgeeignet. Dieser Prozess ist allerdings sehr energieintensiv und wird nur zur Überbrückung großer Distanzen angewendet. In Deutschland existiert derzeit kein LNG-Umschlagterminal [Müller-BBM 2012]. Importe aus anderen Ländern erfolgen im Wesentlichen in gasförmiger Form über die Fernleitungen und werden unter 1.B.2.b.iii berücksichtigt.

In Deutschland existieren derzeit eine Erdgasverflüssigungsanlage und zwei Satellitenspeicheranlagen. Dortige Speicherungen und Umschlagvorgänge unterliegen höchsten sicherheitstechnischen Anforderungen, so dass Emissionen ausgeschlossen sind. Lediglich bei Wartungen können Kleinstmengen an Gas entweichen. Die Mengen bewegen sich im unteren dreistelligen Kilogrammbereich [Müller-BBM 2012].

#### 3.3.2.4.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.iv)

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

#### 3.3.2.4.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.iv)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

#### 3.3.2.4.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.iv)

Keine Rückrechnungen erfolgt.

#### 3.3.2.4.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.iv)

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

### 3.3.2.4.5 Gas, Sonstige Leckagen (1.B.2.b.v)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.b.v „Gas, Sonstige Leckagen“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.b „Erdgas“ eine Hauptkategorie für CH<sub>4</sub> nach der Emissionshöhe.

Zur Bestimmung der Emissionen aus der Verteilung stehen kein Entscheidungsbaum oder weitere Anleitungen zur Verfügung (siehe IPCC-GPG 2000: Kapitel 2 Energie).

Nach den Berichtsvorgaben des EMEP Emission Inventory Guidebook stehen zu sonstigen Emissionen keine Anleitungen zur Verfügung (EMEP 2005: Group 5: Extraction & distribution of fossil fuels and geothermal energy).

### 3.3.2.4.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.b.v)

Die Quellgruppe beschreibt die Emissionen aus der Leckage im industriellen Bereich sowie bei Haushalten und Kleinverbraucher. Die Aktivitätsraten basieren auf den Ergebnissen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen sowie der aktuellen BDEW Gasstatistik.

Seit 1997 wird in Deutschland kein Stadtgas mehr ins Netz eingespeist.

### 3.3.2.4.5.2 Methodische Aspekte (1.B.2.b.v)

Die Emissionsfaktoren sind landesspezifisch. Sie wurden mittels des Forschungsvorhabens "Methanemissionen durch den Einsatz von Gas in Deutschland von 1990 bis 1997 mit einem Ausblick auf 2010"; Fraunhofer ISI, 2000 ermittelt.

Tabelle 115: Verwendete Methan-Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.b.v „diffuse Emissionen bei Erdgas-Anwendern“

Betriebsstätte	Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
Gaszähler und Armaturen in Haushalten und Kleinverbrauchern	CH <sub>4</sub>	4,5 kg/No <sup>40</sup>	T2	Expertenschätzung
Armaturen in Industrieanlagen	CH <sub>4</sub>	410*10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung

### 3.3.2.4.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.b.v)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 20 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen von Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000, Kapitel 2.7.1.6.).

### 3.3.2.4.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.b.v)

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

### 3.3.2.4.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.b.v)

Keine Rückrechnungen erfolgt.

### 3.3.2.4.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.b.v)

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

<sup>40</sup> Anzahl an Gaszähler und Armaturen

### 3.3.2.4.6 Abfackelung und Entlüftung (1.B.2.c)

CRF 1.B.2.c	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
venting & flaring	CH <sub>4</sub>	-	474,3 (0,04%)		406,6 (0,04%)		-14,26%
<b>venting &amp; flaring</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	-	<b>409,5 (0,03%)</b>		<b>134,7 (0,01%)</b>		<b>-67,11%</b>
venting & flaring	N <sub>2</sub> O	-	1,1 (0,00%)		0,2 (0,00%)		-82,81%

Die Quellgruppe 1.B.2.c „Abfackelung und Entlüftung“ ist für CO<sub>2</sub> eine Hauptkategorie nach der Tier-2-Analyse.

Die Quellgruppen in der übergeordneten Gruppe der diffusen Emissionen aus 1.B.2.c "Abfackelung und Entlüftung" umfasst die direkt ausgeblasenen und über eine Verbrennung in die Atmosphäre emittierten Treibhausgase und Luftschatdstoffe.

### 3.3.2.4.7 Abfackelung und Entlüftung von Öl (1.B.2.c.i)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	Tier 2	AS	CS
CH <sub>4</sub> (Förderung)	Tier 2	AS	CS
CH <sub>4</sub> (Raffinerien)	Tier 1	AS	D
N <sub>2</sub> O (nur Förderung)	Tier 2	AS	CS
NMVOC (nur Raffinerien)	Tier 1	AS	D

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

Für die Bestimmung der Emissionen sind keine Methoden vorgegeben (siehe IPCC-GPG, 2000) lediglich der Entscheidungsbaum für Raffinerie (siehe 1.B.2.a.iii) enthält Abfackelung und Entlüftung als Kriterium.

#### 3.3.2.4.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.i)

Nach den allgemeinen Vorgaben aus der TA-Luft (2002) sind Gase und Dämpfe sowie Wasserstoff und Schwefelwasserstoff, die aus Druckentlastungsarmaturen und Entleerungseinrichtungen austreten, in ein Gassammelsystem einzuleiten. Die erfassten Gase werden soweit wie möglich in Prozessfeuerungen verbrannt. Sofern dies nicht möglich ist, werden die Gase einer Fackel zugeführt. Die Fackeln müssen mindestens die Anforderungen an Fackeln zur Verbrennung von Gasen aus Betriebsstörungen und Sicherheitsventilen erfüllen. Die Fackel ist für eine Raffinerie und für andere Anlagen in den Quellgruppen 1.B.2 eine unbedingt notwendige Sicherheitseinrichtung. Bei der Verarbeitung von Rohöl können aus unterschiedlichen Gründen gelegentlich zu hohe Drücke in den Prozessanlagen entstehen. Damit in solchen Fällen der Druck nicht so hoch wird, dass Behälter und Rohrleitungen platzen, muss der Überdruck durch Sicherheitsventile abgebaut werden können. Sicherheitsventile lassen das Produkt in Leitungen ab, die zur Fackel führen. Dort können die Gase, die bei Überdruck ausströmen, kontrolliert verbrannt werden. Durch Einrichtungen zur Fackelgasrückgewinnung wird der größte Teil der anfallenden Gase verflüssigt und wieder in den Verarbeitungsprozess rückgeführt oder in der Raffinerie für Feuerungszwecke genutzt. Kohlenwasserstoffe werden dabei zu mehr als 99 % zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O umgesetzt. Am Fackelkopf ist daher selten mehr als eine kleine Zündflamme zu sehen.

### 3.3.2.4.7.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.i)

Die Aktivitätsraten wurden wie auch für Quellgruppe 1.B.2.a.iv. berechnet, d. h. im Jahr 2012 wird auf Basis von (MWV, 2013) eine verarbeitete Rohölmenge von 95.836.446 t (104.397.000 t Kapazität x 91,8 % Auslastung) angenommen.

Abfackelungsaktivitäten finden auf Förderanlagen und in Raffinerien statt. In Raffinerien werden diese differenziert nach Regelbetrieb und nach Störungs- bzw. An/Abfahrbetrieb. Die Emissionsfaktoren wurden aus den Emissionsberichten, der Rohöldestillationskapazität und der Gesamtauslastung der deutschen Raffinerien gebildet.

Emissionen bei der Entlüftung werden in 1.B.2.a.iv berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Qualitätssicherung werden bei der Ermittlung und Dokumentation der Emissionen berücksichtigt.

Tabelle 116: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Erdölförderanlagen“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	0,558 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
CO <sub>2</sub>	90,4 g/t	T2	Expertenschätzung
N <sub>2</sub> O	64 g/Tsd. m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
CO	0,074 g/t	T2	Expertenschätzung
NM VOC	0,457 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung

Tabelle 117: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Raffinerien“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	0,00029 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
CO <sub>2</sub>	2,86420 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
N <sub>2</sub> O	0,00001 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
CO	0,00033 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
NM VOC	0,00280 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
SO <sub>2</sub>	0,00843 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> )	0,00041 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)

Tabelle 118: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen an Raffinerien: Abfackelung-Störung“

Schadstoff	Wert	Methode	Quelle
CH <sub>4</sub>	0,00008 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
CO <sub>2</sub>	1,28495 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
N <sub>2</sub> O	0,0000003kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
CO	0,00416 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
NM VOC	0,00227 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
SO <sub>2</sub>	0,01523 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)
NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> )	0,00349 kg/t	T2	Theloke et. al. (2013)

### 3.3.2.4.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.i)

Für die Emissionsfaktoren der Abfackelungsprozesse im Normalbetrieb werden quantitative Unsicherheiten von +/-10 % (95 % Konfidenzintervall, Normalverteilung) angenommen. Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten werden mit +/-5 % (95 % Konfidenzintervall, Normalverteilung) angenommen.

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren störungsbedingter Abfackelungsprozesse (Störungs-, An- und Abfahrbetrieb) sind weitaus größer, da die Emissionsmenge jedes Jahr sehr unterschiedlich sein kann. Sie werden mit -90 %/ +300 % (95 % Konfidenzintervall,

Lognormal-Verteilung) abgeschätzt. Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten werden mit +/- 10 % (95 % Konfidenzintervall, Normalverteilung) angenommen. (Theloke et. al. 2013)

#### **3.3.2.4.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.i)**

Zur Erläuterung der quellspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung siehe 1.B.2.a (Kapitel 3.3.2.3.1.4).

Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan und der für Kohlendioxid innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt. Der für Lachgas liegt am oberen Ende der Bandbreite. Dies liegt an der konservativen Rechnung mittels des Default-Faktors.

#### **3.3.2.4.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (1.B.2.c.i)**

Aufgrund neuer Emissionsfaktoren wurden Rückrechnungen für Kohlendioxid, NMVOC und Methan vorgenommen.

Auf Basis der jährlichen Kapazität der Rohöldestillation in Kombination mit der Gesamtauslastung wurden die Emissionen für alle emittierten Stoffe bis 2002 zurückgerechnet. Bis 1995 fehlten die Informationen zur Auslastung, so dass nur die jährliche Kapazität verwendet wurde. Die Kapazitätsinformation vor 1995 wurde aus dem bestehenden Emissionsinventar übernommen.

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

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

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

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

<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>	<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>	<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub>	Tier 2	AS	CS
CH <sub>4</sub>	Tier 2	AS	CS
N <sub>2</sub> O	Tier 2	AS	CS
NMVOC	Tier 2	AS	CS

Die Quellgruppe 1.B.2.c.ii „Abfackelung und Entlüftung von Gas“ ist nach der Einordnung der aggregierten Quellgruppe 1.B.2.c „Abfackelung und Entlüftung“ keine Hauptkategorie.

Für die Bestimmung der Emissionen sind keine Methoden vorgegeben (siehe IPCC-GPG, 2000), lediglich der Entscheidungsbaum für Raffinerien (siehe 1.B.2.a.iv) enthält Abfackelung und Entlüftung als Kriterium.

#### **3.3.2.4.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.c.ii)**

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

#### **3.3.2.4.8.2 Methodische Aspekte (1.B.2.c.ii)**

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

Emissionen bei der Entlüftung werden in der Quellgruppe 1.B.2.b.iii berücksichtigt. Die SO<sub>2</sub>-Emissionen werden ermittelt aus der Aktivitätsrate von 11.648 Tsd. m<sup>3</sup> abgefackeltes Erdgas

(WEG 2013, S. 57) und einem Emissionsfaktor von 0,140 kg/ 1000 m<sup>3</sup>, welcher einen durchschnittlichen H<sub>2</sub>S-Gehalt von 5 Vol. % berücksichtigt.

Tabelle 119: Verwendete Emissionsfaktoren für die Kategorie 1.B.2.c.i „Fackelemissionen bei der Erdgasförderung“

<b>Schadstoff</b>	<b>Wert</b>	<b>Methode</b>	<b>Quelle</b>
CH <sub>4</sub>	0,5 kg/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
CO <sub>2</sub>	0,056 t/GJ	T2	Expertenschätzung
N <sub>2</sub> O	2*10 <sup>-8</sup> kg/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
CO	0,7 g/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
NMVOC	0,62 mg/m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung
SO <sub>2</sub>	140 g/Tsd.m <sup>3</sup>	T2	Expertenschätzung

### 3.3.2.4.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.c.ii)

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe werden bei den Emissionsdaten mit 25 % angegeben. Diese Angaben beruhen auf Schätzungen von nationalen Experten und liegen in der angegebenen Spanne relevanter Default-Emissionsfaktoren (IPCC GPG 2000, Kapitel 2.7.1.6.).

### 3.3.2.4.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (1.B.2.c.ii)

Zur Erläuterung der quellspezifischen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung siehe 1.B.2.b (Kapitel 3.3.2.4). Ein Vergleich der Quellgruppe mit anderen Ländern zeigt, dass der IEF für Methan innerhalb der Bandbreite der internationalen Berichterstattungen liegt.

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

Eine Übersicht über Art und Umfang der in CRF 1.B.2 erfolgten Rückrechnungen findet sich in Kapitel 10.1.1.

### 3.3.2.4.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (1.B.2.c.ii)

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

## 3.3.2.5 Geothermie (1.B.2.d)

### 3.3.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (1.B.2.d)

Die Quellgruppe 1.B.2.d „Geothermie“ ist keine Hauptkategorie.

Geothermie ist eine regenerative Energieform. Geothermiesysteme, die die Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 Metern nutzen, zählen zur oberflächennahen Geothermie. Systeme der oberflächennahen Geothermie stellen über Wärmepumpen Wärme und Kälte bereit und dienen zur Brauchwassererwärmung. Geothermiesysteme, die die Erdwärme in Tiefen von größer als 400 Metern nutzen, zählen zur tiefen Geothermie. Geothermische Heizwerke versorgen Energieverbraucher über Fern- oder Nahwärme-/kältenetze mit Wärme und Kälte, indem der Wärmeinhalt des Thermalwasserstroms direkt genutzt wird. Geothermische Kraftwerke wandeln die Wärme des Thermalwasserstroms technisch in Strom und erzeugen i.d.R. in einem gekoppelten Prozess Strom und Wärme.

Bis Ende 2012 waren 23 Tiefengeothermieranlagen mit einer elektrischen Leistung von 12,51 MW und 222,95 MW thermischer Leistung in Betrieb, 14 Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 47,6 MW und 163,5 MW thermischer Leistung befinden sich im

Bau und weitere 43 Anlagen mit einer Kapazität von 93 MW elektrischer Leistung und 523 MW thermischer Leistung sind geplant.

Beim Betrieb der Geothermiekraftwerke und Geothermieheizwerke in Deutschland treten keine Emissionen von klimawirksamen Gasen auf. Der Thermalwasserkreislauf ist geschlossen und wird untertägig und obertägig unter Luftabschluss betrieben, so dass während des Betriebs keine Emissionen auftreten. Selbst eine Freisetzung der im Wärmeträgerfluid gelösten Gase - vor allem H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>S – würde keine berichtenswerte Konzentration erreichen (vgl. „Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung, Analyse und Bewertung der klein- und großräumigen Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung“, FKZ 205 42 110, Kapitel A.2.3.5). Daher werden die Emissionen mit „NO“ berichtet. Der Eigenstrombedarf aller Geothermieanlagen, größtenteils Antriebsenergie für Pumpen, wurde im Jahr 2012 mit Strom aus dem Netz gedeckt und wird im Bericht unter den entsprechenden Quellgruppen inventarisiert.

### **3.3.2.5.2     Methodische Aspekte (1.B.2.d)**

Das IPCC Reference Manual beschreibt keine Methodik für die Quellgruppe 1.B.2.d „Andere“ (IPCC, 1996b: S. 1.132f)

Emissionsfaktoren für Treibhausgase und Luftschatstoffe, die bei Bohrungen zur Erschließung der oberflächennahen und der tiefen Geothermie entweichen könnten, wurden in Deutschland nicht ermittelt. Wie aus der Exploration von Öl- und Gaslagerstätten bekannt, muss bei Bohrungen stets mit einer Freisetzung von im Untergrund gebundenen Gasen gerechnet werden – dies können H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>S und Rn sein (vgl. „Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung Analyse und Bewertung der klein- und großräumigen Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung“, FKZ 205 42 110, Kapitel A.2.1.5). Bei Bohrungen für die oberflächennahe Geothermie, sind nur sehr geringe Emissionen zu erwarten. Bei allen geothermischen Tiefenbohrungen werden sogenannte „Blow-out-preventer“ eingesetzt, um einen Gasaustritt zu verhindern. Weiterhin werden mittels Bohrspülungen die ggf. im Bohrloch freigesetzten Gase gezielt in die durchteufen Gesteinsschichten zurückgedrängt.

### **3.3.2.5.3    Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (1.B.2.d)**

Erläuterungen zu Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz entfallen.

### **3.3.2.5.4    Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und –Verifizierung                  (1.B.2.d)**

Erläuterungen zu quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung entfallen. Die Verifikation ist zurzeit nicht möglich.

### **3.3.2.5.5    Quellspezifische Rückrechnung (1.B.2.d)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

### **3.3.2.5.6    Geplante Verbesserungen (1.B.2.d)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des

Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 4 INDUSTRIEPROZESSE (CRF SEKTOR 2)

### 4.1 Übersicht (CRF Sektor 2)

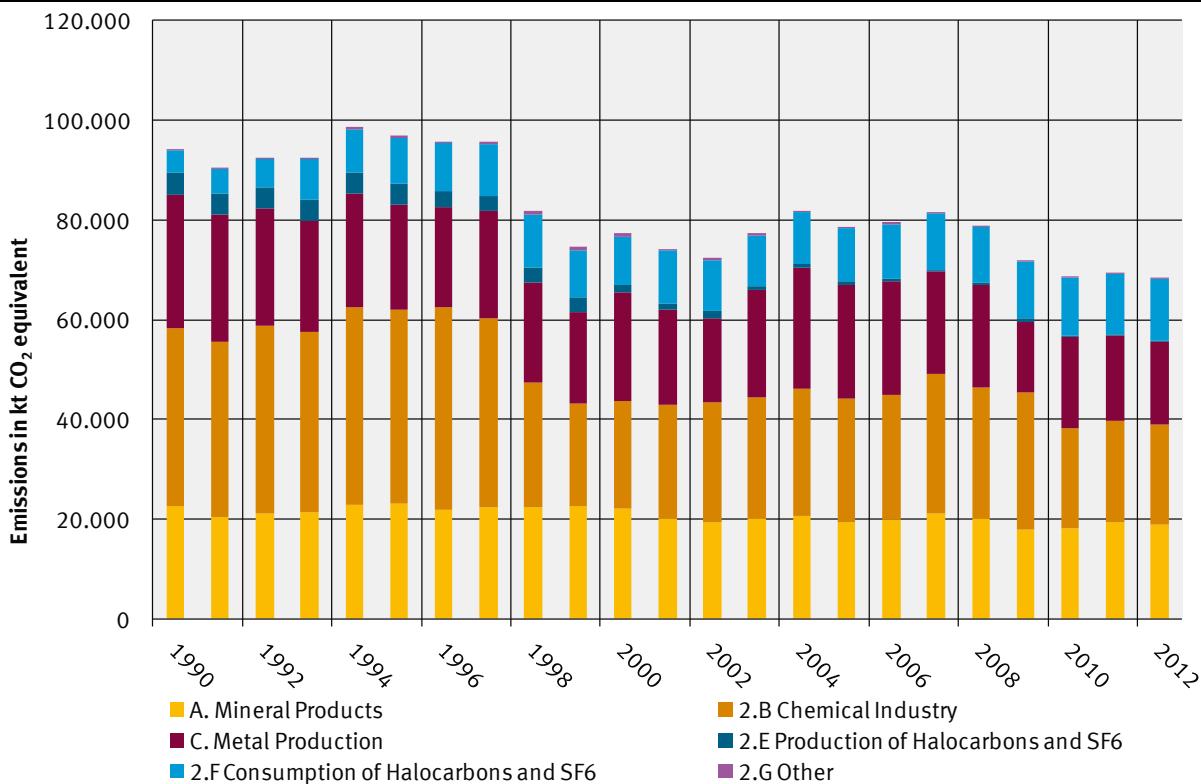


Abbildung 39: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 2

### 4.2 Mineralische Produkte (2.A)

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

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

## 4.2.1 Mineralische Produkte: Zement (2.A.1)

### 4.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.1)

CRF 2.A.1	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Clinker Production	CO <sub>2</sub>	L	T	15.145,8 (1,23%)	13.028,1 (1,39%)	-13,98%	
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>	
CO <sub>2</sub>			CS		AS		CS
NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>			CS		AS		CS

Die Quellgruppe *Zement* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die weiteren Ausführungen beziehen sich nur auf die Zementklinkerproduktion, weil die Klinkermahlung als Staubquelle hier nicht relevant ist. Die Zementproduktion ist in Tabelle 120 nur als Bezugsgröße ohne Emissionsrelevanz aufgeführt.

Beim Klinkerbrennprozess werden klimarelevante Gase emittiert. Zum weit überwiegenden Teil ist dies CO<sub>2</sub>. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus den Rohmaterialien sind direkt an die Produktionsmengen des Zementklinkers gekoppelt. Laut Verein Deutscher Zementwerke (VDZ, 2011) betrug die Klinkerproduktion im Jahr 2012 24.581 kt<sup>41</sup>. Die rohstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden mit einem vom Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) aus anlagenspezifischen Daten ermittelten, länderspezifischen Emissionsfaktor von 0,53 t CO<sub>2</sub>/t Zementklinker berechnet. Aus der Klinkerproduktion resultiert daher eine rohstoffbedingte CO<sub>2</sub>-Emission von 13.028 kt CO<sub>2</sub> im Jahr 2012.

<sup>41</sup> Vorläufiger Wert (gerundet).

Tabelle 120: Produktion und CO<sub>2</sub>-Emissionen der deutschen Zementindustrie

Jahr	Klinkerproduktion	Emissionsfaktor	Rohstoffbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen	Zementproduktion
	[kt/a]	[t CO <sub>2</sub> /t]	[kt/a]	(kt/a)
<b>1990</b>	28.577		15.146	37.772
<b>1991</b>	25.670		13.605	34.341
<b>1992</b>	26.983		14.301	37.331
<b>1993</b>	27.146		14.387	36.649
<b>1994</b>	28.658		15.189	40.512
<b>1995</b>	29.072		15.408	35.862
<b>1996</b>	27.669		14.664	34.318
<b>1997</b>	28.535		15.124	34.148
<b>1998</b>	29.039		15.391	35.601
<b>1999</b>	29.462		15.615	37.438
<b>2000</b>	28.494	0,53	15.102	35.414
<b>2001</b>	25.227		13.370	32.118
<b>2002</b>	23.954		12.696	31.009
<b>2003</b>	25.233		13.373	32.749
<b>2004</b>	26.281		13.929	31.854
<b>2005</b>	24.379		12.921	31.009
<b>2006</b>	24.921		13.208	33.630
<b>2007</b>	26.992		14.306	33.382
<b>2008</b>	25.366		13.444	33.581
<b>2009</b>	23.232		12.313	30.441
<b>2010</b>	22.996		12.188	29.915
<b>2011</b>	24.775		13.131	33.540
<b>2012</b>	24.581		13.028	32.432

Quelle: hergeleitet aus BdZ 2005 (bis 1994), VDZ, 2013 (ab 1995)

#### 4.2.1.2 Methodische Aspekte (2.A.1)

##### Aktivitätsdaten

Die Erhebung der Aktivitätsdaten beruht auf der Summierung einzelbetrieblicher Angaben, bis zum Jahr 1994 auf Basis von Daten des BDZ. Nach einer Optimierung der Datenerhebung innerhalb des Verbandes wurden die Aktivitätsdaten ab 1995 vom VDZ bzw. dessen Forschungsinstitut der Zementindustrie in Düsseldorf durch Umfragen bei den deutschen Zementwerken und aus Angaben des BDZ zusammengestellt. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um die im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Monitorings veröffentlichten Daten, ergänzt um die Werke, die nicht Mitglieder im BDZ sind (teilweise Schätzung des VDZ).

In Tabelle 120 sind die Aktivitätsdaten für Zementklinker und Zement und die aus der Klinkerproduktion ermittelten rohstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Jahre 1990 bis 2012 zusammengefasst.

##### Emissionsfaktoren

Der für die Emissionsberechnung verwendete Emissionsfaktor von 0,53 t CO<sub>2</sub> / t Zementklinker beruht auf massengewichteten einzelbetrieblichen Angaben, d.h. der Emissionsfaktor wurde vom VDZ durch Aggregierung anlagenspezifischer Daten zu den Anteilen von CaO und anderen (in den Rohmaterialien enthaltenen karbonathaltigen) Metalloxiden (MgO) im Klinker bestimmt. Der Emissionsfaktor wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes bestätigt (VdZ, 2009).

Da in der deutschen Zementindustrie der aus dem Abgas abgeschiedene Staub wieder in den Brennprozess zurückgeführt wird, kann die Karbonatfreisetzung aus den

Klinkerrohstoffen direkt aus dem Metalloxidgehalt des Klinkers bestimmt werden, ohne relevante Verluste über den Abgaspfad berücksichtigen zu müssen.

Der Emissionsfaktor von 0,53 t CO<sub>2</sub> / t Zementklinker wurde für die gesamte Zeitreihe in Ansatz gebracht.

Die rohstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Zementindustrie werden entsprechend der IPCC-GPG nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$\text{CO}_2\text{-Emissionen} = \text{Emissionsfaktor (EF}_{\text{Klinker}}\text{)} \times \text{Klinkerproduktion}$$

(Tabelle 120 enthält die berechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen der deutschen Zementindustrie für die berichteten Jahre)

#### 4.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.1)

Die Zeitreihenkonsistenz wird für die Aktivitätsdaten durch die langjährige Verbandsdatenerhebung und für den Emissionsfaktor durch den einheitlichen Ansatz für alle Jahre gewährleistet.

Die Ermittlung der angegebenen Unsicherheiten erfolgte durch eine Expertenschätzung gemäß Tier 1 der IPCC-GPG-Vorgaben (2000: Kapitel 6.3, S. 6.12).

Die Angaben zur Klinkerproduktion müssen von den meisten Unternehmen auch im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels berichtet werden. In den EU-Monitoring-Leitlinien für den Emissionshandel ist eine maximale Genauigkeit von 2,5 % angegeben. Die Unsicherheiten für die verwendeten Aktivitätsdaten wurden daher mit -2,5 % bzw. +2,5 % abgeschätzt.

Die Unsicherheit des verwendeten Emissionsfaktors wurde auf +/- 2 % geschätzt. Dies wurde durch die Erhebungen im Rahmen eines Forschungsprojektes bestätigt (VdZ, 2009).

#### 4.2.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.1)

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

Zur Qualitätssicherung wurden alle verwendeten Daten des BDZ, des VDZ sowie Vergleichsangaben aus der Literatur auf Plausibilität geprüft. Der ermittelte Emissionsfaktor für die rohstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde mit denen anderer Länder verglichen. Die geringe Abweichung (< 5 %) vom IPCC-Tier-1-Default-Faktor des IPCC Reference Manuals von 0,5071 t CO<sub>2</sub> / t Klinker (IPCC 1996b: Kapitel 2.3.2, S. 2.6) ergibt sich aus dem zum Teil höheren Kalkgehalt des deutschen Klinkers (64 % bis 67 % CaO) sowie einem im Default-Wert nicht berücksichtigten MgO-Gehalt von durchschnittlich 1,5 %. Das Verfahren entspricht der Tier 2-Methode der IPCC-GPG (IPCC, 2000) und wird als genauer als die Verwendung von Default-Emissionsfaktoren eingeschätzt.

Der verwendete Emissionsfaktor weicht nur geringfügig (1 %) von dem im Vollzug des ETS in Deutschland verwendeten Emissionsfaktor ab, der dort einer behördlichen Kontrolle und betrieblichen Nachweispflichten unterliegt. Es liegen bisher keine Berechnungen für den Emissionsfaktor vor dem Jahre 2000 vor, der einheitliche Ansatz für alle Jahre stellt eine Expertenschätzung dar.

#### 4.2.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.1)

Rückrechnungen sind nach Aktualisierung der veröffentlichten Produktionszahlen in geringem Umfang für das Jahr 2011 erfolgt.

#### 4.2.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.1)

Es sind keine quellgruppenspezifischen Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.2.2 Mineralische Produkte: Kalk (2.A.2)

#### 4.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.2)

CRF 2.A.2	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Limestone and Dolomite	CO <sub>2</sub>	L -/T2	5.867,6	(0,48%)	4.620,1	(0,49%)	-21,26%
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>	
CO <sub>2</sub>		CS		AS		D	
NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>		CS		AS		CS	

Die Quellgruppe *Kalk* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe sowie der Tier-2-Analyse.

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 0 (CRF 2.A.3), um die internationale Vergleichbarkeit des Kapitels 0 (CRF 2.A.2) zu erhalten.

Die Kalkproduktion unterliegt aufgrund der Anwendungsbreite der Produkte traditionell weniger konjunkturellen Schwankungen als die Herstellung anderer mineralischer Produkte wie z.B. Zement. Auch 2012 lag die Produktion von Branntkalk mit etwas mehr als 5,92 Mio. t nur etwas unter dem Niveau der Vorjahre.

Dahingegen ist die Dolomitkalkproduktion im Vergleich zum Jahr 2011 um etwa 30 % auf 0,24 Mio. t zurückgegangen.

Tabelle 121: Produktion und CO<sub>2</sub>-Emissionen der deutschen Kalkindustrie (nach Rekalkulation – s. 0)

Jahr	Produktion [t]	Kalk	Produktion [t]	Dolomitkalk
		CO <sub>2</sub> -Emissionen [Mio. t]		CO <sub>2</sub> -Emissionen [Mio. t]
1990	7.180.057	5,355	591.595	0,513
1991	6.347.938	4,734	593.321	0,515
1992	6.434.344	4,798	575.955	0,500
1993	6.718.472	5,010	516.470	0,448
1994	7.365.100	5,493	505.995	0,439
1995	7.461.872	5,565	545.026	0,473
1996	6.881.431	5,132	545.575	0,473
1997	6.975.146	5,202	531.268	0,461
1998	6.666.164	4,971	558.373	0,484
1999	6.681.273	4,983	481.123	0,417
2000	6.856.478	5,113	525.522	0,456
2001	6.534.447	4,873	512.527	0,445
2002	6.462.040	4,819	516.271	0,448
2003	6.599.930	4,922	436.887	0,379
2004	6.561.720	4,893	459.679	0,399
2005	6.407.324	4,778	464.345	0,403
2006	6.515.915	4,859	462.533	0,401
2007	6.738.764	5,025	459.405	0,398
2008	6.733.805	5,022	455.066	0,395
2009	5.393.103	4,022	335.013	0,291
2010	6.004.296	4,478	335.077	0,291
2011	6.206.546	4,629	343.610	0,298
2012	5.917.597	4,415	237.091	0,205

Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Kalk- bzw. die Dolomitkalkproduktion bei konstantem Emissionsfaktor linear voneinander abhängen, gelten die vorhergehenden Aussagen zu den Aktivitätsraten für die CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechend.

#### 4.2.2.2 Methodische Aspekte (2.A.2)

Beim Brennen von Kalkstein oder Dolomit wird CO<sub>2</sub> freigesetzt, das mit dem Abgas an die Atmosphäre abgegeben wird. Die Höhe der Emissionen ergibt sich aus dem Produkt der Produktmenge (Kalk oder Dolomitkalk) und dem entsprechenden Emissionsfaktor.

#### Emissionsfaktoren

Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden folgende Faktoren verwendet:

$$\begin{aligned} EF_{\text{Kalk}} &= 0,746 \text{ t CO}_2/\text{t Kalk} \text{ (stöchiometrisch } 0,785 * \text{ Oxidanteil } 0,95) \\ EF_{\text{Dolomitkalk}} &= 0,867 \text{ t CO}_2/\text{t Dolomitkalk} \text{ (stöchiometrisch } 0,913 * \text{ Oxidanteil } 0,95) \end{aligned}$$

Dabei wird angenommen, dass der Kalk zu 95 % aus CaO bzw. der Dolomitkalk zu 95 % aus CaO • MgO besteht und 5 % der Gesamtmasse auf nicht CO<sub>2</sub>-relevante Verunreinigungen entfallen. Diese Herangehensweise entspricht den Vorgaben der *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC2000, Kapitel3.1.2, Table 3.4) und wird seit der EU-internen Inventarüberprüfung aus dem Jahre 2012 entsprechend des Prüfberichts umgesetzt (Umweltbundesamt GmbH, 2012).

## Aktivitätsdaten

Die Produktionszahlen werden über die gesamte Zeitreihe vom BV Kalk e.V., dem deutschen Industrieverband der Kalkindustrie, anlagenbezogen erhoben und für die Berichterstattung zur Verfügung gestellt. Die Produktionsmenge von Werken, die nicht über die Verbandsstatistik des BV Kalk erfasst werden, wird auf der Basis vorliegender Informationen (z.B. Betreiberangaben, veröffentlichte Daten aus dem Emissionshandel) abgeschätzt und zur Angabe des BV Kalk addiert. Somit wird sichergestellt, dass die deutsche Kalkproduktion vollständig erfasst wird.

### 4.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.2)

In den EU-Monitoring-Leitlinien für den Emissionshandel wird eine Genauigkeit der Aktivitätsraten von 2,5 % gefordert. Da die Angaben des BV Kalk zur Kalkproduktion auf den Angaben der Betreiber im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Emissionshandels beruhen und der Anteil der nicht in den Verbandszahlen erfassten Werke (und nachträglich geschätzten Werke) gering ist, wurden die **Unsicherheiten** für die verwendeten **Aktivitätsraten** mit -2,5 % bzw. +2,5 % abgeschätzt. Dies gilt für Branntkalk und Dolomitkalk gleichermaßen.

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.

### 4.2.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.2)

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

Die Erfassung der Produktionsmengen durch den BV Kalk wird durch verbandsinterne Kontrollen mit Hilfe separater Befragungen im technischen und kaufmännischen Bereich qualitätsgesichert (Tier 2).

Die Emissionen und erhobenen Produktionsmengen wurden mit Erkenntnissen aus dem Emissionshandel und mit den Daten aus der nationalen Statistik verglichen. Nach den Rekalkulationen in Folge der letztjährigen Inventarüberprüfungen, insbesondere nach der erfolgten Anpassung im Rahmen einer EU-internen Überprüfung<sup>42</sup> führen diese Vergleiche zu weiterem Prüfbedarf. *Da die Emissionen im Inventar nun niedriger liegen als im ETS, werden die im ETS angewendeten Methoden derzeit genauer betrachtet. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die unterschiedliche Berücksichtigung von Verunreinigungen des Rohmaterials einerseits im ETS und andererseits entsprechend der IPCC GL 1996 die maßgebliche Ursache für diese Abweichungen ist. Momentan kann dieser Unterschied in den betrachteten Vergleichen nicht exakt ausgewiesen werden.*

Die verwendeten IPCC-Default-Faktoren sind für die landesspezifische Methode geeignet.

### 4.2.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

<sup>42</sup> Siehe Seite 9 von (UMWELTBUNDESAMT GmbH 2012): Online unter [http://ec.europa.eu/clima/policies/effort/docs/esd-2012-germany\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/effort/docs/esd-2012-germany_en.pdf), als „revised estimates“ bezeichnet

#### **4.2.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.2)**

Es sind keine quellgruppenspezifischen Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

#### **4.2.3 Mineralische Produkte: Verwendung von Kalkstein und Dolomit (2.A.3)**

##### **4.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.3)**

CRF 2.A.3	Gas	HK	1990	2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
IE	CO <sub>2</sub>	-	IE	IE	IE	IE
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
CO <sub>2</sub>		IE				

Emissionen dieser Quellgruppe werden zurzeit nicht gesondert berichtet, sondern werden in den Quellgruppen berichtet, in denen Kalkstein und Dolomit verwendet wird. Zur Vereinfachung wird bis auf erläuterungsbedürftige Ausnahmen von Kalkstein gesprochen, auch wenn die Summe von Kalkstein und Dolomit betroffen ist.

In dieser Quellgruppe werden die gesamte Produktion und Verwendung von Kalkstein und Dolomit bilanziell betrachtet und Abgleiche mit den Quellgruppen des Inventars vorgenommen (s. Tabelle 122). Die „Kalksteinbilanz“ stellt inhaltlich eine Stoffstromanalyse in Form von Mengenbilanzen dar, die sich zu Zeitreihen zusammenfügen lassen. Diese methodische Erarbeitung erfolgte in einem Forschungsprojekt unter Einbeziehung der gesamten UBA-Expertise (UBA 2006). Im Jahre 2010 erfolgte eine Aktualisierung dieser Bilanz bis zum Letzt verfügbaren Datenjahr für den vollständigen Datensatz in 2008. Diese Bilanzevaluierung zeigte Probleme bei der Datenverfügbarkeit auf, wobei sich auch Lösungen ableiten ließen und die Auswirkungen der alternativen Verwendung der IPCC Guidelines 1996 und 2006 aufgezeigt wurden. Das Kurzgutachten, das gemeinsam von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und dem Umweltbundesamt erarbeitet wurde, beinhaltet vollständig rekalkulierte Zeitreihen für die Kalksteinverwendung (UBA 2010).

Tabelle 122: Kalksteinbilanz für die Verwendung von Kalkstein in Bereichen mit und ohne Emissionsrelevanz an Kohlendioxid

<b>Kalksteinverwendung in Deutschland in Mio. Tonnen</b>		<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2008</b>	<b>CRF-Verweis</b>
[Mio. t]						
<b>Aufkommen</b>						
Gewinnung im Inland (Statistikwechsel 1994/ 1995)	110,500	76,790	95,100	91,659	2.A.3	
Einfuhr	1,299	2,275	3,301	5,214	2.A.3	
Ausfuhr	0,201	0,389	0,278	1,367	2.A.3	
<b>Summe Aufkommen</b>	<b>111,598</b>	<b>78,676</b>	<b>98,123</b>	<b>95,506</b>	<b>2.A.3</b>	
<b>Verwendung</b>						
Zementindustrie	34,203	35,131	34,522	29,601	2.A.1	
Kalkindustrie	13,733	14,143	13,031	12,319	2.A.2	
Sodaherstellung	2,275	1,831	1,706	1,745	2.A.4.a	
Glasherstellung	0,700	0,890	0,970	0,902	2.A.7.a	
Sinter (Aufbereitung der Eisenerze)	4,681	4,600	4,273	4,541	2.C.1	
Roheisen (Hochofen)	0,756	0,751	0,924	0,790	2.C.1	
Zuckerherstellung (Kalköfen)	0,686	0,784	0,796	0,655	2.D.2	
Entschwefelung Kraftwerke	1,362	1,401	2,580	2,303	1.A.1.a	
Land- u. Forstwirtschaft	2,437	3,233	3,469	3,410	LULUCF	
Wasser- u. Schlammbehandlung	0,051	0,062	0,047	0,226	NE	
Übrige Bereiche (wie Baugewerbe, übrige Baustoffindustrie und Chemie usw.)	50,716	15,851	35,804	39,014	NE	
<b>Summe Verwendung</b>	<b>111,598</b>	<b>78,676</b>	<b>98,123</b>	<b>95,506</b>	<b>2.A.3</b>	
<b>Nebenbilanz (Kalkstein im Rohstoff enthalten)</b>						
<b>Keramikherstellung</b>						
- Herstellung von Ziegeln	1,028	1,384	1,190	0,751	2.A.7.b	

Quelle: Zusammenstellung des UBA aus UBA 2006 (Tab. 3-23, direkt <http://www.uba.de/uba-infomedien/3102.html>) und UBA 2010 (Tab. 1-2), ohne Aktualisierung gegenüber Studien - zuletzt verfügbar waren Daten für das Jahr 2008

Die emissionsrelevanten Nutzungen von Kalkstein in der Zement- und Kalkherstellung sind mengenmäßig zusammen ähnlich bedeutsam wie die nicht emissionsrelevanten sogenannten übrigen Bereiche. Dabei weisen die emissionsrelevanten Nutzungen bei gleichbleibender Größenordnung einen gering fallenden Trend auf.

Für den Überblick sind in folgender Tabelle die im Inventar errechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen dargestellt, die teilweise nicht den CRF-Tabellen separat entnommen werden können (2.C.1, 1.A.1.a) und auch nicht als Summe in den CRF-Tabellen zu finden sind:

Tabelle 123: CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verwendung von Kalkstein (Überblick 2.A.3)

[Mio. t]	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>CRF-Verweis</b>
Zementindustrie	15,1	15,4	15,1	12,2	13,1	13,0	2.A.1
Kalkindustrie	5,9	6,0	5,6	4,8	4,9	4,6	2.A.2
Glasherstellung	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	2.A.7.a
Herstellung von Ziegeln	0,5	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	2.A.7.b
Eisen- und Stahlindustrie	2,4	2,4	2,3	2,1	1,9	1,9	2.C.1, aggregiert
Entschwefelung Kraftwerke	0,6	0,7	1,1	1,0	1,0	1,0	1.A.1.a, aggregiert
Land- u. Forstwirtschaft	1,3	1,6	2,1	1,7	1,8	1,9	LULUCF
<b>Summe aus Kalkstein-Verwendung</b>	<b>26,5</b>	<b>27,5</b>	<b>27,5</b>	<b>22,8</b>	<b>23,9</b>	<b>23,5</b>	

Quelle: Zusammenstellung des UBA aus den verschiedenen Quellkategorien

### 4.2.3.2 Methodische Aspekte (2.A.3)

Die Bilanzrechnung soll der Übersicht des nationalen Kalksteineinsatzes dienen (Aktivitätsdaten). Die Emissionsberechnungen erfolgen in den Quellgruppen, in denen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Kalksteinverwendung resultieren:

- 1.A.1.a Rauchgasentschwefelung von Kraftwerken (Kalksteinzugabe)
- 2.A.1 Zementklinkerherstellung (Kalksteinanteil in den Rohstoffen)
- 2.A.2 Kalkherstellung (Kalksteineinsatz)
- 2.A.7.a Glasherstellung (Kalksteinanteil in den Rohstoffen)
- 2.A.7.b Keramik – Ziegelproduktion (Kalksteinanteil in den Rohstoffen)
- 2.C.1 Eisen- und Stahlherstellung (Kalksteinzugabe für Roheisen und Sinter)
- 5.B+5.G Land- und forstwirtschaftliche Bodenkalkung (LULUCF)

Es gibt weitere Branchen, in denen Kalkstein eingesetzt wird, die hier nicht genannt sind. Dabei handelt es sich entweder um Öfen zum Kalkbrennen, die bei der Datenzusammensetzung unter 2.A.2 subsummiert sind oder die keine direkten Emissionen nach sich ziehen, z.B. bei der Soda- und Zuckerherstellung<sup>43</sup>. Bis auf die Ausnahme der Herstellung keramischer Produkte sind alle verwendeten Kalksteinmengen Teil des ermittelten Aufkommens und lassen sich somit aus der Kalksteinbilanz ableiten.

Trotz der Konsistenz der Kalksteinbilanz sind die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen fachlich geeigneter und präziser in Quellgruppen mit Branchenfokus zu berechnen. Beispielhaft kann der natürliche Kalksteinanteil in den Rohstoffen bei der Ziegelherstellung abgeschätzt werden. Dieser wird quellgruppenspezifisch unter 2.A.7.b neben den emissionsverursachenden Porosierungsmitteln berücksichtigt. Bei der Glasindustrie wird ebenfalls quellgruppenspezifisch unter 2.A.7.a weit mehr als die Kalksteinverwendung einbezogen, z.B. die Verwendung von Soda und weiterer Karbonate.

Daraus ergibt sich, dass die Daten in den jeweils relevanten Quellgruppen aktualisiert werden (Aufstellung siehe oben), wobei auch die methodischen Aspekte in den jeweiligen Quellgruppenkapiteln erläutert werden (siehe Kapitel 19.1.2, 4.2.1, 0, 0, 0, 4.4.1, 7.3.4.5).

Um keine Doppelzählungen mit anderen Quellgruppen zu verursachen und um die Vergleichbarkeit mit zukünftigen Inventaren entsprechend der IPCC GL 2006 herzustellen, werden keine CO<sub>2</sub> – Emissionen für die Darstellung in CRF-Tabellen aggregiert. Dazu siehe auch folgenden Vergleich:

#### Bezug zu den IPCC Guidelines

Die noch nicht geltenden, aber methodisch weiter entwickelten IPCC Guidelines 2006 (GL 2006) fordern Emissionsberechnungen aus dem Einsatz von Kalkstein und weiteren Karbonaten in den Quellgruppen, in denen die Verwendung erfolgt. Bei der Gesamtbetrachtung nach GL 2006 werden alle emissionsrelevanten Bilanzposten an geeigneter Stelle berechnet und berichtet. Eine gesonderte Ausweisung als Kalksteinnutzung neben den kategoriespezifischen Berechnungen ist hier nicht mehr notwendig<sup>44</sup>.

<sup>43</sup> Dabei ist der Prozess des Brennens von Kalkstein zur Gewinnung von CO<sub>2</sub> gemeint, welches dann in Reinigungsprozessen rekarbonisiert. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen fallen erst bei der Kalkausbringung in der Landwirtschaft an (Carbokalk), was unter CRF 4 und 5 berichtet wird.

<sup>44</sup> Es gibt weiterhin eine separate Position „2A4 Other Process Uses of Carbonates“, die aber aus Sicht der deutschen Emissionsinventare keine Anwendung finden würde.

Wenn dagegen in der CRF-Kategorie 2.A.3 streng den Regeln der IPCC Guidelines 1996 (GL 1996) gefolgt wird und alle explizit geforderten Kalksteinnutzungen dargestellt sowie deren Emissionen berechnet und summiert werden, entsteht ein verzerrtes Bild der Bedeutung der Emissionen aus der Kalksteinnutzung. Bei der Aktualisierung der Kalksteinbilanz wurde das auch hinsichtlich der unterschiedlichen Möglichkeit untersucht, die Einsatzmengen an Kalkstein herzuleiten. Ohne die Beachtung quellgruppenspezifischer Besonderheiten könnten unter 2.A.3 nur Bilanzposten auf Basis statistischer Angaben aggregiert werden. In den Quellgruppen lässt sich dagegen bedarfsbezogen berechnen, was an Kalkstein eingesetzt wird, wobei diese Mengen nicht transparent verrechnet werden können.

Tabelle 124: Gegenüberstellung der nach GL 1996 emissionsrelevanten Bilanzposten (Berichtskategorie 2.A.3) für das Jahr 2008 aus Modellrechnungen spezifischer Kennzahlen („aus Kennzahlen“) und aus statistischen Angaben („statistisch“)

	CO <sub>2</sub> 2.A.3 <sup>45</sup>	aus Kennzahlen	statistisch
<b>Bilanzposten</b>			
<b>(Kalksteinverwendung, in Mio. Tonnen Kalkstein)</b>			
1.A.1.a Rauchgasentschwefelung (REA) in GFA	x	x	2,303
2.A.7.a Glasherstellung (Summe)	x	x	0,902
2.A.7.b Keramikherstellung (Externe "Nebenbilanz")	x	x	0,751
2.C.1 Eisen- und Stahlherstellung	x	x	5,331
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Kalkstein in Mio. Tonnen (vereinfacht auch Dolomit mitgerechnet)</b>		<b>x    x</b>	<b>4,1 (CO<sub>2</sub>)    2,4 (CO<sub>2</sub>)</b>

Quelle: Berechnung UBA , Tabelle 3 aus UBA 2010

Die hier dargestellten vergleichenden Emissionen finden sich nicht aggregiert in den CRF-Tabellen zu 2.A.3 und sind nicht in aggregierter Form Teil der Hauptkategorienbestimmung. Die quellgruppenspezifisch berechneten Emissionen sind aber Teil der genannten Quellgruppen und dort bereits bei der Hauptkategorienbestimmung erfasst<sup>46</sup>.

#### 4.2.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.3)

Angaben zu den Unsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren der relevanten Kalksteinverwendungen werden in den jeweiligen Quellgruppenkapiteln gemacht.

#### 4.2.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.3)

Eine Qualitätskontrolle und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden in denjenigen Quellgruppen durchgeführt, in die die Quellgruppe 2.A.3 gemäß IPCC Guidelines aufgeteilt wurde.

Die Aktivitätsdaten und die Emissionsfaktoren der relevanten Kalksteinverwendungen werden in den jeweiligen Quellgruppen verifiziert und aktualisiert.

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

<sup>45</sup> IPCC 1996

<sup>46</sup> Dabei sind die Kalksteinverwendung unter 1.A.1.a und unter 2.C.1 Teil ermittelter Hauptquellgruppen nach Tier 1.

In den Inventarüberprüfungen 2010 und 2011 wurde intensiv über die Allokation der Kalksteinverwendungen diskutiert, ohne dass daraus Inventaränderungen bezüglich der Emissionshöhe (adjustments) abgeleitet wurden.

#### 4.2.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.3)

Die Rekalkulationen einzelner Bilanzposten werden in den Quellgruppen erläutert, in denen der Kalksteineinsatz relevant ist. Für diese Berichterstattung erfolgten geringfügige Rekalkulationen nur im Bereich der Herstellung von Zementklinker, Glas und Keramik.

#### 4.2.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.3)

Momentan sind keine Verbesserungen und keine jährlichen Aktualisierungen der Kalksteinbilanz geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.2.4 Mineralische Produkte: Sodaherstellung und -nutzung (2.A.4)

#### 4.2.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.4)

CRF 2.A.4	Gas	HK	1990		2010		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
soda ash use	CO <sub>2</sub>	-	374,7	(0,03%)	270,1	(0,03%)	-27,92%
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>	
CO <sub>2</sub>		CS		NS		D	

Die Quellgruppe Soda ist keine Hauptkategorie.

Soda wird in Deutschland nur auf chemischem Weg hergestellt. Es gibt 3 Produktionsanlagen, die alle den Solvay-Prozess<sup>47</sup> einsetzen. Bezuglich des eingesetzten Kalziumkarbonats ist dieser Prozess CO<sub>2</sub>-neutral, da das Kohlendioxid aus dem Kalkstein im Produkt Soda (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 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<sub>2</sub> / t Soda, die allerdings nicht an dieser Stelle sondern unter den energiebedingten Emissionen berichtet wird.

Das Produkt Soda wird in der Industrie für die verschiedensten Anwendungen eingesetzt. Die wichtigsten Einsatzfelder sind die Glasindustrie, die Herstellung von Wasch- und Reinigungsmitteln und die chemische Industrie. Es wird davon ausgegangen, dass der im Soda enthaltene Kohlenstoff unabhängig von der Nutzungsart früher oder später als CO<sub>2</sub> in die Luft freigesetzt wird.

<sup>47</sup> Ammoniak-Soda-Verfahren nach Ernst Solvay

Emissionen, die sich nur aus der Nutzung von Soda ergeben, stehen in einem festen Verhältnis zu den berechneten Verwendungsmengen (siehe methodische Aspekte im Folgenden):

Tabelle 125: Aktivitätsraten und nutzungsbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen außerhalb der Glasindustrie seit 1990

Jahr	Aktivitätsrate [t]	CO <sub>2</sub> -Emissionen [kt]
<b>1990</b>	902.853	374,7
<b>1991</b>	684.553	284,1
<b>1992</b>	503.861	209,1
<b>1993</b>	482.934	200,4
<b>1994</b>	536.172	222,5
<b>1995</b>	458.926	190,5
<b>1996</b>	451.124	187,2
<b>1997</b>	516.444	214,3
<b>1998</b>	573.251	237,9
<b>1999</b>	525.522	218,1
<b>2000</b>	539.353	223,8
<b>2001</b>	610.669	253,4
<b>2002</b>	555.328	230,5
<b>2003</b>	630.577	261,7
<b>2004</b>	601.847	249,8
<b>2005</b>	620.273	257,4
<b>2006</b>	599.774	248,9
<b>2007</b>	669.128	277,7
<b>2008</b>	657.840	273,0
<b>2009</b>	572.447	237,6
<b>2010</b>	660.556	274,1
<b>2011</b>	708.157	293,9
<b>2012</b>	650.799	270,1

Quelle: Berechnungen des UBA, Herleitung siehe folgendes Kapitel

#### 4.2.4.2 Methodische Aspekte (2.A.4)

##### Aktivitätsdaten

Die Gesamtsumme an in Deutschland produziertem Soda wird vom *Statistischen Bundesamt* erhoben. Von 1995 bis 2008 wurde aus den Kategorien *leichtes Soda* (Produktionsnummer 2413 33 103 Dinatriumcarbonat in Pulverform mit einer Schüttdichte von weniger als 700 g/l) und *schweres Soda* (Produktionsnummer 2413 33 109 Anderes Dinatriumcarbonat) die Summe gebildet. Seit 2009 werden leichtes und schweres Soda in einer Position (Meldenummer 2013 43 100) zusammengefasst dargestellt. Es wird nur der „zum Absatz bestimmte“ Teil berücksichtigt. Auf diese Weise wird eine Doppelzählung vermieden, da schweres Soda aus leichtem Soda hergestellt wird.

Seit der Inventarüberprüfung 2010 werden die verwendeten Sodamengen ermittelt, die nicht in anderen Quellgruppen für Emissionsberechnungen berücksichtigt werden. Dabei handelt es sich um eine Berechnung, die auf die höchst mögliche Emission aus der Nutzung von Soda abzielt. Die Gesamtsumme des in Deutschland genutzten Sodas wird über eine Bilanzierung (Produktionsmenge plus Import abzüglich Export) ermittelt (a). Die Im- und Exportmengen werden der Außenhandelsstatistik vom Statistischen Bundesamt entnommen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012). Die Emissionen aus der Verwendung von Soda in der Glasindustrie werden bereits unter der Quellgruppe 2.A.7.a (Glasindustrie) quellspezifisch berücksichtigt (b). Die dort eingesetzten Mengen an Soda werden aus der

Zusammensetzung der Glasarten errechnet und bei der hier relevanten Soda Nutzung abgezogen. Die Aktivitätsdaten aus obiger Tabelle (c) ergeben sich nach folgender Formel:

$$c = a \text{ minus } b$$

Da es nur zwei Hersteller in Deutschland gibt, müssen diese Daten vertraulich behandelt werden und werden hier nicht tabellarisch aufgeführt. Lediglich die Produktionsmengen vom Statistischen Bundesamt bis 2008 sind weiterhin veröffentlicht.

### Emissionsfaktor

Da die Produktion nach dem Solvay-Verfahren bezüglich CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>-Emissionen separat ausgewiesen zu werden.

Für die Anwendung von Soda beträgt der Emissionsfaktor stöchiometrisch 415 kg CO<sub>2</sub> pro Tonne Soda unter der Annahme, dass eine vollständige Freisetzung erfolgt (konservativer Ansatz). Der Emissionsfaktor entspricht den IPCC-Vorgaben (IPCC, 1996b).

### 4.2.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.4)

#### Aktivitätsdaten

Unsicherheiten bestehen bezüglich der vom Statistischen Bundesamt angegebenen Produktionsmengen, da z. B. die Relation von leichtem und schwerem Soda insbesondere in den ersten Jahren der getrennten Angaben stark schwankt.

Die Berechnungen der relevanten Mengen an genutztem Soda weisen höhere Unsicherheiten auf (maximal -50%/+50%), weil zu den statistischen Schwankungsbreiten auch Berechnungsannahmen hinzukommen.

#### Emissionsfaktor

Da der Emissionsfaktor für die Produktion von Soda begründet Null ist, besteht keine Unsicherheit. Der Emissionsfaktor für die Verwendung von Soda weist kleine, begründete Unsicherheiten im Bereich von Produktreinheit und Vollständigkeit des chemischen Umsatzes auf.

### 4.2.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.4)

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

Der IEF der gesamten Zeitreihe für die Herstellung von Soda entspricht den IEFs der anderen Länder, die auch das Solvay-Verfahren anwenden. Angaben aus dem für die Sodaherstellung in 2013 beginnenden Emissionshandel liegen für Vergleichszwecke noch nicht vor. Die Summe aller in den bisherigen ETS-Tätigkeiten verwendeten Sodamengen ist deutlich geringer als das für Deutschland ermittelte Soda aufkommen, womit diese Daten plausibel erscheinen.

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte für den Bereich „Verwendung von Soda/Natriumcarbonat“ keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenex-

perten durchgeführt werden. Die Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

Momentan lassen sich die verwendeten Sodamengen, die nicht der Glasindustrie zuzuordnen sind, nicht quantitativ verifizieren. Sie stellen aber als konservative Schätzung keine Unterschätzung des Inventars dar. Qualitativ stehen die Berechnungsergebnisse den stichprobenartig bekannten Absatzzahlen der Sodaersteller nicht entgegen.

#### **4.2.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.4)**

Rückrechnungen für die gesamte Zeitreihe wurden auf Grund korrigierter Berechnungen zum Sodaerstattung in der Glasindustrie erforderlich. Dabei verringerten sich die hier berichteten Sodamengen und die damit verbundenen Emissionen um circa 20 Prozent. Wegen der Geheimhaltungsanforderungen können die rekalkulierten Einsatzmengen in der Glasindustrie hier nicht tabellarisch ausgewiesen werden.

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

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

CRF 2.A.5	Gas	HK	1990	2012	Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	
-	-	-			
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren	
NMVOCS	T1		AS	CS	

Die Quellgruppe *Verwendung von Bitumen zur Dachdeckung* weist nach derzeitigem Kenntnisstand keine Emissionen an Treibhausgasen auf und ist somit keine Hauptkategorie.

#### **4.2.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.5)**

Die Verwendung von Bitumen umfasst die Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen.

Die Menge an in Deutschland produzierten und verwendeten Mengen an Dach- und Dichtungsbahnen ist aus Tabelle 126 zu entnehmen, wobei die Abweichung zwischen beiden Angaben vom Exportüberschuss abhängt. Bei der Herstellung wird flüssiges Bitumen bei Temperaturen von 150°C bis 220°C als Tränk- oder Deckmasse verarbeitet. Der Prozess ist mit Emissionen an organischen Stoffen verbunden (hier als NMVOC zusammen gefasst).

Die Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen erfolgt in Heiß- und Kaltverfahren. Beim Heißverfahren, dem Bahnenschweißen, treten relevante Emissionen an organischen Stoffen auf. Die Emissionsentwicklung wird hauptsächlich von der Entwicklung der

Produktionsmenge an Polymerbitumenbahnen bestimmt. Die Verwendung von lösemittelhaltigen Voranstrichen wird hier nicht berücksichtigt, sondern erfolgt im Lösemittelmodell, siehe Kapitel 5.2.

Die Emissionen aus der Herstellung der Dach- und Dichtungsbahnen gehen bei sinkenden Produktionsmengen leicht zurück. Die Emissionen aus der Verlegung der Dach- und Dichtungsbahnen bleiben bei sinkenden Verwendungsmengen etwa gleich.

Andere Substanzen als NMVOC haben nur eine untergeordnete Emissionsrelevanz.

#### 4.2.5.2 Methodische Aspekte (2.A.5)

Die Daten zur Produktionsmenge und Anwendungsmenge (**Aktivitätsrate**) an Dach- und Dichtungsbahnen stellt auf Basis einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2009 der Verband der Dachbahnenindustrie zur Verfügung (VDD, 2013). Momentan finden keine Datenergänzungen oder Hochrechnungen statt. Für eine international vergleichbare Angabe werden jedoch die Produktionsmengen in die Menge an eingesetztem Bitumen umgerechnet (je nach Bahnenart zwischen 1,3 und 3,3 Bitumen kg/m<sup>2</sup>).

Es werden wegen der dominierenden Emissionsrelevanz nur die Emissionen an NMVOC betrachtet und im Emissionsinventar berücksichtigt und dabei zwischen Emissionen aus der Herstellung und Emissionen aus der Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen unterschieden.

Der **Emissionsfaktor** für die Herstellung der Dach- und Dichtungsbahnen stammt aus einer Berechnung auf Basis des Standes der Technik deutscher Hersteller (VDD, 2009). Der Emissionsfaktor für die Verlegung von Polymerbitumenbahnen ist einer Ökobilanz entnommen (IKP, 1996). Für Bahnen, die überwiegend mit Heißbitumen verklebt werden, wurde dieser Emissionsfaktor in Analogie übernommen. Dünne Bahnen werden nicht verklebt, sondern genagelt und weisen keine Emissionen auf. Wegen der zunehmenden Bedeutung der Polymerbitumenbahnen steigt der implizite Emissionsfaktor für die Quellgruppe leicht an.

Die Berechnung der NMVOC-Emissionen entspricht einer Tier-1-Methode, da keine detaillierten Daten vorliegen.

Tabelle 126: Herstellung und Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen und dazugehörige AR und EF

	Produzierte oder verarbeitete Fläche in 2012 [Mio. m <sup>2</sup> ]	EF/ IEF [kg/ m <sup>2</sup> ]
Herstellung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	162	NMVOC 0,00035795
Verlegung von Dach- und Dichtungsbahnen mit Bitumen	137	NMVOC 0,000027 – 0,000038

#### 4.2.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.5)

Angaben zur Unsicherheit der Daten des vdd wurden zwischen vdd und Umweltbundesamt abgestimmt. Die Gesamtunsicherheit der Aktivitätsdaten von Herstellung und Verlegung wird auf einen Wert von circa +/- 1 % geschätzt. Daraus ergibt sich für den errechneten Bitumenverbrauch der Gesamtproduktion eine höhere Unsicherheit von circa +/- 2,5 %.

Die kumulierten Emissionsfaktoren werden für die Produktion und Verlegung der Dach- und Dichtungsbahnen auf circa +/- 5 % geschätzt.

#### **4.2.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.5)**

Aufgrund begrenzter Ressourcen und minimaler Relevanz wird für die Berichterstattung von Precursern keine QK/QS durchgeführt.

Die Ermittlung der Aktivitätsraten wird als plausibel eingeschätzt. Die Emissionsfaktoren stehen im Einklang mit Erkenntnissen aus Forschungsprojekten des UBA und sind plausibel. Vor allem wird die Gültigkeit der Emissionsfaktoren damit begründet, dass hier keine Emissionen aus dem Einsatz lösemittelhaltiger Anstriche zu berücksichtigen sind (erfolgt im Lösemittelmodell, siehe oben).

#### **4.2.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.5)**

Es waren keine Rekalkulationen notwendig.

#### **4.2.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.5)**

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

CRF 2.A.6	Gas	HK	1990	2012	Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	
-	-	-	-	-	-
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren	
CO	T1		AS	IE	
NO <sub>x</sub> , NMVOC, SO <sub>2</sub>	T1		AS	CS	

Die Quellgruppe Straßenasphaltierung weist nach derzeitigem Kenntnisstand keine Emissionen an Treibhausgasen auf und ist somit keine Hauptkategorie.

#### **4.2.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.6)**

Aktuell werden in den Berichtstabellen Produktionsmengen von Asphaltmischgut und die Emissionen an NMVOC, NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> berichtet.

Im Jahr 2012 wurden in Deutschland ca. 41 Mio. t Asphalt (DAV, 2013) in ca. 660 Asphaltmischanlagen produziert. Das Produkt wird vornehmlich im Straßenbau eingesetzt und steht in direkter Konkurrenz zu hydraulisch gebundenen Betonstraßen. Nach einem deutlichen Anstieg der Produktion im Jahr 1991 nahm die produzierte Menge seit 2000 ab.

Die Emissionsentwicklung wird hauptsächlich von der Entwicklung der Produktionsmenge bestimmt. Die Produktionsmenge sank im Jahr 2012 dramatisch um 9 Mio. t auf den niedrigsten Wert im vereinigten Deutschland, was auf ausbleibende Investitionen im Straßennetz zurück zu führen ist.

#### 4.2.6.2 Methodische Aspekte (2.A.6)

Für den Brennstoffeinsatz existiert in der Quellgruppe 1.A.2 kein gesondertes Berechnungsverfahren. Die eingesetzten Brennstoffe sind aber über die Auswertung der Energiebilanz berücksichtigt und mit entsprechenden Emissionsfaktoren gekoppelt.

Die Produktionsmenge (**Aktivitätsrate**) an Asphaltmischgut wurde den Mitteilungen vom Deutschen Asphaltverband (DAV) entnommen.

Die Ermittlung der **Emissionsfaktoren** erfolgte länderspezifisch nach Tier 2. Zur Bestimmung der Emissionsfaktoren anderer Substanzen als CO<sub>2</sub> wurde auf Emissionsmessdaten von über 400 Asphaltmischanlagen im Messzeitraum 1989 bis 2000 zurückgegriffen. Der größte Teil der Emissionen entsteht beim Trocknen der Mineralstoffe. NMVOC-Emissionen stammen nahezu vollständig aus den organischen Rohstoffen und werden v.a. im Paralleltröpfchenbetrieb und sowie aus dem Mischer und im Verladebereich freigesetzt. NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> stammen durchschnittlich zu etwa 50 % aus den mineralischen Einsatzstoffen (anteilige Prozessemision). CO entsteht überwiegend bei unvollständigen Verbrennungsvorgängen. Die Emissionen an CO werden ausschließlich beim Brennstoffeinsatz berechnet.

Tabelle 127: Emissionsfaktoren bei der Herstellung Asphaltmischgut

	<b>NOx</b>	<b>NMVOC</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
<b>EF [kg/ t]</b>	0,015	0,030	0,030

Es werden nur die Emissionen bei der Herstellung von Asphalt berichtet. Angaben über die Emissionen beim Einbau des Asphalts sind noch nicht ausreichend geprüft.

#### 4.2.6.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.6)

Wie die umfangreichen Messdaten zeigen, liegen die Emissionen in einem vergleichsweise engen Bereich. Aufgrund der Anzahl der Messdaten lassen sich sehr verlässliche Mittelwerte bilden. Lediglich die Aufteilung der Emissionsmengen in brennstoff- und prozessbedingte Emissionen ist mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Die Ermittlung der Produktionsmengen kann als sehr genau betrachtet werden, da es sich um ein verkaufsfertiges Produkt handelt und die Mengen von den Betreibern an den DAV übermittelt werden.

#### 4.2.6.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.6)

Aufgrund begrenzter Ressourcen und minimaler Relevanz wird für die Berichterstattung von Precursoren keine QK/QS durchgeführt.

Die länderspezifischen Emissionsfaktoren unterliegen einer Evaluierung in einem Forschungsprojekt.

#### 4.2.6.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.6)

Es waren keine quellspezifischen Rückrechnungen notwendig.

#### 4.2.6.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.6)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

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

CRF 2.A.7.a Glas	Gas	HK	1990	2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Glass Products	CO <sub>2</sub>	-	695,6 (0,06%)	695,0 (0,07%)	-0,09%	
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren	
CO <sub>2</sub>	CS		AS		CS	
NO <sub>x</sub> , NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS		AS		CS	

Die Quellgruppe *Mineralische Produkte: Glas* ist keine Hauptkategorie.

##### **4.2.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.a Glas)**

Die Glasindustrie in Deutschland stellt eine große Vielfalt an Gläsern her, die durch voneinander abweichende chemische Zusammensetzungen charakterisiert sind. In Deutschland finden sich folgende Sektoren innerhalb der Glasbranche: Behälterglas, Flachglas, Kristall- und Wirtschaftsglas, Spezialglas sowie Mineralfasern (Glas- und Steinwolle). Die anteilig höchste Produktion wird in den Sektoren Behälterglas (ca. Hälfte der Gesamtglasproduktion) und Flachglas (ca. ein Viertel der Gesamtglasproduktion) erreicht (BV Glas, 2013). In der Inventarberechnung ist keine Wasserglasproduktion enthalten. Sämtliche relevanten Soda einsatzmengen der Wasserglasproduktion sind unter 2.A.4.b (Kapitel 0) berücksichtigt.

Das aus Primär- und Sekundärrohstoffen homogen gemischte Glasgemenge wird bei Temperaturen zwischen 1450 °C und 1650 °C geschmolzen. Die hier betrachteten prozessbedingten CO<sub>2</sub> Emissionen entweichen während des Schmelzvorganges im Ofen aus den Karbonaten der Rohstoffe. Bei der Neutralisation von HF, HCl und SO<sub>2</sub> in den Abgasen mit Hilfe von Kalkstein oder anderen Karbonaten fallen ebenfalls CO<sub>2</sub>-Emissionen an, jedoch in geringem Umfang. Diese werden hier aus diesem Grund nicht betrachtet.

Die folgende Tabelle zeigt die Trendverläufe der Aktivitätsraten, prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen und die sich über alle Glasarten ergebenden impliziten Emissionsfaktoren seit 1990.

Tabelle 128: Aktivitätsraten und prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen seit 1990

Jahr	Aktivitätsrate [t]	prozessbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen [t]	IEF über alle Glasarten [t CO <sub>2</sub> / t Glas.]
<b>1990</b>	6.561.849	695.617	0,106
<b>1991</b>	7.202.807	733.252	0,102
<b>1992</b>	7.228.752	718.117	0,099
<b>1993</b>	7.074.837	684.797	0,097
<b>1994</b>	7.760.000	651.580	0,084
<b>1995</b>	7.621.300	774.525	0,102
<b>1996</b>	7.519.600	750.079	0,100
<b>1997</b>	7.392.000	717.713	0,097
<b>1998</b>	7.314.000	694.763	0,095
<b>1999</b>	7.442.239	703.752	0,095
<b>2000</b>	7.505.000	731.039	0,097
<b>2001</b>	7.293.000	733.511	0,101
<b>2002</b>	7.084.000	690.484	0,097
<b>2003</b>	7.205.720	694.407	0,096
<b>2004</b>	7.088.900	696.613	0,098
<b>2005</b>	6.948.400	705.910	0,102
<b>2006</b>	7.285.600	734.991	0,101
<b>2007</b>	7.535.300	718.592	0,095
<b>2008</b>	7.513.900	714.384	0,095
<b>2009</b>	6.784.100	639.224	0,094
<b>2010</b>	7.163.600	708.597	0,099
<b>2011</b>	7.341.600	725.426	0,099
<b>2012</b>	7.043.900	694.984	0,099

Es ist zu erkennen, dass der Emissionsverlauf dem Trend der Aktivitätsraten weitgehend folgt. In den impliziten Emissionsfaktoren lässt sich ablesen, dass es aber keine starre Korrelation ist, sondern Abweichungen dazu auftreten. Ursache dafür sind die jährlichen Schwankungen bei der Produktionsmenge einzelner Glassorten und bei den Scherbeneinsätzen, was nachvollziehbar und rechnerisch einwandfrei ist.

#### 4.2.7.2 Methodische Aspekte (2.A.7.a Glas)

Die zurzeit gültige *IPCC Good Practice Guidance* (2000) enthält keine Vorschläge oder Hinweise zur Berechnung der prozessbedingten CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionen (wesentlicher Schadstoff) kommt eine länderspezifische Tier-2-Methode zur Anwendung (im CRF als CS gekennzeichnet), weil die detaillierten Aktivitätsraten mit spezifischen Emissionsfaktoren gekoppelt werden (entsprechend Karbonatgehalten). Es werden die folgenden Karbonate als hauptsächliche Quelle für die CO<sub>2</sub>-Bildung während des Schmelzvorgangs betrachtet: Kalciumkarbonat (CaCO<sub>3</sub>), Soda/Natriumkarbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), Magnesiumkarbonat (MgCO<sub>3</sub>) und Bariumkarbonat (BaCO<sub>3</sub>). Hier werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus sämtlichen Karbonaten in Summe berichtet, Hinweise zu den Rohstoffeinsatzmengen sind für Kalkstein unter 2.A.3 (siehe 0) und für Soda unter 2.A.4 (siehe 0) zu finden. Dabei ist zu beachten, dass die berechneten Sodaeinsatzmengen nicht veröffentlicht werden können, weil die Produktionsdaten von Soda (siehe 0) einer statistischen Geheimhaltung unterliegen und auch nicht über Bilanzrechnungen ermittelbar sein dürfen.

Die Produktionszahlen (**Aktivitätsraten**) werden den regelmäßig erscheinenden Jahresberichten des Bundesverbandes Glasindustrie entnommen (BV Glas, 2013). Die Produktion bezieht sich auf die Masse an produziertem Glas, die der Masse an geschmolzenem Glas gleich gesetzt wird. Die Weiterverarbeitung und Veredlung des Glases bzw. der Glasgegenstände werden nicht betrachtet.

Für das Jahr 2012 wurden folgende Aktivitätsraten ermittelt:

Tabelle 129: Glas: Aktivitätsraten der einzelnen Branchensektoren (Glassorten)

Branchensektor	Aktivitätsrate 2012 [t]
Behälterglas	3.934.800
Flachglas	1.760.200
Glasfasern und -wolle	334.200
Spezialglas	284.000
Steinwolle	596.900
Wirtschaftsglas	133.800

Quelle: BV Glas, 2013

Es werden folgende branchenspezifische Scherbenanteile angenommen:

Tabelle 130: Scherbenanteil der einzelnen Glassorten

Branchensektor	Scherbenanteil [%] des Rohstoffeinsatzes
Behälterglas	59 – 65(jährlich variabel)
Flachglas	35 (gesamte Zeitreihe)
Wirtschaftsglas	20 (gesamte Zeitreihe)
Spezialglas	30 (gesamte Zeitreihe)
Glasfasern und -wolle	40 (gesamte Zeitreihe)
Steinwolle	40 (gesamte Zeitreihe)

Quelle: HVG, 2008

Bei Behälterglas ist der Scherbenanteil nur für die alten Bundesländer ab 1990 und für Deutschland ab 1995 bekannt. Für die neuen Bundesländer liegen für die Zeit zwischen 1990 und 1994 keine Daten vor, daher wurde anhand der durchschnittlichen Anteile der verschiedenen Glassektoren an der Gesamtproduktion ein durchschnittlicher Scherbeneinsatz angenommen. Im Jahr 2007 wurde die Gesellschaft für Glasrecycling und Abfallvermeidung mbH (GGA) kartellrechtlich verboten, so dass ab dem Jahr 2007 keine gesicherten Daten zum Scherbeneinsatz mehr aus dieser Quelle vorliegen, sondern vorerst mit Hilfe der Daten aus den Mengenerhebungen zur Verpackungs-Verordnung und Daten zur Abfallentsorgung des Statistischen Bundesamtes abgeglichen werden konnten (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 1, Tabelle 1.2). Seit 2012 stellt der BV Glas Daten zu Scherbeneinsätzen in der Behälterglasindustrie ab 2007 zur Verfügung, die aus Verbandserhebungen stammen (BV Glas, 2012). Die Quoten beinhalten den Einsatz von Fremd- und Eigenscherben, jedoch nur aus dem Herkunftsgebiet Behälterglas. Flachglasscherben, die zu einem sehr geringen Teil auch in der Behälterglasproduktion eingesetzt werden, sind nicht enthalten.

Da die während des Schmelzvorgangs entstehenden Abgase sowie die verbrennungsbedingten Abgase als gesammelter Abgasvolumenstrom abgeführt werden, können für die in der deutschen Glasindustrie emittierten Mengen an CO<sub>2</sub> keine Messergebnisse verwendet werden. Es wird daher ein Berechnungsverfahren angewandt, das auf Basis der Gewichtsanteile der oben erwähnten Karbonate sowie dem Einsatz von Scherben in der Behälter- und Flachglasindustrie beruht. Die Angaben zur chemischen

Zusammensetzung der verschiedenen in Deutschland produzierten Glassorten stammen aus der VDI-Richtlinie 2578 (VDI, 1999) sowie dem ATV-DVWK-Merkblatt 374 (ATV, 2004).

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der **Emissionsfaktoren** für die einzelnen Glasoxide und der Emissionen ist detailliert im NIR 2007 (Kapitel 4.1.7.2, S. 251ff) beschrieben.

Für die Branchensektoren wurden folgende Emissionsfaktoren errechnet, die bei wechselndem Scherbeneinsatz jährlich schwanken (Spannenangabe):

Tabelle 131: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für verschiedene Glassorten (berechnet im Vergleich mit Angaben des CORINAIR-Handbuchs)

Glassorte	berechneter Emissionsfaktor [kg CO <sub>2</sub> / t <sub>geschmolzenes Glas</sub> ] - stöchiometrisch/ inkl. Scherbeneinsatz-	Default-Emissionsfaktoren [kg CO <sub>2</sub> / t <sub>geschmolzenes Glas</sub> ] - laut CORINAIR -
<b>Behälterglas</b>	193 / 49 - 86	171 - 229
<b>Flachglas</b>	208 / 135	210
<b>Wirtschaftsglas</b>	120 / 96	-
<b>Spezialglas</b>	113 / 79	0 - 178
<b>Glasfasern</b>	198 / 119	0 - 470
<b>Steinwolle</b>	299 / 179	238 - 527
<b>unspezifiziert</b>	174 / 139	-

#### 4.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.a Glas)

Die Produktionsdaten stammen aus der verbandsinternen Statistik des BV Glas. Dieser vertritt nahezu alle Behälter- und Flachglashersteller Deutschlands, damit sind die Daten dieser Branchensektoren sehr genau und es wurde eine Unsicherheit von 5 % angesetzt. Alle anderen Glassektoren vertritt der Verband nicht vollständig und kann daher keine Vollständigkeit garantieren. Daher wird von einer Unsicherheit von 10 % ausgegangen. Bis ca. 2002 hat der BV Glas ebenfalls die Daten mit den Daten des *Statistischen Bundesamtes* abgeglichen.

Die Unsicherheit bei den Scherbenangaben für Behälterglas liegt in der üblichen Spannbreite statistischer Erfassung. Für die neuen Bundesländer wurde eine Unsicherheit von 20 % angenommen, weil keine statistische Erhebung sondern nur eine Schätzung vorliegt. Die Nutzung von Daten aus verbandsinternen Erhebungen zum Scherbeneinsatz ab 2007 erhöht die Unsicherheiten. Dazu zählt der Fakt, dass nur betriebsinterne Scherben und externe Behälterglasscherben erfasst werden, aber nicht die Mengen an Flachglas, die eventuell in der Behälterglasproduktion eingesetzt werden. .

Die Angaben zum Scherbeneinsatz bei allen anderen Glasarten hingegen sind deutlich ungenauer, da dort nur Schätzungen vorliegen. Es wurde daher eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Diese Unsicherheit wird auch für Behälterglas ab dem Jahr 2007 angenommen.

Für die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren wurde für alle Branchensektoren eine Unsicherheit von 10 % angegeben.

#### 4.2.7.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.a Glas)

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

Die errechneten Emissionsfaktoren wurden mit mehreren Quellen verglichen, u.a. mit dem CORINAIR-Handbuch sowie dem Emissionsfaktoren-Handbuch „Emissionserklärung 2004

Baden-Württemberg“ (UMEG 2004). Die errechneten Emissionsfaktoren können danach als zutreffend eingeschätzt werden. Darüber hinaus wurde der IEF mit dem folgender Länder verglichen, die ebenfalls die Sodanutzung nicht separat sondern in die Glasherstellung integriert berichten: Österreich (0,10), Italien (0,11) und Niederlande (0,13). Diese Werte sind mit dem deutschen IEF für die Glasindustrie (0,1) vergleichbar.

Die berechneten Emissionen wurden ebenfalls mit den ETS-Daten in Deutschland abgeglichen. Dabei konnte ein weiterer Prüfbedarf ermittelt werden, weil im Rahmen des Emissionshandels geringfügig mehr Kohlendioxidemissionen berichtet werden als sich über die hier beschriebenen Inventarmethoden errechnen lässt. Allerdings sind in den ETS-Daten auch die Emissionen enthalten, die bei der Wasserglasproduktion entstehen. Zieht man diese Emissionen von den ETS-Daten ab, bleibt nur noch eine sehr geringe Differenz, die innerhalb der Unsicherheit der Emissionsfaktoren liegt. Diese Differenz kann unter Umständen darauf zurück zu führen sein, dass ein Teil der Emissionen aus Kalciumkarbonat, die im Rahmen des Emissionshandels berichtet werden, nicht auf das Gemenge sondern auf den Kalciumkarbonateinsatz für die Rauchgasreinigung zurück zu führen sind.

Die Angaben zur chemischen Zusammensetzung der einzelnen Glassorten werden in diesem Zusammenhang weiterhin als richtig angesehen. Erheblichen Einfluss hat aber die Rate des Scherbeneinsatzes, für die die Datenlage unzureichend ist (siehe Kapitel 4.2.7.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.a Glas)).

#### **4.2.7.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.7.a Glas)**

Es wurden minimale quellspezifische Rückrechnungen bei den Aktivitätsdaten für das Jahr 2011 durchgeführt. Für die gesamte Zeitreihe wurde eine Korrektur bei der Berechnung der eingesetzten Sodamengen notwendig. Das führt nicht in dieser Quellgruppe zu veränderten Emissionen an Kohlendioxid, sondern in der Quellgruppe Verwendung von Soda (Kapitel 0).

#### **4.2.7.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.7.a Glas)**

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

#### **4.2.8 Mineralische Produkte: Keramik (2.A.7.b Keramik)**

CRF 2.A.7.b Keramik	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Bricks and Tiles	CO <sub>2</sub>	-	531,1	(0,04%)	329,3	(0,04%)	-38,01%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , NMVOC, SO <sub>2</sub>	CS	NS	CS

Die Quellgruppe *Mineralische Produkte: Keramik* ist keine Hauptkategorie.

#### 4.2.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.A.7.b Keramik)

Die prozessbedingten Emissionen aus der Keramikindustrie stammen aus folgenden Unterquellgruppen:

1. „Herstellung von keramischen Erzeugnissen“: Diese Zeitreihe gibt die Produktionsmenge der gesamten keramischen Industrie in Deutschland an. Über diese Aktivitätsdaten werden die Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen der gesamten keramischen Industrie berechnet. Prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen werden dagegen nur für die Teilmengen „Dachziegel“ und „Mauerziegel“ berechnet (s.u.).
2. „Herstellung von Ziegeln (CO<sub>2</sub>)“, 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<sub>2</sub>-Emissionen verwendet (Berücksichtigung der Anteile an Kalkstein und organischen Verunreinigungen).
3. „Herstellung von Ziegeln (CO<sub>2</sub>)“, 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<sub>2</sub>-Emissionen verwendet (neben Kalksteinanteilen und organischen Verunreinigungen in den Rohstoffen auch Berücksichtigung von Porosierungsmitteln).

Tabelle 132: Aktivitätsraten und prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen der keramischen Industrie (CRF 2.A.7.b) (gerundet, ggf. mit Abweichungen zwischen Einzelpositionen und Summe)

	Gesamt	Keramische Erzeugnisse		prozessbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen		
		davon Mauerziegel	davon Dachziegel	Mauerziegel	Dachziegel	Summe
		[kt]				
1990	21595	16524	1758	481	50	531
1991	20772	15691	1946	457	56	512
1992	22769	17302	2216	503	63	567
1993	24534	18827	2349	548	67	615
1994	30458	23925	2611	696	75	771
1995	24730	18827	2466	548	71	618
1996	22663	16965	2598	494	74	568
1997	22939	17298	2521	503	72	575
1998	22798	17048	2658	496	76	572
1999	22395	16591	2849	483	81	564
2000	21199	15383	2924	448	84	531
2001	18003	12771	2642	372	76	447
2002	16500	11686	2381	340	68	408
2003	16443	11631	2383	338	68	407
2004	16796	11697	2601	340	74	415
2005	14643	9881	2485	288	71	359
2006	16019	10883	2648	316	76	392
2007	16035	10885	2618	317	75	392
2008	13867	9302	2254	271	64	335
2009	11505	7909	1919	227	55	282
2010	12653	8463	2179	246	62	308
2011	13860	9377	2286	273	65	338
2012	13409	9233	2118	269	61	330

#### 4.2.8.2 Methodische Aspekte (2.A.7.b Keramik)

Die IPCC Good Practice Guidance enthält keine Vorschläge oder Hinweise zur Berechnung der prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Keramikindustrie.

Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen kommt eine Tier-1-Methode zur Anwendung, weil keine detaillierten Daten vorliegen und diese Quellgruppe keine Hauptkategorie ist.

## Aktivitätsdaten

Die tatsächliche Produktionsentwicklung der Ziegelindustrie als Massenangabe ist mit der amtlichen Statistik nur eingeschränkt ermittelbar, da diese die Herstellung von Mauerziegeln in Kubikmetern und von Dachziegeln in Stückzahlen bemisst. Eine Ermittlung der produzierten Massen ist nur über Umrechnungsfaktoren möglich. Als Umrechnungsfaktoren für Mauer- und Dachziegel wurden Erfahrungswerte des Bundesverbandes der Ziegelindustrie verwendet.

## Emissionsfaktoren

Die prozessbedingten CO<sub>2</sub>-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<sub>3</sub> (Kalkstein) sowie z.T. organische Verunreinigungen enthalten). Unter Verwendung von Hinweisen des Bundesverbandes der Ziegelindustrie wird für prozessbedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen aus CaCO<sub>3</sub> und organischen Verunreinigungen im Rohmaterial ein Emissionsfaktor von 28,6 kg/t<sub>Produkt</sub> angenommen; das entspricht einem mittleren CaCO<sub>3</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionen sind gegenüber denen aus dem Kalksteinanteil minimal, werden aber über einen geringfügig höheren CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für Mauerziegel (29,1 kg CO<sub>2</sub>/t Mauerziegel gegenüber 28,6 kg CO<sub>2</sub>/t Dachziegel) im Inventar berücksichtigt.

Die ermittelten Aktivitätsraten sowie die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sind Tabelle 132 zu entnehmen. Die prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Subquellgruppe sind mit deutlich unter einer Million Tonnen Kohlendioxid nicht besonders hervorzuheben.

### 4.2.8.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.A.7.b Keramik)

Die Unsicherheit der drei Aktivitätsraten wird wegen der erforderlichen Umrechnung von Flächen- und Volumenangaben auf produzierte Massen auf +/- 20 % geschätzt; andere Unsicherheitsfaktoren fallen dagegen nicht ins Gewicht.

Die Unsicherheiten der verwendeten **CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren** für die Mauer- und Dachziegelproduktion werden maßgeblich durch die Unsicherheit in Bezug auf den CaCO<sub>3</sub>-Gehalt der Rohstoffe bestimmt (+/- 30 %).

Zeitreihenkonsistenz ist für die Aktivitätsraten zur Dachziegel- und zur Mauerziegelproduktion und für die damit verknüpften CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren gegeben. Es gibt über die Zeitreihe vereinzelt Änderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit statistischer Angaben zu einzelnen Produktarten, die aber nur etwa 1 % der produzierten Ziegelmenge und weniger als 0,5 % der gesamten keramischen Produktion ausmachten.

Die **Aktivitätsrate** zur gesamten keramischen Produktion enthält einen Methodenbruch aufgrund einer wesentlichen Änderung der verfügbaren statistischen Daten. So waren für Mauer- und Dachziegel bis 1994 Angaben in 1000 t verfügbar, ab 1995 nur in 1000 m<sup>3</sup> oder

1000 Stück. Im NIR 2007 wurden die Auswirkungen detailliert erläutert, wobei für die CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Methodenbruch irrelevant ist.

#### **4.2.8.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.A.7.b Keramik)**

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

Die Daten aus dem Treibhausgas-Emissionshandel können nicht direkt mit den Emissionen aus dem Nationalen Inventar verglichen werden, weil aufgrund von Anlagenschwellenwerten im Rahmen des Emissionshandels nur für einen Teil der Keramikindustrie – auch nur für einen Teil der Ziegel- und Dachziegelproduzenten – Daten vorliegen.

#### **4.2.8.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.A.7.b Keramik)**

Es wurden quellspezifische Rückrechnungen bei den prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Produktion von Mauerziegeln für das Jahr 2009 vorgenommen, da eine vorläufige Angabe nun durch endgültige statistische Daten ersetzt werden konnte. Die Neuberechnung führte zu 14 % niedrigeren CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Produktion von Mauerziegeln im Jahr 2009.

Tabelle 133: Aktivitätsraten und Rekalkulation der CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2009 (gerundet)

		<b>2009_alt</b>	<b>2009_rekalkuliert</b>
<b>Keramische Erzeugnisse</b>	kt	<b>12.866</b>	<b>11.505</b>
davon			
Dachziegel	kt	1.919	1.919
Mauerziegel	kt	9.058	7.809
prozessbedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen			
Dachziegel	kt	55	55
Mauerziegel	kt	264	227

#### **4.2.8.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.A.7.b Keramik)**

Es sind keine quellgruppenspezifischen Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **4.3 Chemische Industrie (2.B)**

Die Quellgruppe 2.B ist unterteilt in die Unterpunkte 2.B.1 bis 2.B.5. Hierzu gehören die Ammoniakproduktion (2.B.1), die Salpetersäureproduktion (2.B.2), die Adipinsäureproduktion (2.B.3) und die Carbidproduktion (2.B.4).

Darüber hinaus werden unter *Andere* (2.B.5) die Emissionen der Rußproduktion und des Katalysatorabbrandes in Raffinerien berichtet. Aus der Produktion von Düngemitteln, organischen Produkten, Titandioxid sowie Schwefelsäure werden nur Vorläufersubstanzen berichtet.

### 4.3.1 Chemische Industrie: Ammoniakproduktion (2.B.1)

#### 4.3.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.1)

CRF 2.B.1	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Ammonia Production	CO <sub>2</sub>	L T	5.745,0 (0,47%)	7.631,0 (0,82%)			32,83%
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren		
CO <sub>2</sub>	Tier 3		PS		PS		
NO <sub>x</sub>					D		

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Ammoniakproduktion* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die Herstellung von Ammoniak erfolgt auf Basis von Wasserstoff und Stickstoff unter Bildung von CO<sub>2</sub> nach dem Haber-Bosch-Verfahren. Wasserstoff wird in einem hochintegrierten Verfahren in einem *Steam-Reforming*-Prozess aus Synthesegas meist auf der Basis von Erdgas gewonnen, Stickstoff wird durch Luftzerlegung bereitgestellt.

Die verschiedenen Anlagenarten zur Herstellung von Ammoniak können aufgrund des hochintegrierten Charakters des Verfahrens nicht in einzelne Aggregate unterteilt und als Verfahrensteile getrennt voneinander verglichen werden. Beim *Steam Reforming* werden folgende Verfahren unterschieden:

- ACP - *Advanced Conventional Process* (weiterentwickeltes konventionelles Verfahren) mit einem befeuerten Primär-Reformer und sekundärer Reformierung mit Luftüberschuss (stöchiometrisches H/N-Verhältnis)
- RPR - *Reduced Primary Reformer Process* (Reduzierte primäre Reformierung) unter milden Bedingungen in einem befeuerten Primär-Reformer und sekundärer Spaltung mit Luftüberschuss (unterstöchiometrisches H/N-Verhältnis)
- HPR - *Heat Exchange Primary Reformer Process* (Primäre Reformierung mit Wärmeaustausch) autothermische Spaltung mit Wärmeaustausch unter Einsatz eines mit Prozessgas beheizten Dampfreformers (Wärmeaustausch-Reformer) und eines separaten Sekundärreformers oder eines kombinierten autothermischen Reformers und Verwendung von Überschussluft oder angereicherter Luft (unterstöchiometrisches oder stöchiometrisches H/N-Verhältnis).

Weiterhin ist folgendes Verfahren im Einsatz:

- Partielle Oxidation - Vergasung von Fraktionen schweren Mineralöls oder Vakuumreststoffen bei der Herstellung von Synthesegas.

In Deutschland wird an fünf Standorten Ammoniak produziert. Dabei werden sowohl der Steam-Reforming-Prozess als auch die partielle Oxidation verwendet.

Der Produktionsrückgang um mehr als 15 % (entspricht einer Menge von knapp 300 kt) im ersten Jahr nach der Wiedervereinigung beruhte auf einer Marktbereinigung, die zu über 2/3 zu Lasten der neuen Bundesländer ging. In den Folgejahren bis 1994 blieb das Produktionsniveau nahezu konstant. Der Grund für den Wiederzuwachs ab 1995 auf das Niveau von 1990 konnte nicht geklärt werden, er könnte aber darauf zurückzuführen sein, dass in den neuen Bundesländern nach umfangreichen Modernisierungsarbeiten die

Produktionsprozesse wieder aufgenommen wurden. Nach 1995 unterliegt das Produktionsniveau nur kleineren Schwankungen. Der Produktionsrückgang 2009 um fast 8 Prozent war bedingt durch die globale Wirtschaftskrise. Der IEF ist im Vergleich zu anderen Ländern höher, da in Deutschland neben Erdgas auch Schweröl eingesetzt wird. Schweröl erzeugt aber deutlich höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen als Erdgas.

#### 4.3.1.2 Methodische Aspekte (2.B.1)

Entsprechend der Einstufung als Hauptkategorie für die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden die Emissionsdaten aus dieser Quellgruppe seit der Berichterstattung 2010 nach Tier 3 erhoben und berichtet. Die Grundlage dazu bildet eine Kooperationsvereinbarung mit den Betreibern zur Lieferung anlagenspezifischer Daten.

Die Betreiber übersenden ihre Daten an den Industrieverband Agrar (IVA). Dort werden diese nach einer Qualitätssicherung aus Vertraulichkeitsgründen aggregiert und dann in dieser Form dem Umweltbundesamt übermittelt.

Die Anlagenbetreiber melden an den IVA:

- die produzierte Menge Ammoniak (**Aktivitätsdaten**),
- die Menge des jeweils eingesetzten Rohstoffes (Erdgas, schweres Mineralöl) abzüglich des in der Energiebilanz gemeldeten energetisch genutzten Brennstoffes (TFR<sub>i</sub>),
- dessen C-Faktor (CCF<sub>i</sub>) und Kohlenstoffoxidationsfaktor (COF<sub>i</sub>),
- die Menge des weiterverarbeiteten CO<sub>2</sub> (R<sub>CO2</sub>),

Nach der Qualitätssicherung aggregiert der IVA die Daten und übermittelt an das UBA die Aktivitätsrate, die Menge des weiterverarbeiteten CO<sub>2</sub> und die prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

#### CO<sub>2</sub>-Emissionen:

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden entsprechend der Gleichung 3.3 in den IPCC-Guidelines 2006 vom IVA berechnet:

$$E_{CO2} = \sum (TFR_i * CCF_i * COF_i * 44/12)$$

Die rückgewonnene Menge an CO<sub>2</sub>, die bei anderen Produktionsprozessen wie z.B. zur Harnstoff-Produktion eingesetzt wird, ist in den berichteten Emissionen enthalten.

Der Kohlenstoffgehalt von Erdgas und Schweröl wird von den fünf Produzenten wie folgt bestimmt: Ein Produzent verwendet einen Standardfaktor, der sich aufgrund der laufenden Betriebsanalytik heraus gebildet hat (C-Gehalt = 86,1 % - Gewichtsbasis). Der zweite Produzent verwendet für Erdgas den IPCC-Default Value, für die Restgase wird der C-Gehalt analytisch ermittelt, der C-Gehalt des eingesetzten Gasgemischs wird mengengewichtet aus den C-Gehalten der einzelnen Einsatzstoffe errechnet. In zwei Fällen werden die Daten, die der Erdgaslieferant zur Verfügung stellt verwendet. Und in einem Fall werden eigene Analysen verwendet, auf deren Basis gewogene monatliche Durchschnittswerte ermittelt werden, die dann für die Emissionsberechnung verwendet werden.

#### Emissionsfaktor für NO<sub>x</sub>:

Für den Emissionsfaktor von NO<sub>x</sub> wurde der Default-Emissionsfaktor des CORINAIR Guidebooks von 1 kg/t NH<sub>3</sub> verwendet (EMEP EEA Emission Inventory Guidebook, TFEIP-endorsed draft, May 2009).

#### 4.3.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.1)

Die von den Betreibern übermittelten Unsicherheiten werden vom IVA entsprechend der Gleichung 6.3 in IPCC GPGAUM aggregiert und an das UBA übermittelt.

Die Unsicherheit für die Aktivitätsrate beträgt ± 0,6 %. Die Unsicherheit für die Emissionen beträgt ± 1 %.

#### 4.3.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.1)

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

#### 4.3.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.1)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### 4.3.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.1)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.3.2 Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion (2.B.2)

#### 4.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.2)

CRF 2.B.2	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Nitric Acid Production	N <sub>2</sub> O	-	3.384,4	(0,28%)	2.757,0	(0,29%)	-18,54%
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>	
N <sub>2</sub> O		Tier 3		PS		PS	
HFC, PFC, SF <sub>6</sub>		NA		NA		NA	
NO <sub>x</sub>						D	

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Salpetersäureproduktion* ist keine Hauptkategorie.

Bei der Produktion von Salpetersäure entsteht in einer Nebenreaktion Distickstoffoxid. In Deutschland gibt es derzeit insgesamt sieben Anlagen zur Herstellung von Salpetersäure.

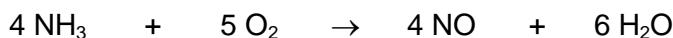
Die Herstellung von HNO<sub>3</sub> erfolgt in zwei Verfahrensschritten:

- **Oxidation** von NH<sub>3</sub> zu NO und
- **Umwandlung** von NO in NO<sub>2</sub> und **Absorption** in H<sub>2</sub>O.

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:



Gleichzeitig werden durch folgende unerwünschte Nebenreaktionen Stickstoff, Distickstoffoxid und Wasser gebildet:



Alle drei Oxidationsreaktionen sind exotherm. Die Wärme kann zurückgewonnen werden und zur Erzeugung von Dampf für den Prozess bzw. zur Abgabe an andere Betriebe und/oder zur Vorwärmung der Restgase genutzt werden. Das Reaktionswasser wird während der Abkühlung der Reaktionsgase in einem Kühlkondensator kondensiert und in die Absorptionssäule überführt.

### 4.3.2.2 Methodische Aspekte (2.B 2)

Die Salpetersäureproduktion wird entsprechend den IPCC-Guidelines seit der Berichtsrunde 2010 anlagenspezifisch nach Tier 3 berichtet. Die Grundlage dazu bildet eine Kooperationsvereinbarung mit den Betreibern zur Lieferung anlagenspezifischer Daten.

Die Betreiber von sechs Anlagen übersenden ihre Daten an den Industrieverband Agrar (IVA).

Die Anlagenbetreiber melden an den IVA:

- die produzierte Menge Salpetersäure (**Aktivitätsdaten**),
- den EF,
- die gemessenen N<sub>2</sub>O-Emissionen am Rohgas,
- bei Einsatz von Minderungstechniken auch die gemessenen N<sub>2</sub>O-Emissionen am geminderten Abgas.

Nach einer Qualitätssicherung aggregiert der IVA aus Vertraulichkeitsgründen die Daten und übermittelt an das UBA die aggregierten Daten (AR und EF). Laut Angaben des IVA kommt als Minderungstechnik teilweise die katalytische Zersetzung direkt nach der Ammoniakverbrennung zum Einsatz. Die N<sub>2</sub>O-Emissionen werden dann berechnet entsprechend der Formel EM = AR \* EF.

Eine Firma übermittelt ihre Daten (AR, EF, N<sub>2</sub>O-Emissionen und evtl. eingesetzte Minderungstechnik) direkt an das Umweltbundesamt, dort werden diese Daten nach einer Qualitätsprüfung mit den Daten vom IVA aggregiert und in der Emissionsdatenbank ZSE dokumentiert.

Bis 2006 korreliert die Produktionsmenge mit den N<sub>2</sub>O-Emissionen. Danach ist eine Entkopplung von Produktionsmenge und N<sub>2</sub>O-Emissionen erkennbar, dies ist auf den zunehmenden Einsatz von Minderungstechniken zurückzuführen.

**NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktor:**

Für den Emissionsfaktor von NO<sub>x</sub> wurde der Default-Emissionsfaktor des CORINAIR Guidebooks von 10 kg/t NH<sub>3</sub> verwendet (EMEP EEA Emission Inventory Guidebook, TFEIP-endorsed draft, May 2009).

#### 4.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.2)

##### Aktivitätsrate:

Die von den Betreibern übermittelte Unsicherheit für die Aktivitätsrate wurde vom IVA bzw. vom UBA entsprechend der Gleichung 6.3 in IPCC GPGAUM festgelegt. Die Unsicherheit beträgt ± 1 %.

##### Emissionsfaktor:

Für den N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktor wird von den Betreibern eine Unsicherheit von ± 5 % angegeben.

#### 4.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.2)

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

#### 4.3.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.2)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### 4.3.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.3.3 Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion (2.B.3)

#### 4.3.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.3)

CRF 2.B.3	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Adipic Acid Production	N <sub>2</sub> O	L T	18.804,6	(1,53%)	370,9	(0,04%)	-98,03%
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>	
N <sub>2</sub> O		T3		PS		PS	
NO <sub>x</sub> , CO						NE	

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Adipinsäureproduktion* ist für N<sub>2</sub>O-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Die EF-Berechnung für die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Adipinsäureproduktion entspricht dem Tier 3a Ansatz der IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006.

Im technischen Maßstab wird Adipinsäure durch Oxidation eines Gemisches von Cyclohexanol und Cyclohexanon (Verhältnis: 93/7) hergestellt. Laut IPCC-GPG (2000: Tab.

3.7, Anm. a) wird vermutlich nur bei einer Anlage in Japan reines Cyclohexanol (EF dort 264 kg/t) eingesetzt, ansonsten wird Adipinsäure aus Cyclohexanol und mit mehr oder weniger Keton und Salpetersäure hergestellt. Bei dieser Reaktion werden erhebliche Mengen an Lachgas ( $N_2O$ ) gebildet. Dies wurde bis Ende 1993 von den beiden alleinigen deutschen Herstellern vollständig in die Atmosphäre emittiert. Ein Hersteller hat eine Anlage zur thermischen Zersetzung von Lachgas in Stickstoff und Sauerstoff patentiert und seitdem in Betrieb. Die Zersetzung erfolgt nahezu vollständig. Ende 1997 nahm der andere Hersteller eine katalytische Reaktoranlage in Betrieb, die bei Dauerbetrieb eine  $N_2O$ -Zersetzungsr率e von 96-98 % erreicht. Im März 2002 wurde eine Anlage eines weiteren Herstellers in Betrieb genommen, die ebenfalls mit einer thermischen  $N_2O$ -Zersetzung betrieben wird. Nach anfänglichen technischen Problemen läuft die Anlage seit 2003 im Dauerbetrieb. Die insgesamt schwankenden Abbauraten und somit auch die Restemissionen sind wartungsbedingt und produktionsabhängig. 2009 nahm ein Hersteller eine zweite, zusätzliche (redundante) thermische  $N_2O$ -Zersetzungsanlage in Betrieb. Seit Inbetriebnahme werden  $N_2O$ -Zersetzungsr率en von über 99% erreicht. Ein weiterer Hersteller nahm Ende 2009 einen zweiten, redundanten Zersetzungreaktor in Betrieb. Durch die Installation der zwei redundanten Abgasbehandlungsanlagen haben sich die  $N_2O$ -Emissionen seit 2010 noch einmal deutlich reduziert.

Die Produktion hat sich nachfragebedingt im Zeitraum von 1990 bis heute mehr als verdoppelt.

#### 4.3.3.2 Methodische Aspekte (2.B.3)

Bis etwa zur Mitte der 90er Jahre wurden nur die Produktionsmengen von den Herstellern zur Verfügung gestellt. Für die Berechnung der Lachgasemissionen wurden für diesen Zeitraum die IPCC Default-Emissionsfaktoren verwendet und zwar bis 1993 für eine Anlage und für die zweite Anlage bis 1997. 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 Lachgasemissionen werden von allen Herstellern kontinuierlich gemessen.

Die Schwankungen der Emissionsangaben ergeben sich aus Störungen der Minderungsanlagen (Revisionsarbeiten, Brandschaden, sonstiger Ausfall von Anlagenteilen) und dem steigenden Produktionsvolumen.

#### 4.3.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.3)

Die Unsicherheiten in der Zeitreihenkonsistenz sind behoben, da alle Hersteller die entsprechenden Daten zur Verfügung stellen. Für Anlagen mit thermischer Zersetzung werden nach IPCC GL 2006 Unsicherheiten von +/- 0,05% und für die katalytische Zersetzung +/- 2,5% angegeben. Nach Angaben der Hersteller liegen die Unsicherheiten, unabhängig von dem Minderungsverfahren, in einem Bereich von +/- 5 bis 5,9 %. Die Unsicherheiten für die Produktionsmengen werden mit +/- 0,06 bis 1 % beziffert. Der EF wird daher mit einer Unsicherheit von 5,9 % angesetzt.

#### **4.3.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.3)**

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

Die Angaben der Hersteller unterliegen einem hohen Vertrauensschutz. Aus diesem Grund können in den CRF-Tabellen lediglich die Emissionsangaben ausgewiesen werden. Die berichteten Emissionen und Aktivitätsraten werden durch den Experten im UBA überprüft und mit Angaben der Industrie und anderen Veröffentlichungen verglichen.

Zwei der drei Hersteller haben an einem JI-Projekt teilgenommen. Die Ergebnisse dieser Projekte wurden mit den Inventardaten verglichen und konnten durch diese bestätigt werden.

#### **4.3.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.3)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.3.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.3)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **4.3.4 Chemische Industrie: Carbidproduktion (2.B.4)**

#### **4.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.4)**

CRF 2.B.4	Gas	HK	1990	2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Carbide Production	CO <sub>2</sub>	-	443,2 (0,04%)	10,3 (0,00%)	-97,68%	
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren	
CO <sub>2</sub>	T3		PS		PS (CaC <sub>2</sub> ) NO (SiC)	

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Carbidproduktion* ist keine Hauptkategorie.

Die Calciumcarbidproduktion fand zu Zeiten der Wiedervereinigung überwiegend in den neuen Bundesländern statt. Nachdem dort die Produktion kurze Zeit später eingestellt worden ist, verblieb nur in den alten Bundesländern ein Hersteller von Calciumcarbid. Nach Auskunft des zuständigen Fachverbands im VCI wird in Deutschland seit 1993 kein Siliziumcarbid mehr hergestellt. Emissionen aus diesem Bereich treten daher nicht mehr auf.

#### **4.3.4.2 Methodische Aspekte (2.B.4)**

##### **Aktivitätsrate:**

Da es nur einen Hersteller in Deutschland gibt müssen diese Daten vertraulich behandelt werden. Lediglich die Produktionsmengen in der ehemaligen DDR wurden vom damaligen Statistischen Zentralamt bis 1989 veröffentlicht. Diese Angabe wurde zusammen mit

vorhandenen Schätzungen für 1991 und 1992 für die Interpolation der Produktion in den neuen Bundesländern im Jahr 1990 verwendet.

#### **Emissionsfaktor:**

Der stöchiometrische Emissionsfaktor für CO<sub>2</sub> ist 688 kg pro t Calciumcarbid (44 g mol<sup>-1</sup> / 64 g mol<sup>-1</sup>). Dieser Emissionsfaktor wurde bis 1992 für die Produktion in den neuen Bundesländern verwendet.

Beim Hersteller wird das im Prozess entstehende Kohlenmonoxid in gedeckelten Öfen vollständig gefasst und anschließend einer energetischen Nutzung zugeführt. Das dadurch entstehende Kohlendioxid dient als Hilfsstoff bei der Produktion von Kalkstickstoff und Folgeprodukten. Das Kohlendioxid fällt bei diesen Prozessen nach der Reaktion mineralisch in Form von Schwarzkalk an. In dieser Form wird es einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt. 2012 wurde die Fahrweise der Carbidöfen vergleichmässigt, so dass deutlich weniger Überschuss-Ofengas abgefackelt werden musste. Zusätzlich ist nach dieser Fahrweise der Ofenbetrieb 'ruhiger', das heißt, dass es weniger Druckstöße gibt, die über die Rohgasfackeln auszugleichen sind.

Auf diese Weise wird für die Produktion ein wesentlich geringerer Emissionsfaktor für Kohlendioxid aus der Calciumcarbidherstellung erreicht.

Die Gesamtemissionen sowie die Produktionsmenge werden vom Hersteller auf Anfrage dem Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt. Der Emissionsfaktor ergibt sich als Produkt von Aktivitätsrate und Emissionsmenge.

#### **4.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.4)**

Wegen der dargelegten Abschätzungen der Produktionsmengen in den neuen Bundesländern ist die Konsistenz nicht vollständig gegeben.

Die Unsicherheiten bezüglich der vom Betreiber zur Verfügung gestellten Daten werden als insgesamt gering eingeschätzt.

#### **4.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.4)**

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

Angaben von Herstellern unterliegen einem hohen Vertrauensschutz. Aus diesem Grund können in den CRF-Tabellen lediglich die Emissionsangaben ausgewiesen werden. Verifizierende Berechnungen konnten nicht durchgeführt werden. Es kann aber darauf hingewiesen werden, dass die Angaben teilweise auch den Genehmigungsbehörden zur Verfügung gestellt worden sind und somit für vertrauenswürdig erachtet werden.

#### **4.3.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.4)**

Der Betreiber hat rückwirkend ab 1997 aktualisierte, genauere Daten übersandt, so dass eine Rekalkulation erforderlich war. Die Daten stammen aus der Ökobilanz bzw. aus den jährlichen Umwelterklärungen nach EMAS (der Betrieb ist zertifiziert seit 1997). Die bisher verwendeten Daten basierten auf Schätzungen der emittierten CO<sub>2</sub>-Menge als lineare Funktion der produzierten Menge Calciumcarbid. Mit den neuen Daten hat sich die Datenqualität erheblich gesteigert.

In der Folge dieses Vorgehens ist der Emissionsfaktor nun nicht mehr konstant und variiert in Abhängigkeit des Anlagenbetriebs bzw. vor allem in der Fahrweise der Öfen. 2012 wurde die Fahrweise der Carbidöfen vergleichmäßigt, so dass deutlich weniger Überschuss-Ofengas abgefackelt werden musste. Zusätzlich ist nach dieser Fahrweise der Ofenbetrieb ‚ruhiger‘, das heißt, dass es weniger Druckstöße gibt, die über die Rohgasfackeln auszugleichen sind. In der Folge ist auch der Emissionsfaktor deutlich reduziert worden.

#### 4.3.4.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.B.4)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.3.5 Chemische Industrie - Sonstige: Emissionen aus sonstigen Produktionsprozessen (2.B.5)

#### 4.3.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.B.5)

CRF 2.B.5	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Other	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	6.888,2 (0,56%)	9.185,3 (0,98%)	33,35%	
Other	N <sub>2</sub> O	-	-	292,7 (0,02%)	62,0 (0,01%)	-78,82%	
Other	CH <sub>4</sub>	-	-	0,3 (0,00%)	0,6 (0,00%)	129,97%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	T2 (Industrieruß, Methanol) CS (alle anderen)	AS (Katalysatorabbrand) NS (alle anderen)	CS
CH <sub>4</sub>	T2 (Industrieruß) CS (alle anderen)	NS	CS (Industrieruß) D (Ethylen, Styrol, Methanol, 1,2-Dichlorethan) D (Industrieruß) CS (Ethylen, Styrol)
CO, SO <sub>2</sub> NMVOC			

Die Quellgruppe *Chemische Industrie: Sonstige Emissionen* aus sonstigen Produktionsprozessen ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

Verschiedene chemische Produktionsprozesse sind potentielle Emissionsquellen von CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und NMVOC, dazu zählen die Herstellung von Industrieruß (Carbon Black), Ethylen (Ethen), Ethylendichlorid (1,2-Dichlorethan), Styrol und Methanol, sowie der Abbrand von Katalysatoren in Raffinerien.

Katalysatorabbrand erfolgt im Raffineriebetrieb zum einen in katalytischen Spaltanlagen, wo entschwefelte Vakuum- und andere Gasöldestillate bei ca. 550°C unter Wasserdampfatmosphäre in Raffineriegas, Flüssiggase, Benzinfraktionen und Mitteldestillat gespalten werden. Zum anderen entstehen CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub> freigesetzt.

In der Caprolactam-Produktion setzen die deutschen Hersteller seit Anfang der 90er Jahre eine thermische Abgasbehandlung ein. N<sub>2</sub>O-Emissionen treten nur noch in sehr geringen Mengen auf, die bereits in den Emissionen der Adipinsäureproduktion mit erfasst sind.

#### 4.3.5.2 Methodische Aspekte (2.B.5)

##### CO<sub>2</sub> – Emissionen

Die Freisetzung von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre wurde für die Quellen Industrierußproduktion, Methanolproduktion, Umwandlungsprozesse und Katalysatorabbrand in Raffinerien im Berichtsjahr 2006 aufgenommen.

Als EF für CO<sub>2</sub> aus der Industrierußproduktion wird der Default-Faktor aus den IPCC-Guidelines 2006 (Table 3.23, Furnace Black Process (default process), primary feedstock) verwendet.

Für Methanol ist der Emissionsfaktor vertraulich.

Der Emissionsfaktor für den Katalysatorabbrand wurde mithilfe von Daten aus dem Emissionshandel des Jahres 2002 ermittelt. Die bekannten Mengen von emittiertem CO<sub>2</sub> wurden dividiert durch die in den Konversionsanlagen eingesetzte Produktmenge. Der so ermittelte Emissionsfaktor wird auf die gesamte Zeitreihe angewendet. Die Aktivitätsrate entspricht der im Jahresbericht des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV), Tabelle Konversionsanlagen, ausgewiesenen Einsatzmenge. Aus Raffinerien wird nur der Katalysatorabbrand berücksichtigt. Die weiteren Emissionsquellen aus Raffinerien (Schwerölvergasung, Kalzinierung und Wasserstoffherstellung) werden nach bisheriger Prüfung bereits im Eigenverbrauch der Raffinerien erfasst (siehe Kapitel 0).

##### CH<sub>4</sub> - Emissionsfaktoren

In den internationalen Richtlinien wird nur sehr knapp auf diese Quellgruppe eingegangen. In den IPCC Guidelines werden als potentielle Emissionsquellen und ohne Anspruch auf Vollständigkeit die Produktion von Industrieruß, Ethylen, Dichlorethylen (1,2-Dichlorethan), Styrol und Methanol aufgeführt.

In deutschen Anlagen muss in den der TA Luft unterliegenden Anlagen gemäß Punkt 5.2.5 ein Grenzwert für die Massenkonzentration organischer Stoffe insgesamt (NMVOC und CH<sub>4</sub>, ausgenommen staubförmige organische Stoffe) von 50 mg/m<sup>3</sup> (Gesamtkohlenstoff) eingehalten werden. Die thermische Nachverbrennung (TNV) von flüchtigen organischen Stoffen aus Anlagen zur Herstellung organischer Grundchemikalien ist Stand der Technik.

Von den drei deutschen Herstellern von Industrieruß wird auf Grund dieses Sachverhalts ein Emissionsfaktor von 0,027 kg Methan pro t Industrieruß gemeldet. Da diese Technik bereits

seit den siebziger Jahren im Einsatz ist, wird dieser EF zu 0,03 kg/t gerundet und auf die gesamte Zeitreihe angewandt.

Für die anderen vier Produkte wurde von dem größten deutschen Hersteller gemeldet, dass in diesen Bereichen auf Grund der thermischen Nachverbrennung keine Methanemissionen mehr auftreten. Auch diese Technik ist bereits seit den achtziger Jahren im Einsatz, daher können diese Emissionsfaktoren auf die gesamte Zeitreihe angewandt werden.

Tabelle 134: nationale Emissionsfaktoren für CH<sub>4</sub> aus sonstigen Prozessen der Chemischen Industrie

Industrieruß	Styrol	Ethylen	1,2-Dichlorethan [kg CH <sub>4</sub> /t]	Methanol
0,03	0	0	0	0

### NM VOC, CO und SO<sub>2</sub> – Emissionsfaktoren

In Deutschland wurden für sonstige Schadstoffe neben dem oben betrachteten Methan die in der Tabelle 135 aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 135: In Deutschland verwendete Emissionsfaktoren für sonstige Schadstoffe

	Industrieruß [kg CO/t]	Industrieruß [kg SO <sub>2</sub> /t] <sup>48</sup>	Ethylen [kg NM VOC/t]	1,2- Dichlorethan [kg NM VOC/t]	Polystyrol [kg NM VOC/t]	Styrol [kg NM VOC/t]
1990	4,8 / 5	19,5 / <sup>(49)</sup>	5	C	1	0,02
1991	4,6 / 5	19 / 20	5	C	1	0,02
1992	4,4 / 5	18,5 / 20	5	C	1	0,02
1993	4,2	18	5	C	1	0,02
1994	4	17,5	5	C	1	0,02
1995	3,75	17	0,4	C	0,6	0,02
1996	3,5	16	0,3	C	0,4	0,02
1997	3,25	15	0,3	C	0,4	0,02
1998	3	14	0,25	C	0,32	0,02
1999	2,9	13,4	0,25	C	0,32	0,02
2000	2,8	12,8	0,2	C	0,27	0,02
2001	2,7	12,54	0,2	C	0,27	0,02
2002	2,65	12,28	0,2	C	0,27	0,02
2003	2,6	12,0	0,2	C	0,27	0,02
2004	2,55	11,7	0,2	C	0,27	0,02
2005	2,5	11,5	0,2	C	0,27	0,02
2006	2,5	11,2	0,2	C	0,27	0,02
2007	2,5	10,9	0,2	C	0,27	0,02
2008	2,5	10,6	0,2	C	0,27	0,02
2009	2,5	10,3	0,2	C	0,27	0,02
ab 2010	2,5	10,0	0,2	C	0,27	0,02

Die Angaben der EF für NM VOC wurden für Polystyrol der European Commission (EC, 2006a, BREF Polymere Reference Document) entnommen, für die übrigen Produkte wurden die Angaben deutscher Hersteller verwendet, deren Angaben als vertrauliche Daten vorliegen. Bis 1994 wurden die Default Faktoren verwendet. Die Angaben der EF für CO und SO<sub>2</sub> bei der Herstellung von Industrieruß basieren auf dem BREF Large Volume Inorganic Chemicals - LVIC – S (EC, 2007) und sind identisch mit den im CORINAIR-Handbuch 2008 (First Order Draft) dargestellten Default-Werten.

<sup>48</sup> Bei zwei angegeben EF bezieht sich der zweite Wert auf die neuen Bundesländer.

<sup>49</sup> Für die neuen Bundesländer wird kein EF ausgewiesen, da diese SO<sub>2</sub>-Emissionen nur pauschal in einer Summe berücksichtigt werden konnten.

## Aktivitätsraten

In der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes werden die folgenden Produkte berücksichtigt (Tabelle 136).

Tabelle 136: Meldenummern der Produktionsstatistik

Zeile	Polystyrol	Methanol	1,2 - Dichlorethan	Industrieruß	Ethylen	Styrol
bis 1994	4414 42	4232 11	4228 22	4113 70	4221 11	4224 60
ab 1995	2416 20 350 und ...390	2414 22 100	2414 13 530	2413 11 300	2414 11 300	2414 12 500
ab 2009				2013 21 300		

Die Angabe für die Industrierußproduktion in den NBL 1990 entstammt dem statistischen Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 1992: S. 234), für 1991 und 1992 wurden sie wegen Geheimhaltung geschätzt. Die übrigen Daten für die Industrierußproduktion ab 1990 entstammen dem Statistischen Bundesamt (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, Fachserie 4, Reihe 3.1, Produzierendes Gewerbe, Produktion im Produzierenden Gewerbe).

### 4.3.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.B.5)

Die Emissionsfaktoren für Ethylen, Methanol, 1,2-Dichlorethan und Styrol beruhen auf einer Auswertung deutscher Hersteller. Aufgrund der in den achtziger Jahren flächendeckend eingeführten thermischen Nachverbrennung sind die Emissionen an organischen Stoffen aus deutschen Anlagen vernachlässigbar gering. Unsicherheiten können nicht abgeschätzt werden. Die neuen Emissionsfaktoren sind für die gesamte Zeitreihe gültig. Bei den Aktivitätsraten sind im Zeitablauf Schwankungen erkennbar, Gründe hierfür sind unbekannt. Da aber die Produktionsmengen bis auf unbedeutende Schätzwerte einer vertrauenswürdigen Quelle entnommen werden konnten, sind die Unsicherheiten als gering anzusehen. Innerhalb eines Zeitraumes von drei Jahren sind allerdings Korrekturen an den Betreiberangaben möglich. Trotz der innerhalb des Betrachtungszeitraums liegenden Umstellung in der Erhebung wird auch von konsistenten Daten ausgegangen.

### 4.3.5.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.B.5)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt. Aufgrund begrenzter Ressourcen und minimaler Relevanz wird für die Berichterstattung von Precursoren keine QK/QS durchgeführt.

### 4.3.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.B.5)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

### 4.3.5.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.B.5)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 4.4 Metallproduktion (2.C)

Die Quellgruppe 2.C ist unterteilt in die Unterpunkte 2.C.1 bis 2.C.5. Dem Unterpunkt Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1) sind in der Emissionsdatenbank ZSE die Sinterproduktion, die Roheisenproduktion, die Stahlerzeugung und die Eisen-, Stahl- und Tempergussproduktion zugeordnet. Die Produktion von Ferrolegerungen (2.C.2) ist in Deutschland von untergeordneter Bedeutung und wird daher im vorliegenden Bericht nicht weiter untergliedert. Die Aluminiumproduktion (2.C.3) untergliedert sich in Hüttenaluminium und Umschmelzaluminium. Für die Anwendung von SF<sub>6</sub> in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4) gibt es keine weiteren Untergliederungen. Der Unterpunkt Andere (2.C.5) umfasst im ZSE die Bleiproduktion, Feuerverzinkung, Kupferproduktion und Zinkproduktion.

### 4.4.1 Metallproduktion: Eisen- und Stahlproduktion (2.C.1)

#### 4.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.1)

CRF 2.C.1	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg)	Anteil (%)	Gesamtemission (Gg)	Anteil (%)	
Steel (integrated production)	CO <sub>2</sub>	L T/T2	22.711,9	(1,85%)	15.908,0	(1,70%)	-29,96%
Steel (integrated production)	N <sub>2</sub> O	- -	27,6	(0,00%)	14,9	(0,00%)	-46,11%
Steel (integrated production)	CH <sub>4</sub>	- -	3,9	(0,00%)	4,5	(0,00%)	15,01%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	Tier 2	NS	CS
CH <sub>4</sub>	Tier 2	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>	Tier 2	NS	CS

Die Quellgruppe *Eisen- und Stahlproduktion* ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

In Deutschland wurden im Jahr 2011 28,9 Mio. t Rohstahl auf Erzbasis in sechs integrierten Hüttenwerken erzeugt. Die Elektrostahlproduktion betrug 13,8 Mio. t.

#### 4.4.1.2 Methodische Aspekte (2.C.1)

Dieser Sektor umfasst die prozessbedingten Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (via Hochofen und Oxygenstahlwerk) sowie aus Elektrostahlwerken.

Weitere Strukturelemente in dieser Quellgruppe (Gießereien: Eisen-, Stahl- und Tempergussproduktion; Stahlerzeugung: Walz-Stahl-Produktion) dienen der Berechnung anderer Schadstoffemissionen (nicht von Treibhausgasen).

Die prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung in integrierten Hüttenwerken resultieren vor allem aus dem Reduktionsmitteleinsatz in den Hochöfen. Zudem werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz in Sinteranlagen und bei der Roheisenherstellung sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung den prozessbedingten Emissionen im Sektor 2.C.1 zugerechnet.

**Methode zur Berechnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz in den Hochöfen resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen**

Den IPCC Guidelines zufolge sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Quellgruppe 2.C.1 über eine Kohlenstoffbilanz zu ermitteln. Hintergrund ist, dass praktisch sämtlicher Kohlenstoff, der in die die Hochöfen eingebracht wird, bei der späteren energetischen Nutzung oder Abfackelung des im Hochofen gebildeten Gichtgases oder des im Oxygenstahlkonverter gebildeten Konvertergases als CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre abgegeben wird. Der Anteil des Kohlenstoffs, der im erzeugten Stahl oder in demjenigen Teil des Roheisens verbleibt, der nicht zu Stahl weiterverarbeitet wird, ist im Vergleich zu den mit dem Reduktionsmitteleinsatz verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht relevant<sup>50</sup>.

Es gibt folglich zwei Möglichkeiten, die aus dem Reduktionsmitteleinsatz resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen zu berechnen: Entweder über die Menge der eingesetzten Reduktionsmittel (Kohlenstoffeintrag) oder über das Aufkommen an Gichtgas und Konvertergas (Kohlenstoffaustrag). Für beide Ansätze sind statistische Angaben auf nationaler Ebene verfügbar. Beide Ansätze führen jedoch zu unterschiedlichen Emissionsmengen; die über die verwendeten Mengen an Gichtgas- und Konvertergas berechneten Emissionen sind insbesondere in den Jahren ab 2003 höher als bei der Rechnung über die Angaben zum Reduktionsmitteleinsatz. Diese wachsende statistische Differenz ist sachlich nicht erklärbar, dem Prinzip der konservativen Abschätzung folgend wurde jedoch entschieden, das Aufkommen an Gichtgas und Konvertergas als Grundlage für die Emissionsberechnung zu nutzen. Dies war auch die Empfehlung der Expertenkommission des Klimasekretariats, die im September 2010 den deutschen Inventarbericht von 2010 überprüft hat.

Die energetische Nutzung von Gichtgas und Konvertergas findet nur zum Teil in der Quellgruppe 2.C.1 statt, daneben wird es für andere Prozessfeuerungen in der Eisen- und Stahlindustrie (1.A.2.a), in Kokereien zur Koksofenunterfeuerung (1.A.1.c) sowie in öffentlichen (1.A.1.a) oder Industriekraftwerken (1.A.2.f) zur Stromerzeugung genutzt. Für alle genannten Quellgruppen liefert die deutsche Energiebilanz Angaben zum Gicht- und Konvertergasverbrauch. Folglich teilen sich die aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen auf alle Quellgruppen auf, in denen das Gicht- und Konvertergas verbrannt und somit tatsächlich CO<sub>2</sub> emittiert wird (siehe folgende Abbildung).

<sup>50</sup> Der durchschnittliche Kohlenstoffanteil der über 2000 Stahlsorten, die in Deutschland erzeugt werden, liegt in der Regel deutlich unter 2%, wird statistisch jedoch nicht erfasst. In jedem Fall ist dieser nicht energetische Kohlenstoffaustrag im Vergleich zu den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung sehr gering (<1,5 %). Da nur etwa 3% des in Deutschland erzeugten Roheisens nicht zu Oxygenstahl weiterverarbeitet werden, ist auch dieser nicht-energetische Kohlenstoffaustrag marginal (ca. 0,1%).

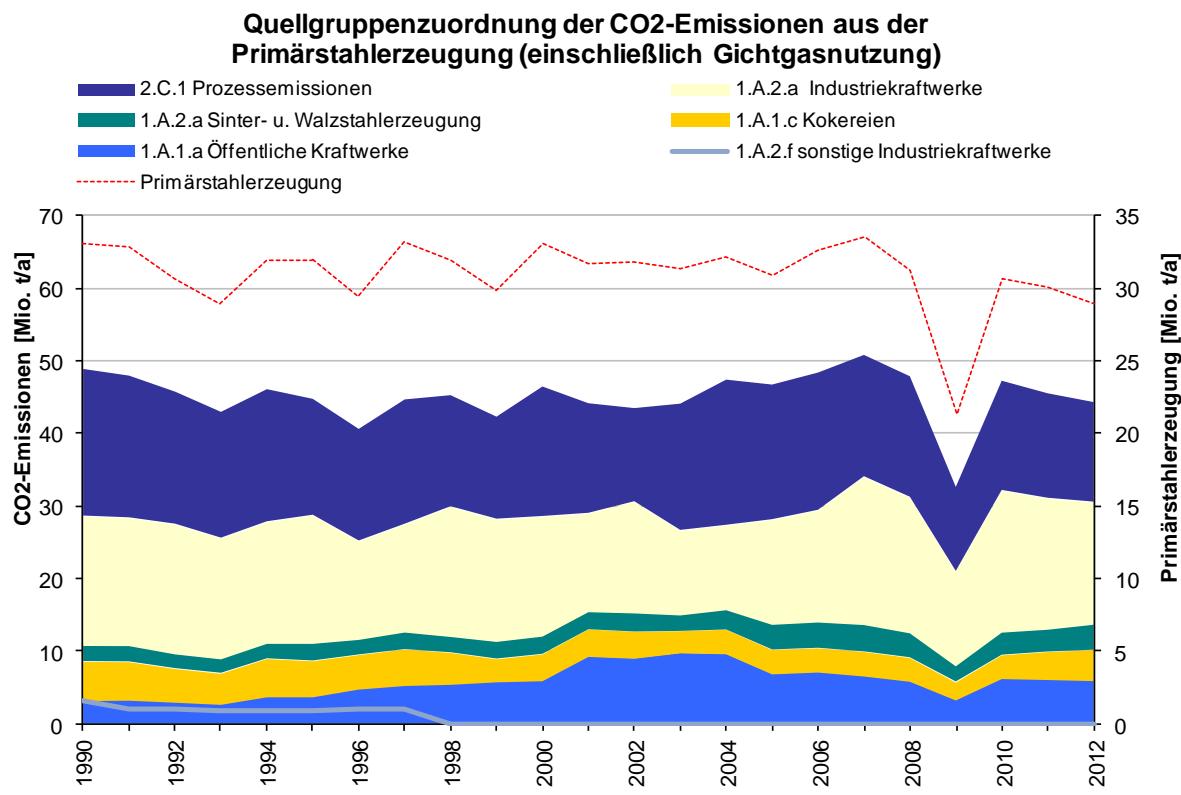


Abbildung 40: Zeitlicher Verlauf und Quellgruppenzuordnung der aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung bzw. Gichtgasaufkommen resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Summe der dargestellten CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigt eine gute Korrelation mit den berichteten Aktivitätsraten für die Primärstahlerzeugung (siehe gestrichelte rote Linie). Jährliche Schwankungen in den einzelnen Quellgruppen beruhen vermutlich auf wechselnden Zuordnungen einzelner Anlagen in der amtlichen Statistik. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Gesamtsumme der berichteten Emissionen.

Tabelle 137: CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung (einschließlich Gichtgasnutzung)

Mt CO <sub>2</sub>	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.1.a Öffentliche Kraftwerke	3,236	3,283	3,008	2,719	3,744	3,745	4,796	5,282	5,440	5,782
1.A.1.c Kokereien	5,328	5,234	4,579	4,220	5,201	4,899	4,686	4,947	4,342	3,131
1.A.2.a Sinter- u. Walzstahlerzeugung	2,223	2,251	2,041	2,001	2,136	2,433	2,142	2,408	2,245	2,433
1.A.2.a Industriekraftwerke	17,845	17,619	17,885	16,639	16,761	17,670	13,565	14,870	17,896	16,857
1.A.2.f Sonstige Industrie- kraftwerke	3,198	2,020	1,937	1,765	1,766	1,761	1,923	2,135	0,000	0,000
2.C.1 Prozessemisionen	20,245	19,566	18,233	17,369	18,244	16,000	15,407	17,159	15,330	14,082
Mt CO <sub>2</sub>	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1.A.1.a Öffentliche Kraftwerke	5,930	9,243	8,990	9,723	9,597	6,866	7,112	6,578	5,858	3,317
1.A.1.c Kokereien	3,636	3,725	3,668	3,015	3,341	3,308	3,293	3,332	3,230	2,421
1.A.2.a Sinter- u. Walzstahlerzeugung	2,508	2,476	2,618	2,255	2,776	3,526	3,616	3,761	3,441	2,242
1.A.2.a Industriekraftwerke	16,500	13,567	15,337	11,657	11,643	14,432	15,406	20,395	18,698	13,004
1.A.2.f Sonstige Industrie- kraftwerke	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.C.1 Prozessemisionen	17,879	15,131	12,856	17,432	20,046	18,587	18,953	16,749	16,639	11,601
Mt CO <sub>2</sub>	2010	2011	2012							
1.A.1.a Öffentliche Kraftwerke	6,228	6,097	5,948							
1.A.1.c Kokereien	3,220	3,795	4,196							
1.A.2.a Sinter- u. Walzstahlerzeugung	3,174	3,134	3,567							
1.A.2.a Industriekraftwerke	19,553	18,062	16,842							
1.A.2.f Sonstige Industrie- kraftwerke	0,000	0,000	0,000							
2.C.1 Prozessemisionen	15,075	14,427	13,752							

Sekundärbrennstoffe werden in der Eisen- und Stahlindustrie nur bei der Erzeugung von Roheisen im Hochofenprozess eingesetzt. Diese Materialien sind bisher in nationalen Statistiken und der Energiebilanz nicht enthalten. Als Datenquelle werden daher Angaben der Wirtschaftsvereinigung Stahl genutzt. Da die Sekundärbrennstoffe jedoch ausschließlich als Ersatzreduktionsmittel an Stelle von Koks eingesetzt werden, sind die aus ihrem Einsatz resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen ebenfalls in den über den Gichtgas- und Konvertergaseinsatz ermittelten CO<sub>2</sub>-Emissionen enthalten und müssen nicht gesondert berechnet werden.

### Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Roheisenerzeugung

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz werden nach Tier 1 bestimmt (UBA 2006, FKZ 20541217/02). Die Stahlindustrie setzt Kalkstein (CaCO<sub>3</sub>) nur bei der Aggregation des Eisenerzes in Sinteranlagen und bei der Roheisenerzeugung im Hochofen ein. Beim Oxygenstahl- oder Elektrostahlverfahren wird hingegen gebrannter Stahlwerkskalk (CaO) als Schlackenbildner eingesetzt; die bei der Erzeugung dieses Branntkalks freigesetzten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden daher bereits unter 2.A.2 berichtet. Die Kalksteineinsätze bei der Sinter- und Roheisenherstellung wurden bis 2004 in der Eisen- und Stahlstatistik veröffentlicht (STATISTISCHES BUNDESAMT Fachserie 4, Reihe 8.1), seitdem müssen sie aus den im Rahmen des BGS-Bogens berichteten Produktionsmengen von Sinter und Roheisen über spezifische Einsatzfaktoren (d. h. 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 138 angegebenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Tabelle 138: Kalksteineinsatz und daraus resultierende CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Sinter- und Roheisenerzeugung

Jahr	Kalksteineinsatz [t/a]		CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]		
	Roheisen	Sinter	Roheisen	Sinter	Summe
<b>1990</b>	755.737	4.680.775	332.524	2.059.541	2.392.065
<b>1991</b>	757.000	4.532.000	333.080	1.994.080	2.327.160
<b>1992</b>	666.000	4.198.000	293.040	1.847.120	2.140.160
<b>1993</b>	627.000	3.891.000	275.880	1.712.040	1.987.920
<b>1994</b>	733.000	4.173.153	322.520	1.836.187	2.158.707
<b>1995</b>	751.000	4.600.000	330.440	2.024.000	2.354.440
<b>1996</b>	686.000	4.350.000	301.840	1.914.000	2.215.840
<b>1997</b>	629.000	4.471.000	276.760	1.967.240	2.244.000
<b>1998</b>	677.000	4.588.000	297.880	2.018.720	2.316.600
<b>1999</b>	817.000	4.144.000	359.480	1.823.360	2.182.840
<b>2000</b>	924.000	4.273.000	406.560	1.880.120	2.286.680
<b>2001</b>	866.000	4.136.000	381.040	1.819.840	2.200.880
<b>2002</b>	831.000	3.940.000	365.640	1.733.600	2.099.240
<b>2003</b>	832.525	4.046.711	366.311	1.780.553	2.146.864
<b>2004</b>	847.689	4.209.871	372.983	1.852.343	2.225.326
<b>2005</b>	787.724	4.306.067	346.599	1.894.669	2.241.268
<b>2006</b>	822.920	4.410.408	362.085	1.940.580	2.302.664
<b>2007</b>	840.868	4.608.067	369.982	2.027.549	2.397.531
<b>2008</b>	790.216	4.541.174	347.695	1.998.117	2.345.812
<b>2009</b>	547.680	3.496.405	240.979	1.538.418	1.779.397
<b>2010</b>	799.679	4.045.042	351.859	1.779.818	2.131.677
<b>2011</b>	782.420	3.457.153	344.265	1.521.147	1.865.412
<b>2012</b>	757.355	3.912.824	333.236	1.721.642	2.054.879

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<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung

Bei der Elektrostahlherstellung entstehen direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Abbrand der Graphitelektroden, die ebenfalls den prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stahlerzeugung zuzurechnen sind. Sie werden aus der Menge des produzierten Elektrostahls über einen in 2009 im Rahmen eines Forschungsvorhabens (UBA/BFI 2012) aktualisierten Emissionsfaktor (7,4 kg/t) berechnet, der auf dem spezifischen Elektrodenverbrauch pro t Elektrostahl (2,06 kg/t), dessen Kohlenstoffgehalt (98%) sowie dem stöchiometrischen Faktor (3,667 t CO<sub>2</sub>/t C) basiert. Der Beitrag des Elektrodenabbrands bei der Elektrostahlherstellung ist mit ca. 0,2% der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Eisen- und Stahlerzeugung unbedeutend.

### Ermittlung der insgesamt unter 2.C.1 zu berichtenden CO<sub>2</sub>-Emissionen der Eisen- und Stahlproduktion)

Die insgesamt unter 2.C.1 zu berichtenden prozessbedingten Emissionen setzen sich wie folgt zusammen:

1. die aus dem Reduktionsmitteleinsatz zur Primärstahlerzeugung resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen, soweit das Gicht- und Konvertergas nicht in anderen Quellgruppen eingesetzt und folglich dort als CO<sub>2</sub>-Emissionen berichtet wird
2. den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz bei der Roheisenerzeugung und
3. den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Elektrodenabbrand bei der Elektrostahlherstellung

Die so ermittelten Emissionsmengen sind Tabelle 140 zu entnehmen.

Tabelle 139: Insgesamt unter 2.C.1 zu berichtende prozessbedingte Emissionen

Jahr	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus dem Reduktionsmitteleinsatz, soweit nicht in anderen Quellgruppen berichtet [t/a]	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus dem Kalksteineinsatz [t/a]	CO <sub>2</sub> -Emissionen aus dem Elektrodenabbrand [t/a]	2.C.1 gesamt [t/a]
1990	20.244.570	2.392.065	75.242	22.711.877
1991	19.566.299	2.327.160	68.464	21.961.923
1992	18.233.163	2.140.160	64.358	20.437.681
1993	17.368.898	1.987.920	59.840	19.416.658
1994	18.244.329	2.158.707	65.783	20.468.820
1995	15.999.678	2.354.440	74.794	18.428.912
1996	15.407.293	2.215.840	76.291	17.699.424
1997	17.159.145	2.244.000	87.552	19.490.696
1998	15.330.371	2.316.600	89.196	17.736.167
1999	14.081.926	2.182.840	90.457	16.355.223
2000	17.878.539	2.286.680	98.251	20.263.471
2001	15.130.790	2.200.880	96.961	17.428.630
2002	12.856.088	2.099.240	97.381	15.052.709
2003	17.432.279	2.146.864	99.048	19.678.190
2004	20.045.595	2.225.326	104.984	22.375.905
2005	18.587.293	2.241.268	100.780	20.929.341
2006	18.952.642	2.302.664	108.206	21.363.512
2007	16.749.314	2.397.531	110.721	19.257.566
2008	16.638.663	2.345.812	107.948	19.092.423
2009	11.600.674	1.779.397	83.590	13.463.660
2010	15.075.367	2.131.677	97.446	18.208.004
2011	14.379.883	1.865.412	104.744	16.350.039
2012	14.427.089	2.054.879	102.037	16.397.245

#### 4.4.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.1)

Die Zeitreihenkonsistenz ist gegeben, da die Aktivitätsraten bei allen Anlagen erhoben und die Emissionen für alle Jahre nach derselben Methode ermittelt wurden.

Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Kalksteineinsatz gab es von 2004 zu 2005 einen Methodenbruch durch den Wegfall der bis 2004 verwendeten Datenquelle. Die Entwicklung der Zeitreihe erscheint jedoch trotz Methodenbruch plausibel. Aufgrund der notwendigen Berechnung beträgt die Unsicherheit der Aktivitätsrate hier ± 10%.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für den Elektrodenabbrand beträgt ± 3 %, bei den übrigen Daten liegt die Unsicherheit bei ± 5 %. Die Unsicherheiten beruhen nur auf Mess- und Analysegenauigkeiten.

#### 4.4.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.1)

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

Die Emissionsermittlung in den Quellgruppen 1.A.2.a und 2.C.1 ist ein komplexe Aufgabe, da es zwischen der Energiebilanz, der Emissionsberichterstattung, dem Emissionshandel sowie den Verbandsstatistiken große methodische Unterschiede gibt. Zur Sicherung der Datenqualität werden regelmäßig Expertengespräche durchgeführt, in denen die Daten verglichen und bewertet werden. Aufgrund der methodischen Unterschiede ist eine

Plausibilitätskontrolle der ermittelten Emissionsmengen mit den Daten der deutschen Emissionshandelsstelle nur auf einer hoch aggregierten Ebene möglich.

#### 4.4.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.1)

Es waren keine Rückrechnungen erforderlich.

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

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.4.2 Metallproduktion: Produktion von Ferrolegierungen (2.C.2)

#### 4.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.2)

CRF 2.C.2	Gas	HK	1990	2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Ferroalloys	CO <sub>2</sub>	-	429,0 (0,03%)	6,3 (0,00%)	-98,54%	
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren	
CO <sub>2</sub>	CS		IS		CS	
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>					NE	

Die Quellgruppe *Produktion von Ferrolegierungen* ist keine Hauptkategorie. Ferrolegierungen sind Zuschlagsstoffe, mit denen Stahl legiert wird. In Deutschland existieren fünf Hersteller von Ferrolegierungen: Ferrochrom, Ferrosilizium und Siliziummetall werden jeweils nur von einem Unternehmen hergestellt; weitere Ferrolegierungen nur in sehr geringem Umfang. Nach den Daten des US Geological Survey wurden im Jahr 2011 56.900 t Ferrolegierungen in Deutschland produziert. Seit 1995 wird ausschließlich das Elektro-Lichtbogen-Verfahren verwendet, bei dem nur aus dem Elektrodenabbrand geringe Mengen an prozessbedingtem CO<sub>2</sub> freigesetzt werden.

Bis 1995 kam teilweise das Hochofenverfahren zum Einsatz, das mit vergleichsweise höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden war.

#### 4.4.2.2 Methodische Aspekte (2.C.2)

Die verwendeten **Emissionsfaktoren** zu beiden genannten Verfahren (Hochofen- und Elektro-Lichtbogen-Verfahren) wurden in dem Forschungsvorhaben „NEU-CO<sub>2</sub>“ (FKZ 203 41 253/02) ermittelt.

Für die **Aktivitätsrate** wird seit 1994 auf Daten des US Geological Survey (USGS) zurückgegriffen. Die aktuell verfügbaren Daten stammen aus dem Jahr 2011. Für das Jahr 2012 ist die Aktivitätsrate fortgeschrieben worden.

#### **4.4.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.2)**

Die Aktivitätsraten des US Geological Survey (USGS) beruhen teilweise auf Schätzungen und sind daher mit vergleichsweise hohen Unsicherheiten behaftet.

Für die Jahre 2001 – 2006 liegen auch Daten des Statistischen Bundesamtes zum Absatz von Ferrolegierungen vor, welche aber um Faktor 0,7 unter den Produktionsdaten des USGS liegen. Aus Gründen der Zeitreihenkonsistenz werden daher auch für diese Jahre die Daten des USGS verwendet.

Die deutliche Abnahme des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors von 1994 zu 1995 bedeutet ebenfalls keine Inkonsistenz, sondern resultiert aus dem Wechsel des Produktionsverfahrens.

#### **4.4.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.2)**

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

Die verwendeten AR von USGS wurden mit Hilfe der Angaben des Statistischen Bundesamtes verifiziert (siehe oben). Ein Vergleich der Emissionen mit anderen Datenquellen für Deutschland wurde nicht durchgeführt, weil keine anderen Datenquellen für Emissionen aus 2.C.2 bekannt waren.

#### **4.4.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.2)**

Aufgrund der nur zweijährlichen Bereitstellung der Aktivitätsdaten durch UDGS wurde eine minimale Rückrechnung für das Vorjahr 2011 vorgenommen.

#### **4.4.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.2)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **4.4.3 Metallproduktion: Primäraluminumproduktion (2.C.3)**

#### **4.4.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.3)**

CRF 2.C.3	Gas	HK	1995/1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
all fuels	PFC	-	1.551,7	(0,13%)	74,9	(0,01%)	-95,17%
all fuels	CO <sub>2</sub>	-	1.011,9	(0,08%)	561,0	(0,06%)	-44,56%
Gas		Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren	
CO <sub>2</sub>		Tier 3		AS		CS	
CH <sub>4</sub>		-		-		NE	
PFC		Tier 3		AS		CS	
NO <sub>x</sub>		-		-		NE	
CO, SO <sub>2</sub>				AS		CS	

Die Quellgruppe *Primäraluminumproduktion* ist keine Hauptkategorie.

In Deutschland wird in vier Hütten Aluminium in Elektrolyseöfen mit vorgebrannten Anoden erzeugt. Wesentliche Emissionsquellen sind die Abgase der Elektrolyseöfen und diffuse Emissionen über Hallendächern. An klimarelevanten Substanzen und Luftschatstoffen werden insbesondere CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub> und C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> emittiert.

Die größte Quelle für FKW-Emissionen ist in Deutschland trotz erheblicher Reduktionen seit 1990 weiterhin die Produktion von Primäraluminium. Durch umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen in deutschen Aluminiumhütten und der Stilllegung von Produktionskapazitäten sanken die absoluten Emissionen aus diesem Sektor seit 1995 um über 90 %. Hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der FKW-Emissionen ist eine Stagnation auf niedrigem Niveau zu erwarten.

#### 4.4.3.2 Methodische Aspekte (2.C.3)

Die Produktionsmenge für das Jahr 2012 ist dem Monitoring-Bericht der Aluminiumindustrie für das Jahr 2012 entnommen (GDA, 2012). Der durchschnittliche Anodenverbrauch liegt bei 430 kg Petrolkoks je Tonne Aluminium. In der Tabelle 140 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<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren wurden aus dem spezifischen Anodenverbrauch errechnet. Die Anoden bestehen aus Petrolkoks; diese weisen spezifische Schwefelgehalte von ca. 1,2 % auf, woraus ein SO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 10,4 kg/t Al berechnet werden kann. Grundlage der Berechnung des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors ist der spezifische Kohlenstoffgehalt von Petrolkoks von 857 kg pro t. (vgl. Kapitel 18.7.2). Durch Multiplikation des durchschnittlichen Anodenverbrauchs mit dem mittleren Kohlenstoffgehalt und der stöchiometrischen Umsetzung zu CO<sub>2</sub> ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 1367 kg/t Aluminium. Der CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Faktor nicht berücksichtigt.

Die in Tabelle 140 genannten Emissionsfaktoren wurden mit den Emissionsangaben in BAT-Merkblättern<sup>51</sup> und anderen Quellen (z.B. der VDI Richtlinie 2286 Blatt 1) abgeglichen.

Tabelle 140: AR und prozessbedingte EF der Primäraluminiumproduktion im Jahr 2012

	AR		Emissionsfaktoren				
	Anzahl Hütten	Produktion [t]	CO <sub>2</sub> [kg/t]	NO <sub>x</sub> [kg/t]	SO <sub>2</sub> [kg/t]	C gesamt [kg/t]	CO [kg/t]
Primäraluminium	4	410.423	1367	k.A.	10,4	k.A.	180

Für die FKW-Emissionen aus Primäraluminiumhütten liegen aufgrund einer Selbstverpflichtung der Aluminiumindustrie Emissionsangaben vor. Seit 1997 berichtet die

<sup>51</sup> siehe <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/kurzue.htm>

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<sub>4</sub> Emissionen sind die in den Jahren 1996 und 2001 in allen deutschen Hütten durchgeföhrten Messungen. Hierbei wurden je nach Technologie spezifische CF<sub>4</sub>- Emissionswerte pro Anodeneffekt<sup>52</sup> ermittelt. Die Zahl der Anodeneffekte wird in den Hütten erfasst und dokumentiert. Die CF<sub>4</sub>-Gesamtemission wurde durch Multiplikation der gesamten Anodeneffekte des Jahres mit der in 2001 ermittelten spezifischen CF<sub>4</sub>-Emission pro Anodeneffekt errechnet. Der Gesamtemissionsfaktor für CF<sub>4</sub> ergibt sich durch Addition der CF<sub>4</sub>-Emissionen der Hütten dividiert durch die Gesamtaluminiumproduktion der Hütten. C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> und CF<sub>4</sub> entstehen im festen Verhältnis von etwa 1:10. Die oben genannte Methode wurde auf die Zeitreihe bis 2010 angewendet, durch Rückrechnungen wurden die Emissionen für die Jahre 1990 bis 1996 ergänzt. Für den Emissionshandels hat die Aluminiumindustrie die Berechnung der PFC-Emissionen auf die IAI-Methode (entspricht UNFCCC-Default Tier 2) umgestellt. Der dafür vorgesehene Default-Slope-Faktor wird auch von allen anderen europäischen Anlagen genutzt und ist im Rahmen des europäischen Emissionshandels anerkannt. Aus Konsistenzgründen hat die Aluminiumindustrie deshalb ab 2010 auch die Emissionsdaten für die Emissionsberichterstattung nach der IAI-Methode berichtet.

#### 4.4.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.3)

Die Emissionsangaben zu FKW, CO, CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> genügen dem Tier 3b Ansatz und werden entsprechend als sehr genau bewertet. Für CO, CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> besteht eine Zeitreihenkonsistenz.

Allerdings wurde die anlagenspezifische Anzahl der Anodeneffekte in den Jahren 1991, 1992, 1993 und 1995 im Rahmen der freiwilligen Selbstverpflichtung nicht erhoben und für diese Jahre keine Berechnung durchgeführt (siehe 4.4.3.6).

Außerdem waren die Jahre 1991 bis 1994 wegen des Verfalls der Weltmarktpreise für Primäraluminium tiefe Krisenjahre für die deutsche Aluminiumindustrie. Aus diesem Grund wurden einige Anlagen stillgelegt. Der Abbau betraf alle Ofentypen, aber am stärksten betroffen waren die kurz zuvor modernisierten Öfen mit Punktdosierungstechnik. Deren Kapazität sank um 43%, gemessen am Bestand 1990. Dies erklärt auch den kurzfristigen Anstieg bzw. die Stagnation des implizierten Emissionsfaktors für CF<sub>4</sub> in diesen Jahren. Absolut haben die Primärhütten 2007 nur 26 Tonnen CF<sub>4</sub> gegenüber 45 Tonnen in 2005 emittiert. Ursache hierfür ist ein Produktionsrückgang. Gegenüber dem Jahr 2006 ist jedoch eine geringe Produktionssteigerung zu verzeichnen, weil das teilweise Abschalten der Öfen im Werk Stade durch eine Produktionssteigerung am Produktionsstandort Hamburg mehr als ausgeglichen wurde. Im Jahr 2009 führte die Wirtschaftskrise u.a. zu drastischen Produktionseinbrüchen im Rheinwerk Neuss. Aufgrund der schwierigen ökonomischen Situation der aller deutschen Primärhütten kam es in der Folgezeit immer wieder zu Prozessinstabilitäten durch häufige An- und Abfahrprozesse. Dies führte zu einer höheren Anzahl von Anodeneffekten und damit zu höheren PFC-Emissionen. Im Jahr 2010

52 „...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<sub>2</sub> zu CO und zu 5 bis 20 % CF<sub>4</sub>....“ (ÖKO-RECHERCHE 1996)

stabilisierte sich die ökonomische Lage merklich. Die Prozesse konnten wieder kontinuierlich und stabil gefahren werden. Dadurch verringerte sich die Anzahl der Anodeneffekte in einem solchen Maße, dass die absoluten PFC-Emissionen trotz der Produktionssteigerung im Vergleich zu 2009 sanken. Dieser Trend setzte sich auch im Folgejahr 2011 fort. Im Jahr 2012 lag die Aktivitätsrate ein wenig unter dem Vorjahr, was sich in den geringfügig kleineren PFC-Emissionen widerspiegelt.

#### **4.4.3.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.3)**

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

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

Die Ermittlung der spezifischen FKW-Emissionen während der Anodeneffekte erfolgte durch Messungen der Industrie in den Jahren 1996 und 2001 an allen Primäraluminium produzierenden Anlagen in Deutschland. Die Menge der entstehenden FKW hängt vor allem von der Dauer und Häufigkeit der Anodeneffekte ab. Durch computerbasierte Prozesssteuerung konnten die Dauer und die Häufigkeit der Anodeneffekte in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Der deutsche Emissionsfaktor für  $\text{CF}_4$ , aufgrund von Anodeneffekten, lag 2010 bei 0,044 kg/t Aluminium. Er liegt somit in derselben Größenordnung wie der vom International Aluminium Institute (IAI) bekannt gegebene internationale Durchschnittsfaktor von 0,034 kg/t für Point Feeder-Anlagen. Der Emissionsfaktor ist somit verifiziert.

#### **4.4.3.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (2.C.3)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.4.3.6 Geplante Verbesserungen, quellenspezifisch (2.C.3)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

#### **4.4.4 Metallproduktion: SF<sub>6</sub> in der Aluminium- und Magnesiumproduktion (2.C.4)**

##### **4.4.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.4)**

CRF 2.C.4c	Gas	HK	1995	2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
SF <sub>6</sub> used in Aluminum and Magnesium Foundries	SF <sub>6</sub>	-	197,1 (0,02%)	37,0 (0,00%)	-81,25%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
SF <sub>6</sub>	D/CS	PS/NS	D/CS

Die Quellgruppe *SF<sub>6</sub> in der Aluminium- und Magnesiumproduktion* ist keine Hauptkategorie.

##### **Aluminiumproduktion:**

Zum Spülen von Sekundäraluminium-Schmelzen genügen in der Regel Inertgase ohne Additive. In einigen wenigen, meist kleineren Aluminium-Gießereien sowie in Labors kam in der Vergangenheit aber ein Reinigungssystem aus Inertgasen zum Einsatz, dem SF<sub>6</sub> 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<sub>6</sub>–Verbrauch relativ konstant bei 0,5 t/a.

Vereinzelt wird seit dem Jahr 1999 wieder reines SF<sub>6</sub> als Reinigungsgas eingesetzt.

##### **Magnesiumproduktion:**

Beim Gießen von Magnesium wird SF<sub>6</sub> seit Mitte der 70er Jahre als Schutzgas über der Schmelze eingesetzt, um ihre Oxidation und Entzündung zu verhindern. Die eingesetzte Menge an SF<sub>6</sub> pro Tonne Magnesium (spezifischer SF<sub>6</sub>-Koeffizient) hat sich seit 1995 stark reduziert, da es in zunehmendem Maße durch HFC-134a ersetzt wird. SF<sub>6</sub> wird sowohl beim Sandgussverfahren zur Fertigung von Prototypen, Einzelteilen und kleinen Serien, als auch beim Druckgussverfahren als Schutzgas eingesetzt.

##### **4.4.4.2 Methodische Aspekte (2.C.4)**

Der Einsatz von SF<sub>6</sub> als Reinigungs- und Schutzgas bei der Magnesiumherstellung ist eine offene Anwendung, d.h. die eingesetzte SF<sub>6</sub>–Menge emittiert vollständig beim Gebrauch in die Atmosphäre. Die Gleichsetzung von Verbrauch (AR) und Emission entspricht der Methode in den IPCC-Guidelines (IPCC, 1996a: Seite 2.34).

Für die Aluminiumgießereien konnte durch anlagenspezifische Messungen im Jahr 2010 eine Konkretisierung des Emissionsfaktors und damit der Emissionen vorgenommen werden.

Für die Berichtsjahre 1990 bis 1994 wurden Berichte und archivierte Umfrageprotokolle aus dem Jahr 1996 zu Grunde gelegt.

##### **Emissionsfaktoren**

Basierend auf von der Zulassungsbehörde anerkannten, vertraulichen Messprotokollen ist der Emissionsfaktor von SF<sub>6</sub> für die Aluminiumgiessereien für den Zeitraum von 1999 bis

2008 von 100 % auf 3 % reduziert worden. Durch Umbaumaßnahmen konnte eine weitere Reduzierung des Emissionsfaktors ab 2009 auf 1,5 % erreicht werden.

Für die Magnesiumgießereien wird ein EF<sub>Anwendung</sub> = 100% angenommen, da genauere Daten zu Zersetzungsgrenzen noch fehlen.

### Aktivitätsdaten Aluminiumproduktion

Der SF<sub>6</sub>-Verbrauch wurde durch Befragung der Gasehändler ermittelt, wobei die Abfrage für das Berichtsjahr 2000 ergeben hat, dass die Gasemischung seit dem Jahr 2000 nicht mehr vermarktet wird.

Das seit 1999 wieder verwendete rein eingesetzte SF<sub>6</sub> wurde bei den Anwendern direkt erfragt und mit Daten der Gasehändler abgeglichen.

Seit dem Berichtsjahr 2007 werden die Daten vom *Statistischen Bundesamt* durch Abfrage der SF<sub>6</sub>-Verkaufszahlen des Gasehandels erhoben.

### Aktivitätsdaten Magnesiumproduktion

Im Jahr 1996 wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes eine Mengenbefragung bei allen inländischen Magnesiumgiessereien mit SF<sub>6</sub>-Einsatz durchgeführt. Hierbei wurden die Verbrauchsmengen für die Jahre 1990 bis 1995 ermittelt.

Bis zum Berichtsjahr 2007 wurden die verwendeten Mengen direkt bei den Anwendern erfragt. Seit dem Berichtsjahr 2006 werden die Daten durch Abfrage der SF<sub>6</sub>-Verkaufszahlen des Gasehandels erhoben. Im Berichtsjahr 2006 erfolgt ein Vergleich beider Methoden.

Seit dem Berichtsjahr 2007 werden die Daten des *Statistischen Bundesamtes* verwendet.

#### 4.4.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.4)

Wie Untersuchungen belegen wird ein Teil des SF<sub>6</sub> bei der Nutzung in der Aluminium- und Magnesiumproduktion zersetzt. Daher werden die Emissionen durch die Annahme einer 100 %-igen Emission der verwendeten Menge bei der Magnesiumproduktion wahrscheinlich deutlich überzeichnet. Solange keine genaueren Messungen für die Magnesiumproduktion vorliegen, welche die Angabe eines durchschnittlichen Zersetzungsgangs im Prozess ermöglichen, ist eine Quantifizierung der Unsicherheiten für die Emissionsfaktoren nicht möglich.

In der Aluminiumindustrie wurde der Emissionsfaktor auf die maximal gemessenen Emissionen gelegt und nach unten eine Unsicherheit von 50% angenommen, da die Messungen gezeigt haben, dass die Emissionen häufig auch deutlich geringer sind.

#### 4.4.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.4)

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

Die Qualitätssicherung/-kontrolle erfolgte für die Verbrauchsmengen in den Mg-Gießereien durch einen einmaligen Abgleich der Abfrageergebnisse aus den Gießereien mit den Hersteller-Verkaufszahlen für SF<sub>6</sub> insgesamt und mit den Angaben des Gasehandels. Für das Berichtsjahr 2007 wurden zusätzlich Erkenntnisse aus einem Fachgespräch im Dezember 2007 berücksichtigt.

Für die Verbrauchsmengen in den Al-Gießereien erfolgte erstmalig für das Berichtsjahr 2002 ein Abgleich der Verkaufszahlen mit den Verwendungsmengen in der Industrie, der eine Lücke aufzeigte. Diese wurde korrigiert. Die für das Berichtsjahr 2004 verglichenen Verkaufszahlen und Verwendungsmengen in der Industrie zeigten gute Übereinstimmung.

#### **4.4.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.4)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.4.4.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.4)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **4.4.5 Metallproduktion: Sonstige (2.C.5)**

CRF 2.C.5	Gas	HK	1995	2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
	HFC 134a	-	0,0 (0,00%)	38,7 (0,00%)		-
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren	
HFC	CS		PS/NS		CS	

Die Quellgruppe Metallproduktion: Sonstige ist für HFC-134a-Emissionen aus der Verwendung in Magnesiumgießereien keine Hauptquellgruppe.

#### **4.4.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.C.5)**

Seit dem Jahr 2003 wird zunehmend der HFKW-134a anstelle von SF<sub>6</sub> als Schutzgas über der Schmelze eingesetzt.

#### **4.4.5.2 Methodische Aspekte (2.C.5)**

Beim Einsatz von HFKW-134a sind die Berechnungsmethode, der verwendete Emissionsfaktor und die Angaben über die Aktivitätsdaten in der Magnesiumproduktion identisch mit der Verwendung von SF<sub>6</sub> in der Magnesiumproduktion (2.C.4) und werden daher in Kapitel 4.4.4.2 beschrieben.

#### **4.4.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.C.5)**

Eine Quantifizierung der Unsicherheiten ist erfolgt.

#### **4.4.5.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.C.5)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.4.5.5 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.C.5)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

#### **4.4.5.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.C.5)**

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

### **4.5 Andere Produktionen (2.D.)**

Unter 2.D.1 Pulp and Paper sind im ZSE prozessbedingte Emissionen aus der Produktion von Spanplatten sowie aus der Produktion von Zellstoff aufgeführt.

Unter 2.D.2 Food and Drink sind prozessbedingte Emissionen aus der Produktion alkoholischer Getränke sowie Brot und anderer Nahrungsmittel zu finden.

#### **4.5.1 Andere Produktionen: Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)**

##### **4.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.1)**

CRF 2.D.1	Gas	HK	1990	2012	Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	
	Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren	
NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub>				CS D	

Die Quellgruppe *Andere Produktionen – Zellstoff- und Papierherstellung* ist keine Quelle für Treibhausgas-Emissionen und daher auch keine Hauptkategorie.

Alle Emissionen von klimarelevanten Gasen aus der Zellstoff- und Papierindustrie sowie der Spanplattenherstellung in Deutschland resultieren aus der Verbrennung von Energieträgern und werden daher in Kapitel 3.2 als energiebedingte Emissionen berichtet. Prozessbedingte Emissionen von klimarelevanten Gasen im Sinne der *IPCC Good Practice Guidance* (2000) gibt es bei der Zellstoff- und Papiererzeugung nicht.

Die **Herstellung von Zellstoff** nach dem Sulfatverfahren erfolgt in zwei der sechs Zellstoffanlagen in Deutschland mittels Kaustifizierung, wonach die brennstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Kalkofens bereits über die Brennstoffangaben als energiebedingte Emissionen berücksichtigt sind. Die restlichen vier Anlagen arbeiten nach dem Sulfitverfahren.

Es wurde darauf verzichtet, die länderspezifischen Emissionsfaktoren für CO bei den energiebedingten Emissionen der Zellstoffproduktion mit zu berücksichtigen, da eine Umrechnung der produktbezogenen Emissionsfaktoren in brennstoffbezogene Emissionsfaktoren erforderlich wäre. Diese Umrechnung ist sehr aufwendig. Die CO-Emissionen für die sechs Zellstoffwerke fallen jedoch mengenmäßig neben den CO-Emissionen aus den Papierfabriken kaum ins Gewicht.

Sowohl die Sulfat- als auch die Sulfitzellstoffproduktion ist eine potentielle SO<sub>2</sub>-Emissionsquelle. In der Sulfatzellstoffproduktion treten aus den Laugenkesseln, Kalköfen, Rindenkesseln sowie Hilfskesseln auch Emissionen von NO<sub>x</sub>, CO und NMVOC auf.

Eine ausführliche Beschreibung der angewendeten Verfahren, hier der Fasergewinnung (einschließlich der Herstellung von Holzstoff) sowie der Papier- und Kartonherstellung einschließlich ergänzender Informationen zu Hilfskesseln, ist dem Anhang 3, Kapitel 19.2.4.1 zu entnehmen.

**Spanplatten** werden aus Holzspänen mit Zusatz von Bindemitteln unter Einwirkung von Druck und Wärme hergestellt. Hauptquelle der NMVOC Emissionen sind die eingesetzten Holzspäne, aus denen während der Trocknung durch Wärmeeinwirkung NMVOC ausgasen. Auch während des Pressvorgangs können NMVOC aus dem Holz und dem Bindemittel emittieren.

Die Produktion von Spanplatten erfolgt in 16 Anlagen in Deutschland. Bundesweit sind ca. 6.000 Mitarbeiter in den Spanplattenwerken beschäftigen. Die Spanplattenindustrie ist überwiegend durch größere Unternehmen geprägt.

#### 4.5.1.2 Methodische Aspekte (2.D.1)

In der **Zellstoff- und Papierindustrie** treten keine prozessbedingten Emissionen von klimarelevanten Gasen im Sinne der *IPCC Good Practice Guidance* (IPCC, 2000) auf. Für die indirekten Treibhausgase wurden bis zum berichteten Jahr 2004 die in Tabelle 141 aufgeführten Emissionsfaktoren aus den IPCC-Guidelines verwendet.

Tabelle 141: IPCC Default Emissionsfaktoren für SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC aus der Produktion von Zellstoff

	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC [kg / t ADt*]	SO <sub>2</sub>
Sulfatzellstoff	1,5	5,6	3,7	7
Sulfitzellstoff				30

\* ADt = Air Dried tonne, luftgetrocknet

Ab dem berichteten Jahr 2005 wurden von den Anlagenbetreibern aktualisierte Emissionsfaktoren berichtet.

Tabelle 142: Reale Emissionsfaktoren der deutschen Anlagen aus der Produktion von Zellstoff.  
(deutscher Beitrag zur Revision des BVT-Merkblattes für die Papier und Zellstoffindustrie 2007)

	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC [kg / t ADt*]	SO <sub>2</sub>
Sulfatzellstoff	1,75	0,16	3,7	0,05
Sulfitzellstoff	2,8			2

Im Jahre 2012 wurden in 168 Anlagen folgende Mengen produziert:

Tabelle 143: Zellstoff- und Papierherstellung, produzierte Mengen

Produkt	Produzierte Mengen 2012	
<b>Erzeugung von Papier, Pappe und Karton (PPK)</b>	22,60	Mio. t
<b>Rohstoffproduktion:</b>		
Papierzellstoff	1.592.867	t
davon Sulfitzellstoff	614.610	t
davon Sulfatzellstoff	978.257	t
Holzstoff	1.043.000	t
Altpapierstoff	13.516.000	t
Menge dazu eingesetzten Altpapiers	(16.168.000)	t)

Quelle: Verband Deutscher Papierfabriken, Leistungsbericht 2010 (VDP, verschiedene Jahrgänge)

Diese Zahlen können bis zum Basisjahr 1990 zurückverfolgt werden und werden jährlich vom Verband Deutscher Papierfabriken erhoben und in einem Leistungsbericht zusammengestellt.

## Spanplatten

### Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren sind auf der Basis von Expertenschätzungen ermittelt worden.

### Aktivitätsdaten

Die Aktivitätsdaten entstammen der nationalen Statistik (STATISTISCHES BUNDESAMT: Fachserie 4, Reihe 3.1).

Tabelle 144: Aktualisierte Aktivitätsdaten der Spanplattenindustrie

Jahr	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Aktivitätsrate der Spanplattenindustrie [in t]	6.460.000	5.300.000	4.575.000	4.561.000	4.488.000	4.429.000

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4 Reihe 3.1

### 4.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.1)

#### Zellstoff & Papier

Für die Berechnung der Emissionen wurden bis zum berichteten Jahr 2004 die IPCC Default-Werte (IPCC, 1996b) verwendet. Ab dem berichteten Jahr 2005 wurden nach Rücksprache mit den deutschen Anlagenbetreibern aktualisierte deutschlandspezifische Emissionsfaktoren in die Emissionsdatenbank ZSE eingefügt. Diese Aktualisierung war erforderlich, da in den vergangenen 5 Jahren erhebliche Modernisierungsmaßnahmen in den deutschen Sulfatzellstoffwerken vollzogen wurden, die zu einer starken Emissionsminderung geführt haben. Diese Arbeiten waren 2005 abgeschlossen. Für die Sulfitzellstoffwerke führten kontinuierliche Verbesserungen zu einer erheblichen SO<sub>2</sub>-Minderung gegenüber 1990.

Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten betragen schätzungsweise 5-10 %. Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren betragen schätzungsweise 20 %.

#### Spanplatten

Die Unsicherheiten für die Aktivitätsraten der Spanplattenindustrie betragen ±5 % (Expertenschätzung).

#### **4.5.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.1)**

Aufgrund begrenzter Ressourcen und minimaler Relevanz wird für die Berichterstattung von Precursoren keine QK/QS durchgeführt.

#### **4.5.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.D.1)**

Rückrechnungen wurden nicht durchgeführt.

#### **4.5.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.D.1)**

Da die Anlagenbetreiber die Emissionsfaktoren aus den internationalen Richtlinien bestätigt haben, sind derzeit keine weiteren Inventarverbesserungen für diese Quellgruppe geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **4.5.2 Andere Produktionen: Nahrungsmittel und Getränke (2.D.2)**

#### **4.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.D.2)**

CRF 2.D.2	Gas	HK	1990	2012	Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	
-	-	-	-	-	-
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren	
CO <sub>2</sub>	NA		NA	NA	
NMVOC	CS		NS	CS/D	

Die Quellgruppe *Andere Produktionen - Nahrungsmittel und Getränke* ist keine Quelle für Treibhausgas-Emissionen und daher auch keine Hauptkategorie.

Emissionen der direkten Klimagase aus der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie in Deutschland resultieren aus der Verbrennung von Energieträgern und werden daher in CRF 1.A.2 berichtet. Als prozessbedingte Emissionen der Nahrungsmittel- und Getränkeherstellung sind Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC) von Bedeutung (IPCC 1996c: S. 2.41). Die Kohlendioxidemissionen aus den eingesetzten Nahrungsmitteln, die während bestimmter Prozesse bei der Produktion anfallen, werden nicht in CRF 2.D.2. berichtet, da sie aus der Verwendung von biologischem Kohlenstoff stammen und nicht zur Netto-CO<sub>2</sub>-Emission beitragen. Die mit der Herstellung von Margarine und pflanzlichen Ölen verbundenen Lösemittelemissionen werden in der Quellgruppe 3.D berichtet. Im Quellbereich „Margarine und harte und gehärtete Fette“ werden hier daher tierische Fette berücksichtigt. Das bei der Zuckerherstellung eingesetzte, aus der Verbrennung von Kalkstein gewonnene CO<sub>2</sub> wird während des Produktionsprozesses gebunden. Daher ist dieser Prozess nicht emissionsrelevant (s. UFOPLAN Forschungsprojekt FKZ 205 41 217/02; UBA, 2006).

Die Emissionen der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie werden im Inventar in der „Table2(I)s2“ des sektoralen Reports für Industrielle Prozesse zusammengefasst berichtet. Es wird der IEF in der Tabelle Hintergrunddaten des sektoralen Reports für Industrielle

Prozesse „Table2(I).A-G“ als NE angegeben, da die CO<sub>2</sub>-Emissionen unter CRF 1.A.2 berichtet werden.

In der Quellgruppe der Nahrungsmittel und Getränke werden nach IPCC folgende Produkte für die Emissionsberichterstattung betrachtet:

### **Alkoholische Getränke**

- Wein
- Bier
- Spirituosen

### **Brot und andere Nahrungsmittel**

- Fleisch, Fisch und Geflügel
- Zucker
- Margarine und harte und gehärtete Fette
- Kuchen, Kekse und Frühstückscerealien
- Brot
- Tierfutter
- Kaffeeröstung

Für diese Produkte werden Default-Emissionsfaktoren für die NMVOC-Emissionen angegeben (IPCC, 1996c: S. 2.41f):

#### **4.5.2.2 Methodische Aspekte (2.D.2)**

Für die Berechnung von Emissionen wurden sofern vorhanden nationale Emissionsfaktoren, ansonsten die von IPCC bzw. CORINAIR empfohlenen Emissionsfaktoren verwendet. Grundlage für die Auswahl der Emissionsfaktoren bildet der Forschungsbericht „Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie“ (FKZ 206 42 101/01; IER, 2008). Das Vorgehen erfolgt analog der Beschreibung im NIR 2013.

Für die Quellgruppe 2.D.2 ergeben sich für 2012 insgesamt 15,2 Gg NMVOC-Emissionen, wovon 4 Gg NMVOC auf die Zuckerherstellung und 3,6 Gg NMVOC auf die Spirituosenherstellung zurückzuführen sind.

#### **4.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.D.2)**

Die Unsicherheiten der Aktivitätsraten betragen schätzungsweise 5-20 %. Weitere Informationen zu Unsicherheiten sind dem NIR 2013 zu entnehmen.

#### **4.5.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.D.2)**

Aufgrund begrenzter Ressourcen und minimaler Relevanz wird für die Berichterstattung von Precursoren keine QK/QS durchgeführt.

In Berichten anderer Staaten sind kaum Ausführungen zu 2.D.2 enthalten, so dass ein Vergleich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich ist. Ein Vergleich mit ETS-Daten ist nicht möglich, da in 2.D.2 keine emissionshandelspflichtigen Emissionen anfallen.

#### 4.5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.D.2)

Aufgrund der Verwendung einer falschen statistischen Zeitreihe für die Futterherstellung ist eine Rückrechnung ab 2003 erforderlich. Für die Jahre 2003 bis 2010 liegt eine Steigerung der NMVOC-Emissionen nach der Rückrechnung im Vergleich zu den Ursprungswerten um weniger als 1 Prozent vor. Für 2011 beträgt die Steigerung rund 2,5 Prozent, was darauf zurückzuführen ist, dass die Produktionszahlen für ein zu berücksichtigendes Futtermittel (Grieben) noch nicht verfügbar waren.

#### 4.5.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.D.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.6 Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF<sub>6</sub> (2.E)

CRF 2.E	Gas	HK	1995		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
	HFC	L	4.218,5	(0,34%)	34,3	(0,00%)	-99,19%
	SF <sub>6</sub>	-	167,3	(0,01%)	113,0	(0,01%)	-32,43%
	PFC	-	C	C	C	C	C

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
HFC	Tier 3	PS	PS
SF <sub>6</sub>	Tier 3	PS	PS

Die Quellgruppe *Produktion halogenierter Kohlenwasserstoffe* ist für HFKW-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Level und dem Trend. Die Quellgruppe ist unterteilt in Emissionen durch Nebenprodukte (2.E.1 By-product Emissions) und in herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2 Fugitive Emissions).

#### 4.6.1 By-Product Emissionen (2.E.1)

##### 4.6.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.1)

Bei der Herstellung von HFCKW-22 fällt prozessbedingt bis zu 3 % HFKW-23 als Nebenprodukt an. Selbst bei Weiterverarbeitung (z.B. zu Kältemitteln) oder beim Auffangen zur stofflichen Zersetzung ist es technisch bedingt unvermeidlich, dass ein Teil des HFKW-23 in die Atmosphäre entweicht.

In Deutschland gab es zwei Produktionsanlagen für HFCKW-22, die von einem Unternehmen betrieben wurden, eine in Frankfurt und eine in Bad Wimpfen. Seit Inbetriebnahme der FCKW-Spaltanlage in Frankfurt im Jahr 1995 wurde der bei der HFCKW-22 Produktion entstehende überschüssige HFKW-23 dort direkt der Hochtemperaturspaltung mit Rückgewinnung von Flusssäure zugeführt, d.h. es entstanden keine nennenswerten Emissionen. Das an der zweiten deutschen Produktionsanlage entstandene HFKW-23 wurde quantitativ an der Produktionsanlage aufgefangen und entweder als Kältemittel oder - nach weitergehender destillativer Reinigung - als Ätzgas für die Halbleiterindustrie vermarktet. Der

nicht verkäufliche Überschuss wurde seit 1999 nach Frankfurt an die Spaltanlage geliefert. Durch diese Maßnahme konnten die Emissionen maßgeblich gesenkt werden. Die HFCKW-22 Produktion wurde Mitte 2010 in beiden Standorten beendet. Ab 2011 fallen keine HFKW-23 Emissionen mehr an.

#### **4.6.1.2 Methodische Aspekte (2.E.1)**

Basierend auf Herstellerinformationen aus dem Jahr 1996 werden die HFKW-23-Emissionen für die Jahre 1990 bis 1994 als konstant angenommen.

Seit 1995 wurden die Emissionen anhand der HFCKW-22 Produktionsmenge, einer jährlichen Messung der HFKW-23-Konzentration im Abgas, der HFKW-23 Verkaufsmenge und der Menge an HFKW-23, welche der Spaltanlage zugeführt wurde, vom Hersteller über eine Massenbilanz berechnet. Dabei wurden für das Berichtsjahr 1995 bei der ersten Produktionsanlage seit Jahresmitte Maßnahmen (Spaltanlage) zur Vermeidung von Emissionen zu Grunde gelegt.

#### **Emissionsfaktoren**

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

#### **Aktivitätsdaten**

Die Emissionen des HFKW-23 wurden vom Hersteller mitgeteilt.

Da die Anzahl der Hersteller in Deutschland unter drei liegt sind die Emissionen vertraulich und werden für SF<sub>6</sub> aggregiert mit anderen vertraulichen Daten in 2.G berichtet. Die anderen F-Gase werden als „unspecified mix“ in 2E berichtet als Aggregat von 2.E.1 und 2.E.2.

#### **4.6.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.1)**

Die für die Berechnung der Emissionen zu Grunde gelegten Produktionszahlen können als sehr genau angenommen werden, da es sich um interne Aufzeichnungen der Hersteller handelt.

#### **4.6.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.1)**

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

#### **4.6.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.E.1)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.6.1.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.E.1)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## **4.6.2 Herstellungsbedingte Emissionen (2.E.2)**

### **4.6.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.E.2)**

In Deutschland gibt es ein Unternehmen, das an zwei Standorten HFKW und SF<sub>6</sub> produziert. Die Emissionsentwicklung geht mit der Entwicklung der Produktionsmengen einher. Während SF<sub>6</sub> und der HFKW-134a in Deutschland produziert werden, fand für den HFKW-227ea bis zum Jahr 2008 keine vollständige Synthese in Deutschland statt. Vielmehr wurde ein Teil des im spanischen Tarragona produzierten HFKW-227ea einer abschließenden Destillation in Deutschland unterzogen, um pharmazeutische Reinheit zu erzielen (Einsatz in Dosieraerosolen). Dabei entstanden Emissionen aufgrund geringfügiger Gasverluste.

Der HFKW-134a wird seit 1994 produziert, der HFKW-227ea seit 1996.

### **4.6.2.2 Methodische Aspekte (2.E.2)**

#### **Emissionsfaktoren**

Aus den vom Hersteller gemeldeten Emissions- und Produktionsmengen kann ein Emissionsfaktor errechnet werden. Dieser wird aber aufgrund der Vertraulichkeit der Daten nicht veröffentlicht.

#### **Aktivitätsdaten**

Als einziger Hersteller von HFKW in Deutschland unterliegen die Daten des Unternehmens der Vertraulichkeit. Die Emissions- und Produktionsmengen werden dem Umweltbundesamt gemeldet, aber nur aggregiert berichtet.

### **4.6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.E.2)**

Die für die Berechnung der Emissionen zu Grunde gelegten Produktionszahlen können als sehr genau angenommen werden, da es sich um interne Aufzeichnungen der Hersteller handelt.

### **4.6.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.E.2)**

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

### **4.6.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.E.2)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

### **4.6.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.E.2)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.6.3 Sonstige (2.E.3)

Es sind keine weiteren Emissionsquellen für Treibhausgase bekannt.

## 4.7 Verbrauch von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF<sub>6</sub> (2.F)

CRF 2.F	Gas	HK	1995		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Consumption of Halocarbons and SF <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	L T	6.414,8	(0,52%)	3.157,0	(0,34%)	-50,78%
Consumption of Halocarbons and SF <sub>6</sub>	HFC	L- T	2.347,2	(0,19%)	9.133,8	(0,98%)	289,15%
Consumption of Halocarbons and SF <sub>6</sub>	PFC		240,4	(0,02%)	134,0	(0,01%)	-44,26%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
HFC, PFC, SF <sub>6</sub>	s. Tabelle 145	s. Tabelle 145	s. Tabelle 145

Die Quellgruppe *Verbrauch halogenierter Kohlenwasserstoffe und SF<sub>6</sub>* ist für SF<sub>6</sub>- und HFKW-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

Zu der Quellgruppe 2.F gehören Kälte- und Klimaanlagen (2.F.1), die Schaumherstellung (2.F.2), Feuerlöschmittel (2.F.3), Aerosole (2.F.4), Lösemittel (2.F.5), andere Anwendungen, die ODS-Ersatzstoffe verwenden (2.F.6), die Halbleiterproduktion (2.F.7), Elektrische Betriebsmittel (2.F.8) und andere Anwendungen (2.F.9). Zwecks genauerer Datenerhebung erfolgt eine weitere Unterteilung dieser Unterquellgruppen, die in den folgenden Unterkapiteln beschrieben wird.

Die Verwendung als Kältemittel in der stationären und mobilen Kühlung ist mit über drei Vierteln der Emissionsmenge die größte Quelle der HFKW-Emissionen von 2.F, der Verwendung von fluorierten Treibhausgasen. Die verbleibenden Emissionen verteilen sich auf Schäume und Aerosole, sowie in geringen Mengen auf Feuerlöscher, Lösemittel und die Halbleiterherstellung.

Die FKW-Emissionen stammen ca. zu zwei Dritteln aus der Halbleiterindustrie (inkl. Leiterplatten, wegen geringer Relevanz nicht separat betrachtet) und zu einem Drittel aus Kälte- und Klimaanlagen. Geringe Mengen stammen noch aus Schuhen und der Produktion von Photovoltaikmodulen (PV-Module).

Die SF<sub>6</sub>-Emissionen stammen ca. zur Hälfte aus Schallschutzscheiben, hier sind die Emissionen vor allem auf die Freisetzung bei der Entsorgung von Schallschutzscheiben zurückzuführen. Etwa ein Viertel der Emissionen sind aus elektrischen Betriebsmitteln. Die verbleibenden Emissionen sind dominiert durch die Produktion von PV-Modulen, gefolgt von der Produktion optischer Glasfasern. Geringe Mengen stammen aus der Halbleiterindustrie, Autoreifen und Spurengasen. Zu den Emissionsquellen Schuhe, AWACS und Schweißen können aufgrund der Vertraulichkeit der Daten hier keine Aussagen zu Mengen getroffen werden.

Tabelle 145: Überblick über Methoden und verwendete Emissionsfaktoren für das aktuelle Berichtsjahr in der Quellgruppe 2.F - Verbrauch von HFKW, FKW und SF<sub>6</sub>.

		Methode	Schadstoff			Emissionsfaktor (dimensionslos)		
			HFKW	FKW	SF <sub>6</sub>	Herstellung	Anwendung	Entsorgung
<b>1. Kälte- und Klimaanlagen</b>	<b>2.F.1</b>							
Haushaltskälte	2.F.1a					NO	0,003 (D)	0,3 (D)
Gewerbekälte						0,005 (D)	0,01 - 0,015 (D)	0,504 – 0,72 (CS)
- Steckerfertige Geräte						0,01 (D)	0,0658 - 0,1 (D)	0,306 – 0,595 (CS)
- Verflüssigungssätze	2.F.1b					FKW	0,01 (D)	0,047 – 0,2 (D)
- Zentralanlagen								0,21 – 0,7 (D, CS)
Transportkälte	2.F.1c							
- Kühlfahrzeuge			FKW			5 g/Anlage (CS, D)	0,15 - 0,3 (D)	0,3 (D)
- Kühlcontainer						NO	0,1 (CS)	0,3 (D)
Industriekälte								
- Steckerfertige Geräte	2.F.1d					0,005 (D)	0,01 - 0,015 (D)	0,504 - 0,616 (CS)
- Großkälteanlagen						FKW	0,01 (D)	0,061 - 0,09 (CS, D)
Stationäre Klimaanlagen								
- Großklimaanlagen		Tier 2a	HFKW			0,005 (D)	0,0376 - 0,06 (D)	0,216 - 0,45 (CS)
- Wärmepumpen	2.F.1e					0,005 (D)	0,02 – 0,025 (D)	0,353 – 0,563 (CS)
- Wärmepumpentrockner						0,005 (CS)	0,003 (CS)	NO
- Raumklimageräte						0,01 - 0,1 (D, CS)	0,025 – 0,086 (D, CS)	0,315 – 0,622 (CS)
Mobile Klimaanlagen								
- Lkw	2.F.1f					5 g/Anlage (CS)	0,15 (D)	
- PKW						3 g/Anlage (CS)	0,1 (D)	0,206 - 0,211 (CS)
- Busse						50 g/Anlage (CS)	0,15 (D)	
- Schiffe						0,01 (CS)	0,1 – 0,3 (CS)	
- Schienenfahrzeuge						0,005 (CS)	0,06 (CS)	NO
- Landmaschinen						5 g/Anlage (CS)	0,15 - 0,25 (CS)	0,3 (CS)
<b>2. Schaumherstellung</b>	<b>2.F.2</b>							
Hartschaum mit 134a						0,1 (D)	0,005 (D)	
Hartschaum mit 365mfc/245fa/227ea						0,15 (CS)	0,01 (CS)	
Integralschaum						1 (CS)	NO	
Montageschaum (134a)	2.F.2a	Tier 2a	HFKW			0,5 g/Dose (CS)	1 (CS)	
Montageschaum (152a)						0,5 g/Dose (CS)	1 (CS)	
XPS-Schaum (134a)						C	0,0066 (CS)	
XPS-Schaum (152a)						1 (CS)	NO	
<b>3. Feuerlöschmittel</b>	<b>2.F.3</b>	CS	HFKW			0,001 (CS)	0,01 – 0,08 (CS) 0,04 (D)	1,0 (D)
<b>4. Aerosole</b>	<b>2.F.4</b>							
Dosieraerosole	2.F.4a	CS				0,01 (CS)	1 (CS)	
Sonstige Aerosole/Novelties	2.F.4b/c	Tier 2	HFKW			0,015 (CS)	1 (D)	
<b>5. Lösemittel</b>	<b>2.F.5</b>	Tier 2				NO	1 (D)	
<b>6. Andere Anwendungen, die ODS Ersatzstoffe verwenden</b>	<b>2.F.6</b>					NO	NO	
<b>7. Halbleiterproduktion</b>	<b>2.F.7</b>	Tier 2a	HFKW	FKW	SF <sub>6</sub>	C (CS)	NO	

		Methode	Schadstoff			Emissionsfaktor (dimensionslos)		
			HFKW	FKW	SF <sub>6</sub>	Herstellung	Anwendung	Entsorgung
<b>8. Elektrische Betriebsmittel</b>	<b>2.F.8</b>							
Schaltanlagen	2.F.8a	Tier 3a				0,02 (CS)	0,001 – 0,01 (CS)	0,015 (CS)
Sonstige	2.F.8b	CS			SF <sub>6</sub>	0,15 – 1 (CS)	0,006 – 0,003 (CS)	NO
<b>9. Sonstige</b>	<b>2.F.9</b>							
Isolierglasfenster	2.F.9a	Equ. 3.24 ff				0,33 (D)	0,01 (D)	1 (D)
Autoreifen	2.F.9b	Equ. 3.23			SF <sub>6</sub>	NO	NO	1 (D)
Sportschuhe	2.F.9c	Equ. 3.23		FKW		NO	NO	1 (D)
Spurengas	2.F.9d	Equ. 3.22				NO	1 (D)	NO
AWACS Wartung	2.F.9e	CS				NO	C	NO
Schweißen	2.F.9f	CS				NO	1 (CS)	NO
Optische Glasfasern	2.F.9g	CS				0,7 (CS)	NO	NO
Photovoltaik	2.F.9h	CS		FKW		0,058 (CS)	NO	NO
ORC-Anlagen	2.F.9i	CS	HFKW	FKW		0,02 (CS)	0,04 (CS)	0,2 (CS)

Equ. = Equation; Gleichung aus den IPCC GPG (2000)

Halogenierte Kohlenwasserstoffe und SF<sub>6</sub> werden in verschiedenen Anwendungen eingesetzt. Während die eingesetzten Stoffe in einigen, so genannten offenen Anwendungen vollständig und noch im selben Jahr emittieren, kommt es in anderen Anwendungen zu großen Speichermengen (stocks). Aus diesen „stocks“ emittieren sie ganz oder teilweise über die gesamte Nutzungsphase und bei der Entsorgung. Die Angabe eines gemittelten Emissionsfaktors ist daher nicht möglich oder sinnvoll. Die meisten der verwendeten EF sind länderspezifisch (CS), einige auch IPCC Default (D).

Die in einem Berichtsjahr langsam aus dem „stock“ entweichenden, sowie bei der Herstellung und Entsorgung emittierenden Mengen an HFKW, FKW und SF<sub>6</sub> stellen die „aktuellen Emissionen (A)“ dar, wie sie in Table 2(II)s2 der Inventartabellen angegeben sind.

Demgegenüber entsprechen die in Tabelle 2 (II) s2 angegebenen potentiellen Emissionen eines Schadstoffes jeweils der Produktionsmenge im Land zuzüglich der Importmenge und abzüglich der Exportmenge. Die entsprechenden Mengen werden durch Auswertung statistischer Erhebungen und Expertenschätzungen (z.B. für Füllmengen) erhoben.

Die für die einzelnen Produktgruppen erhobenen Emissionsdaten setzen sich im Allgemeinen aus Herstellungs-, Anwendungs- und Entsorgungsemissionen zusammen. Sofern nicht bei den jeweiligen Methoden etwas anderes angegeben ist, werden sie folgendermaßen berechnet:

1. Herstellungsemissionen werden über den Inlands-Neuverbrauch als Aktivitätsrate bestimmt:

Gleichung 1:

$$EM_{\text{Herstellung}} = EF_{\text{Herstellung}} * \text{Inlands-Neuverbrauch}$$

2. Anwendungsemissionen basieren auf dem mittleren Jahresbestand an Schadstoff als Aktivitätsrate und werden mit folgender Formel berechnet:

Gleichung 2:

$$EM_{\text{Anwendung}} = EF_{\text{Anwendung}} * \text{Mittlerer Bestand}$$

Dieser Mittlere Bestand ist die Hälfte der Summe des Endbestands des Vorjahres (n-1) und des aktuellen Jahres (n), wobei die Summation vom erstmaligen Anwendungsjahr an durchgeführt wird. So ergibt sich ein akkumulierter Schadstoffbestand, der im Mittel des Jahres n besteht.

Der Endbestand des aktuellen Jahres wird durch Summation der jährlichen Neuzugänge vom ersten bis zum aktuellen Berichtsjahr errechnet. Der Neuzugang eines Jahres ist der Inlands-Neuverbrauch, von dem Herstellungsemissionen und durch Abgänge verursachte Verluste subtrahiert werden. Hier muss auch noch der Außenhandel mit berücksichtigt werden.

3. Entsorgungsemissionen beziehen sich auf den Neuzugang des Jahres, das x Jahre (entsprechend der Produktlebensdauer) vor dem aktuellen Berichtsjahr n liegt:

Gleichung 3:

$$EM_{Entsorgung} = EF_{Entsorgung} * Neuzugang(n-x)$$

In diesem Kapitel werden die Abschnitte *Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz*, *Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung*, *Quellspezifische Rückrechnungen* und *Geplante Verbesserungen* zum Teil auf die gesamte Quellgruppe, die Unterquellgruppe oder auch nur auf eine Teilgruppe bezogen. Der Bezug ist aus der Angabe der CRF-Nummer in der Abschnittsüberschrift ersichtlich.

## **4.7.1 Kälte- und Klimaanlagen (2.F.1)**

### **4.7.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.1)**

Dieser Bereich wird in die Teilgruppen Haushaltskälte, Gewerbekälte, Transportkälte, Industriekälte, stationäre Klimaanlagen und mobile Klimaanlagen (siehe Tabelle 145) gegliedert.

Die mit Abstand wichtigsten HFKW-Kältemittel sind in Deutschland der HFKW-134a und die Gemische R404A, R407C, R410A und R507A.

Für die Berechnung der HFKW-Emissionen aus den Untergruppen der Kälte- und 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. Entsorgungsemissionen in dieser Quellgruppe treten erstmals im Jahr 2000, in der Unterquellgruppe 2.F.1.b (Gewerbekälte), auf.

### **4.7.1.2 Methodische Aspekte (2.F.1)**

#### **4.7.1.2.1 Haushaltskälte (2.F.1.a)**

1994 stellten inländische Produzenten von Haushaltskühl- und Gefriergeräten von FCKW-12 auf HFKW-134a um und kurze Zeit später auf Isobutan. Ein geringer Anteil von Geräten mit HFKW-134a wird aber seit 1993 importiert.

Mit Gleichung 2 werden die jährlichen HFKW-Emissionen auf Basis des mittleren Bestands berechnet. Dazu ermittelt und aggregiert man den jährlichen HFKW-Neuzugang seit 1993.

Herstellungsverluste und der Neuverbrauch fürs Inland brauchen nicht bestimmt zu werden, da Befüllungen nur im Ausland erfolgen.

### Emissionsfaktoren

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Haushaltskühl- und Gefriergeräten werden auf 0,3 % geschätzt und liegen damit im Bereich des von IPCC–GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Wertebereichs von 0,1 bis 0,5 %.

Der Emissionsfaktor der Entsorgung entspricht mit einem Wert von 30 % dem von IPCC–GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Wert.

### Aktivitätsdaten

Der jährliche Neuzugang von 1 % der Neugeräte ist eine Schätzung führender Kühlerätehersteller.

Die durchschnittliche Lebensdauer der Geräte wird auf 15 Jahre festgesetzt. Dies liegt im oberen Bereich des in IPCC–GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Wertebereichs von 12 bis 15 Jahren.

#### 4.7.1.2.2 Gewerbekälte (2.F.1.b)

Die Gewerbekälte ist die größte und zugleich heterogenste Anwendung von (H)FKW. Es erfolgt eine Unterteilung in steckerfertige Geräte, Verflüssigungssätze und Zentralanlagen. Bei Zentralanlagen resultiert die Vielfalt in Bezug auf Bauart, Größe, Kältemitteltyp und Emissionsdichtheit aus der überwiegenden Konzeption individuell angepasster Lösungen. Bei steckerfertigen Geräten und Verflüssigungssätzen ist dies weniger ausgeprägt. Aufgrund der außerordentlich großen Zahl an Kältefachbetrieben ist eine detaillierte statistische Erfassung der Kältemittel-Bestände nicht praktikabel, so dass eine andere Berechnungsmethode angewendet wird.

Der Einsatz der (H)FKW als Kältemittel begann nur zögerlich. So wurde der HFKW-134a erst Mitte 1993 in nennenswertem Umfang eingesetzt. Das Kältemittelgemisch R404A kam ebenfalls erst ab 1993 zum Einsatz, das Kältemittelgemisch R407C wird seit 1996 und die verschiedenen R422-Gemische, die als drop-in Kältemittel bei der Umrüstung von HFCKW-22-Anlagen eingesetzt werden, erst ab 2009 verwendet. Daneben kommen seit 1993 in geringem Umfang auch FKW-haltige Kältemittelmischungen wie R403A/B, R413A, Isceon 89 und R508A/B als drop-in Kältemittel zum Einsatz.

Heute ist das wichtigste HFKW-Kältemittel für stationäre Kälteanlagen die Mischung R404A, noch vor dem HFKW-134a. Auch die Mischungen R407C und R422 spielen inzwischen eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

Zur Berechnung der Emissionen von Zentralanlagen der Gewerbekälte, die im Lebensmitteleinzelhandel zum Einsatz kommen, wird das folgende Kältemodell verwendet (s. SCHWARZ et al., o.J.):

- Der Außenhandel mit vor Ort errichteten Kälteanlagen ist vernachlässigbar, so dass der jährliche HFKW-Verbrauch für Neuanlagen gleich dem HFKW-Zugang in Neuanlagen ist.

- Ausgangspunkt für die Berechnungen ist nicht die Zahl der Betriebe oder die installierte Kälteleistung, sondern die Verkaufsfläche der Lebensmitteleinzelhandelsgeschäfte, da diese jährlich statistisch erfasst wird. Für Discountmärkte, deren Verkaufsflächen in Deutschland relativ konstant bei 800 m<sup>2</sup> liegen, wird angenommen, dass der Kältebedarf und damit die Kältemittelmenge für alle Märkte gleich groß sind. Daher ist hier die Anzahl der Discountmärkte Ausgangspunkt für weitere Berechnungen. Auch die Anzahl der Discounter wird jährlich statistisch erfasst.
- Von einem typischen Supermarkt mittlerer Größe wird auf Basis einer Studie des EPEE (SKM Enviro, 2010) der Koeffizient „Kilogramm pro Quadratmeter Verkaufsfläche“ abgeleitet. Dieser beträgt 0,23 kg/m<sup>2</sup>. Für Discounter wird der Koeffizient „Kilogramm pro Discount-Markt“ bestimmt. Er hat eine Größe von 80 kg/Markt. Mit Hilfe dieser Koeffizienten wird der jährliche Kältemittelbestand für die sechs Marktformate SB-Warenhaus (SB = Selbstbedienung), großer Verbrauchermarkt, kleiner Verbrauchermarkt, Supermarkt, Cash&Carry-Markt und Discount-Markt berechnet.
- Die nach Kältemitteltypen untergliederten Kältemittelbestände der verschiedenen Marktformate werden mit Hilfe von prozentualen Kältemittelzusammensetzungen bestimmt. Die Kältemittelzusammensetzungen werden in statistischen Rechenmodellen abgeleitet, die auf Expertenschätzungen beruhen. Hierbei wird zwischen großen Märkten (Cash-und-Carry-Märkte, große Verbrauchermärkte und SB-Warenhäuser) und kleinen Märkten (Supermärkte, kleine Verbrauchermärkte und Discounter) unterschieden.
- Die Division der Kältemittelbestände durch die durchschnittliche Lebensdauer der Anlagen (14 Jahre) führt zum HFKW-Zugang in Neuanlagen.
- Herstellungsemissionen und Bestandsemissionen werden durch Gleichung 1 und Gleichung 2 errechnet. Die Herstellung erfolgt i.d.R. vor Ort.
- Der Austausch von FCKW und HFCKW in Altanlagen wird gesondert berücksichtigt.
- Entsorgungsemissionen treten bei Zentralanlagen erstmalig im Jahr 2000 auf. Der Abgang von Kältemittel wird mit Hilfe der durchschnittlichen Lebensdauer, bei Zentralanlagen 14 Jahre, errechnet. Die nominale Entsorgungsmenge entspricht dabei dem Neuzugang, den eine Anlage bei Inbetriebnahme enthielt. In der Praxis enthalten die Anlagen zum Zeitpunkt der Entsorgung jedoch weniger Kältemittel als die nominale Füllmenge, da in der Zeit vor der Außerbetriebnahme in der Regel nicht nachgefüllt wird. Daher wird der bei der Entsorgung vorliegende aktuelle Füllstand, die „effektive“ Entsorgungsmenge, mit Hilfe von prozentualen Restfüllständen ermittelt. In die Bestimmung der Restfüllstände fließt als wichtigster Faktor der Kältemittelverlust ein, bei dem eine Anlage nachgefüllt werden muss, um ihre Funktionsfähigkeit aufrecht zu erhalten. Der effektive Füllstand am Lebensende ist um die Hälfte der Differenz zwischen technischem Mindestfüllstand und Nominalfüllmenge größer als der technische Mindestfüllstand. Er beträgt für Zentralanlagen 87,5 % der Nominalfüllmenge.
- Die Entsorgungsemissionen werden durch Multiplikation der so bestimmten „effektiven“ Entsorgungsmenge mit dem umgekehrten Rückgewinnungsfaktor mit Gleichung 4 berechnet:

Gleichung 4:

$$EM_{Entsorgung} = Neuzugang(n-x) * Restfüllstand * (1 - Rückgewinnungsfaktor)$$

Auch bei *Verflüssigungssätzen* der Gewerbekälte ist der Kältemittelbestand zentraler Bezugspunkt des Kältemittelmodells zur Berechnung der Emissionen:

- Ausgangspunkt für die Berechnungen ist die Anzahl von Betrieben in den zahlreichen Anwendungssektoren von Verflüssigungssätzen, deren Auswahl auf einer Studie des VDMA (2011) beruhen. Dazu zählen Getränkeabholmärkte, Tankstellenshops, Gärtnereien, Blumengeschäfte, Blumengroßhandel, Kantinen, Caterer, Krankenhäuser, Pflegeheime, Gaststätten- und Beherbergungsgewerbe, Fleischerfachbetriebe und -filialen, Bäckereihandwerk und -filialen, Discount-Märkte, kleine Lebensmitteleinzelhandelsgeschäfte und der Facheinzelhandel mit Nahrungsmitteln. Die Anzahl der Betriebe wird aus öffentlich zugänglichen Statistiken jährlich aktualisiert.
- Der Kältemittelbestand für die einzelnen Sektoren berechnet sich als Produkt aus der jeweiligen Anzahl der Betriebe, den sektorspezifischen Füllmengen, die durch Literaturrecherche und Expertenbefragungen ermittelt wurden, und den prozentualen Kältemittelzusammensetzungen. Die Kältemittelzusammensetzung wird in einem statischen Rechenmodell abgeleitet (s. SCHWARZ et al., o.J.).
- Die Division des Gesamtkältemittelbestands durch die durchschnittliche Lebensdauer von Verflüssigungssätzen (12 Jahre) führt zum HFKW-Zugang in Neuanlagen.
- Herstellungsemisionen und Bestandsemisionen werden durch Gleichung 1 und Gleichung 2 errechnet.
- Durch Gleichung 4 werden die Entsorgungsemisionen berechnet. Die nominale Entsorgungsmenge ist sowohl quantitativ als auch von der Kältemittelzusammensetzung her mit der Erstbefüllung vor 12 Jahren identisch. Der effektive Füllstand am Lebensende beträgt für Verflüssigungssätze 85 % der Nominalfüllmenge.

Die Anwendungssektoren für hermetische *steckerfertige Systeme* decken sich überwiegend mit denen für Verflüssigungssätze. Die Berechnung der Emissionen entspricht dem unter Verflüssigungssätzen beschriebenen Kältemittelmodell. Die durchschnittliche Lebensdauer der Geräte beträgt 10 Jahre, der Restfüllstand bei Entsorgung 90 % der Nominalfüllmenge.

## Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literaturauswertungen.

Die Befüllungsemisionen sind bei kältetechnischen Anlagen im Allgemeinen gering. IPCC-GPG gibt für „initial emission“ in Tabelle 3.22 0,5 bis 3 Prozent der Erstbefüllung an, der länderspezifische EF<sub>Herstellung</sub> liegt mit 0,5 % für steckerfertige Geräte sowie 1 % für Zentralanlagen und Verflüssigungssätze innerhalb dieses Bereichs.

Die laufenden (H)FKW-Emissionen aus stationären Kälteanlagen der *Gewerbekälte* differieren nach der Anlagenbauart stark voneinander. So reicht der Kältemittelverlust von 1 bis 1,5 % für Einzelgeräte bis 20 % für umgerüstete, alte Zentralanlagen. Die Emissionsfaktoren der Anwendung sinken für alle Anlagen und Geräte der Gewerbekälte von 1993 an kontinuierlich ab (siehe Tabelle 145), um dem Umstand des zunehmend sorgsameren Umgangs mit Kältemitteln Rechnung zu tragen. Alle verwendeten Werte liegen

verglichen mit den von IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Werten von 1 bis 10 % für Einzelgeräte und 10 bis 30 % für gewerbliche Kälteanlagen im unteren Bereich.

Auch die Emissionsfaktoren der Entsorgung entwickeln sich kontinuierlich nach unten. Der Emissionsfaktor der Entsorgung liegt im Jahr 2012 mit 50,4 % für steckerfertige Geräte und 30,6 % für Verflüssigungssätze aber immer noch (bei Verflüssigungssätzen knapp) über der von IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Größenordnung von 10 bis 30 Prozent für Gewerbekälte. Bei diesen Geräten wird eine sachgemäße Entsorgung der Kältemittel oft noch unterlassen, da Aufwand und Kosten dafür sehr hoch sind. Dies gilt in erhöhtem Maße für kleinere Geräte. Zentralanlagen liegen mit 21 % im Jahr 2012 aber innerhalb des vorgegebenen Bereichs. Für diese großen Anlagen sind Verluste fast vollständig identisch mit der praktisch nicht absaugbaren Restmenge. Nur für umgerüstete FCKW-12-Anlagen wird ein höherer Entsorgungsemissons faktor angenommen, da zum Zeitpunkt der Entsorgung von Altanlagen weniger Kältemittel zurückgewonnen werden konnte.

## Aktivitätsdaten

Die Verkaufsflächen der Lebensmitteleinzelhandelsgeschäfte werden jährlich statistisch durch zwei Marktforschungsinstitute<sup>53</sup> erfasst. Das EHI erhebt ebenfalls die Anzahl der Discounter. Auch die Anzahl der Gewerbebetriebe wird jährlich aus verschiedenen, öffentlich verfügbaren Statistiken aktualisiert (s. SCHWARZ et al., o.J.).

Die typische kältetechnische Ausstattung von Gewerbebetrieben beruht auf Literaturauswertung und Expertenschätzung. Der Koeffizient „Kilogramm pro Quadratmeter Verkaufsfläche“ bzw. „Kilogramm pro Discounter“ ist von Experten mit Hilfe von Fachliteratur (SKM ENVIROS, 2010, CLODIC et al., 2011 und 2012) semiempirisch bestimmt worden. Die Füllmengen von Verflüssigungssätzen und steckerfertigen Geräten sind durch Fachgespräche mit deutschen Kälteanlagenbauern und Literaturrecherche bestimmt worden.

### 4.7.1.2.3 Transportkälte (*Kühlfahrzeuge und –container*) (2.F.1.c)

HFKW werden in *Kühlfahrzeugen* seit 1993 als Kältemittel eingesetzt. Heute kommen überwiegend der HFKW-134a und die Kältemittelgemische R404A und R410A zum Einsatz. Dem Ladevolumen der *Kühlfahrzeuge* entsprechend variieren Größe und Kältemittelfüllung der Kälteaggregate.

*Kühlcontainer* werden vor allem für den Transport verderblicher Waren auf Seeschiffen eingesetzt. Da die Emissionen vorzugsweise in internationalen Gewässern erfolgen, werden die 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. Seit 1997 wird auch R404A eingesetzt.

Es wird folgendes Kältemodell für *Kühlfahrzeuge* angewendet:

- Die gesamte Untergruppe *Transportkälte* wird in vier *Kühlfahrzeug*-Größenklassen eingeteilt: 2-5 t, 5-9 t, 9-22 t und > 22 t zulässiges Gesamtgewicht.

<sup>53</sup> EHI – EuroHandelsinstitut, Köln, The Nielsen Company GmbH, Frankfurt am Main.

- Den Größenklassen werden Kältemittel (Typ) und spezifische Kältemittel-Füllmengen zugeordnet und jedem Kältemittel ein prozentualer Anteil an der Größenklasse zugeteilt. Gegebenenfalls muss die Kältemittelaufteilung modifiziert werden. Seit dem Berichtsjahr 2006 wird in der Hälfte der kleinen Anlagen bis 5 t zulässigem Gesamtgewicht das Kältemittel R404A eingefüllt. Bis 2005 wurde ausschließlich HFKW-134a eingesetzt. In der Größenklasse 5-9 t zulässigem Gesamtgewicht werden seit 1993 jeweils 50 % HFKW-134a und R404A eingefüllt, in der Größenklasse 9-22 t und > 22 t kommen HFKW-134a, R404A und R410A zum Einsatz.
- Die Anzahl der neu zugelassenen Kühlfahrzeuge und der im Inland befüllten Kühlfahrzeuge (nach Kältemittel) wird für jedes Jahr ermittelt. Aus der Anzahl neu zugelassener Kühlfahrzeuge und den o.g. Annahmen ergibt sich der jährliche Neuzugang an Kältemitteln.
- Durch Kenntnis des Endbestands des Vorjahres können der mittlere Jahresbestand und der Jahresendbestand errechnet werden.
- Gemäß FCKW-Halon-Verbotsordnung wurden in einer gewissen Zahl von Altanlagen FCKW-12 durch HFKW ausgetauscht. Diese Mengen sind dem jährlichen Neuzugang zuzuschlagen.
- Herstellungsemisionen werden mit Gleichung 1 berechnet, da auf den Neuverbrauch bezogen wird. Die Möglichkeit über die Anzahl neu befüllter Fahrzeugkälteanlagen und dem Befüllungsverlust pro Anlage Emissionen zu berechnen wird nicht angewendet. Bestandsemisionen werden mit Gleichung 2 berechnet.
- Die Lebensdauer von Altanlagen liegt mit 7 Jahren innerhalb der vom IPCC vorgeschlagenen Werte. Die Lebensdauer von Neuanlagen beträgt 10 Jahre und ist damit etwas höher als die in IPCC-GPG in Tabelle 3.22 angegebene Größenordnung von 6 bis 9 Jahren. Entsorgungsemisionen traten bei Kühlfahrzeugen erstmalig im Jahr 2003 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet.

Im IPCC-GPG (2000) wird ein bottom-up Ansatz formuliert, der sich aber nur auf Kühlfahrzeuge auf der Straße bezieht.

Für *Kühlcontainer* wird folgendes Kältemittel-Modell angewendet:

- Die Anzahl der weltweit produzierten Kühlcontainer wird für jedes Jahr ermittelt.
- Der weltweite HFKW-Neuzugang für Kühlcontainer wird mit Hilfe der jährlichen Stückzahlen aus der Weltproduktion in Kombination mit den Füllmengen und den Kältemittelanteilen ermittelt.
- Der HFKW-Neuzugang Deutschlands wird aus dem weltweiten Neuzugang entsprechend seinem Anteil am Welthandel, der bei 10 % liegt, berechnet.
- Durch Kenntnis des Endbestands des Vorjahres können der mittlere Jahresbestand und der Jahresendbestand errechnet werden.
- Bestandsemisionen werden mit Gleichung 2 berechnet.
- Da Kühlcontainer nur außerhalb Deutschlands produziert werden, fallen im Inland keine Emissionen aus der Befüllung an.
- Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von 14 Jahren, traten Entsorgungsemisionen bei Kühlcontainern erstmals im Jahr 2007 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet.

## Emissionsfaktoren

Die den Emissionsdaten zugrunde liegenden EF sind in Tabelle 145 wiedergegeben. Die verwendeten Emissionsfaktoren liegen in den von IPCC-GPG (2000) empfohlenen Bereichen und sind damit *Default Values*. Die einzige Ausnahme stellt der Bestandsemissionsfaktor aus Kälteaggregaten von Kühlcontainern dar, der mit 10 % unterhalb des in IPCC-GPG (2000), Tabelle 3.22 angegebenen Wertebereichs von 15 bis 50 % liegt.

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Kälteaggregaten von Kühlfahrzeugen werden für Neuanlagen von 5-22 t zulässigem Gesamtgewicht auf 15 % geschätzt. Für Anlagen bis zu 5 t zulässigem Gesamtgewicht beträgt der Emissionsfaktor 30 %. Für Kühlfahrzeug-Altanlagen wird der Emissionsfaktor des Bestands über alle Anlagengrößen auf durchschnittlich 25 % geschätzt. Unter Altanlagen werden umgerüstete FCKW-12-Anlagen verstanden. Die Emissionsfaktoren von Kühlfahrzeugen liegen damit an der unteren Grenze des im IPCC-GPG (2000) angegebenen Wertebereichs von 15 bis 50 %.

Gegenüber den laufenden Bestandsemissionen sind Befüllverluste gering. Die Kältemittelverluste beim Befüllen von Kühlfahrzeugen werden auf 5 Gramm pro Anlage geschätzt, unabhängig von deren Größe. Dies ist ein Standardwert für Schlauchverluste bei Vor-Ort-Befüllungen. Werden die Befüllemissionen rechnerisch auf den Neuverbrauch bezogen, so ergeben sich Emissionsfaktoren zwischen 0,06 und 0,25 %. Diese liegen zum größten Teil unter der von IPCC-GPG in Tabelle 3.22 angegebenen Größenordnung von 0,2 bis 1 Prozent.

Emissionen aus der Befüllung von Kühlcontainern fallen in Deutschland nicht an.

Der Emissionsfaktor der Entsorgung für Transportkälteanlagen liegt mit 30 % im oberen Bereich der von IPCC-GPG (2000) angegebenen Größenordnung von 20 bis 30 Prozent.

## Aktivitätsdaten

Die Zulassungszahlen von Kühlfahrzeugen nach Gewichtsklassen stammten bis 2008 aus den statistischen Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA). Da das Kraftfahrt-Bundesamt seit 2009 keine gesonderten Erhebungen für Kühlfahrzeuge durchführt, wird die Anzahl neuer Kühlfahrzeuge ab 2009 durch Extrapolation der vom KBA ermittelten Zulassungszahlen von Nutzfahrzeugen bestimmt. Die Füllmengen der Kälteaggregate, verwendete Kältemittel und Details zum FCKW-12-Ersatz stammen von Experten der wichtigsten Anbieter von Fahrzeug-Kälteanlagen.

Der Kältemittel-Neuzugang bei Kühlcontainern wird anhand eines Kältemittelmodells, ausgehend von der Anzahl der weltweit produzierten Kühlcontainer, die dem Branchen-Informationsdienst "World Cargo News" entnommen wird, ermittelt. Ein Anteil von 10 % wird Deutschland zugerechnet.

### 4.7.1.2.4 Industrikälte (2.F.1.d)

Die in diesem Sektor zusammengefasste Kälte im Industriebetrieb dient der Erzeugung von Produkten, in der Regel von Nahrungsmitteln, die gekühlt oder gefroren werden.

Wie in der *Gewerbekälte* ist die kältetechnische Ausstattung in der Regel nicht serienmäßig, sondern individuell angepasst, so dass für die Berechnung der Emissionen ein Kältemodell verwendet werden muss. Fluorhaltige Kältemittel sind in der Industrie, besonders in der

Lebensmittelindustrie kein allgemeiner Standard und natürliche Kältemittel, hauptsächlich Ammoniak, werden viel häufiger eingesetzt als in anderen Sektoren.

In der Industriekälte werden hauptsächlich die Kältemittel R404A, HFKW-134a, R407C, R507 und R422D als Ersatzkältemittel für umgerüstete HFCKW-22-Anlagen eingesetzt. Daneben spielen HFKW-23 und FKW-116 bei Tieftemperaturanlagen, sowie das Hochtemperaturkältemittel HFKW-227ea zur Kranklimatisierung eine Rolle.

Der Einsatz fluorhaltiger Kältemittel beginnt in Deutschland 1993. Entsorgungsemissionen treten erstmalig 2002 aus umgerüsteten FCKW-12 und HFCKW-22-Anlagen auf.

Für die *Industriekälte* wird folgendes Kältemittel-Modell genutzt:

- Der Kältemittelbestand ist zentraler Bezugspunkt des Modells. Er gliedert sich in die zwölf Sektoren Bierbrauereien, Weinerzeugung, Fleischproduktion, Molkereien, Kühlhäuser, Schokoladeproduktion, Tiefkühlkost- und Fruchtsafterzeugung, Eisbahnen, Milchkühlung in der Landwirtschaft, sonstige Industrie (80 % Chemische Industrie) und hermetisch geschlossene Geräte der verarbeitenden Industrie. Die Berechnungsbasis zur Bestimmung des Kältemittelbestands sind die Produktionsmengen von Gütern, die über öffentlich zugängliche Waren-Statistiken jährlich aktualisiert werden. In den drei kleineren Sektoren der Industriekälte, Kranklimatisierung und Tieftemperaturkühlung mit HFKW-23 und R508A/B wird der jährliche Neuzugang als Ausgangsgröße zur Berechnung des Bestands und aller Emissionen verwendet.
- Basierend auf diesen Produktionsmengen erfolgt die Umrechnung in die für die Kühlung der Güter in den zwölf großen Sektoren installierte Kälteleistung. Die dafür benötigten Kennziffern „installierte Kälteleistung pro jährliche Güterproduktion“ wurden basierend auf Fachliteratur empirisch ermittelt.
- Die Abschätzung der Kältemittelmenge für diese Kälteleistungen erfolgt aus Basis von Kältemittelraten für Plus- und Minuskühlung sowie direkter und indirekter Kühlung. Die verwendeten Kältemittelraten wurden ebenfalls durch Literaturrecherche, u.a. CLODIC et al. 2011 & 2012, ermittelt. Sie liegen zwischen 2 kg/kW für indirekte Plus-Kühlung und 8,8 kg/kW für direkte Minus-Kühlung. Aus der Kombination dieser Werte mit jeweiliger sektorspezifischer Wichtung der vier Kühlungsformen errechnen sich die typischen Füllmengen pro installierter Kälteleistung für die zwölf Sektoren.
- Der Außenhandel mit vor Ort errichteten Kälteanlagen ist vernachlässigbar, so dass der jährliche HFKW-Verbrauch für Neuanlagen gleich dem HFKW-Zugang in Neuanlagen ist.
- Der Kältemittelbestand ist auch Berechnungsgrundlage für die Entsorgungsmenge. Sie wird in jedem Sektor durch Division des Bestands durch die Anlagenlebensdauer errechnet. Diese liegt für die meisten Sektoren bei 30 Jahren, für Milchviehbetriebe und Eisbahnen bei 20 Jahren, für steckerfertige Geräte, Kranklmaanlagen und Tieftemperaturanwendungen bei 10 Jahren.
- Die Kältemittelzusammensetzung, die sich zeitlich für Bestand, Neuzugang und Entsorgungsmenge ändert, wird für jeden Sektor in einem statischen Rechenmodell abgeleitet (s. SCHWARZ et al., o.J.).
- Der Austausch von FCKW und HFCKW in Altanlagen wird gesondert berücksichtigt.

- Herstellungsemissionen und Bestandsemissionen werden durch Gleichung 1 und Gleichung 2 errechnet.

Durch Gleichung 4 werden die Entsorgungsemissionen berechnet. Die nominale Entsorgungsmenge ist mit der Erstbefüllung identisch. Der effektive Füllstand am Lebensende beträgt für alle Sektoren 85 % der Nominalfüllmenge, nur bei steckerfertigen Geräten ist er mit 90 % höher.

### Emissionsfaktoren

Die den Emissionsdaten zugrunde liegenden Emissionsfaktoren sind in Tabelle 145 wiedergegeben.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literaturoauswertungen.

Die Befüllungsemissionen sind bei Industrikälteanlagen im Allgemeinen gering. IPCC-GPG (2000) gibt in Tabelle 3.22 für „initial emission“ 0,5 bis 3 Prozent der Erstbefüllung an, der länderspezifische EF<sub>Herstellung</sub> liegt mit 1 %, für die großen Anwendungsbereiche bzw. mit 0,5% für steckerfertige Geräte im unteren Bereich dieser Vorgaben.

Die laufenden HFKW-Emissionen aus Industrikälteanlagen gehen in allen Sektoren außer hermetischen Geräten kontinuierlich von 9 % im Jahr 1991 auf 6,1 % im Jahr 2012 zurück, da die Kälteanlagen bedingt durch nationale und internationale gesetzliche Verpflichtungen zunehmend dichter werden. Sie liegen im unteren Bereich bzw. leicht unterhalb der von IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 angegebenen Werte von 7 bis 25 Prozent. Bei steckerfertigen Geräten geht der entsprechende Rückgang wie in der Gewerbekälte von 1,5 % auf 1 %.

Auch der Emissionsfaktor der Entsorgung für Industrikälteanlagen hat sich, beginnend bei 68 %, kontinuierlich nach unten entwickelt bis auf 20,4 % im Jahr 2012. Die Werte liegen leicht bzw. deutlich über der von IPCC-GPG (2000) angegebenen Größenordnung von 10 bis 20 Prozent.

### Aktivitätsdaten

Zahlreiche Zeitreihen für die Produktionsmengen von Nahrungsmitteln finden sich in den Statistiken des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Zudem sind Daten von Industrieverbänden wie dem Verband Deutscher Kühlhäuser und Kühllogistikunternehmen e.V. (VDKL) oder dem Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI) sowie spezialisierten Instituten, z.B. dem Deutschen Weininstitut, verfügbar.

Die Stückzahlen der steckerfertigen Geräte stammen aus einer Studie des VDMA (2011) und Aussagen von Branchenexperten.

Die Kennziffern „installierte Kälteleistung pro jährliche Güterproduktion“ und die Kältemittelraten für Plus- und Minuskühlung sowie direkter und indirekter Kühlung wurden basierend auf Fachliteratur ermittelt.

### **4.7.1.2.5 Stationäre Klimaanlagen (2.F.1.e)**

Zu *Stationären Klimaanlagen* zählen Raumklimageräte, Kaltwassersätze zur Gebäudeklimatisierung und industriellen Flüssigkeitskühlung sowie Wärmepumpenanlagen und Wärmepumpen-Wäschetrockner.

#### **4.7.1.2.5.1 Raumklimageräte**

Raumklimageräte dienen der Temperierung der Innenraumluft einzelner Räume oder ganzer Stockwerke und liegen von der Leistung her unter der von Großklimaanlagen. Als Kältemittel kommen seit 1998 das HFKW-Gemisch R407C und ab 2001 auch das Gemisch R410A zum Einsatz.

Eine inländische Produktion von Raumklimageräten gibt es nicht. Raumklimageräte werden in der Regel befüllt importiert. Bei der Installation von fabrikmäßig hergestellten Single-Split-, Multi-Split- und VRF-Multi-Split-Geräten erfolgt jedoch eine Auffüllung der vor Ort verlegten Kältemittelleitungen. Dies ist bei mobilen, steckerfertigen Raumklimageräten nicht erforderlich.

Folgendes Kältemodell wird für Raumklimageräte angewendet:

- Die *Raumklimageräte* werden in vier Kategorien eingeteilt, deren jeweilige Stückzahl von Neuanlagen jedes Jahr durch Anbieterbefragung und die in internationalen Publikationen veröffentlichten Zahlen ermittelt wird: kleine mobile Geräte, Single-Split-Geräte, Multi-Split-Geräte mit konstantem Volumenstrom des Kältemittels und VRF-Multi-Split-Systeme mit variablem Volumenstrom.
- Für jede Kategorie werden Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung entsprechend der jährlich verkauften Neuanlagen festgelegt. Aus der Absatzmenge und den o.g. Annahmen ergibt sich der jährliche Neuverbrauch, der identisch ist mit dem Neuzugang an Kältemitteln. Durch Kenntnis des Altbestands kann der Jahresendbestand errechnet werden.
- Herstellungsemisionen treten nicht auf. Befüllungsverluste treten aber bei der Installation der ortsfesten Single-Split-Geräte, Multi-Split-Geräte und VRF-Multisplit-Systeme auf. Auf der Grundlage von Expertenbefragungen kommt es hierbei zu Installationsverlusten von 10 % bei Single-Split-Geräten und 1 % bei Multi-Split-Geräten und VRF-Multisplit-Systemen.
- Bestandsemisionen werden nach Gleichung 2 berechnet.
- Entsorgungsemisionen traten erstmals im Jahr 2008 nach einer durchschnittlichen Lebensdauer von 10 Jahren für mobile Geräte und Single-Split-Geräte bzw. 13 Jahren für Multi-Split- und VRF-Multi-Split-Geräte auf und werden mit Gleichung 4 berechnet. Die geschätzte Lebensdauer liegt innerhalb des im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereichs von 10 bis 15 Jahren. Der Restfüllstand bei Entsorgung beträgt 75 % bei mobilen Geräten und 87,5 % bei allen anderen Formen.

#### **Emissionsfaktoren**

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen und Literaturoauswertung.

Der länderspezifische  $EF_{Herstellung} = 1\%$  für Multi-Split- und VRF-Multi-Split-Geräte liegt innerhalb des im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereichs von 0,2 bis 1 %. Bei

Single-Split-Geräten beträgt der Emissionsfaktor 10 %, was einem Verlust von 5 g Kältemittel bei 50 g Auffüllung entspricht.

Die Emissionsfaktoren der Anwendung sinken für alle Geräte innerhalb der Zeitreihe ab 1998, dem ersten Jahr der Anwendung, kontinuierlich ab (siehe Tabelle 145). Sie liegen für mobile Raumklimageräte zwischen 3,5 und 2,5 %, für Single-Split-Geräte zwischen 6,9 und 5 %, für Multi-Split-Geräte zwischen 7,9 und 5,6 % und für VRF-Multi-Split-Geräte zwischen 8,9 und 6,58 %.

Die Anwendungs-Emissionsfaktoren liegen somit innerhalb bzw. leicht oberhalb des im IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 vorgeschlagenen Wertebereichs von 1 bis 5 %.

Auch die für die Entsorgung verwendeten Emissionsfaktoren  $EF_{Entsorgung}$  entwickeln sich seit 1998 kontinuierlich nach unten. Sie liegen für mobile Raumklimageräte zwischen 54 und 63,4 %, für Single-Split-Geräte zwischen 49 und 63,6 % und für Multi-Split-Geräte und für VRF-Multi-Split-Geräte zwischen 31,5 und 46,1 %. Damit sind die in Deutschland verwendeten Faktoren insgesamt größer als der im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagene Wertebereich von 20 bis 30 %.

## Aktivitätsdaten

Die in Deutschland verkauften Stückzahlen der verschiedenen Gerätetypen sind über Fachpublikationen<sup>54</sup> und durch Anbieterbefragung jährlich verfügbar.

### 4.7.1.2.5.2 Kaltwassersätze (*Chiller*)

Kaltwassersätze zur Gebäudeklimatisierung und industriellen Flüssigkeitskühlung werden in drei Kategorien unterteilt: Chiller mit einer Kälteleistung unter 100 kW, Chiller mit einer Kälteleistung über 100 kW und Turboverdichteranlagen (Kälteleistung über 1500 kW). Die in Leistungsklassen eingeteilten Chiller verwenden Kolben-, Scroll- oder Schraubenverdichter.

In Turboverdichteranlagen kommt seit 1993 ausschließlich der HFKW-134a zum Einsatz. HFKW-134a wurde auch für die Umrüstungen von FCKW-12-Turboverdichteranlagen in den Jahren 1995 bis 1999 genutzt. Die wichtigsten in Chillern eingesetzten Kältemittel sind HFKW-134a (Einsatz ab 1993), ab 1998 R407C und seit 2004 auch R410A.

Es wird folgendes Kältemodell angewendet:

- Kaltwassersätze werden in drei Kategorien eingeteilt, deren Anzahl an Neuanlagen jedes Jahr durch Expertenbefragung und internationale Absatzstatistiken ermittelt wird: Chiller <100 kW, Chiller >100 kW Kälteleistung und Turboverdichteranlagen im Leistungsbereich über 1500 kW.
- Für jede Kategorie wird eine durchschnittliche Füllmenge und Kältemittelzusammensetzung ermittelt. Die Füllmengen liegen bei 10 kg für Chiller <100 kW, 95 kg für Chiller >100 kW und 630 kg für Turboverdichteranlagen.
- Aus der Anzahl der Neuanlagen und den o.g. Annahmen ergibt sich der jährliche HFKW-Zugang zum inländischen Bestand. Hier muss auch noch der Verbrauch zum FCKW-Ersatz in Altanlagen berücksichtigt werden.
- Durch Kenntnis des Vorjahresbestands, des Neuzugangs und des Abgangs kann der Jahresendbestand an Kältemitteln errechnet werden.

<sup>54</sup> Fachzeitschrift JARN – Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News, Tokyo 107-0052, Special Edition “World Air Conditioner Market”.

- Herstellungsemissionen werden durch Multiplikation der Verbrauchsmengen für die Befüllung mit dem EF<sub>Herstellung</sub> gemäß Gleichung 1 errechnet.
- Bestandsemissionen werden gemäß Gleichung 2 errechnet.
- Entsorgungsemissionen traten erstmals im Jahr 2003 auf und werden mit Gleichung 4 berechnet.

Die Lebensdauer von Flüssigkeitskühlern wird bei IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 mit 10 bis 30 Jahren angegeben. Die verwendeten Werte liegen in diesem Rahmen: 15 Jahre für Chiller kleiner und größer 100 kW Kälteleistung und 25 Jahre für Turboverdichteranlagen.

### Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen.

Der Befüllungsverlust liegt mit 0,5 % innerhalb der IPCC-GPG (2000) von 0,2 bis 1 %. Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass eine große Menge der Kaltwassersätze vorgefüllt importiert wird, wird nicht der eigentliche EF<sub>Herstellung</sub> = 1 % verwendet.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für alle Kälteleistungsklassen bzw. Verdichterbauarten, Altersstufen und Kältemittel-Typen bis zum Jahr 2000 auf 6 % geschätzt. Danach nimmt der EF<sub>Anwendung</sub> kontinuierlich auf 3,8 % (2012) ab. Alle verwendeten Werte liegen damit im unteren Bereich des Vorschlags 2 bis 15 Prozent der IPCC-GPG (2000).

Auch die für die Entsorgung verwendeten länderspezifischen Emissionsfaktoren entwickeln sich bedingt durch technischen Fortschritt und zunehmende Sorgsamkeit im Umgang mit Kältemitteln kontinuierlich nach unten. Der EF<sub>Entsorgung</sub> liegt zwischen 21,6 und 45 % und damit über dem im IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wertebereich von 5 bis 20 %.

### Aktivitätsdaten

Die Anzahl an Neuanlagen wird jährlich durch Expertenbefragung und internationale Absatzstatistiken ermittelt. Die Statistiken werden von zwei Marktforschungsinstituten<sup>55</sup> erstellt und zum Kauf angeboten.

Die durchschnittlichen Füllmengen und Kältemittelzusammensetzungen wurden in Expertentreffen mit Industrievertretern ermittelt.

#### 4.7.1.2.5.3 Wärmepumpenanlagen

Mit einer Wärmepumpenanlage wird mittels eines Kältemittelkreislaufs aus der Umgebungswärme in Luft, Erdreich oder Grundwasser Nutzwärme zur Heizung oder Klimatisierung von Innenräumen sowie für die Bereitstellung von Warmwasser erzeugt. Geräte, die die Umweltwärme der Außenwärme zur direkten Innenlufterwärmung nutzen, fallen unter die Kategorie der Raumklimageräte. Als Kältemittel kommen in Wärmepumpen seit 1995 der HFKW-134a und die HFKW-Gemische R404A und R407C zum Einsatz, seit 2001 auch R410A.

Ein mit Expertenhilfe entwickeltes Kältemittel-Modell unterscheidet drei Kategorien von Heizwärmepumpen: Luft-Wasser, Erdreich (Grundwasser) - Wasser, Erdreich (Sole) – Wasser. Daneben gibt es die vierte Kategorie von Brauchwarmwasser-Wärmepumpen.

<sup>55</sup> BSRIA, Großbritannien und die europäische Industrie-Assoziation EUROVENT, Brüssel. Beide Unternehmen gliedern den Markt für Kaltwassersätze sowohl nach Kompressortyp als auch nach Kälteleistung.

Methodisch ist das Kältemittel-Modell wie für Raumklimageräte aufgebaut. Ausgangs- und Bezugspunkt für die Berechnungen sind die jährlichen Stückzahlen neu installierter Wärmepumpen aller vier Kategorien, die jährlich vom Bundesverband Wärmepumpe (BWP) veröffentlicht werden. Die Stückzahlen der neu installierten Brauchwarmwasser-Wärmepumpen werden auch als Produktionszahlen genutzt. Die Produktionszahlen von Heizungswärmepumpen sind um den Faktor 2 größer als die Installationszahlen. Den verschiedenen Wärmepumpentypen werden basierend auf den Werten des Neuzugangs mittlere HFKW-Füllmengen und prozentuale Anteile der HFKW-Typen zugeordnet. Das Modell enthält außerdem die Lebensdauern und Emissionsraten.

Herstellungsemisionen werden durch Multiplikation der Verbrauchsmengen für die Befüllung mit dem EF<sub>Herstellung</sub> gemäß Gleichung 1 errechnet, Bestandsemisionen gemäß Gleichung 2, Entsorgungsemisionen mit Gleichung 4.

Wärmepumpen mit HFKW werden seit 1995 hergestellt und vertrieben. Bei einer Lebensdauer von durchschnittlich 15 Jahren treten Entsorgungsemisionen ab dem Jahr 2010 auf.

### Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenbefragungen.

Der Befüllverlust beträgt 0,5 %. Damit ist der EF<sub>Herstellung</sub> innerhalb des im IPCC-GPG (2000) in Tabelle 3.22 vorgeschlagenen Wertebereichs von 0,2 bis 1 %.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für Heizungs-Wärmepumpen auf 2,5 % geschätzt, für Warmwasser-Wärmepumpen auf 2 %. Die verwendeten EF<sub>Anwendung</sub> liegen damit im Bereich des Vorschlags von IPCC-GPG (2000) von 1 bis 5 %.

Der für die Entsorgung verwendete Emissionsfaktor EF<sub>Entsorgung</sub> entwickelt sich bedingt durch technischen Fortschritt und zunehmende Sorgsamkeit im Umgang mit Kältemitteln kontinuierlich nach unten. Der EF<sub>Entsorgung</sub> liegt zwischen 35,2 % (Jahr 2012) und 56,3 % und damit oberhalb der durch IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Werte von 20 bis 30 %.

### Aktivitätsdaten

Der Bundesverband Wärmepumpe (BWP) veröffentlicht jährlich die Zahl der inländischen Neuinstallationen von Wärmepumpen, die die Grundlage für die Emissionsberechnung bilden.

#### 4.7.1.2.5.4 Wärmepumpen-Wäschetrockner

In Deutschland ist diese Kategorie von Haushaltsgeräten seit 2008 auf dem Markt und wird unter der Quellgruppe 2.F.1.e berichtet.

Wärmepumpen-Wäschetrockner werden in Deutschland nur von einem Unternehmen produziert. Dieser Hersteller verwendet als Kältemittel HFKW-134a. Neben den Wärmepumpen-Wäschetrocknern aus deutscher Produktion werden auch Geräte mit dem Kältemittelgemisch R407C in Deutschland vertrieben. Die Füllmenge in den hermetischen Geräten liegt zwischen 220 g und 430 g.

Das Kältemittelmodell ist ähnlich aufgebaut wie die Modelle für Raumklimageräte:

- Die wichtigsten Ausgangswerte sind die Stückzahlen für Inlandsabsatz und inländische Produktion sowie die Untergliederung in die beiden verwendeten Kältemittel, die den Werten des Inlandsabsatzes folgen. Der Gerätebestand wird aus der Summe der Neuzugänge errechnet.
- Herstellungsemisionen werden durch Multiplikation der Verbrauchsmengen für die Befüllung mit dem  $EF_{Herstellung}$  gemäß Gleichung 1 errechnet, Bestandsemisionen gemäß Gleichung 2.
- Wärmepumpen-Wäschetrockner mit HFKW werden seit 2008 hergestellt und vertrieben. Bei einer Lebensdauer von durchschnittlich 15 Jahren treten Entsorgungsemisionen erst ab dem Jahr 2023 auf.

## Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenaussagen.

Der Befüllverlust beträgt 0,5 %. Der  $EF_{Herstellung}$  ist länderspezifisch, da die IPCC Guidelines diese Anwendung nicht erfassen.

Die laufenden HFKW-Emissionen dieser hermetischen Geräte werden auf 0,3 % geschätzt. Auch hierfür gibt es keine Vorgaben in den IPCC Guidelines.

## Aktivitätsdaten

Wärmepumpen-Wäschetrockner sind ein relativ neues Produkt, über das erst wenige statistische Daten und technischen Informationen vorliegen. Das Kältemittelmodell basiert daher fast ausschließlich auf Aussagen von Herstellerunternehmen (s. SCHWARZ et al., o.J.).

### 4.7.1.2.6 Mobile Klimaanlagen (2.F.1.f)

Mobile Klimaanlagen sind Fahrzeugklimaanlagen in Personenkraftwagen (Pkw), Lastkraftwagen (Lkw) bzw. Nutzfahrzeugen (Nfz), Bussen, Landmaschinen, Schienenfahrzeugen und auf Schiffen. Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) werden seit 1993 in mobilen Klimaanlagen eingesetzt, in Pkw aus deutscher Produktion bereits ab 1991. Es wird ausschließlich HFKW-134a als HFKW-Kältemittel verwendet. Seit dem Berichtsjahr 2002 sind auch weniger relevante Quellen (z. B. Landmaschinen) aufgenommen.

Die Zeitreihen zeigen einen signifikanten Anstieg der Emissionen seit 1995, was in direktem Zusammenhang mit dem vermehrten Einsatz von Klimaanlagen in Fahrzeugen steht, trotz rückläufiger Füllmengen.

Für Pkw wird folgendes Kältemodell angewendet:

- Die Stückzahlen deutscher Pkw-Produktion sind aus öffentlich zugänglichen Statistiken des Verbands der Automobilindustrie (VDA) jährlich verfügbar. Sie bilden die Datenbasis zur Berechnung der Verbrauchsmengen für die Befüllung.
- Die Jahrgangs-Klimaanlagenquote wird direkt über umfangreiche Herstellerbefragungen erhoben, da keine amtlichen oder öffentlich verfügbaren Statistiken verfügbar sind. Dies gilt auch für die durchschnittlichen Kältemittelfüllmengen, die aus den Angaben für jeden Fahrzeugtyp und den Angaben von Branchenexperten bestimmt werden.

- Durch Multiplikation der produzierten Stückzahlen mit der Jahrgangs-Klimaanlagenquote und den durchschnittlichen Kältemittelfüllmengen wird die Verbrauchsmenge für die Befüllung berechnet.
- Herstellungsemissionen werden nach Gleichung 1 errechnet.
- Für die Ermittlung des jährlichen Neuzugangs und des Kältemittelbestands in Pkw-Klimaanlagen werden nicht die jährlichen Fahrzeug-Neuzulassungen des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) herangezogen, da der vorzeitige, vor Erreichen der durchschnittlichen Lebensdauer auftretende Fahrzeugschwund aus den Zulassungsjahrgängen, die den Bestand bilden, nicht quantitativ abgeschätzt werden kann.
- Der Kältemittelbestand wird vielmehr aus den zugelassenen Fahrzeugbeständen nach Alter seit Erstzulassung bestimmt. Diese amtlichen Zahlen sind in der Statistischen Mitteilung des KBA<sup>56</sup> für alle benötigten Jahre, d.h. ab 1991, verfügbar und ermöglichen die Bestimmung eines kontinuierlichen und chronologischen Fahrzeugbestands nach Zulassungsjahrgängen in Stückzahlen.
- Auch die Bestimmung der Jahrgangs-Klimaanlagenquote für die zugelassenen Fahrzeuge erfolgt direkt über umfangreiche Herstellerbefragungen. Sie ist nicht identisch mit der Klimaquote für die in Deutschland produzierten Pkw, da auch im Ausland produzierte Pkw berücksichtigt werden müssen. Zu ihrer Bestimmung werden deshalb auch ausländische Unternehmen befragt. Dies gilt ebenso für die Bestimmung der durchschnittlichen Kältemittelfüllmengen der zugelassenen Fahrzeuge.
- Für die Berechnung des Kältemittelbestands eines Zulassungsjahrgangs wird die jahrgangsspezifische Füllmenge mit der Stückzahl klimatisierter Pkw multipliziert. Der Gesamtbestand entspricht der Summe der Kältemittelbestände aller Zulassungsjahrgänge seit 1991.
- Bestandsemissionen werden gemäß Gleichung 2 berechnet.
- Der Austausch von FCKW in Altanlagen und die Klimaanlagennachrüstung wird gesondert berücksichtigt.
- Für die Bestimmung der Entsorgungsmenge werden nur die Altfahrzeuge berücksichtigt, die jährlich in deutschen Demontagebetrieben behandelt werden. Deren Anzahl wird amtlichen Daten für das Altfahrzeugaufkommen<sup>57</sup> (s. auch UBA/BMU, 2011) entnommen. Gebrauchtwagen- und Altfahrzeugexporte bleiben im Kältemittel-Modell unberücksichtigt, da die bei der Entsorgung auftretenden Emissionen in den Zielländern berichtet werden müssen und eine Doppelnenntung vermieden werden soll.
- Für die demontierten Altfahrzeuge wird eine durchschnittliche Lebensdauer von 15 Jahren angenommen. Durch Multiplikation der Stückzahlen demontierter Fahrzeuge mit der Klimaanlagenquote und der durchschnittlichen Kältemittelfüllmenge des Neuzulassungsjahrgangs vor 15 Jahren, kann nun die Kältemittelentsorgungsmenge ermittelt werden.
- Entsorgungsemissionen traten erstmals im Jahr 2002 auf und werden mit Gleichung 4 berechnet.

<sup>56</sup> KBA “Fahrzeugzulassungen Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Fahrzeugalter 1. Januar 2013“.

<sup>57</sup> Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 / Reihe 1, Umwelt Abfallentsorgung.

Die Kältemittelmodelle für *Nutzfahrzeuge* und *Busse* sind ähnlich aufgebaut wie das Modell für Pkw. Eine ausführliche Beschreibung der Modelle findet sich in SCHWARZ et al., o.J.

Das für *Landmaschinen*, *Schiffe* und *Schienenfahrzeuge* genutzte Kältemittelmodell sieht folgendermaßen aus:

- Für Schiffe und Schienenfahrzeuge werden die Kältemittelemissionen auf Basis der jährlichen Neuinstallationen von Klimaanlagen in Schiffen (Ausgangsdaten: Schiffsneubauten für die deutsche Flotte) und in Schienenfahrzeugen (Ausgangsdaten: Neubeschaffungen der deutschen Bahn) und deren Füllmengen bestimmt.
- Das Kältemittelmodell für Klimaanlagen in Landmaschinen beruht auf der Ermittlung der Anzahl der jährlichen Fahrzeug-Neuzulassungen, der durchschnittlichen Klimaanlagenquote und der durchschnittlichen Füllmenge.
- Der jährliche Neuzugang sowie der Endbestand und der mittlere Jahresbestand an HFKW-134a für jeden Bereich wird aus den Angaben zuvor ermittelt.
- Bestandsemissionen werden durch Multiplikation des „mittleren Jahresbestandes“ für jeden Bereich mit dem jeweiligen EF<sub>Anwendung</sub> errechnet.
- Der inländische Verbrauch an HFKW-134a zur Herstellung von mobilen Klimaanlagen wird aufbauend auf Produktionsstückzahlen ermittelt.
- Entsorgungsemissionen bei Landmaschinen traten erstmalig im Jahr 2004 auf. Diese werden durch Gleichung 3 errechnet. Klimaanlagen in Schiffen und Schienenfahrzeugen wurden, bedingt durch ihre lange Lebensdauer von 25 Jahren, noch nicht entsorgt.

## Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Literaturauswertungen (z.B. ÖKO-RECHERCHE / ECOFYS 2003; SIEGL et. al., 2002; CLODIC et al., 2011 und 2012; SCHWARZ et al., o.J.), Messungen (Pkw), Auswertungen von Werkstattdokumentationen und umfangreichen Expertenbefragungen sowie Umfragen bei Pkw-Werkstätten und Demontagebetrieben. Zu den regulären Emissionen während des Betriebs kommen hier noch Emissionen durch Unfälle und andere äußere Einflüsse hinzu.

Die EF für die Befüllung von Pkw, Nfz, Bussen und Schienenfahrzeugen (siehe Tabelle 145) liegen unterhalb des in IPCC-GPG (2000: S. 3.110) angegebenen Werts von 0,5 %. Die Guidelines geben keine Werte für Landmaschinen und Schiffe vor.

Die laufenden HFKW-Emissionen werden für Pkw auf 10 % geschätzt, für Nutzfahrzeuge und Busse auf 15 %, für Schienenfahrzeuge auf 6 %, für Landmaschinen auf 15 - 25 % und für Schiffe auf 10 - 30 %. Die verwendeten EF<sub>Anwendung</sub> liegen damit größtenteils im Bereich des Vorschlags von IPCC-GPG (2000) mit 10 bis 20 % für Klimaanlagen in Pkw, Nfz, Bussen und Schienenfahrzeugen. Für Landmaschinen und Schiffe werden keine Vorschläge unterbreitet.

Der Emissionsfaktor für die Entsorgung von HFKW aus mobilen Klimaanlagen beträgt für Pkw und Nutzfahrzeuge 20,6 %, für Busse 21,1 % und für Landmaschinen 30 %. Die verwendeten EF<sub>Entsorgung</sub> liegen damit unter dem Standardwert der IPCC-GPG (2000: S. 3.110) von 40 %.

## Aktivitätsdaten

Zugelassene Fahrzeugbestände von Pkw, Nfz und Bussen sowie Neuzulassungen von landwirtschaftlichen Zugmaschinen werden vom Kraftfahrtbundesamt gemeldet. Produktionszahlen stammen vom Verband der Automobilindustrie (VDA), vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), sind anderen Statistiken entnommen oder basieren auf Herstellerbefragungen.

Bei den PKW-Klimaanlagen werden Füllmengen durch Direktbefragung von Automobilunternehmen ermittelt, ansonsten durch eine Kombination aus amtlicher Statistik, gezielter Herstellerbefragung und Expertenschätzung.

### 4.7.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.1 alle)

Die Emissionsfaktoren sind mit größeren Unsicherheiten behaftet. Die in der Literatur (s. Kältemodelle) zu findende breite Streuung von Emissionsfaktoren für identische Anwendungen ist nur teilweise Folge technischer Veränderung, der Anlagendichtheit oder Ausdruck nationaler Unterschiede. In großem Maße resultiert sie aus realer Unsicherheit, da es noch zu wenig solide empirische Erforschungen ihrer Größen gibt (ÖKO-RECHERCHE, 2007).

Aufgrund der genannten Unsicherheit bei den Emissionsfaktoren, aber auch aufgrund der Vielzahl von Einzelanwendungen (Anlagen) wird für die Emissionsdaten noch Präzisierungsbedarf gesehen. Zur Verbesserung der Angabensicherheit wurden die Daten mit den Verkaufsdaten (stoffbezogen) der Hersteller abgeglichen.

Bis zum Berichtsjahr 2001 hatte Deutschland nur aggregierte Emissionen über alle Untergruppen gemeldet. Im Rahmen der Emissionserhebung für die Jahre 1999 bis 2001 und der Emissionserhebung für das Berichtsjahr 2002 wurden auch die Emissionen der Berichtsjahre 1995 bis 1998 überprüft und aufgrund neuer Erkenntnisse zu Einsatzmengen und Emissionsfaktoren aktualisiert. Alle Daten unterliegen weiterhin einer kontinuierlichen Verbesserung. Eine umfassende Überprüfung der Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle, Ausgangsdaten und Emissionsfaktoren erfolgte 2012.

Die Datenqualität der Emissionen aus mobilen Klimaanlagen ist gut. Denn es können die Jahresverbräuche von HFKW über die zugelassenen Fahrzeugbestände, Neuzulassungen, die Produktion und den Im- und Export von Pkw, die den Großteil dieses Sektors ausmachen, sowie der jährlichen Ermittlung der modellspezifischen Ausstattungsquoten mit Klimaanlagen und der zugehörigen Füllmengen statistisch recht genau ermittelt werden. Lediglich bei den Nutzfahrzeugen sind die Angaben mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Auf der Grundlage der Ergebnisse des Gutachtens des Umweltbundesamtes (SCHWARZ et al., o.J.) wurden die Emissionsfaktoren aktualisiert und weisen jetzt in vielen Anwendungsbereichen eine kontinuierliche Entwicklung innerhalb der Zeitreihe auf. Insgesamt werden die EF als genau bewertet.

Eine Quantifizierung der Unsicherheiten für die gesamte Unterquellgruppe Kälte- und Klimaanlagen ist für die Berichterstattung 2013 erfolgt.

### 4.7.1.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.1 alle)

Bei Kühlfahrzeugen (Subquellgruppe 2.F.1.c) wurden für die Jahre 2009 bis 2011 Rekalkulationen durchgeführt, da die Zahlen der neu zugelassenen Nutzfahrzeuge dieser

Jahre vom Kraftfahrtbundesamt nachträglich nach oben korrigiert wurden. Dadurch ergeben sich die in Tabelle 146 aufgeführten Änderungen der Aktivitätsraten und Emissionen der Produktion und Anwendung.

Tabelle 146: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) bei der Produktion und Anwendung von Kühlfahrzeugen mit HFKW-125, HFKW-134a und HFKW-143a in der Subquellgruppe 2.F.1.c (Transportkälte)

	<b>Einheit</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
AR Produktion HFKW-125 (NIR 2013)	t	9,10	10,61	12,81
AR Produktion HFKW-125 (NIR 2014)	t	9,16	10,64	13,08
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,27</b>
EM Produktion HFKW-125 (NIR 2013)	t	0,0083	0,0097	0,0113
EM Produktion HFKW-125 (NIR 2014)	t	0,0084	0,0098	0,0120
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0007</b>
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	5,94	6,95	7,38
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	6,22	7,09	8,63
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,28</b>	<b>0,14</b>	<b>1,25</b>
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	0,0104	0,0121	0,0120
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	0,0111	0,0125	0,0151
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0031</b>
AR Produktion HFKW-143a (NIR 2013)	t	8,15	9,51	11,41
AR Produktion HFKW-143a (NIR 2014)	t	8,22	9,55	11,73
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,07</b>	<b>0,04</b>	<b>0,32</b>
EM Produktion HFKW-143a (NIR 2013)	t	0,0081	0,0095	0,0110
EM Produktion HFKW-143a (NIR 2014)	t	0,0083	0,0096	0,0118
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0008</b>
AR Anwendung HFKW-125 (NIR 2013)	t	163,80	167,79	175,62
AR Anwendung HFKW-125 (NIR 2014)	t	163,86	167,94	176,07
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,06</b>	<b>0,15</b>	<b>0,45</b>
EM Anwendung HFKW-125 (NIR 2013)	t	25,38	26,16	27,52
EM Anwendung HFKW-125 (NIR 2014)	t	25,40	26,21	27,66
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,14</b>
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	101,38	96,06	92,62
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	101,52	96,41	93,69
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,14</b>	<b>0,35</b>	<b>1,06</b>
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	23,26	21,78	20,67
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	23,30	21,88	20,99
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,04</b>	<b>0,11</b>	<b>0,32</b>
AR Anwendung HFKW-143a (NIR 2013)	t	166,39	170,51	178,52
AR Anwendung HFKW-143a (NIR 2014)	t	166,46	170,68	179,05
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,07</b>	<b>0,18</b>	<b>0,53</b>
EM Anwendung HFKW-143a (NIR 2013)	t	25,92	26,75	28,17
EM Anwendung HFKW-143a (NIR 2014)	t	25,94	26,81	28,33
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,16</b>

In der Industriekälte (Subquellgruppe 2.F.1.d) waren für die Jahre 1993 bis 2011 Rekalkulationen erforderlich, da ein Fehler im Berechnungsverfahren (Doppelzählung von Umrüstanlagen) und fehlerhafte Dateneingaben korrigiert werden mussten. Dies führte zu den in Tabelle 147 aufgeführten Änderungen der Aktivitätsraten (AR) und Emissionen (EM) der Produktion und Anwendung.

Tabelle 147: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Produktion und der Anwendung von C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a, HFKW-227ea, HFKW-23 und HFKW-32 in der Industrielte in den Jahren 1993 bis 2011  
(Subquellgruppe 2.F.1.d).

	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Produktion C2F6 (NIR 2013)	t				-	-	-	-												
AR Produktion C2F6 (NIR 2014)	t				0,50	0,60	0,10	0,10												
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>												
AR Produktion HFKW-125 (NIR 2013)	t	6,24	24,45	128,21	258,83	397,47	551,76	720,59	855,69	924,92	982,06	1.043,46	1.097,75	1.146,35	1.197,48	1.329,16	1.499,74	1.777,69	2.004,91	
AR Produktion HFKW-125 (NIR 2014)	t	4,71	18,10	73,72	76,25	85,31	100,15	116,83	99,05	68,30	68,79	69,55	69,88	70,14	71,10	151,93	194,59	282,91	291,22	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-1,53</b>	<b>-6,35</b>	<b>-54,49</b>	<b>-182,58</b>	<b>-312,16</b>	<b>-451,61</b>	<b>-603,76</b>	<b>-756,64</b>	<b>-856,62</b>	<b>-913,28</b>	<b>-973,92</b>	<b>-1.027,87</b>	<b>-1.076,21</b>	<b>-1.126,38</b>	<b>-1.177,23</b>	<b>-1.305,16</b>	<b>-1.494,78</b>	<b>-1.713,69</b>	
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	8,54	46,50	116,29	388,82	667,41	948,74	1.235,48	1.527,07	1.748,83	1.819,79	1.886,72	1.950,15	1.997,24	2.013,64	2.030,98	2.085,23	2.157,22	2.276,99	2.379,24
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	4,53	22,15	47,44	167,40	166,75	169,82	174,85	180,50	145,25	89,44	89,60	89,86	89,97	90,06	90,39	127,39	146,87	187,22	191,22
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-4,02</b>	<b>-24,35</b>	<b>-68,85</b>	<b>-221,42</b>	<b>-500,66</b>	<b>-778,92</b>	<b>-1.060,63</b>	<b>-1.346,57</b>	<b>-1.603,58</b>	<b>-1.730,36</b>	<b>-1.797,12</b>	<b>-1.860,29</b>	<b>-1.907,27</b>	<b>-1.923,58</b>	<b>-1.940,60</b>	<b>-1.957,84</b>	<b>-2.010,35</b>	<b>-2.089,78</b>	<b>-2.188,02</b>
AR Produktion HFKW-143a (NIR 2013)	t	6,46	25,30	132,67	267,84	411,31	570,98	745,68	885,49	957,13	1.016,26	1.079,80	1.135,98	1.186,27	1.239,18	1.306,84	1.382,14	1.488,09	1.543,15	
AR Produktion HFKW-143a (NIR 2014)	t	4,87	18,73	76,29	78,91	88,29	103,64	120,90	102,50	70,68	71,18	71,97	72,31	72,58	73,57	88,61	96,82	113,85	113,97	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-1,58</b>	<b>-6,57</b>	<b>-56,39</b>	<b>-188,94</b>	<b>-323,03</b>	<b>-467,34</b>	<b>-624,78</b>	<b>-782,99</b>	<b>-886,45</b>	<b>-945,08</b>	<b>-1.007,84</b>	<b>-1.063,67</b>	<b>-1.113,69</b>	<b>-1.165,61</b>	<b>-1.218,23</b>	<b>-1.285,32</b>	<b>-1.374,25</b>	<b>-1.429,18</b>	
AR Produktion HFKW-227ea (NIR 2013)	t	0,38	2,13	7,38	13,63	19,63	24,63	28,63	31,63	34,63	37,50	40,25	41,50	39,25	34,10	29,50	26,60	23,35	21,10	
AR Produktion HFKW-227ea (NIR 2014)	t	0,25	1,75	5,25	6,25	6,00	5,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,10	1,40	2,10	0,75	0,75	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,13</b>	<b>-0,38</b>	<b>-2,13</b>	<b>-7,38</b>	<b>-13,63</b>	<b>-19,63</b>	<b>-24,63</b>	<b>-28,63</b>	<b>-31,63</b>	<b>-34,50</b>	<b>-37,25</b>	<b>-38,50</b>	<b>-36,25</b>	<b>-33,00</b>	<b>-28,10</b>	<b>-24,50</b>	<b>-22,60</b>	<b>-20,35</b>	
AR Produktion HFKW-23 (NIR 2013)	t	5,00	9,50	15,50	21,50	26,50	31,00	35,50	40,00	44,50	47,50	48,50	48,50	47,00	45,50	45,00	45,00	45,00	45,00	
AR Produktion HFKW-23 (NIR 2014)	t	3,50	4,50	6,00	6,00	5,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-1,50</b>	<b>-5,00</b>	<b>-9,50</b>	<b>-15,50</b>	<b>-21,50</b>	<b>-26,50</b>	<b>-31,00</b>	<b>-35,50</b>	<b>-40,00</b>	<b>-43,00</b>	<b>-44,00</b>	<b>-44,00</b>	<b>-42,50</b>	<b>-41,00</b>	<b>-40,50</b>	<b>-40,50</b>	<b>-40,50</b>	<b>-40,50</b>	
AR Produktion HFKW-32 (NIR 2013)	t	0,71	2,80	14,67	29,62	45,48	63,14	82,46	97,92	105,84	112,38	119,40	125,61	131,17	137,03	144,51	152,83	164,55	170,64	
AR Produktion HFKW-32 (NIR 2014)	t	0,54	2,07	8,44	8,73	9,76	11,46	13,37	11,33	7,82	7,87	7,96	8,00	8,03	8,14	9,80	10,71	12,59	12,60	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,17</b>	<b>-0,73</b>	<b>-6,24</b>	<b>-20,89</b>	<b>-35,72</b>	<b>-51,68</b>	<b>-69,09</b>	<b>-86,58</b>	<b>-98,02</b>	<b>-104,50</b>	<b>-111,44</b>	<b>-117,62</b>	<b>-123,15</b>	<b>-128,89</b>	<b>-134,71</b>	<b>-142,13</b>	<b>-151,96</b>	<b>-158,03</b>	
EM Produktion C2F6 (NIR 2013)	t				-	-	-	-												
EM Produktion C2F6 (NIR 2014)	t				0,005	0,006	0,001	0,001												
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>0,005</b>	<b>0,006</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>												
EM Produktion HFKW-125 (NIR 2013)	t	0,04706	0,1808	0,732	0,754	0,840	0,981	1,139	0,961	0,662	0,664	0,669	0,669	0,669	0,676	1,461	1,841	2,685	2,753	
EM Produktion HFKW-125 (NIR 2014)	t	0,04709	0,1810	0,737	0,763	0,853	1,001	1,168	0,991	0,683	0,688	0,695	0,699	0,701	0,711	1,519	1,946	2,829	2,912	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,00003</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,005</b>	<b>0,009</b>	<b>0,013</b>	<b>0,021</b>	<b>0,030</b>	<b>0,030</b>	<b>0,021</b>	<b>0,024</b>	<b>0,027</b>	<b>0,030</b>	<b>0,032</b>	<b>0,035</b>	<b>0,059</b>	<b>0,105</b>	<b>0,144</b>	<b>0,159</b>	
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t				0,200	0,380	1,430	1,410	1,440	1,480	1,520	1,170	0,640	0,640	0,640	0,640	1,000	1,180	1,560	1,590
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t				0,194	0,375	1,438	1,428	1,458	1,508	1,568	1,218	0,658	0,658	0,658	0,668	1,038	1,228	1,638	1,678
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>-0,006</b>	<b>-0,005</b>	<b>0,008</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	<b>0,028</b>	<b>0,048</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	<b>0,028</b>	<b>0,028</b>	<b>0,038</b>	<b>0,048</b>	<b>0,077</b>	<b>0,087</b>
EM Produktion HFKW-143a (NIR 2013)	t	0,04870	0,1871	0,758	0,780	0,869	1,015	1,178	0,994	0,685	0,687	0,692	0,692	0,693	0,699	0,843	0,913	1,071	1,067	
EM Produktion HFKW-143a (NIR 2014)	t	0,04873	0,1873	0,763	0,789	0,883	1,036	1,209	1,025	0,707	0,712	0,720	0,723	0,726	0,736	0,886	0,968	1,138	1,140	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,00003</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,005</b>	<b>0,009</b>	<b>0,013</b>	<b>0,022</b>	<b>0,031</b>	<b>0,031</b>	<b>0,022</b>	<b>0,025</b>	<b>0,028</b>	<b>0,031</b>	<b>0,033</b>	<b>0,036</b>	<b>0,043</b>	<b>0,056</b>	<b>0,067</b>	<b>0,073</b>	
EM Produktion HFKW-32 (NIR 2013)	t	0,005385	0,02069	0,084	0,086	0,096	0,112	0,130	0,110	0,076	0,076	0,076	0,077	0,077	0,077	0,093	0,101	0,118	0,118	
EM Produktion HFKW-32 (NIR 2014)	t	0,005388	0,02071	0,084	0,087	0,098	0,115	0,134	0,113	0,078	0,079	0,080	0,080	0,080	0,081	0,098	0,107	0,126	0,126	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,00003</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,005</b>	<b>0,006</b>	<b>0,007</b>	<b>0,008</b>		

	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Anwendung HFKW-125 (NIR 2013)	t	6,2380	24,448	128,21	258,83	397,47	551,76	720,59	855,69	924,92	982,06	1.043,46	1.097,75	1.146,35	1.197,48	1.329,16	1.499,74	1.777,69	2.004,91	
AR Anwendung HFKW-125 (NIR 2014)	t	6,2375	24,447	98,20	174,84	259,49	360,95	477,12	576,70	640,76	704,73	773,25	833,33	892,74	957,12	1.103,03	1.292,05	1.589,48	1.833,48	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,0005</b>	<b>-0,001</b>	<b>-30,01</b>	<b>-83,98</b>	<b>-137,98</b>	<b>-190,82</b>	<b>-243,47</b>	<b>-279,00</b>	<b>-284,16</b>	<b>-277,33</b>	<b>-270,22</b>	<b>-264,42</b>	<b>-253,61</b>	<b>-240,36</b>	<b>-226,13</b>	<b>-207,69</b>	<b>-188,21</b>	<b>-171,44</b>	
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	8,54	46,50	116,29	388,82	667,41	948,74	1.235,48	1.527,07	1.748,83	1.819,79	1.886,72	1.950,15	1.997,24	2.013,64	2.030,98	2.085,23	2.157,22	2.276,99	2.379,24
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	4,53	26,68	74,16	241,57	408,45	578,05	753,39	933,68	1.079,15	1.148,34	1.217,53	1.283,41	1.332,36	1.352,43	1.374,23	1.433,27	1.512,10	1.639,03	1.747,24
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-4,02</b>	<b>-19,82</b>	<b>-42,14</b>	<b>-147,25</b>	<b>-258,96</b>	<b>-370,69</b>	<b>-482,09</b>	<b>-593,39</b>	<b>-669,68</b>	<b>-671,45</b>	<b>-669,19</b>	<b>-666,73</b>	<b>-664,89</b>	<b>-661,21</b>	<b>-656,75</b>	<b>-651,96</b>	<b>-645,13</b>	<b>-637,97</b>	<b>-632,00</b>
AR Anwendung HFKW-143a (NIR 2013)	t	6,4552	25,299	132,67	267,84	411,31	570,98	745,68	885,49	957,13	1.016,26	1.079,80	1.135,98	1.186,27	1.239,18	1.306,84	1.382,14	1.488,09	1.543,15	
AR Anwendung HFKW-143a (NIR 2014)	t	6,4547	25,298	101,62	180,93	268,53	373,52	493,74	596,78	663,08	729,28	800,18	862,35	923,83	990,45	1.072,83	1.162,84	1.284,26	1.354,43	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,0005</b>	<b>-0,001</b>	<b>-31,05</b>	<b>-86,91</b>	<b>-142,79</b>	<b>-197,46</b>	<b>-251,95</b>	<b>-288,71</b>	<b>-294,05</b>	<b>-286,99</b>	<b>-279,63</b>	<b>-273,63</b>	<b>-262,45</b>	<b>-248,73</b>	<b>-234,00</b>	<b>-219,30</b>	<b>-203,83</b>	<b>-188,72</b>	
AR Anwendung HFKW-32 (NIR 2013)	t	0,7138	2,7975	14,67	29,62	45,48	63,14	82,46	97,92	105,84	112,38	119,40	125,61	131,17	137,03	144,51	152,83	164,55	170,64	
AR Anwendung HFKW-32 (NIR 2014)	t	0,7137	2,7974	11,24	20,01	29,69	41,30	54,60	65,99	73,32	80,64	88,48	95,36	102,15	109,52	118,63	128,58	142,01	149,77	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,0001</b>	<b>-0,0001</b>	<b>-3,43</b>	<b>-9,61</b>	<b>-15,79</b>	<b>-21,83</b>	<b>-27,86</b>	<b>-31,92</b>	<b>-32,52</b>	<b>-31,73</b>	<b>-30,92</b>	<b>-30,26</b>	<b>-29,02</b>	<b>-27,50</b>	<b>-25,88</b>	<b>-24,25</b>	<b>-22,54</b>	<b>-20,87</b>	
EM Anwendung HFKW-125 (NIR 2013)	t	0,54395	2,1090	10,94	21,85	33,18	45,54	58,80	69,03	73,75	77,39	81,25	84,45	87,12	87,72	93,71	101,61	115,55	126,41	
EM Anwendung HFKW-125 (NIR 2014)	t	0,54391	2,1089	8,38	14,76	21,66	29,79	38,93	46,52	51,09	55,53	60,21	64,11	67,85	70,11	77,76	87,54	103,32	115,60	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,00004</b>	<b>-0,0001</b>	<b>-2,56</b>	<b>-7,09</b>	<b>-11,52</b>	<b>-15,75</b>	<b>-19,87</b>	<b>-22,51</b>	<b>-22,66</b>	<b>-21,85</b>	<b>-21,04</b>	<b>-20,34</b>	<b>-19,27</b>	<b>-17,61</b>	<b>-15,94</b>	<b>-14,07</b>	<b>-12,23</b>	<b>-10,81</b>	
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	0,75	3,71	8,31	28,07	47,89	67,48	87,06	106,56	119,94	120,95	121,57	122,17	122,39	122,08	118,99	118,40	118,72	121,88	124,81
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	0,40	1,98	4,68	15,50	26,03	36,54	47,27	58,14	65,92	67,41	68,84	70,25	71,24	71,83	70,88	72,44	75,01	80,41	84,96
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,35</b>	<b>-1,73</b>	<b>-3,64</b>	<b>-12,57</b>	<b>-21,86</b>	<b>-30,94</b>	<b>-39,79</b>	<b>-48,42</b>	<b>-54,02</b>	<b>-53,54</b>	<b>-52,73</b>	<b>-51,92</b>	<b>-51,15</b>	<b>-50,25</b>	<b>-48,11</b>	<b>-45,96</b>	<b>-43,71</b>	<b>-41,47</b>	<b>-39,85</b>
EM Anwendung HFKW-143a (NIR 2013)	t	0,56290	2,1825	11,32	22,61	34,33	47,12	60,85	71,43	76,32	80,08	84,08	87,39	90,16	90,77	92,13	93,64	96,73	97,30	
EM Anwendung HFKW-143a (NIR 2014)	t	0,56285	2,1824	8,67	15,27	22,41	30,83	40,29	48,14	52,87	57,47	62,31	66,34	70,21	72,55	75,63	78,78	83,48	85,40	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,00004</b>	<b>-0,0001</b>	<b>-2,65</b>	<b>-7,34</b>	<b>-11,92</b>	<b>-16,30</b>	<b>-20,56</b>	<b>-23,29</b>	<b>-23,45</b>	<b>-22,61</b>	<b>-21,77</b>	<b>-21,05</b>	<b>-19,95</b>	<b>-18,22</b>	<b>-16,50</b>	<b>-14,86</b>	<b>-13,25</b>	<b>-11,90</b>	
EM Anwendung HFKW-32 (NIR 2013)	t	0,062243	0,24133	1,25	2,50	3,80	5,21	6,73	7,90	8,44	8,86	9,30	9,66	9,97	10,04	10,19	10,35	10,70	10,76	
EM Anwendung HFKW-32 (NIR 2014)	t	0,062239	0,24132	0,96	1,69	2,48	3,41	4,46	5,32	5,85	6,35	6,89	7,34	7,76	8,02	8,36	8,71	9,23	9,44	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,000005</b>	<b>-0,00001</b>	<b>-0,29</b>	<b>-0,81</b>	<b>-1,32</b>	<b>-1,80</b>	<b>-2,27</b>	<b>-2,58</b>	<b>-2,59</b>	<b>-2,50</b>	<b>-2,41</b>	<b>-2,33</b>	<b>-2,21</b>	<b>-2,01</b>	<b>-1,82</b>	<b>-1,64</b>	<b>-1,47</b>	<b>-1,32</b>	

Bei Kaltwassersätzen (Subquellgruppe 2.F.1.e – stationäre Klimaanlagen) waren geringfügige Rekalkulationen der Jahre 2001 bis 2011 notwendig, um Rundungsfehler der manuellen Dateneingabe der Vorjahre zu beheben. Dies führte zu den in Tabelle 148 aufgeführten Änderungen der Aktivitätsraten (AR) und Emissionen (EM) der Produktion und Anwendung von HFKW-134a.

Bei Wärmepumpen musste aufgrund neuer Erkenntnisse durch Befragung der deutschen Wärmepumpenproduzenten die Anzahl der in Deutschland produzierten Geräte für die Jahre 1995 bis 2011 nach oben korrigiert werden. Dadurch erhöhen sich die Aktivitätsraten (AR) und Emissionen (EM) der Produktion für diese Jahre. Bei Wärmepumpen-Wäschetrocknern wurde die Anzahl der in Deutschland produzierten Geräte für die Jahre 2008 bis 2011 nach unten korrigiert, da die Produktion von Wärmepumpen-Wäschetrocknern in Deutschland ausschließlich durch einen Hersteller erfolgte und nicht durch zwei, wie fälschlicherweise im letzten Jahr angenommen wurde. Darüber hinaus musste die durchschnittliche Füllmenge der in Deutschland verkauften Wärmepumpen-Wäschetrockner für die Jahre 2008 bis 2011 nach unten korrigiert werden. Die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der Aktivitätsraten (AR) und der Emissionen (EM) bei der Produktion von Wärmepumpen und der Produktion und Anwendung von Wärmepumpenwäschetrocknern in den Jahren 1995 bis 2011 sind aus Vertraulichkeitsgründen (es gibt nur einen Produzenten von Wärmepumpen-Wäschetrocknern in Deutschland) zusammen in Tabelle 149 dargestellt.

Bei Nutzfahrzeugklimaanlagen (Subquellgruppe 2.F.1.f) wurden die Zahlen der neu zugelassenen Nutzfahrzeuge für die Jahre 2009 bis 2011 vom Kraftfahrtbundesamt nachträglich nach oben korrigiert, was Rekalkulationen erforderlich machte. Ferner war, basierend auf neuen veröffentlichten Zahlen des Statistischen Bundesamts, eine Korrektur der Anzahl der verwerteten Nutzfahrzeuge in den Jahren 2010 und 2011 notwendig. Darüber hinaus erforderte ein für das Jahr 2011 falsch eingegebener Wert für die durchschnittliche Füllmenge von kleinen Nutzfahrzeugen eine Rekalkulation. Dadurch ergeben sich die in Tabelle 150 aufgeführten Änderungen der Aktivitätsraten und Emissionen der Anwendung und Entsorgung von HFKW-134a in den Jahren 2009 bis 2011.

Bei Klimaanlagen von Schienenfahrzeugen (Subquellgruppe 2.F.1.f) waren Rekalkulationen für die Jahre 1992 bis 2011 erforderlich, weil der Befüllungsemissionsfaktor aufgrund neuer Erkenntnisse von 0,2% auf 0,5% erhöht werden musste. Dadurch erhöhten sich auch die Befüllungsemissionen für HFKW-134a. Die neuen Werte sind in Tabelle 151 aufgeführt.

In der Subquellgruppe 2.F.1.f waren ebenfalls Rekalkulationen bei Pkw-Klimaanlagen erforderlich. Ein Grund dafür war die Korrektur falsch eingegebener Werte für die Restlaufzeit der Umrüst- und Nachrüstfahrzeuge für die Jahre 1994 bis 2011. Ein weiterer Grund war die Korrektur der Anzahl der im Inland entsorgten Fahrzeuge der Jahre 2010 und 2011 entsprechend den Änderungen des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 19 / Reihe 1 Umwelt Abfallentsorgung). Dadurch ergeben sich die in Tabelle 152 aufgeführten Änderungen der Aktivitätsraten und Emissionen der Anwendung und Entsorgung von HFKW-134a in den Jahren 1994 bis 2011.

Tabelle 148: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Produktion und der Anwendung von HFKW-134a in den Jahren 2001 bis 2011 bei Kaltwassersätzen (Stationäre Klimaanlagen, Subquellgruppe 2.F.1.e).

	Einheit	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	227,2733	198,9493	-	189,3525	210,6542	202,5347	235,2051	220,0498	169,7504	-	143,0922
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	227,1066	199,1160	-	189,1858	210,8208	202,7447	235,4151	220,2598	169,5404	-	142,8822
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,1667</b>	<b>0,1667</b>	-	<b>-0,1667</b>	<b>0,1667</b>	<b>0,2100</b>	<b>0,2100</b>	<b>0,2100</b>	<b>-0,2100</b>	-	<b>-0,2100</b>
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	1,1364	0,9947	-	0,9468	1,0533	1,0127	1,1760	1,1002	0,8488	-	0,7155
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	1,1355	0,9956	-	0,9459	1,0541	1,0137	1,1771	1,1013	0,8477	-	0,7144
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,0008</b>	<b>0,0008</b>	-	<b>-0,0008</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,0011</b>	<b>0,0011</b>	<b>0,0011</b>	<b>-0,0011</b>	-	<b>-0,0011</b>
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	1.361,3934	-	-	1.905,0537	-	2.459,7826	2.669,7877	-	2.988,1041	3.109,4032	3.185,4964
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	1.361,2268	-	-	1.904,8871	-	2.459,9926	2.669,5777	-	2.987,8941	3.109,1932	3.185,7064
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,1667</b>	-	-	<b>-0,1667</b>	-	<b>0,2100</b>	<b>-0,2100</b>	-	<b>-0,2100</b>	<b>-0,2100</b>	<b>0,2100</b>
<b>EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)</b>	<b>t</b>	<b>68,0697</b>	-	-	<b>88,9025</b>	-	<b>109,3237</b>	<b>115,6908</b>	-	<b>122,8443</b>	<b>124,3761</b>	<b>123,5973</b>
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	68,0613	-	-	88,8947	-	109,3330	115,6817	-	122,8356	124,3677	123,6054
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,0083</b>	-	-	<b>-0,0078</b>	-	<b>0,0093</b>	<b>-0,0091</b>	-	<b>-0,0086</b>	<b>-0,0084</b>	<b>0,0081</b>

Tabelle 149: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Produktion und Anwendung von HFKW-125, HFKW-134a, HFKW-143a und HFKW-32 in den Jahren 1995 bis 2011 in Wärmepumpen und Wärmepumpenwäschetrocknern (Stationäre Klimaanlagen Subquellgruppe 2.F.1.e). Aus Vertraulichkeitsgründen (es gibt nur einen Produzenten von Wärmepumpenwäschetrocknern in Deutschland) zusammen berichtet.

	Einheit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Produktion HFKW-125 (NIR 2013)	t	0,50	0,98	1,56	2,53	3,79	4,65	7,07	7,21	8,86	11,18	16,84	42,14	45,62	84,29	92,44	100,18	125,61
AR Produktion HFKW-125 (NIR 2014)	t	1,00	1,96	3,12	5,05	7,58	9,30	14,14	14,42	17,72	22,37	33,68	84,28	91,24	139,81	123,88	126,11	147,28
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,50</b>	<b>0,98</b>	<b>1,56</b>	<b>2,53</b>	<b>3,79</b>	<b>4,65</b>	<b>7,07</b>	<b>7,21</b>	<b>8,86</b>	<b>11,18</b>	<b>16,84</b>	<b>42,14</b>	<b>45,62</b>	<b>55,52</b>	<b>31,44</b>	<b>25,93</b>	<b>21,67</b>
EM Produktion HFKW-125 (NIR 2013)	t	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,06	0,08	0,21	0,23	0,42	0,46	0,50	0,63
EM Produktion HFKW-125 (NIR 2014)	t	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,07	0,09	0,11	0,17	0,42	0,46	0,70	0,62	0,63	0,74
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,21</b>	<b>0,23</b>	<b>0,28</b>	<b>0,16</b>	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	1,79	3,97	5,25	7,40	10,07	11,72	14,89	14,49	14,34	16,09	21,99	51,80	50,61	100,06	135,61	170,99	224,55
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	2,47	5,28	7,40	11,51	16,57	19,62	25,77	25,35	25,33	29,16	40,10	97,55	95,34	130,15	118,76	124,84	151,69
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,68</b>	<b>1,31</b>	<b>2,14</b>	<b>4,11</b>	<b>6,51</b>	<b>7,90</b>	<b>10,89</b>	<b>10,86</b>	<b>10,98</b>	<b>13,07</b>	<b>18,11</b>	<b>45,74</b>	<b>44,73</b>	<b>30,08</b>	<b>-16,86</b>	<b>-46,15</b>	<b>-72,86</b>
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,11	0,26	0,25	0,50	0,68	0,85	1,12
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	0,01	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,13	0,13	0,13	0,15	0,20	0,49	0,48	0,65	0,59	0,62	0,76
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,23</b>	<b>0,22</b>	<b>0,15</b>	<b>-0,08</b>	<b>-0,23</b>	<b>-0,36</b>
AR Produktion HFKW-143a (NIR 2013)	t	0,35	0,58	0,90	0,99	1,14	1,44	2,03	1,97	2,59	2,90	4,52	11,44	11,87	15,73	11,80	11,02	10,17
AR Produktion HFKW-143a (NIR 2014)	t	0,71	1,17	1,79	1,97	2,29	2,89	4,07	3,94	5,18	5,80	9,04	22,88	23,75	31,45	23,60	22,05	20,34
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,35</b>	<b>0,58</b>	<b>0,90</b>	<b>0,99</b>	<b>1,14</b>	<b>1,44</b>	<b>2,03</b>	<b>1,97</b>	<b>2,59</b>	<b>2,90</b>	<b>4,52</b>	<b>11,44</b>	<b>11,87</b>	<b>15,73</b>	<b>11,80</b>	<b>11,02</b>	<b>10,17</b>
EM Produktion HFKW-143a (NIR 2013)	t	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,05
EM Produktion HFKW-143a (NIR 2014)	t	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,11	0,12	0,16	0,12	0,11	0,10
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>
AR Produktion HFKW-32 (NIR 2013)	t	0,18	0,45	0,74	1,56	2,60	3,15	4,97	5,17	6,29	8,28	12,40	30,87	34,02	67,95	78,56	86,58	111,46
AR Produktion HFKW-32 (NIR 2014)	t	0,37	0,90	1,48	3,11	5,20	6,31	9,95	10,34	12,58	16,56	24,80	61,74	68,03	109,43	101,00	104,86	127,28
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,18</b>	<b>0,45</b>	<b>0,74</b>	<b>1,56</b>	<b>2,60</b>	<b>3,15</b>	<b>4,97</b>	<b>5,17</b>	<b>6,29</b>	<b>8,28</b>	<b>12,40</b>	<b>30,87</b>	<b>34,02</b>	<b>41,48</b>	<b>22,44</b>	<b>18,28</b>	<b>15,83</b>
EM Produktion HFKW-32 (NIR 2013)	t	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,15	0,17	0,34	0,39	0,43	0,56
EM Produktion HFKW-32 (NIR 2014)	t	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,08	0,12	0,31	0,34	0,55	0,51	0,52	0,64	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,15</b>	<b>0,17</b>	<b>0,21</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>0,08</b>
AR Anwendung HFKW-125 (NIR 2013)	t														227,23	299,58	376,49	469,24
AR Anwendung HFKW-125 (NIR 2014)	t														224,40	290,03	357,67	437,46
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>														<b>-2,83</b>	<b>-9,55</b>	<b>-18,81</b>	<b>-31,78</b>
EM Anwendung HFKW-125 (NIR 2013)	t														5,58	7,16	8,77	10,65
EM Anwendung HFKW-125 (NIR 2014)	t														5,58	7,14	8,71	10,55
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>														<b>-0,01</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,06</b>	<b>-0,10</b>
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t														313,39	415,81	529,74	672,93
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t														312,27	412,06	522,35	660,44
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>														<b>-1,11</b>	<b>-3,75</b>	<b>-7,40</b>	<b>-12,49</b>
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t														7,05	8,43	9,68	11,04
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t														7,05	8,42	9,66	11,00
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>														<b>-0,00</b>	<b>-0,01</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,04</b>

	Einheit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Anwendung HFKW-143a (NIR 2013)	t														58,47	70,26	80,94	90,52
AR Anwendung HFKW-143a (NIR 2014)	t														58,47	70,26	80,94	90,52
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>														-	-	-	-
EM Anwendung HFKW-143a (NIR 2013)	t														1,46	1,76	2,02	2,26
EM Anwendung HFKW-143a (NIR 2014)	t														1,46	1,76	2,02	2,26
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>														-	-	-	-
AR Anwendung HFKW-32 (NIR 2013)	t														169,43	229,50	294,96	376,64
AR Anwendung HFKW-32 (NIR 2014)	t														166,82	220,72	277,65	347,40
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>														-2,61	-8,79	-17,31	-29,24
EM Anwendung HFKW-32 (NIR 2013)	t														4,15	5,44	6,78	8,42
EM Anwendung HFKW-32 (NIR 2014)	t														4,14	5,41	6,73	8,33
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>														-0,01	-0,03	-0,05	-0,09

Tabelle 150: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM in der Anwendung und der Entsorgung von HFKW-134a bei Nutzfahrzeugen in den Jahren 2009 bis 2011 (Subquellgruppe 2.F.1.f).

	Einheit	2009	2010	2011
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	811,36	887,94	984,33
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	811,88	888,45	984,84
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,52</b>	<b>0,52</b>	<b>0,51</b>
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	121,70	133,19	147,65
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	121,78	133,27	147,73
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>
AR Entsorgung HFKW-134a (NIR 2013)	t		0,22	0,30
AR Entsorgung HFKW-134a (NIR 2014)	t		0,21	0,29
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>		<b>-0,02</b>	<b>-0,01</b>
EM Entsorgung HFKW-134a (NIR 2013)	t		0,14	0,19
EM Entsorgung HFKW-134a (NIR 2014)	t		0,13	0,18
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>		<b>-0,01</b>	<b>-0,01</b>

Tabelle 151: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen des EF und der EM von HFKW-134a in der Produktion von Schienenfahrzeugen in den Jahren 1992 bis 2011 (Subquellgruppe 2.F.1.f).

	Einheit	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EF Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	
EF Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
<b>Abweichung</b>	<b>%</b>	<b>0,3%</b>																			
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	0,007	0,013	0,013	0,018	0,024	0,033	0,036	0,030	0,043	0,050	0,047	0,028	0,027	0,031	0,030	0,010	0,016	0,015	0,018	0,016
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	0,016	0,033	0,033	0,045	0,061	0,082	0,090	0,075	0,108	0,125	0,118	0,069	0,068	0,079	0,075	0,025	0,040	0,038	0,044	0,041
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,010</b>	<b>0,020</b>	<b>0,020</b>	<b>0,027</b>	<b>0,037</b>	<b>0,049</b>	<b>0,054</b>	<b>0,045</b>	<b>0,065</b>	<b>0,075</b>	<b>0,071</b>	<b>0,042</b>	<b>0,041</b>	<b>0,047</b>	<b>0,045</b>	<b>0,015</b>	<b>0,024</b>	<b>0,023</b>	<b>0,027</b>	<b>0,025</b>

Tabelle 152: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM von HFKW-134a in der Anwendung und Entsorgung von Pkw in den Jahren 1994 bis 2011 (Subquellgruppe 2.F.1.f.).

	Einheit	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	909,21	1.693,12	2.873,65	4.385,29	6.311,95	8.327,41	10.346,84	12.161,26	13.795,62	15.370,16	16.906,28	18.489,47	19.971,77	19.267,10	20.061,57	21.165,57	21.964,65	22.792,84
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	912,50	1.696,13	2.877,41	4.397,96	6.336,28	8.354,60	10.370,53	12.181,02	13.813,51	15.386,10	16.920,38	18.501,73	19.981,90	19.273,05	20.066,45	21.169,26	21.967,74	22.795,43
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>3,30</b>	<b>3,01</b>	<b>3,76</b>	<b>12,67</b>	<b>24,33</b>	<b>27,19</b>	<b>23,68</b>	<b>19,76</b>	<b>17,90</b>	<b>15,95</b>	<b>14,11</b>	<b>12,26</b>	<b>10,14</b>	<b>5,95</b>	<b>4,88</b>	<b>3,69</b>	<b>3,09</b>	<b>2,58</b>
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t	90,92	169,31	287,37	438,53	631,20	832,74	1.034,68	1.216,13	1.379,56	1.537,02	1.690,63	1.848,95	1.997,18	1.926,71	2.006,16	2.116,56	2.196,46	2.279,28
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t	91,25	169,61	287,74	439,80	633,63	835,46	1.037,05	1.218,10	1.381,35	1.538,61	1.692,04	1.850,17	1.998,19	1.927,30	2.006,65	2.116,93	2.196,77	2.279,54
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,33</b>	<b>0,30</b>	<b>0,38</b>	<b>1,27</b>	<b>2,43</b>	<b>2,72</b>	<b>2,37</b>	<b>1,98</b>	<b>1,79</b>	<b>1,59</b>	<b>1,41</b>	<b>1,23</b>	<b>1,01</b>	<b>0,59</b>	<b>0,49</b>	<b>0,37</b>	<b>0,31</b>	<b>0,26</b>
AR Entsorgung HFKW-134a (NIR 2013)	t							-	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00
AR Entsorgung HFKW-134a (NIR 2014)	t							1,45	1,42	1,65	3,59	4,43	3,26	2,61	2,61	10,07	77,23	29,11	40,97
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>							<b>1,45</b>	<b>1,42</b>	<b>0,05</b>	<b>0,26</b>	<b>0,61</b>	<b>0,32</b>	<b>0,14</b>	<b>-0,15</b>	<b>0,03</b>	<b>0,11</b>	<b>0,03</b>	<b>-1,39</b>
EM Entsorgung HFKW-134a (NIR 2013)	t							-	-	0,99	2,06	2,37	1,82	1,53	1,71	6,22	47,81	18,03	26,26
EM Entsorgung HFKW-134a (NIR 2014)	t							0,90	0,88	1,02	2,22	2,75	2,02	1,62	1,62	6,24	47,88	18,05	25,40
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>							<b>0,90</b>	<b>0,88</b>	<b>0,03</b>	<b>0,16</b>	<b>0,38</b>	<b>0,20</b>	<b>0,08</b>	<b>-0,09</b>	<b>0,02</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>-0,86</b>

#### 4.7.1.5 Geplante Verbesserungen (2.F.1 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.7.2 Schaumherstellung (2.F.2)

Auch bei der Schaumherstellung werden teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) seit 1993 als Ersatz für die Ozonschicht schädigenden und klimaschädlichen FCKW und HFCKW eingesetzt.

Für Weichschäume werden keine HFKW als Treibmittel benötigt, so dass sie bei der Berichterstattung nicht berücksichtigt werden.

Zu den vier Kategorien von Hartschäumen, bei denen HFKW als Treibmittel eingesetzt werden, zählen PU-Hartschaum, PU-Integralschaum, PU-Montageschaum (OCF) und XPS-Dämmschaum.

#### 4.7.2.1 PU-Schaumprodukte (2.F.2)

##### 4.7.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)

Zu den PU-Schaumprodukten in Deutschland gehören Hartschaum- und Integralschaumprodukte. Hartschaumprodukte kommen in vielen verschiedenen Anwendungen vor, z.B. Haushaltsgeräte, Dämmplatten, Sandwichelemente oder Kleinserienisolierschäume. Integralschäume werden z.B. bei Sport- und Freizeitschuhen sowie Automobilteilen eingesetzt. Im Zeitraum zwischen 1996 und 1997 wurden HFKW nur bei Integralschäumen eingesetzt, seit 1998 auch als Treibmittel in PU-Hartschaumprodukten. Die Verwendung von HFKW geht zugunsten von Kohlenwasserstoffen wie Pentan zurück.

Die Zeitreihe beginnt erst 1996 und zeigt bis 2001 einen geringen Anstieg der Emissionen. Von 2002 bis 2004 ist ein größerer Anstieg zu verzeichnen. Dies steht in Einklang mit der historischen Entwicklung des HFKW-Einsatzes in dieser Anwendung, der in Folge des langen HFCKW-Einsatzes erst langsam beginnt. Ab 2005 sinken die Emissionen von PU-Schaumprodukten wieder leicht ab.

Neben dem HFKW-134a werden seit 2002 als Treibmittel HFKW-365mfc (mit einem geringen Zusatz an HFKW-227ea) und seit 2004 HFKW-245fa eingesetzt. HFKW-245ca wird in Deutschland nicht angewendet.

#### **4.7.2.1.2 Methodische Aspekte (2.F.2)**

Es werden zur Emissionsbestimmung Gleichung 1 und Gleichung 2 angewandt. Die Fertigungsemission umfasst die HFKW-Menge, die spätestens innerhalb eines Jahres nach Fertigungszeitpunkt emittiert ist (Erstjahresverlust).

#### **Emissionsfaktoren**

Die verwendeten Emissionsfaktoren können Tabelle 145 entnommen werden und entsprechen bei PU-Hartschaum unter Verwendung von HFKW-134a den in den IPCC-GPG (2000) auf Seite 3.96 angegebenen Standardwerten. Die Emissionsfaktoren für alle anderen HFKW wurden mit nationalen Experten abgestimmt und zum Teil angepasst. So wurde der Emissionsfaktor für die Herstellung von PU-Hartschaum unter Verwendung von 365mfc/227ea von 10 % auf 15 % erhöht, da ab 2004 dieses HFKW-Gemisch verstärkt in offenen Anwendungen vor Ort, vor allem Spritzschaum, eingesetzt wird.

Der Emissionsfaktor aus dem Bestand für HFKW-365mfc stammt noch aus einer Abschätzung aus den Versuchsprodukten.

Bei Integralschäumen entweicht das Treibmittel bis auf wenige Reste während des Schäumungsvorgangs. Da die Reste laut konsultierten inländischen Experten maximal innerhalb von zwei Jahren ausgasen, wird in Deutschland im Unterschied zur IPCC-GPG (2000) ein Emissionsfaktor von 100 % bei der Herstellung als angemessen betrachtet.

#### **Aktivitätsdaten**

Die Inlands-Neuverbräuche für jedes Treibmittel und jede Produktgruppe basieren auf den in Deutschland produzierten Mengen an Schaumprodukten. Die Bestände basieren auf den in Deutschland eingesetzten Mengen an Schaumprodukten (Verkauf in Deutschland) seit Einführung der HFKW. Abgänge, die den Bestand mindern, spielen bei einer Lebensdauer von bis zu 50 Jahren (Sandwichelemente) bis auf weiteres noch keine Rolle.

Inlands-Neuverbräuche und Inlands-Absatz an Schaumprodukten werden jährlich durch Herstellerbefragung, Anwenderbefragung, Treibmittellieferanten und Verbandsinformationen (IVPU) erhoben.

#### **4.7.2.2 PU-Montageschaum (2.F.2)**

##### **4.7.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)**

Unter dem Begriff „Montageschaum“ wird Polyurethanschaum verstanden, der aus Druckbehältern (Dosen) vor Ort ausgetragen wird. Als Treibmittel werden seit dem HFCKW-Verbot Gemische aus HFKW und Propan, Butan oder Dimethylether (DME) eingesetzt, wobei der HFKW-Anteil in den Dosen seit 1996 immer mehr reduziert worden ist.

HFKW-134a wird in Deutschland bereits seit 1992 bei der Produktion von PU-Montageschaumdosen eingesetzt, HFKW-152a fand zwischen 2002 und 2004 Verwendung. Importierte und in Deutschland verwendete Montageschaumdosen enthalten seit 1992 HFKW-134a und seit 1995 HFKW-152a. Die Emissionen von PU-Montageschaum sinken seit 1997. Seit dem 4. Juli 2008 gilt, mit wenigen Ausnahmen, in der EU ein Verbot für das Inverkehrbringen von Einkomponentenschäumen, die mit fluorierten Treibhausgasen mit einem Treibhauspotential (Global Warming Potential, GWP) über 150 gefüllt wurden. Die

Höhe der zukünftigen Emissionen wird daher voraussichtlich relativ konstant auf einem niedrigen Niveau bleiben.

#### **4.7.2.2.2 Methodische Aspekte (2.F.2)**

Gemäß IPCC-Guidelines (1996b: S. 2.58) wird bei dieser offenen Anwendung die Emission gleich der in den Dosen verkauften Menge HFKW gesetzt. Im Unterschied zur IPCC Methode wird aber angenommen, dass sämtliche Emissionen im Verkaufsjahr entstehen, da eine zügige Anwendung und Entsorgung erfolgt. Zwar sind verbrauchte Dosen bei der Entsorgung nicht vollständig leer, sondern enthalten noch etwa 8 % der ursprünglichen Schaummenge einschließlich Treibgas. Dieses Treibgas gelangt jedoch verzögert zum größten Teil ebenfalls in die Atmosphäre.

Die Befüllungsemisionen werden aus der Zahl der jährlich in Deutschland abgefüllten Dosen und dem Treibmittelverlust pro Dose berechnet.

Anwendungsemisionen werden mit Gleichung 2 berechnet.

#### **Emissionsfaktoren**

Der EF<sub>Herstellung</sub> wurde durch Experten- und Herstellerbefragung ermittelt und hatte von 1992 bis 2002 einen Wert von 1,5 g/Dose, ab dem Jahr 2003 nur noch 0,5 g/Dose, da die Gesamtfüllmengen der Dosen kleiner sind.

#### **Aktivitätsdaten**

Für die Ermittlung des inländischen HFKW-Neuverbrauchs zur Abfüllung und der dabei entstehenden Befüllungsverluste (Fertigungsemisionen) werden folgende Daten benötigt:

- Anzahl der jährlich in Deutschland abgefüllten Dosen mit HFKW-134a bzw. HFKW-152a,
- HFKW-Gehalt je Dose in Gramm,
- spezifischer Befüllungsverlust.

Diese Daten werden durch Expertenbefragung erhoben.

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

- Anzahl der jährlich in Deutschland verkauften Dosen mit dem Treibmittel 134a bzw. 152a,
- HFKW-Gehalt je Dose in Gramm.

Diese Daten stammen von den Herstellern selber.

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

#### **4.7.2.3 XPS-Hartschaum (2.F.2)**

##### **4.7.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.2)**

Verbräuche und Emissionen von HFKW zur Herstellung von XPS-Dämmplatten gibt es erst seit 2001, da vorher HFCKW oder alternativ CO<sub>2</sub>/Ethanol eingesetzt wurde. Zum Einsatz kommen HFKW-152a und 134a, entweder allein oder als Gemisch.

#### 4.7.2.3.2 Methodische Aspekte (2.F.2)

Die Gesamtemissionen aus diesem Bereich werden nach Gleichung 1 und Gleichung 2 berechnet. Der Inlands-Neuverbrauch wird für beide verwendeten HFKW direkt vom europäischen Verband CEFIC<sup>58</sup> respektive dessen Branchengruppe EXIBA<sup>59</sup> gemeldet.

Auffangen und Rückgewinnung der HFKW wurden erprobt, bislang aber aus technischen und ökonomischen Gründen nicht umgesetzt.

Anwendungsemissionen errechnen sich aus dem mittleren inländischen HFKW-Bestand in XPS-Dämmstoffen. Dieser erhöht sich jährlich nur durch Neuzugänge von 134a-haltigen Dämmplatten. Abgänge vom Bestand spielen bei einer Lebensdauer von 50 Jahren noch keine Rolle. Der HFKW-Neuzugang entspricht nicht dem jährlichen Neuverbrauch abzgl. der Herstellungsemissionen. Denn durch den Außenhandel, besonders dem Export von 134a-haltigem XPS, bilden nur 25 % (Kehrwert der Exportquote) des in den Produkten enthaltenen HFKW-134a einen Neuzugang zum inländischen HFKW-Bestand.

Entsorgungsemissionen sind bisher nicht relevant.

#### Emissionsfaktoren

Die Herstellungsemissionen (HFKW-Erstjahresverlust) für HFKW-152a betragen praktisch 100 % ( $EF_{Herstellung}$  von HFKW-152a = 1), da es bei der Produktion nur als Treibmittel genutzt wird. Beim HFKW-134a emittiert bei der Schäumung nur eine Teilmenge des Verbrauchs, der Hauptteil geht ins Produkt ein. Der  $EF_{Herstellung}$  von HFKW-134a wird empirisch bestimmt und vom Fachverband CEFIC<sup>60</sup> bzw. dessen Branchenverband EXIBA<sup>61</sup> mitgeteilt.

Der Sprecher des Fachverbands Polystyrol-Extruderschaumstoff e.V. (FPX) schätzte die jährlichen Ausgasungen von eingeschlossenem HFKW-134a-Zellgas im Jahr 2002 auf unter 1 %. Dem zugrunde liegt u.a. eine interne Studie der BASF über die Halbwertszeit verschiedener Zellgase, u.a. auch HFKW-134a (WEILBACHER 1987). Der  $EF_{Anwendung}$  aus dieser Laborstudie wird für den HFKW-134a benutzt. Die Diffusion aus den Platten ist dickeabhängig und kann nur als Durchschnitt bzw. als Wert für bestimmte Plattenstärken angegeben werden. Der verwendete Wert  $EF_{Anwendung} = 0,66\%$  ist auf eine mittlere Plattenstärke bezogen und liegt unter dem in IPCC-GPG (2000) vorgeschlagenen Wert von 3 %.

#### Aktivitätsdaten

Alle für die Emissionsberechnung erforderlichen Daten, wie Inlands-Neuverbrauch, Verlustrate bei der Produktion und Außenhandelssaldo für HFKW-134a-haltige Dämmplatten stammen vom europäischen Fachverband (CEFIC bzw. EXIBA).

#### 4.7.2.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.2)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Schäume ist erfolgt.

<sup>58</sup> CEFIC – The European Chemical Industry Council

<sup>59</sup> EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

<sup>60</sup> CEFIC – The European Chemical Industry Council

<sup>61</sup> EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association

Bei PU-Schaumprodukten werden die Emissionsangaben für die zurück liegenden Jahre als gut bewertet, da die eingesetzten HFKW-Mengen derzeit noch eher klein sind. Allerdings wird in Zukunft aufgrund der erwarteten Produktvielfalt ein guter Marktüberblick schwieriger.

Der XPS-Markt ist in Deutschland wegen weniger Hersteller überschaubar. Da die EF und AR in Zusammenarbeit mit den Herstellern erarbeitet wurden, werden sie als hinreichend genau bewertet.

Die Einsatzmengen der beiden HFKW-152a und 134a (AR) zur Produktion von XPS-Hartschaum werden seit 2001 vom Fachverband recherchiert. Da nur drei Hersteller HFKW für die XPS-Schäumung einsetzen, ist an der Datensicherheit der Aktivitätsdaten wenig zu zweifeln. Dies gilt auch für die Exportquote und die ermittelten HFKW-Herstellungsemisionen beim Einsatz von HFKW-134a.

Die Fertigungsemisionen bei der Anwendung des HFKW-152a von 100 % stimmen nicht mit den bisherigen IPCC-Schätzungen überein, wurden jedoch vom Fachverband als realistisch eingeschätzt.

Die durch eine Laborstudie erhaltene Emissionsrate aus dem laufenden Bestand wird angewendet, solange es keine zuverlässigen Messungen an wirklich genutzten Dämmplatten gibt, die in der Aussagekraft noch höher zu bewerten wären als Laborwerte.

#### 4.7.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.2)

Bei PU-Hartschaum und PU-Integralschaum waren Rückrechnungen für die Jahre 2005 bis 2011 erforderlich. Grund dafür ist, dass für die in Deutschland in der Produktion und Anwendung eingesetzten Mengen an HFKW-227ea, die als Mischung mit HFKW-365mfc zum Einsatz kommen und die in der Vergangenheit zusammen mit dem HFKW-365mfc als „additional greenhouse gases“ berichtet wurden, nun Einzeldaten (Mischungsanteile) verfügbar sind. Die Produktionsmengen werden jetzt unter Wahrung der Vertraulichkeit gemeinsam mit den Bestandsmengen berichtet. Die Rückrechnungen führten zu den in Tabelle 153 aufgeführten Änderungen der Aktivitätsraten und der Emissionen der Produktion und Anwendung von HFKW-227ea.

Bei PU-Montageschäumen wurde für das Jahr 2011 eine Rekalkulation durchgeführt, da nach neuen Informationen ab dem Jahr 2011 nicht mehr drei, sondern nur noch ein Hersteller PU-Montageschaumdosen mit HFKW-134a in Deutschland produzierte und die Anzahl der produzierten Dosen deutlich nach unten korrigiert werden musste. Dadurch verringerten sich auch die Aktivitätsrate der Produktion und die Befüllungsemisionen von HFKW-134a. Aus Vertraulichkeitsgründen (nur ein Produzent) wird auf eine Darstellung der neuen Werte verzichtet.

Tabelle 153: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und EM bei der Produktion und Anwendung von PU-Hartschaum und PU-Integralschaum mit HFKW-227ea in den Jahren 2005 bis 2011 (aus Vertraulichkeitsgründen sind die Zahlen von Produktion und Anwendung aggregiert dargestellt)

	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Produktion u. Anwendung HFKW-227ea (NIR 2013)	t	33,07	33,07	33,07	33,07	33,07	33,07	33,07
AR Produktion u. Anwendung HFKW-227ea (NIR 2014)	t	55,65	62,71	75,63	83,51	90,10	103,47	116,47
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>22,58</b>	<b>29,64</b>	<b>42,56</b>	<b>50,44</b>	<b>57,03</b>	<b>70,40</b>	<b>83,40</b>
EM Produktion u. Anwendung HFKW-227ea (NIR 2013)	t	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
EM Produktion u. Anwendung HFKW-227ea (NIR 2014)	t	3,78	2,95	5,42	4,60	4,40	5,09	5,41
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>3,45</b>	<b>2,62</b>	<b>5,09</b>	<b>4,27</b>	<b>4,07</b>	<b>4,76</b>	<b>5,08</b>

#### 4.7.2.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.2)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

#### 4.7.3 Feuerlöschmittel (2.F.3)

##### 4.7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.3)

Die bis 1991 als Feuerlöschmittel erlaubten Halone sind weitgehend durch ökologisch unbedenkliche Stoffe ersetzt worden; vor allem Inertgase wie Stickstoff und Argon in Anlagen zur Beflutung von zu löschen Innenräumen und Pulver, CO<sub>2</sub> oder Schaum in Handfeuerlöschern.

Als Halonersatz wurde in Deutschland 1998 der HFKW-227ea zugelassen. Danach folgte 2001 der HFKW 236fa, der aber nur im militärischen Bereich eingesetzt wird. Seit 2002 ist auch HFKW-23 zugelassen, wird aber erst seit 2005 eingesetzt. Eine Zulassung von Feuerlöschmitteln ist heute zwar nicht mehr notwendig. Die Liste der eingesetzten Löschmittel hat sich aber trotzdem nicht erweitert, da alle Anwendungsbereiche mit halogenfreien und den genannten HFKW (besonders 227ea und 236fa) abgedeckt werden können.

Die HFKW-Feuerlöschmittel werden importiert und in Deutschland in Anlagen eingefüllt. Außenhandel bereits gefüllter Anlagen kommt praktisch nicht vor. Die Zeitreihen beginnen erst nach 1995.

##### 4.7.3.2 Methodische Aspekte (2.F.3)

Der jährliche HFKW-Neuzugang in inländischen Anlagen ist identisch mit der im Inland in Neuanlagen gefüllten Menge (HFKW-Neuverbrauch).

Laut IPCC-GPG (2000, Kapitel 3.7.6) wird für Feuerlöschmittel ein „sales-based top-down“-Ansatz vorgeschlagen, um die Emissionen zu ermitteln. Ein bottom-up Tier-2-Ansatz wird als nicht geeignet eingestuft, weil die benötigten Aktivitätsdaten für viele Länder nicht verfügbar sind. Da in Deutschland die Aktivitätsdaten für den HFKW-227ea und 236fa vorliegen, wird

ein bottom-up Ansatz gewählt. Im Gegensatz zum top-down Ansatz der IPCC-GPG (2000) werden Befüllungsemissionen berücksichtigt.

Für den HFKW 23 werden die installierten Mengen mangels Daten vom Umweltbundesamt geschätzt.

Die durchschnittliche Lebensdauer von Feuerlöschanlagen wurde von 15 Jahren (*IPCC Guidelines 2006*) auf 20 Jahre aufgrund der übereinstimmenden Expertenmeinung hochgesetzt.

### Emissionsfaktoren

Die EF<sub>Herstellung</sub> basieren auf Expertenschätzungen.

Der EF<sub>Anwendung</sub> steigt für den HFKW-236fa, basierend auf Expertenschätzungen, von 1 % auf 4 % bis zum Jahr 2007, um die größere Wahrscheinlichkeit von Undichtigkeiten älterer Anlagen zu berücksichtigen. Die 4% entsprechen dem IPCC Guidelines 2006. Auch für den HFKW-23 wird der Emissionsfaktor der Anwendung auf 4 % festgesetzt. Für den HFKW-227ea liegen konkrete Installations- und Nachfüllmengen vor, die über den von der Firma geschätzten Marktanteil auf den gesamten deutschen Markt hochgerechnet werden,

Für alle HFKW beträgt der Emissionsfaktor der Entsorgung 100%.

### Aktivitätsdaten

Die Emissionsangaben zum HFKW-227ea basieren auf statistischen Erhebungen eines Unternehmens zu Einsatzmengen, Nachfüllmengen, Fehlauslösungen, Auslösungen im Brandfall und Probeflutungen in Deutschland (in Anlehnung an Tier 2). Aufgrund der von der Firma geschätzten Marktanteile wird eine Hochrechnung vorgenommen. Die Angaben zum HFKW-236fa basieren auf freiwilligen Firmenangaben. Die Angaben zum HFKW-23 beruhen auf Schätzungen des UBA.

#### 4.7.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.3)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Feuerlöschmittel ist erfolgt.

#### 4.7.3.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.3)

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### 4.7.3.5 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.3)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.7.4 Aerosole (2.F.4)

In diesen Bereich fallen die Dosieraerosole (Metered Dose Inhalers, MDI), die im medizinischen Bereich angewendet werden, sowie die allgemeinen Aerosole und die sogenannten Novelty-Aerosole.

#### 4.7.4.1 Dosieraerosole (2.F.4.a)

##### 4.7.4.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.a)

Dosieraerosole werden im medizinischen Bereich überwiegend zur Behandlung von Asthma eingesetzt. In Deutschland kam das erste HFKW-getriebene Dosieraerosol 1996 mit dem Treibmittel HFKW-134a auf den Markt. Seitdem ist die Anzahl der Präparate kontinuierlich gestiegen. Eine inländische Abfüllung gibt es aber erst seit 2001. Zum Einsatz kommt außer dem HFKW-134a ab 1999 auch der HFKW-227ea.

Die Zeitreihe zeigt einen Anstieg der Emissionen, der in Einklang mit der zunehmenden Verwendung der HFKW als FCKW-Ersatzstoffe steht. Ein großer Sprung ist 2001 zu verzeichnen. Ab diesem Jahr wurden FCKW für die größte Wirkstoffgruppe, die kurzwirksamen Beta-Mimetika, verboten.

##### 4.7.4.1.2 Methodische Aspekte (2.F.4.a)

In Bezug auf die Aktivitätsdaten entspricht die Methode einem bottom-up Ansatz. Da 98 % des Doseninhalts Treibgas sind, wird der Doseninhalt als reiner HFKW aufgefasst.

Apothekenverkäufe stellen die große Mehrheit dar. Auf weitere 10 Prozent wird der Bedarf in Krankenhäusern geschätzt und 3 Prozent sind „unverkäufliche Muster“ für Ärzte und Pharmareferenten. Diese werden durch einen Zuschlagsfaktor von 13 % auf die Apothekenverkäufe berücksichtigt.

Die Zeitspanne zwischen Apothekenverkauf und Anwendung ist kurz. Bezugsgröße für die Emissionen ist – entgegen IPCC-GPG (2000, Gleichung 3.35) - daher nicht die Summe der halben Käufe (Verkäufe) des vorherigen Jahres und des aktuellen Jahres, sondern die gesamten Käufe/Verkäufe des aktuellen Jahres. Der IPCC-GPG-Ansatz böte sich an, wenn nicht verkaufte, sondern produzierte Dosen als Daten vorlägen, weil zwischen Produktion und Anwendung tatsächlich viel Zeit für Transport- und Lagerung vergeht.

Zu den Anwendungsemissionen werden Herstellungsemissionen addiert. Die Emissionen wären höher, wenn nicht ein Teil mithilfe einer Kältefalle aufgefangen und der Verbrennung zugeführt würde.

#### Emissionsfaktoren

Der den Herstellungsemissionen zu Grunde liegende EF<sub>Herstellung</sub> basiert auf im Betrieb sehr exakt ermittelten Befüllsemissionen. Diese betragen etwa 1 %, bezogen auf den Neuverbrauch zur Befüllung. Das entspricht etwa 0,15 g pro 10 ml-Dose.

Es wird in Übereinstimmung mit den IPCC Vorgaben (IPCC-GPG (2000), Seite 3.85) von einer 100 %igen Emission bei der Anwendung ausgegangen (EF<sub>Anwendung</sub> = 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 bis zum Berichtsjahr 2005 (Produktion) bzw. 2006 (Anwendung) basierten auf Verkaufszahlen (Apothekenverkäufen) von Dosieraerosolen in Deutschland, die über Befragungen der Produzenten erhoben wurden. Dabei wurden die gesamte

Stückzahl, die durchschnittliche Füllmenge in ml und das eingesetzte Treibgas zur Aufbereitung herangezogen. Ab dem Berichtsjahr 2006 beruhen die Angaben zur Aktivitätsrate der Produktion bzw. ab dem Jahr 2007 auch die zur Aktivitätsrate der Anwendung auf Expertenschätzungen. Die Ergebnisse der jährlichen Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe des *Statistischen Bundesamtes* liegen im Bereich Dosieraerosole nicht rechtzeitig für das laufende Berichtsjahr vor, es wird jedoch, wenn erforderlich, rückwirkend ein Datenabgleich vorgenommen.

#### 4.7.4.2 Sonstige Aerosole (2.F.4.b)

##### 4.7.4.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.4.b)

In Deutschland werden sechs Arten allgemeiner Aerosole (ohne medizinische Sprays und Novelties) mit HFKW verkauft:

- Druckluftsprays,
- Kältesprays,
- Abflussreiniger-Sprays,
- Schmiermittelsprays,
- Insektizide und
- Abwehrsprays.

Die Produktion und Anwendung von allgemeinen Aerosolen mit HFKW-134a begann im Jahr 1992, mit HFKW-152a im Jahr 1995. Die inländische HFKW-Abfüllmenge ist von 1995 bis 2005 konstant, seit 2006 sinkt sie leicht ab.

Zu den sonstigen Aerosolen zählen auch die so genannten Novelty-Aerosole (künstlicher Schnee, Luftschlangensprays u.a.), die aber nicht in Deutschland hergestellt werden. Die Anwendung von Novelties mit HFC-134a beginnt im Jahr 1995, die mit HFC-152a im Jahr 2000. Seit 2003 sinken die Emissionen stark ab. Grund dafür ist das ab dem 4. Juli 2009 in der EU geltende Verbot für das Inverkehrbringen von neuartigen Aerosolen, die mit teilfluorierten Kohlenwasserstoffen befüllt sind, das zu einem vorzeitigen Umstellen der Produktion auf andere Treibgase führte.

##### 4.7.4.2.2 Methodische Aspekte (2.F.4.b)

Importe und Exporte halten sich die Waage, so dass der Inlandsmarkt mit dem Verbrauch für die inländische Abfüllung gleichgesetzt werden kann. Der inländische Verbrauch richtet sich nach im Inland abgefüllten Dosen, unabhängig davon, wo diese angewendet werden.

#### Emissionsfaktoren

Es wird analog den IPCC Vorgaben (IPCC-GPG (2000), Seite 3.85) sachgerecht von einer 100 %-igen Emission bei der Anwendung ausgegangen ( $EF_{Anwendung} = 1$ ). Wie in IPCC-GPG (2000) vorgeschlagen, wird von der in Deutschland abgesetzten Anzahl von Dosen angenommen, dass eine Hälfte noch im gleichen und die andere Hälfte im folgenden Jahr verbraucht wird. Der Emissionsfaktor ist daher als „Default“ eingestuft.

Der den Herstellungsemissionen zu Grunde liegende  $EF_{Herstellung} = 1,5\%$  von allgemeinen Aerosolen basiert auf Expertenschätzungen.

## Aktivitätsdaten

Die Daten vor 1995 basieren auf Expertenschätzungen. Entsprechend einem bottom-up-Ansatz stammen sämtliche Mengendaten ab 1995 direkt von Produzenten, Abfüllern und Betreibern, bzw. der Branchenvereinigung. Für allgemeine Aerosole kommen noch Befüllungsemissionen (= Herstellungsemissionen) hinzu. Grundlage für eine Schätzung ist EU-weites Datenmaterial.

### 4.7.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.4 alle)

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Unterquellgruppe Aerosole ist erfolgt.

Bei Dosieraerosolen kann der Zuschlagsfaktor für Krankenhäuser und Ärztemuster um 3 % nach oben oder unten von den 13 % abweichen.

Gegenüber den Emissionsangaben zu Dosieraerosolen werden die Angaben für die sonstigen Aerosole als nicht so gut bewertet, da aufgrund der Vielzahl von Produkten der Marktüberblick begrenzt ist. Auch sind hohe Importmengen, vor allem bei den „Novelties“ problematisch. Die Unsicherheiten sind daher deutlich höher (über 20 %).

Da der Umstieg von FCKW auf chlorfreie Treibgase bereits Anfang der 90er Jahre vollendet war, ist die Zeitreihe von 1995 bis 2005 weitgehend unverändert, seit 2006 sind leichte Emissionsrückgänge zu verzeichnen.

#### 4.7.4.3.1 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.4 alle)

Bei Dosieraerosolen (Subquellgruppe 2.F.4.a) wurde basierend auf der jährlichen Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe des *Statistischen Bundesamtes* die für die Produktion eingesetzte Menge an HFKW-134a für das Jahr 2011 nach oben korrigiert. Dadurch stiegen auch die Befüllungsemissionen im Jahr 2011 an.

Bei den Allgemeinen Aerosolen (Subquellgruppe 2.F.4.b) mussten die Produktionszahlen und die inländischen Verkaufszahlen basierend auf den Erhebungen des *Statistischen Bundesamtes* für die Jahre 2007 bis 2011 nach oben korrigiert werden. Dadurch ergeben sich modellbedingt bereits für das Jahr 2006 Werteänderungen der Aktivitätsraten und der Emissionen der Produktion und Anwendung von HFKW-134a und HFKW-152a.

Bei den Allgemeinen Aerosolen waren auch für die Jahre 1992 bis 1995 Rekalkulationen erforderlich, da fehlerhafte Dateneingaben von Produktionszahlen mit HFKW-134a nach unten korrigiert werden mussten.

Alle genannten Änderungen sind in Tabelle 154 aufgeführt. Aus Vertraulichkeitsgründen (es gibt weniger als 3 Abfüller von Dosieraerosolen in Deutschland) sind die Rekalkulationen von Dosieraerosolen und allgemeinen Aerosolen gemeinsam dargestellt.

Tabelle 154: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und der EM bei der Produktion und der Anwendung von Dosieraerosolen und Allgemeinen Aerosolen mit HFKW-134a und HFKW-152 a in der Quellgruppe 2.F.4 in den Jahren 1992 bis 1995 und 2006 bis 2011

	Einheit	1992	1993	1994	1995	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	130,00	140,00	150,00	160,00		130,00	120,00	112,06	110,44	407,64
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	65,00	135,00	145,00	155,00		135,30	127,30	93,80	170,10	577,38
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-65,00</b>	<b>-5,00</b>	<b>-5,00</b>	<b>-5,00</b>		<b>5,30</b>	<b>7,30</b>	<b>-18,26</b>	<b>59,67</b>	<b>169,74</b>
AR Produktion HFKW-152a (NIR 2013)	t				10,00		4,00	7,00	11,00	10,52	6,41
AR Produktion HFKW-152a (NIR 2014)	t				5,00		95,10	80,40	84,00	25,90	6,26
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>-5,00</b>		<b>91,10</b>	<b>73,40</b>	<b>73,00</b>	<b>15,38</b>	<b>-0,15</b>
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t	1,95	2,10	2,25	2,40		1,95	1,80	1,68	1,66	4,51
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t	0,98	2,03	2,18	2,33		2,03	1,91	1,41	2,55	6,59
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>-0,98</b>	<b>-0,08</b>	<b>-0,08</b>	<b>-0,07</b>		<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>-0,27</b>	<b>0,89</b>	<b>2,07</b>
EM Produktion HFKW-152a (NIR 2013)	t				0,15		0,06	0,11	0,17	0,16	0,10
EM Produktion HFKW-152a (NIR 2014)	t				0,08		1,43	1,21	1,26	0,39	0,09
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>-0,08</b>		<b>1,37</b>	<b>1,10</b>	<b>1,10</b>	<b>0,23</b>	<b>-0,00</b>
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t				155,00	140,00	125,00	116,03	111,25	298,44	
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t				150,00	137,65	131,30	110,55	131,95	360,64	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>-5,00</b>	<b>-2,35</b>	<b>6,30</b>	<b>-5,48</b>	<b>20,70</b>	<b>62,20</b>	
AR Anwendung HFKW-152a (NIR 2013)	t				10,00	7,00	5,50	9,00	10,76	8,46	
AR Anwendung HFKW-152a (NIR 2014)	t				9,00	51,55	87,75	82,20	54,95	16,08	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>-1,00</b>	<b>44,55</b>	<b>82,25</b>	<b>73,20</b>	<b>44,19</b>	<b>7,62</b>	
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t				155,00	140,00	125,00	116,03	111,25	298,44	
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t				150,00	137,65	131,30	110,55	131,95	360,64	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>-5,00</b>	<b>-2,35</b>	<b>6,30</b>	<b>-5,48</b>	<b>20,70</b>	<b>62,20</b>	
EM Anwendung HFKW-152a (NIR 2013)	t				10,00	7,00	5,50	9,00	10,76	8,46	
EM Anwendung HFKW-152a (NIR 2014)	t				9,00	51,55	87,75	82,20	54,95	16,08	
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>				<b>-1,00</b>	<b>44,55</b>	<b>82,25</b>	<b>73,20</b>	<b>44,19</b>	<b>7,62</b>	

#### 4.7.4.3.2 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.4 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 4.7.5 Lösemittel (2.F.5)

#### 4.7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.5)

Der Einsatz von HFKW als Lösemittel war in Deutschland bis zum Jahr 2001 verboten (2. BImSchV) und ist auch heute noch stark eingeschränkt. Jede Anwendung muss einzeln beantragt werden, wobei eine Bewilligung nur im Sonderfall erteilt wird. Eingesetzt werden neben dem bisher schon berichteten HFKW-4310mee auch der HFKW-245fa und C<sub>6</sub>F<sub>14</sub>.

#### 4.7.5.2 Methodische Aspekte (2.F.5)

Die Emissionsberechnung erfolgt nach Tier 2 der IPCC-GPG 2000 (Gleichung 3.36).

#### Emissionsfaktoren

Bei der Verwendung geht man von einer vollständigen Emission innerhalb von 2 Jahren aus.

#### Aktivitätsdaten

Die Verbrauchsangaben für den HFKW-4310mee basieren auf den Verkaufsdaten eines autorisierten Händlers. Die verwendeten Mengen des HFKW-245fa und C<sub>6</sub>F<sub>14</sub> basieren auf

Aussagen von Industriexperten. Da die Daten vertraulich sind, werden sie unter CRF 2.G berichtet. HFKW-245fa wird unter „Additional Greenhouse Gases“ berichtet.

#### **4.7.5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.5)**

Die Unsicherheiten für die Unterquellgruppe *Lösemittel* wurden vollständig erfasst.

#### **4.7.5.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.5)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.7.5.5 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.5)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **4.7.6 Andere Anwendungen, die ODS Ersatzstoffe verwenden (2.F.6)**

Deutschland berichtet keine Emissionen in dieser Quellkategorie

#### **4.7.7 Halbleiterproduktion (2.F.7)**

##### **4.7.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.7)**

In der Halbleiterindustrie emittieren gegenwärtig FKW ( $\text{CF}_4$ ,  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{C}_3\text{F}_8$ , c- $\text{C}_4\text{F}_8$ ), HFKW ( $\text{CHF}_3$ ), Stickstofftrifluorid ( $\text{NF}_3$ ) und  $\text{SF}_6$  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  $\text{CF}_4$  umgewandelt.

Die Emissionen aus der Halbleiterindustrie hängen zum einen von der Häufigkeit des Einsatzes von Abgasreinigungstechniken ab. Zum anderen hat die jährlich produzierte Menge an Halbleitern direkten Einfluss auf die Emissionen. Daraus resultieren relativ starke jährliche Schwankungen in den Emissionen.

Neu in die Berichterstattung aufgenommen wurde die Verwendung von  $\text{C}_6\text{F}_{14}$  als Wärmeüberträger. Ermittelt wurden die Daten ab 1990 durch Expertengespräche (s. ÖKO-RECHERCHE 2013).

##### **4.7.7.2 Methodische Aspekte (2.F.7)**

###### **Emissionsfaktoren**

Während des Ätzprozesses setzen sich nur etwa 15 % des zugeführten  $\text{CF}_4$  chemisch um. Der Emissionsfaktor als inverse Umsetzungsrate beträgt also 85 % des  $\text{CF}_4$ -Verbrauchs.

Die Emissionen können allerdings nicht allein anhand der eingesetzten Mengen (Verkäufe des Gasehandels) ermittelt werden, weil die Differenz zwischen Verbrauch und Emission von verschiedenen Faktoren abhängig ist, nämlich neben der nur partiellen chemischen Umsetzung im Plasmareaktor vor allem auch von der Wirkung nachgeschalteter

Abgasreinigungsanlagen. Sie werden daher anlagenspezifisch vom Industrieverband aggregiert und gemeldet.

Für den flüssigen Wärmeüberträger wird ein Emissionsfaktor von 10 % auf der Grundlage der Ausführungen von BURTON 2004 angenommen.

### Aktivitätsdaten

Gesicherte Emissionsdaten liegen für 1990 und 1995 vor. Für die Jahre 1991 bis 1994 wurde eine lineare Interpolation durchgeführt.

Bis zum Berichtsjahr 2000 basierten die Emissionsangaben auf Befragungen durch EECA-ESIA (European Electronic Component Manufacturers Association – European Semiconductor Industry Association). Die nationalen Hersteller wurden zu Produktionskapazitäten, eingesetzten Stoffmengen und Abgasbehandlungstechniken befragt.

Seit dem Jahr 2001 liegen aufgrund einer freiwilligen Zusage der Halbleiterindustrie Emissionsangaben für diese Teilgruppe für alle Einzelstoffe vor. Die Emissionsdaten werden nach einer einheitlichen Berechnungsformel (Tier 2c-Ansatz) aus dem jährlichen Verbrauch für jede Produktionsstätte berechnet, aggregiert und vom Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. (ZVEI, Bauelemente) an das Umweltbundesamt gemeldet.

#### **4.7.7.3 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.7)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.7.7.4 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.7)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **4.7.8 Elektrische Betriebsmittel (2.F.8)**

Diese Quellgruppe umfasst hauptsächlich die Anwendungen der elektrischen Betriebsmittel (2.F.7.a), die sich in Hochspannungs (HS)- und Mittelspannungs (MS)- sowie sonstigen elektrischen Betriebsmitteln unterteilen. Unter 2.F.7.b wird der Anwendungsbereich der Teilchenbeschleuniger berichtet.

#### **4.7.8.1 Anwendung elektrischer Betriebsmittel (2.F.8.a)**

##### **4.7.8.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.a)**

In der elektrischen Energieübertragung und -verteilung findet SF<sub>6</sub> 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 gasisierten Innenraum-Schaltanlagen eingebaut werden (Wandler, Durchführungen) oder direkt zu Betreibern gelangen (HS-Freiluftwandler).

Durch die erstmalige Erfassung weiterer SF<sub>6</sub>-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<sub>6</sub> Produzenten, hat sich 1996 zur Emissionsminimierung in allen Lebenszyklen von Schaltanlagen sowie zu einer jährlichen Berichterstattung verpflichtet. Im Jahre 2005 wurde diese Selbstverpflichtung in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt und dem Umweltministerium auf weitere Anwendungen im Bereich der Energieübertragung und -verteilung über 1 kV ausgedehnt und um konkrete Reduktionsziele ergänzt. Die freiwillige Berichterstattung wurde entsprechend ergänzt und verfeinert. In den nachfolgenden Jahren wurde seitens der Hersteller und des Gasproduzenten weiter in Minderungsmaßnahmen investiert, bei Durchführungen konnten in Teilbereichen SF<sub>6</sub> Schäume substituiert werden. Dadurch konnten, bei weiter steigender Produktion, die spezifischen Emissionsraten und auch die absoluten Emissionen weiter gesenkt werden.

#### **4.7.8.1.2 Methodische Aspekte (2.F.8.a)**

Die Emissionsangaben basieren im Wesentlichen auf einer Massenbilanz, zunehmend kombiniert mit Emissionsfaktoren für Teilbereiche, in denen Massenbilanzierung an messtechnische Grenzen stößt bzw. mit einem unangemessenen Aufwand verbunden wäre.

Die angewendete Methodik basiert auf den neuen „2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Volume 3“, Kapitel 8. Näheres siehe „Tier 3, Hybrid Life-Cycle Approach“ (Hybride Methode nach Lebenszyklen) im Unterkapitel 8.2.

#### **Anwendungsemissionen**

Laufende Bestandsemissionen beziehen sich auf den seit 1970 durch jährliche Zugänge in Schaltanlagen akkumulierten SF<sub>6</sub>-Bestand, der im Mittel des Jahres n besteht.

Der SF<sub>6</sub>-Endbestand in der Gesamtheit der elektrischen Betriebsmittel eines bestimmten Jahres n verändert sich jährlich um den Saldo aus Zugang und Abgang. Vereinzelte Abgänge (Hochspannung) werden seit 1997 registriert; ein verstärktes Ausscheiden von Hochspannungsschaltanlagen und -geräten der ersten Generation ist bei einer auf mindestens 40 Jahre geschätzten Lebensdauer erst nach 2015 zu erwarten.

Drei Besonderheiten sind bei der Berichterstattung zu Schaltanlagen zu beachten:

- Die Berechnung des Endbestandes für jedes Jahr n basiert zwar jeweils auf dem Endbestand des Vorjahres (n-1), jedoch nicht bis zum allerersten Einsatzjahr. Dieses sonst übliche Verfahren entfällt bei Schaltanlagen, weil die Betreiber/Hersteller den SF<sub>6</sub>-Bestand für 1995 abgeschätzt haben, und zwar getrennt für Hoch- und Mittelspannung (770 t bzw. 157,6 t).

- Bestands- und Emissionsermittlung erfolgen in der Hochspannung durch regelmäßige Direkterhebungen bei den ca. 100 Betreibern. Diese werden unmittelbar nach ihrem aktuellen Bestand an SF<sub>6</sub> in Betriebsmitteln (GIS, Leistungsschalter, Freiluftwandler) befragt. Auf diese Bestandsdaten werden Emissionsfaktoren angewendet, die anhand von Referenzanlagen bestimmt worden sind.
- Mittelspannungs-Schaltanlagen haben sehr zahlreiche und zugleich sehr heterogene Betreiber. Direktbefragungen scheiden daher aus. Die Hersteller der Mittelspannungsanlagen haben es selbst übernommen, auf Basis ihrer Verkaufsdaten den inländischen Bestand fortzuschreiben. Die Emissionsermittlung ist dadurch möglich, dass die Anlagen praktisch wartungsfrei sind und per Definition (IEC 62271-1) während der gesamten Lebensdauer keine Nachfüllung benötigen. Die Emissionen sind minimal (meist nur infolge äußerer Einwirkungen) und können durch einen pauschalen Emissionsfaktor (Expertenbefragung) abgedeckt werden: Die Emissionsrate wird seit 1998 mit konstanten 0,1 % angesetzt, da seit Mitte der 90er Jahre praktisch nur noch Anlagen zum inländischen Bestand gelangen, die als "sealed for life" (hermetisch abgeschlossene Drucksysteme nach IEC) gelten. In der Selbstverpflichtung 2005 haben sich zudem die Betreiber verpflichtet, nur noch solche Anlagen einzusetzen. Wenige ältere Anlagen mit Emissionsraten höher als 0,1 % verlieren dadurch an Gewicht. Die Berechnung des Bestandes basiert auf dem Bestand des Vorjahres zuzüglich Neulieferungen und abzüglich Außerbetriebnahmen.

### Entsorgungsemissionen

Wegen der langen Lebensdauer von Schaltanlagen (40 Jahre) und dem Ersteinsatz von SF<sub>6</sub> Ende der 60er Jahre kam es bis 2004 nur zu geringen Entsorgungsemissionen. Aus Altanlagen (Hoch- und Mittelspannung) zur Entsorgung anstehende SF<sub>6</sub>-Mengen (AR) wurden daher bis 2004 nur grob geschätzt (auf konstante 3 t/a). Ab dem Berichtsjahr 2005 wurden die Entsorgungsmengen von den Verbänden aus dem Anlagenrückbau erstmals präzise ermittelt. Dies gilt auch für die Emissionen aus der Entsorgung, die vor 2005 mit 0,06 t abgeschätzt wurden.

### Aktivitätsdaten

Im Rahmen der Selbstverpflichtung wird der Jahresverbrauch der Hersteller aller Betriebsmittel sowie der Bestand von Mittelspannungsschaltanlagen vom Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI), der Bestand von Hochspannungsschaltanlagen, Freiluftwandlern, gasisolierten Leitungen und Transformatoren vom Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) im Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) und seit 2004 vom Verband der industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK) dem Umweltbundesamt übermittelt. Die Außerbetriebnahmemengen ermitteln die Teilnehmer der Selbstverpflichtung gemeinsam.

In Tabelle 155 sind die Inventardaten für das aktuelle Jahr in Unterquellgruppen aufgeführt und erläutert. Die Summe der elektrischen Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung deckt sich mit den Daten in Tabelle 2 (II)F, Blatt 2, Quellgruppe 2.F.8 im CRF.

Tabelle 155: Inventardaten 2012 der Quellgruppe 2.F.7 mit Unterquellgruppen

Quellgruppe 2.F.7 - Elektrische Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung mit Unterquellgruppen - Inventar 2009	Jahresverbrauch Herstellung	Aktivitätsdaten		Emissionen	
		Bestand	Außer Betrieb genommen (Tonnen SF <sub>6</sub> )	Herstellung	Betrieb
Elektrische Betriebsmittel der Energieübertragung und -verteilung 2.F.8 (Summe), darin:	963,9	2219	4,9	10,5	6,5
MS Schaltanlagen und -geräte (in hermetisch abgeschlossenen Drucksystemen)*	159,1	978,3	0,44	0,6	1
HS Schaltanlagen und -geräte (in geschlossenen Drucksystemen)**	726,5	1037	4,5	2,5	5
Sonstige Elektrische Betriebsmittel ***	74,5	204	IE	7,4	0,5

IE=in "HS Schaltanlagen..." enthalten; marginal

**Erläuterungen**

\* hermetisch abgeschlossene Drucksysteme nach IEC 62271-1 über 1kV bis einschließlich 52 kV; auch „Sealed for life“ genannt

\*\* Geschlossene Drucksysteme nach IEC 62271-1 über 52 kV

\*\*\* Gasisolierte Transformatoren: marginaler Restbestand im Netz; (keine Herstellungsemissionen) + Hochspannungs-Freiluftmesswandler (alle Emissionskategorien) + Gasisolierte Leitungen-GIL- (alle Emissionskategorien) + Hochspannungsdurchführungen (nur Herstellungsemissionen) + Mittelspannungs-Gießharzmesswandler (nur Herstellungsemissionen) + Prüfung von Mittelspannungskomponenten (nur Herstelleremissionen) + Kondensatoren 1000V (nur Herstellungsemissionen)

**4.7.8.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.a)**

Da es nur ca. zehn verschiedene Hersteller der Betriebsmittel (einschließlich Durchführungen und Wandler) gibt, sind die Verbrauchsdaten, die Angaben zu Neulieferungen und Außerbetriebnahmen sehr sicher, zumal eine interne Buchführung dahintersteht und die Füllmengen mit hoher Präzision ermittelt und auf den Typenschildern dokumentiert werden. Die Ungenauigkeit liegt hier im Bereich von ± 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 ausgewählten Betreibern mit Referenzanlagen über die jährlichen Nachfüllungen ermittelt (Nachfüllungen erfolgen bei Unterschreitung von 90 % des Soll-Füllstandes, was in der Regel vom Gerät selbst angezeigt wird). Diese Methode ist als sehr sicher zu bewerten, d.h. die Abweichungen vom wahren Wert betragen etwa ± 5 %. Alle bisherigen Erhebungen führten zu nahe beieinander liegenden Größenordnungen für die Emissionsraten, die zwischen 0,55 und 0,88 % betragen. Die einmalige Spitze bei der Emissionsrate von Hochspannungs-Schaltanlagen in 2004 erklärt sich aus Sonderereignissen; im Wesentlichen dem zeitgleichen Nachfüllen von alten, weniger dichten Anlagen älterer Bauart.

Beim HS-Bestand und damit auch bei den Emissionen, die sich beide seit 1995 grundsätzlich erhöhen, gibt es im Jahr 2000 einen Rückgang gegenüber dem Vorjahr um über 25 t beim Bestand (und 0,85 t bei den Emissionen). Dieser Rückgang, der auf HS-GIS (600 zu 567 t) zurückgeht, ist nicht durch Abgänge durch Außerbetriebnahme zu erklären, da diese noch keine nennenswerte Rolle spielen. Dem Verband der Netzbetreiber (VDN) zufolge, der die Erhebungen damals durchführte, steckt dahinter sowohl ein statistisches als auch organisatorisches Problem. Ende der 90er Jahre fanden im Zuge der Liberalisierung des Strommarktes bei den Betreibern tiefgehende Umgruppierungen (durch Fusionen und Eigentumswechsel von Unternehmensteilen) statt, so dass die personellen Zuständigkeiten für den Betriebsmittelbestand immer wieder wechselten. So sind Doppelzählungen im Jahr 1999 nicht auszuschließen, ebenso wie nicht erfasste Betriebsmittel im Jahr 2000. Aufgrund der Erfahrungen der letzten Jahre kann aber heute von einer Ungenauigkeit in der Größenordnung von ± 5 % beim HS-Bestand ausgegangen werden.

Die Emissionsrate 0,1 % in der Mittelspannung ist für hermetisch abgeschlossene Drucksysteme nach IEC üblich.

#### **4.7.8.1.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.8.a)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.7.8.1.5 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.8.a)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

#### **4.7.8.2 Anwendung in Teilchenbeschleunigern (2.F.8.b)**

##### **4.7.8.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.8.b)**

SF<sub>6</sub> wird bei Teilchenbeschleunigern als Isolatorgas eingesetzt. Hochspannungsgeräte (0,3 bis über 23 MV) werden an Hochschulinstituten, Forschungsgemeinschaften und in der Industrie eingesetzt. In der Industrie kommen außerdem Niedrig-Energie-Geräte mit weniger als 0,3 MV zum Einsatz. Eine weitere Kategorie stellen Strahlentherapie-Geräte in medizinischen Einrichtungen dar.

##### **4.7.8.2.2 Methodische Aspekte (2.F.8.b)**

Anfang 2004 führte Öko-Recherche für das Umweltbundesamt eine Totalerhebung zu inländischen Teilchenbeschleunigern durch, um die teilweise bis auf 1996 zurückreichenden Daten zu aktualisieren. Dabei wurden sowohl Anwender als auch Hersteller befragt. Inhalt der Fragen waren sowohl die SF<sub>6</sub>-Mengen in ihren Geräten als auch die SF<sub>6</sub>-Nachfüllungen während der letzten sieben Jahre.

Das ZSE übernimmt die Gliederung dieser Erhebung und enthält für alle fünf Kategorien den jährlichen SF<sub>6</sub>-Bestand und den jährlichen Ersatz für Emissionen. Letztere schließen außer den laufenden auch die - geringfügigen – Befüll- und Entsorgungsverluste ein.

Für das Berichtsjahr 2011 wurde nochmals eine Totalerhebung durchgeführt. Erstmals wurden Daten für Elektronenmikroskope gesammelt.

#### **4.7.8.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.8.b)**

Eine systematische Quantifizierung der Unsicherheiten für die Quellgruppe ist erfolgt.

#### **4.7.8.2.4 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.8.b)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

#### **4.7.8.2.5 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.8.b)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **4.7.9 Sonstige (2.F.9)**

Diese Quellgruppe umfasst die Anwendungen *Isolierglasfenster* (2.F.9.a), *Autoreifen* (2.F.9.b), *Sportschuhe* (2.F.9.c), *Spurengas* (2.F.9.d), *AWACS-Wartung* (2.F.9.e), *Schweißen* (2.F.9.f), *Optische Glasfasern* (2.F.9.g), *Photovoltaik* (2.F.9.h) und *ORC-Anlagen* (2.F.9.i).

#### **4.7.9.1 Isolierglasfenster (2.F.9.a)**

##### **4.7.9.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.a)**

SF<sub>6</sub> 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<sub>6</sub>. Die Verschiebung der Priorität in Richtung Wärmeschutz, z. B. durch die Wärmeschutzverordnung und ein Bedeutungszuwachs SF<sub>6</sub>-freier Scheibentechnologien hat dazu geführt, dass der Einsatz von SF<sub>6</sub> in dieser Anwendung seit Mitte der 90er Jahre zurückgeht.

Schallschutzscheiben wurden in Deutschland in zahlreichen Betrieben hergestellt und mit Gas gefüllt. Der Export fertiger Scheiben spielt keine nennenswerte Rolle.

Seit dem 4. Juli 2007 gilt in der EU ein Verbot für das Inverkehrbringen von Fenstern für Wohnhäuser, die mit fluorierten Treibhausgasen gefüllt wurden. Ab dem 4. Juli 2008 gilt dieses Verbot auch für sonstige Fenster. Heutige und künftige Emissionen dieser Quellgruppe stammen daher vorwiegend aus der offenen Entsorgung alter Fensterscheiben, die im Mittel 25 Jahre nach der Befüllung angenommen wird. Aus diesem Grund werden die Gesamtemissionen bis zum Jahr 2020 weiter zunehmen.

##### **4.7.9.1.2 Methodische Aspekte (2.F.9.a)**

Emissionen treten bei der Befüllung der Scheibenzwischenräume durch Überfüllung, (Herstellungsemissionen), während des Gebrauchs (Anwendungsemissionen) und bei der Entsorgung (Entsorgungsemissionen) auf. Die Emissionen werden analog den Gleichungen 3.24 – 3.26 der IPCC-GPG (2000) mittels des Inlandsneuverbrauchs, des mittleren Jahresbestands und des Restbestands vor 25 Jahren berechnet.

Die Zeitreihen für Schallschutzfenster beginnen im Jahr 1975, da für die Bestandsemissionen des Jahres 1995 die Befüllungsmengen des Jahres 1975 von Bedeutung sind. Diese mit Branchenexperten 1996 rekonstruierten Daten wurden erstmals im Jahr 2004 veröffentlicht.

### Emissionsfaktoren

Vom SF<sub>6</sub>-Verbrauch entweicht laut Expertenangaben von Scheiben- und Gasfüllgeräteherstellern, Branchenexperten und eines wissenschaftlichen Instituts bei der Befüllung des Scheibenzwischenraums ein Drittel. EF<sub>Herstellung</sub> 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<sub>6</sub>-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 gefüllten Scheibenformate, beträgt die Überfüllung 50 % auf die tatsächlich im Scheibenzwischenraum verbleibende Menge. Das entspricht einem Drittel (33 %) der jeweiligen Verbrauchsmenge. Der Emissionsfaktor wird unverändert weiter genutzt, da sich die Befüllungstechnik oder auch das geometrische Spektrum der Scheiben nicht verändert hat.

Eine DIN-Norm (DIN EN 1279-3, DIN 2003) schreibt 10 Promille jährlichen Verlust der Gasfüllung durch die Randabdichtung der Scheibe als Obergrenze vor. Dieser Wert bezieht auch Gasverlust infolge von Glasbruch bei Transport, Einbau und Nutzung sowie der mit dem Alter zunehmenden Undichtheit des Randverbunds mit ein. Daraus resultiert ein Emissionsfaktor EF<sub>Anwendung</sub> von 1 % bezogen auf den seit 1975 akkumulierten SF<sub>6</sub>-Bestand, der im Durchschnitt des Jahres n besteht.

Entsorgungsverluste fallen am Ende der Nutzungsphase der Scheiben an, durchschnittlich 25 Jahre nach der Befüllung. Darum sind erst ab dem Jahr 2000 Abgänge durch Entsorgung bei den Emissionen zu berücksichtigen.

Da die Scheiben in jedem Jahr 1 % Gas vom Vorjahreswert verlieren, wird bei der Entsorgung nur ein Teil der ursprünglichen Füllung emittiert. Da aber keine Rückgewinnung stattfindet, erfolgt eine 100%ige Emission (EF<sub>Entsorgung</sub> = 1).

### Aktivitätsdaten

Der Jahres-Neuverbrauch wurde mittels top-down-Erhebung gewonnen (Inlandsabsatz des Gasehandels).

#### 4.7.9.2 Autoreifen (2.F.9.b)

##### 4.7.9.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.b)

Autoreifen wurden aus Imagegründen (die verbesserte Druckkonstanz ist nicht praxisrelevant) ab 1984 mit SF<sub>6</sub> gefüllt. 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<sub>6</sub>-Gas zu füllen. Wegen des großen Treibhauspotenzials von SF<sub>6</sub> stiegen viele Reifenhändler auf Stickstoff als Befüllungsalternative um, was zu einem

deutlichen Rückgang geführt hat. Seit dem 4. Juli 2007 gilt in der EU ein Verbot für das Inverkehrbringen von neuen Autoreifen, die mit fluorierten Treibhausgasen gefüllt wurden. Heutige Emissionen stammen zum überwiegenden Teil aus alten Reifenbefüllungen.

#### **4.7.9.2.2 Methodische Aspekte (2.F.9.b)**

Gasemissionen während der Reifenlaufzeit werden zur Vereinfachung nicht berücksichtigt, so dass nur Emissionen bei der Reifendemontage auftreten. Bei einer kalkulierten Laufzeit von ca. 3 Jahren folgen die Emissionen dem inländischen Verbrauch zur Befüllung, da es keinen Außenhandel mit gefüllten Reifen gibt, dreijährig Zeit versetzt (ÖKO-RECHERCHE, 1996). Zur Berechnung der Emissionen wird die Gleichung 3.23 der IPCC-GPG (2000) angewendet.

#### **Emissionsfaktoren**

Die sehr geringen Verluste bei der Reifenbefüllung werden nicht berücksichtigt. Da SF<sub>6</sub> bei der Reifendemontage vollständig entweicht, gilt EF<sub>Entsorgung</sub> = 1.

#### **Aktivitätsdaten**

Die jährlichen Verbrauchsmengen wurden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten an Reifenhändler und Kfz-Werkstätten durch das Statistische Bundesamt ermittelt.

#### **4.7.9.3 Sportschuhe (2.F.9.c)**

##### **4.7.9.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.c)**

Der Einsatz von SF<sub>6</sub> erfolgte in den Sohlen von Sportschuhen zur Verbesserung der Dämpfung; das letzte Mal europaweit im Jahr 2003. Ab 2004 wurde FKW-218 (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>) eingesetzt, letztmals im Jahr 2006. Heute wird größtenteils Stickstoff verwendet. Das Inverkehrbringen von mit fluorierten Treibhausgasen hergestellter Fußbekleidung in die EU ist seit dem 4. Juli 2006 verboten. Heutige Emissionen stammen nur aus der Entsorgung von Sportschuhen.

##### **4.7.9.3.2 Methodische Aspekte (2.F.9.c)**

Die Berechnung der Emissionen erfolgt über Gleichung 3.23 der IPCC-GPG (2000). Fertigungsemisionen fallen nur im Ausland an, laufende Emissionen werden nicht ermittelt. Wegen der Vertraulichkeitszusage werden die Daten zu Sportschuhsohlen unter CRF 2.G berichtet.

#### **Emissionsfaktoren**

Emissionen bei der Produktion werden von den Herstellern nicht berichtet.

Während der Anwendung wird keine Emission angenommen.

Bei der Entsorgung können die Emissionen den eingesetzten Mengen gleichgesetzt werden (EF<sub>Entsorgung</sub> = 1), wobei analog zur IPCC-Methode bei Autoreifen eine Zeitverzögerung von drei Jahren angenommen wird.

## Aktivitätsdaten

Die Füllmengen beruhen auf europaweiten Verkaufszahlen der Hersteller. Diese Angaben werden auf Deutschland über die Bevölkerungszahl als Kriterium herunter gerechnet. Die Daten liegen dem Umweltbundesamt seit dem Berichtsjahr 2001 vor, werden aber aus Gründen der Vertraulichkeit nur in aggregierter Form veröffentlicht.

### 4.7.9.4 Spurengas (2.F.9.d)

#### 4.7.9.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.d)

Als stabiles und auch in extrem geringer Konzentration gut nachweisbares Spurengas wird SF<sub>6</sub> von Forschungseinrichtungen für die Untersuchung bodennaher und atmosphärischer Luftströmungen und Gasausbreitungen sowie von Wasserströmungen eingesetzt.

Ab dem Berichtsjahr 2007 ist SF<sub>6</sub> als Spurengas gegenüber den Vorjahren deutlich weniger eingesetzt worden.

#### 4.7.9.4.2 Methodische Aspekte (2.F.9.d)

Im Unterschied zur Gleichung 3.22 in den IPCC GPG (2000) werden die verwendeten Mengen anhand von Expertenschätzungen ermittelt und nicht über Verkaufsmengen des Gasehandels. Der Neuverbrauch für diese offene Anwendung wird in der CRF-Tabelle 2(II).Fs2 unter „amount of fluid filled in new manufactured products“ eingetragen, weil dies sich begrifflich mit der technischen Einsatzweise deckt.

## Emissionsfaktoren

Es wird von einer offenen Anwendung ausgegangen, d.h. der jährliche Neueinsatz emittiert vollständig im selben Jahr und wird als Verbrauch zur Fertigung (EF<sub>Herstellung</sub> = 1) betrachtet. Eine Rückgewinnung erfolgt nicht.

## Aktivitätsdaten

Die Einschätzung des inländischen Gesamteinsatzes erfolgte 1996 durch die Experten aller Forschungseinrichtungen und dann jeweils im Abstand von 3 Jahren durch einen Experten. Die Einschätzungen zeigten nur geringe Variationen der Einsatzmengen.

### 4.7.9.5 AWACS Wartung (2.F.9.e)

#### 4.7.9.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.e)

SF<sub>6</sub> 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 relativ hoch, da bei Aufstieg des Flugzeugs SF<sub>6</sub> zum Druckausgleich abgelassen wird.

**4.7.9.5.2 Methodische Aspekte (2.F.9.e)****Aktivitätsdaten**

Die Emissionsangaben basieren auf Angaben zu Einkaufsmengen zur Befüllung und Nachfüllung der NAEWF-Flotte der NATO, die mit Angaben des Gasehandels abgeglichen werden. Die Emissionsangaben für die Berichtsjahre bis 2001 basieren auf Schätzungen, die als Grundlage eine Erhebung im Jahr 1996 haben. Daher sind die Emissionsdaten der Jahre 1997 bis 2001 ungenau. Für das Berichtsjahr 2002 wurden die Verbrauchsmengen neu erhoben, was zu einer signifikanten Erhöhung gegenüber dem Berichtsjahr 2001 führte.

Der SF<sub>6</sub>-Jahresbedarf der NAEWF wird von Experten als konstant angesehen.

Daten zur AWACS-Wartung werden unter CRF 2.G berichtet, da diese Daten der Vertraulichkeit unterliegen.

**4.7.9.6 Schweißen (2.F.9.f)****4.7.9.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.f)**

Nach Angaben von Gaslieferanten begann die Verwendung von SF<sub>6</sub> beim Schweißen im Jahr 2001. SF<sub>6</sub> wird als Schutzgas beim Schweißen von Metall eingesetzt. Da es nur einen Anwender in Deutschland gibt, unterliegen die Daten der Vertraulichkeit.

**4.7.9.6.2 Methodische Aspekte (2.F.9.f)**

Wegen der Datenvertraulichkeit werden Verbrauch und Emissionen beim Schweißen unter CRF 2.G berichtet.

**Emissionsfaktoren**

Es stehen keine verlässlichen Daten über den Zerfall von SF<sub>6</sub> während der Anwendung zur Verfügung. Nach Expertenschätzung emittiert die eingesetzte SF<sub>6</sub>-Menge bei der Anwendung vollständig in die Atmosphäre. Daher werden Verbrauch und Emissionen beim Schweißen gleichgesetzt. Für den Emissionsfaktor beim Schweißen gilt EF<sub>Anwendung</sub> = 1.

**Aktivitätsdaten**

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfrage bei der Firma erfragt, die SF<sub>6</sub> zum Schweißen verwendet.

**4.7.9.7 Optische Glasfasern (2.F.9.g)****4.7.9.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.g)**

Die Verwendung von SF<sub>6</sub> bei der Herstellung optischer Glasfasern begann im Jahr 2002. SF<sub>6</sub> wird bei der Herstellung optischer Glasfaserkabel zur Fluordotierung eingesetzt. Es gibt in Deutschland zahlreiche Produktionsbetriebe.

**4.7.9.7.2 Methodische Aspekte (2.F.9.g)**

Emissionen treten bei der Produktion der optischen Glasfaserkabel auf.

## Emissionsfaktoren

Die 2006 IPCC Guidelines<sup>62</sup> enthalten keine Informationen über die Verwendung von SF<sub>6</sub> bei der Produktion optischer Glasfasern. Laut Expertenangaben entweichen 70 % der eingesetzten SF<sub>6</sub>-Menge. Daher gilt für den Emissionsfaktor EF<sub>Herstellung</sub> = 0,7.

## Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten durch das Statistische Bundesamt erhoben.

### 4.7.9.8 Photovoltaik (2.F.9.h)

#### 4.7.9.8.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.h)

SF<sub>6</sub> und andere Fluorverbindungen werden in Deutschland bei der Herstellung von Wafern zum Strukturätzen und zur Reinigung der Reaktionskammern im Fertigungsprozess eingesetzt. Da die Reinheit des Prozessgases niedriger ist als im analogen Produktionsprozess der Halbleiterindustrie, wird die Anwendung *Photovoltaik* gesondert berichtet. In Deutschland begann die Verwendung von SF<sub>6</sub> in der Solartechnik im Jahr 2002.

Die Zeitreihe zeigt zwischen 2002 und 2006 einen kontinuierlichen Anstieg der Emissionen, der auf steigende Produktionsmengen zurückzuführen ist. 2007 und 2008 ist ein sprunghafter Anstieg zu verzeichnen, da die Zahl der produzierten Wafer und damit auch der Anwendungsmengen von SF<sub>6</sub> stark stiegen. Im Jahr 2009 gab es den gegenteiligen Effekt.

NF<sub>3</sub> ersetzt seit 2008 SF<sub>6</sub> in allen neu gebauten Produktionslinien zur Herstellung von Si-Dünnenschichtzellen.

Außerdem wurde der Kohlenwasserstoff CF<sub>4</sub>, in den Jahren 2002/2003 zum so genannten Kantenisolieren kristalliner Solarzellen eingeführt. Er wurde aber bald durch ein leichter handhabbares Verfahren ersetzt. Der Verbrauch von CF<sub>4</sub>, der seinen Spitzenwert im Jahr 2004 erreichte, geht seitdem stark zurück.

#### 4.7.9.8.2 Methodische Aspekte (2.F.9.h)

Wie auch in der Halbleiterindustrie treten die Emissionen in der Photovoltaik während der Produktion auf. Die Fertigungsemisionen können nicht allein anhand der eingesetzten Mengen (Verkäufe des Gasehandels) ermittelt werden. Die Differenzen zwischen Verbrauch und Emission resultieren aus der partiellen chemischen Umsetzung im Plasmareaktor und der Wirkung nachgeschalteter Abgasreinigungsanlagen.

## Emissionsfaktoren

In Deutschland gab es im Jahr 2009 nur noch einen Hersteller ohne Abgasreinigungsanlage. Daher wird der IPCC Emissionsfaktor von 40% nur für das erste Einsatzjahr 2003 angenommen. Danach sinkt der Emissionsfaktor mit steigendem Anteil der Wafer-Produktion mit nachgeschalteter Abgasreinigungsanlage. Im Jahr 2010 lag er bei knapp 6%.

<sup>62</sup> IPCC GL 2006, Vol. 6, Chapter 6: Electronics Industry

## Aktivitätsdaten

Die jährlichen Verbrauchsmengen werden vom Statistischen Bundesamt durch Abfragen der Inlandsabsätze der Gaslieferanten ermittelt. Zusätzlich wurden die Daten in einer gesonderten Studie mit dem Titel: „SF<sub>6</sub> und NF<sub>3</sub> in der deutschen Photovoltaik-Industrie“ (ÖKO-RECHERCHE, 2009: FKZ 360 16 027) nachrecherchiert.

### 4.7.9.9 ORC-Anlagen (2.F.9.i)

#### 4.7.9.9.1 Beschreibung der Quellgruppe (2.F.9.i)

In Deutschland werden fluorierte Treibhausgase seit dem Jahr 2003 in ORC-Anlagen eingesetzt und ab der Submission 2014 unter der Quellgruppe 2.F.9.i berichtet.

Zur Stromerzeugung aus Wärmemengen, deren Temperaturen und Drücke für den üblichen Dampfkraftprozess mit Wasser zu niedrig sind, kann man den „Organischen Rankine Kreisprozess“ („Organic Rankine Cycle“, kurz: ORC) verwenden. Die Haupteinsatzbereiche von ORC-Anlagen sind die Erdwärme- (Geothermie-) und die Abwärmenutzung von (Heiz)kraftwerken und Biogas-Anlagen.

Im ORC-Kreislauf werden organische Stoffe wie HFKW, FKW, Kohlenwasserstoffe oder Silikonöle mit niedrigeren Verdampfungstemperaturen als Wasser als Arbeitsmittel eingesetzt. Die Arbeitsmittel verdampfen im ORC-Kreislauf und treiben die Turbine an, analog dem Wasserdampf in herkömmlichen Kraftwerken. In der Geothermie werden die mit Abstand größten Füllmengen, bis zu 75 Tonnen fluorierte Arbeitsmittel, eingesetzt. Deutlich geringere Füllmengen (0,2 bis 0,6 Tonnen) kommen bei der Nutzung von Abwärme in Biogas-Anlagen und in BHKW zum Einsatz.

In Deutschland begann die Verwendung von C<sub>5</sub>F<sub>12</sub> als Arbeitsmittel in einer ORC-Pilotanlage im Jahr 2003. Diese Anlage wurde bereits im Jahr 2010 außer Betrieb genommen. Der HFKW-134a kam erstmalig im Jahr 2008 in einer ORC-Anlage zum Einsatz. Ab dem Jahr 2011 wurden mehrere Anlagen mit dem HFKW-245fa sowie dem Arbeitsmittel „Solkatherm“, das aus HFKW-365mfc (65 %) und einem perfluorierten Polyether mit dem Handelsnamen „Galden“ (35 %) besteht, in Betrieb genommen.

#### 4.7.9.9.2 Methodische Aspekte (2.F.9.i)

Emissionen aus ORC-Anlagen treten während der Befüllung, des Betriebs und der Entsorgung auf.

Herstellungsemissionen werden über den Inlands-Neuverbrauch als Aktivitätsrate bestimmt und gemäß Gleichung 5 berechnet.

Anwendungsemissionen werden basierend auf dem Endbestand der Arbeitsmittel als Aktivitätsrate durch Multiplikation mit dem EF<sub>Anwendung</sub> bestimmt.

Entsorgungsemissionen beziehen sich auf den Neuzugang des Jahres, das x Jahre (entsprechend der Produktlebensdauer) vor dem aktuellen Berichtsjahr n liegt und werden gemäß Gleichung 6 berechnet.

Entsorgungsemissionen spielen bisher, mit einer Ausnahme, noch keine Rolle, da die Anlagen größtenteils neu sind und bei großen ORC-Anlagen in der Geothermie von einer

Lebensdauer von 30 Jahren, bei kleineren Anlagen von einer Lebensdauer von 20 Jahren ausgegangen wird.

### Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind das Ergebnis von Expertenaussagen.

Der Befüllungsverlust beträgt 2% und ist länderspezifisch, da ORC-Anlagen bislang nicht in den IPCC Guidelines aufgeführt sind und daher keine Default-Faktoren zur Verfügung stehen.

Die Anwendungsemissionen werden auf 4% geschätzt. Auch hierfür gibt es keine Vorgaben in den IPCC Guidelines.

Nach derzeitigem Stand der Technik beträgt der Emissionsfaktor der Entsorgung 20%. Dieser Wert ist ebenfalls länderspezifisch.

### Aktivitätsdaten

ORC-Anlagen stellen einen neuen Anwendungsbereich fluorierter Treibhausgase dar, über den erst wenige Daten und technische Informationen vorliegen. Die verwendeten Daten basieren daher fast ausschließlich auf Aussagen von Herstellern und Betreibern von ORC-Anlagen. Ermittelt wurden die Daten durch Expertengespräche (s. ÖKO-RECHERCHE 2013).

#### 4.7.9.10 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (2.F.9 alle)

Bei Isolierglasfenstern erfolgt seit 2006 ein Datenabgleich des Jahres-Neuverbrauchs der top-down-Erhebung auf Basis von kommerziellen Verkaufsdaten mit den vom *Statistischen Bundesamt* jährlich durchgeführten Erhebungen. Dadurch konnte die Datensicherheit erhöht werden und ist als verlässlich und vollständig zu bewerten. Der EF<sub>Herstellung</sub> kann angesichts der Vielfalt der Einflussfaktoren nicht verbindlich gemessen werden. Die Schätzung der 1996 und 1999 befragten zehn Branchenexperten (aus Kreisen der Scheibenhersteller, Füllgeräteleferanten und eines wissenschaftlichen Instituts) lässt kaum einen anderen Schluss zu, als dass sich der mittlere Befüllungsverlust zwischen 30 % und 40 % bewegt. 1 % laufende Gasverluste werden als realistisch angesehen.

Bei Sportschuhen ist trotz der guten Datenqualität für die EU die Verteilung der Füllmengen auf die Mitgliedstaaten mit erheblichen Unsicherheiten verbunden.

#### 4.7.9.11 Quellspezifische Rückrechnungen (2.F.9 alle)

Aufgrund der erstmaligen Erhebung von Daten für ORC-Anlagen waren die in Tabelle 156 aufgeführten Rekalkulationen für die Jahre 2003 bis 2011 erforderlich.

Tabelle 156: Überblick über die durch Rekalkulationen hervorgerufenen Werteänderungen der AR und EM bei der Produktion, Anwendung und Entsorgung von ORC-Anlagen mit HFKW-134a und C<sub>5</sub>F<sub>12</sub> in den Jahren 2003 bis 2011 in der Quellgruppe 2.F.9

	Einheit	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t						0			
AR Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t						3,5			
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>						<b>3,5</b>			
AR Produktion C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2013)	t	0								
AR Produktion C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2014)	t	0,5								
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,5</b>								
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2013)	t						0			
EM Produktion HFKW-134a (NIR 2014)	t						0,07			
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>						<b>0,07</b>			
EM Produktion C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2013)	t	0								
EM Produktion C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2014)	t	0,01								
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,01</b>								
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t						0	0	0	0
AR Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t						3,5	3,5	3,5	3,5
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>						<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>
AR Anwendung C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2013)	t	0	0	0	0	0	0	0		
AR Anwendung C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2014)	t	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,5</b>								
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2013)	t						0	0	0	0
EM Anwendung HFKW-134a (NIR 2014)	t						0,14	0,14	0,14	0,14
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>						<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>
EM Anwendung C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2013)	t	0	0	0	0	0	0	0		
EM Anwendung C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2014)	t	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>	<b>0,02</b>								
AR Entsorgung C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2013)	t							0		
AR Entsorgung C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2014)	t							0,5		
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>							<b>0,5</b>		
EM Entsorgung C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2013)	t							0		
EM Entsorgung C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> (NIR 2014)	t							0,1		
<b>Abweichung</b>	<b>t</b>							<b>0,1</b>		

#### 4.7.9.12 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (2.F.9 alle)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

#### 4.7.10 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (2.F alle)

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

Die Daten für das aktuelle Berichtsjahr wurden, wie bereits für die meisten Vorjahre, im Rahmen eines Forschungsvorhabens im Auftrag des Umweltbundesamtes durch einen externen Experten erhoben.

Die Qualitätssicherung erfolgt im Wesentlichen durch den externen Experten. Darüber hinaus werden die Daten durch den Fachbegleiter des UBA bei Abnahme geprüft.

Die erhobenen Angaben zum Umfang der quellgruppenspezifischen HFKW-Bestände, zur Zusammensetzung dieser Bestände nach verschiedenen HFKW-Kältemitteln, den EF etc. unterliegen einer ständigen Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung, die jedoch bisher

nicht standardisiert ist. Es werden regelmäßig verschiedene Quellen (Umweltstatistiken<sup>63</sup>, Produktions- und Verkaufszahlen<sup>64</sup> etc.) herangezogen und diese durch Rücksprache mit Experten (Anwendern, Kältemittelherstellern, Lieferanten etc.) auf ihre Belastbarkeit geprüft.

Die Daten für die elektrischen Betriebsmittel und die Halbleiterproduktion haben einen verbandsinternen Prozess der Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung durchlaufen.

Für Isolierglasfenster entfällt eine Qualitätssicherung mittels bottom-up Erhebung (Einkaufsdaten der Hersteller), da die Anzahl der Hersteller mit fast 400 zu groß ist. Von 2006 bis 2009 erfolgte jedoch ein Datenabgleich des Jahres-Neuverbrauchs mit den vom *Statistischen Bundesamt* durchgeführten jährlichen Erhebungen.

Der gesamte Sektor der F-Gas Emissionen wurde einer freiwilligen trilateralen Überprüfung unterzogen. Experten aus England, Deutschland und Österreich überprüften die F-Gas Inventare der anderen Länder. Das Ziel der Überprüfung war der Informationsaustausch über die länderspezifischen Methoden der Erstellung der F-Gas Inventare, ein Einblick in die institutionellen und rechtlichen Regelungen für die F-Gas Inventare in jedem Land, die Identifizierung der Hindernisse zur Erstellung von vollständigen und exakten Inventaren und die Diskussion der Unterschiede und Ähnlichkeiten in den Methoden, die zur Erstellung der F-Gas Inventare verwendet werden. Das Treffen hat allen drei Ländern geholfen, die verwendeten Methoden zur Emissionsberechnung zu überprüfen. Weiterhin konnte die Transparenz, die Vollständigkeit und die Genauigkeit der Inventare bewertet werden. Das positive Ergebnis war, dass Deutschland ein gutes F-Gase-Inventar hat. Im Ergebnis wurden keine Empfehlungen für Verbesserungen des deutschen F-Gase-Inventars ausgesprochen.

## 4.8 Andere Bereiche (2.G.)

CRF 2.G	Gas	HK	1995	2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Consumption of Halocarbons and SF <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	-	442,2 (0,04%)	138,7 (0,01%)	-68,63%	
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>
SF <sub>6</sub>		s. Tabelle 145				

Die Emissionen von SF<sub>6</sub> aus der Anwendung in *Sportschuhen* (2.F.9.c Sonstige – Sportschuhe), der Anwendung bei der *AWACS-Wartung* (2.F.9.e Sonstige – AWACS Wartung) und der Anwendung beim *Schweißen* (2.F.9.f Sonstige – Schweißen) werden aus Vertraulichkeitsgründen unter 2.G berichtet. Hinzu kommen die Emissionen aus der Verwendung der Lösemittel HFC-43-10mee sowie C<sub>6</sub>F<sub>14</sub>.

Die Emissionen von FKW aus der Anwendung in Sportschuhen (2.F.9.c Sonstige – Sportschuhe) werden ebenfalls unter 2.G berichtet.

Entsprechend der Empfehlung des Expert Review Teams wird darauf verwiesen, dass sämtliche Informationen zu den unter 2.G berichteten Emissionen zur Beschreibung der Quellgruppe, Methodischen Aspekten, Unsicherheiten & Zeitreihenkonsistenz, Quellspezifischen Rückrechnungen & Verifizierung sowie den geplanten Verbesserungen in den entsprechenden Kategorie-Kapiteln zu finden sind.

<sup>63</sup> Erhebungen nach § 11 des UstatG.

<sup>64</sup> Erhebungen nach Außenhandelsstatistikgesetz (AHStatGes) und Produktionsstatistiken

Es sind keine weiteren Emissionsquellen für Treibhausgase bekannt.

## 5 LÖSEMITTEL UND ANDERE PRODUKTVERWENDUNG (CRF SEKTOR 3)

### 5.1 Übersicht (CRF Sektor 3)

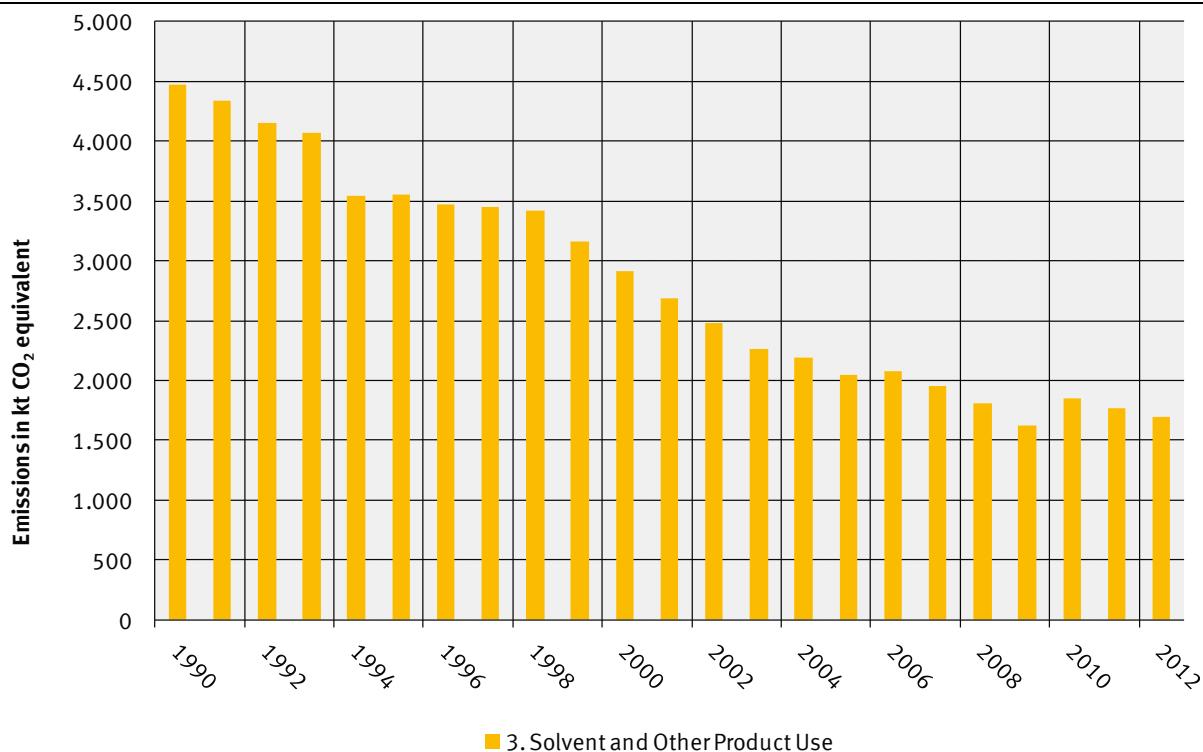


Abbildung 41: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 3

In dieser Quellgruppe werden die Emissionen aus der Anwendung chemischer Produkte zusammengefasst. Gegenwärtig sind Angaben zur Freisetzung von Lösemitteln aus deren Anwendung in Industrie, Gewerbe und Haushalten enthalten, sowie detaillierte Angaben zur stofflichen Freisetzung von N<sub>2</sub>O bei dessen Anwendung.

Die Quellgruppe 3 *Lösemittel und andere Produktverwendung* untergliedert sich in die Unterkategorien *Lackierung* (3.A), *Entfettung*, *Chemische Reinigung* (3.B), *Herstellung und Anwendung chemischer Produkte* (3.C) und *Andere Lösemittelverwendungen* (3.D). Dabei umfasst *Andere* (3.D) Lachgas-Emissionen (s. Kapitel 0), Emissionen aus SCR Anlagen sowie die oben aufgeschlüsselte übrige Lösemittelverwendung, die nicht unter die Quellgruppen 3.A bis 3.C einzuordnen ist.

Die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Quellgruppe 3.D *Andere Lösemittelverwendungen* werden getrennt von den anderen Teilen in Kapitel 0 berichtet.

## 5.2 Lösemittel - NMVOC (3.A-3.C & 3.D)

### 5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.A-3.C & 3.D)

CRF 3.A-3.C, 3.D (NMVOC)	Gas	HK	1990	2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Total Solvent and Other Product Use	CO <sub>2</sub>	-	2.552,0 (0,21%)	1.436,4 (0,15%)	-43,72%	
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren	
CO <sub>2</sub>	RA		NS		D	
NMVOC	Tier 2		NS		CS	

Die Quellgruppe indirektes CO<sub>2</sub> aus NMVOC-Emissionen aus dem Bereich *Lösemittel und andere Produktverwendung* (CRF 3.A-3.C und 3.D) ist keine Hauptkategorie.

Die aus dem Gebrauch von Lösemitteln oder aus der Anwendung lösemittelhaltiger Produkte freigesetzten NMVOC-Emissionen entstammen allen Subgruppierungen dieser Quellgruppe.

Um der sehr heterogenen Struktur dieser Quellgruppe bei der Datenermittlung besser gerecht zu werden, werden für die Berechnung der Inventardaten die UNECE/EMEP Substrukturen verwendet, die auf der CORINAIR97 (CORINAIR: COordination d' INformation Environmentale; Teilprojekt AIR) SNAP-Systematik<sup>65</sup> basieren.

In die Kategorie 3.D *Andere Lösemittelverwendungen* werden folgende Anwendungen bzw. Aktivitäten einbezogen:

- Behandlung von Glas- und Mineralwolle
- Druckindustrie (Druckanwendungen)
- Extraktion von Ölen und Fetten
- Anwendung von Klebstoffen und Haftmaterialien
- Anwendung von Holzschutzmitteln
- Anwendung von Unterbodenschutz und Fahrzeugkonservierung
- Häusliche Verwendung von Lösemitteln (ohne Farben und Lacke)
- Entwachsen von Fahrzeugen
- Herstellung von pharmazeutischen Produkten
- Häusliche Verwendung von pharmazeutischen Produkten
- sonstige

Für die Definition von „NMVOC“ wird auf die VOC-Definition der EG-Lösemittelrichtlinie zurückgegriffen<sup>66</sup>. Zur Konkretisierung des Begriffes „Lösemittelanwendung“ (solvent use) wird für die Lösemitteldefinition ebenfalls auf die EG-Lösemittelrichtlinie zurückgegriffen<sup>67</sup>.

<sup>65</sup> hier in der Detaillierung des sogenannten SNAP Level 3

<sup>66</sup> 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.

<sup>67</sup> Demnach ist ein organisches Lösemittel eine flüchtige organische Verbindung, die, ohne sich chemisch zu verändern, alleine oder in Kombination mit anderen Stoffen Rohstoffe, Produkte oder Abfallstoffe auflöst oder als Reinigungsmittel zur Auflösung von Verschmutzungen, als Lösungsmittel, als Dispersionsmittel oder als Mittel zur Einstellung der Viskosität oder der Oberflächenspannung oder als Weichmacher oder Konservierungsmittel verwendet wird.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass einige dieser flüchtigen organischen Verbindungen sowohl als Lösemittel als auch als chemische Reaktionskomponente eingesetzt werden, z. B. Toluol - als Lösemittel in Lacken und Klebstoffen und als Reaktionskomponente bei der Herstellung von Toluoldiisocyanat (TDI) - oder Methylmethyleketon (Butanon) - als Lösemittel in Druckfarben und als Ausgangsmaterial bei der Synthese von Methylmethyleketonperoxid. 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.

### **5.2.2 Methodische Aspekte (3.A-3.C & 3.D)**

Die Berechnung der NMVOC-Emissionen erfolgt auf der Basis eines produktverbrauchsorientierten Ansatzes. Dabei werden die NMVOC-Einsatzmengen, die über Lösemittel oder lösemittelhaltige Produkte zu diesen Quellkategorien zugeordnet werden, ermittelt und daraus über (für jede Quellkategorie) spezifische Emissionsfaktoren die NMVOC-Emissionen berechnet. Diese Methodik ist unter der Bezeichnung „consumption-based emissions estimating“ explizit als eine von zwei für die Emissionsberechnung dieser Quellgruppe anzuwendenden Methoden aufgeführt.

Die Methodik erfordert - differenziert nach den Quellkategorien - belastbare Informationen über die folgenden Eingangsgrößen:

- die im Berichtsjahr eingesetzten Mengen an VOC-haltigen (Vor-) Produkten und Hilfsmitteln,
- den VOC-Gehalt dieser Produkte (Stoffe und Zubereitungen),
- die jeweiligen Anwendungs- und Emissionsbedingungen (bzw. den daraus resultierenden spezifischen Emissionsfaktor).

Um der sehr heterogenen Struktur innerhalb der Quellgruppe gerecht zu werden, werden diese Eingangsgrößen auf der Ebene von 37 differenzierten Verursacherprozessen (analog zu CORINAIR SNAP Level 3) bestimmt und die errechneten NMVOC-Emissionen anschließend aggregiert. Die eingesetzten Produkt-/Stoffmengen werden auf der Ebene von Produktgruppen unter Verwendung der Produktions- und der Außenhandelsstatistik ermittelt. Wo möglich, werden die so ermittelten Inlandsverbrauchsmengen durch den Abgleich mit Branchenstatistiken weiter verifiziert.

Für die durchschnittlichen VOC-Gehalte der Einsatzstoffe sowie die Emissionsfaktoren werden Werte angesetzt, die auf Expertenschätzungen (Fachgutachten und Branchendialoge) für die einzelnen Quellgruppen oder Quellgruppenbereiche basieren. Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen des jeweils aktuellsten Jahres liegen die benötigten statistischen Basisangaben noch nicht abschließend vor, so dass für die aktuelle Berichterstattung zunächst die für das Vorjahr ermittelten Daten als Grundlage für eine Prognose verwendet werden. Die Prognose der NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung für das aktuellste Jahr wird auf der Grundlage der spezifischen Aktivitätsentwicklungen errechnet. Sobald die statistischen Basisdaten für das jeweils aktuellste Jahr in der endgültigen Fassung vorliegen, werden damit die Inventardaten der NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelverwendung neu berechnet.

Seit 1990 sind die NMVOC-Emissionen aus der Verwendung von Lösemitteln und lösemittelhaltigen Produkten insgesamt um fast 44 % zurückgegangen. Der Schwerpunkt der Emissionsminderung lag in den Jahren seit 1999. Zu diesem Minderungserfolg trugen insbesondere ordnungsrechtliche Regelungen wie die *Chemikalienrechtliche Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) durch Beschränkung des Inverkehrbringens lösemittelhaltiger Farben und Lacke (Lösemittelhaltige Farben- und Lack-Verordnung - ChemVOCFarbV)*, die 31. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (*Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen – 31. BlmSchV*) und die 2. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (*Verordnung über Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen – 2. BlmSchV*) sowie die TA Luft bei. Aber auch das deutsche Umweltzeichen „Blauer Engel“, in dessen Rahmen unter anderem lösemittelarme Lacke, Wandfarben oder Klebstoffe ausgezeichnet werden, hat daran einen wichtigen Anteil.

Obwohl in einzelnen Bereichen teilweise für mehrere Jahre sogar erhöhte Produkteinsatzmengen zu verzeichnen waren, die sich dort entsprechend emissionssteigernd auswirkten, konnte durch die oben beschriebenen Maßnahmen diese Entwicklung weitgehend ausgeglichen werden. Diese Erfolge gelangen insbesondere in den letzten Jahren und spiegeln sich in den aktualisierten Emissionsberechnungen wieder, die im Rahmen der Methodenoptimierung weiter differenzierte VOC-Gehalte und Emissionsfaktoren berücksichtigen konnten.

Seit der Berichterstattung 2009 werden die indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus NMVOC berechnet.

Da der methodische Hintergrund für die Umrechnung der NMVOC-Emissionen in indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen vor allem die Kompatibilität zur Emissionsberichterstattung der EU ist, haben wir für die aktuelle Berichterstattung den in *Chapter 7 Precursors and Indirect Emissions* der 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories vorgeschlagenen Referenzansatz verwendet:

$$\text{EM}_{\text{indirektes CO}_2} = \text{EM}_{\text{NMVOC}} * \text{Molmasse CO}_2 / \text{Molmasse C} * 60 \%$$

Im Rahmen eines Expertengutachtens und von Fachgesprächen mit den betroffenen Branchen im Jahr 2013 konnten die Lösemittelgehalte von verschiedenen Lacken und Beschichtungsstoffen dem aktuellen Stand der Technik angepasst und damit verringert werden. Dies führt über eine quellspezifische Rückrechnung auch zur einer Anpassung

der Emissionen der Jahre 2010 und 2011. Insbesondere in der Quellgruppe 3.A Paint Application konnten wir eine Minderung der Emissionen für die Jahre 2010 und 2011 gegenüber der letzten Submission berechnen (siehe Kapitel 5.2.5).

### **5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.A-3.C & 3.D)**

Für die NMVOC-Emissionen liegt zum Berichtszeitpunkt eine Fehlerbetrachtung auf der Basis von Expertenschätzungen für alle Eingangsgrößen (in allen 37 differenzierten Quellbereichen) nach der Methode der Fehler-Fortpflanzung vor. Die bestehenden Unsicherheiten liegen derzeit vor allem in der mangelnden Trennschärfe der Basis-Statistiken (Produktions- und Außenhandelsstatistik) in Hinblick auf die Unterteilung in VOC-haltige und VOC-freie Produkte sowie in Bezug auf die Verwendung in verschiedenen Quellbereichen mit sehr unterschiedlichen Emissionsbedingungen.

### **5.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.A-3.C & 3.D)**

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 für 3.A - 3-C, nach Tier 1 + 2 für 3.D) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt.

### **5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (3.A-3.C & 3.D)**

Die im Emissionsinventar verwendeten Daten für die NMVOC-Emissionen des vorangehenden Jahres werden routinemäßig einer quellspezifischen Rückrechnung unterzogen. Diese Vorgehensweise ist in der Methodik des produktverbrauchsorientierten Ansatzes begründet und notwendig, da die endgültigen Daten der Außenhandelsstatistik erst nach Abschluss der Berichterstattung im betreffenden Berichtsjahr vorliegen. Im Ergebnis führte die aktuelle quellspezifische Rückrechnung Insbesondere in der Quellgruppe 3 A Paint Application zu einer Verringerung der Emissionen für die Jahre 2010 und 2011 (siehe die nachfolgenden Tabellen).

Tabelle 157: Quellspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die NMVOC – Emissionen (CRF Sektor 3)

Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	2010	2011	2012
3.A, Paint Application	Submission 2013	NMVOC	Gg	260,4	254,8	
3.A, Paint Application	Submission 2014	NMVOC	Gg	246,0	236,9	239,0
	<b>Differenz</b>	<b>NMVOC</b>	<b>Gg</b>	<b>-14,4</b>	<b>-17,9</b>	
3.B, Degreasing and Dry Cleaning	Submission 2013	NMVOC	Gg	37,5	40,2	
3.B, Degreasing and Dry Cleaning	Submission 2014	NMVOC	Gg	37,5	40,2	38,9
	<b>Differenz</b>	<b>NMVOC</b>	<b>Gg</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
3.C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Submission 2013	NMVOC	Gg	56,0	54,1	
3.C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Submission 2014	NMVOC	Gg	55,2	53,1	51,1
	<b>Differenz</b>	<b>NMVOC</b>	<b>Gg</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,0</b>	
3.D, Other Product Use	Submission 2013	NMVOC	Gg	365,8	335,5	
3.D, Other Product Use	Submission 2014	NMVOC	Gg	365,8	343,8	323,9
	<b>Differenz</b>	<b>NMVOC</b>	<b>Gg</b>	<b>0,0</b>	<b>+8,3</b>	

Tabelle 158: Quellspezifische Rückrechnungen in 3.A-D für die CO<sub>2</sub>-Äquivalent – Emissionen (CRF Sektor 3)

Quellgruppe	Stand	Schadstoff	Einheit	2010	2011	2012
3.A, Paint Application	Submission 2013	CO <sub>2</sub>	Gg	572,9	560,5	
3.A, Paint Application	Submission 2014	CO <sub>2</sub>	Gg	541,2	521,1	525,8
	Differenz	CO <sub>2</sub>	Gg	-31,7	-39,4	
3.B, Degreasing and Dry Cleaning	Submission 2013	CO <sub>2</sub>	Gg	82,5	88,5	
3.B, Degreasing and Dry Cleaning	Submission 2014	CO <sub>2</sub>	Gg	82,5	88,5	85,6
	Differenz	CO <sub>2</sub>	Gg	0,0	0,0	
3.C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Submission 2013	CO <sub>2</sub>	Gg	123,0	118,9	
3.C, Chemical Products, Manufacture and Processing	Submission 2014	CO <sub>2</sub>	Gg	121,5	116,8	112,4
	Differenz	CO <sub>2</sub>	Gg	-1,5	-2,1	
3.D, Other Product Use	Submission 2013	CO <sub>2</sub>	Gg	804,7	738,1	
3.D, Other Product Use	Submission 2014	CO <sub>2</sub>	Gg	804,7	756,3	712,5
	Differenz	CO <sub>2</sub>	Gg	0,0	+18,2	

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

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 5.3 Sonstige – Verwendung von N<sub>2</sub>O (3.D)

CRF 3.D (N <sub>2</sub> O)	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Total Solvent and Other Product Use	N <sub>2</sub> O	- T	1.924,6	(0,16%)	257,7	(0,03%)	-86,61%
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren		
N <sub>2</sub> O	CS		AS/Q		CS		

Die Quellgruppe *Lösemittel und andere Produktverwendung* ist für N<sub>2</sub>O-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7). Aufgrund der seit 1990 stark fallenden Emissionen (-84,45 %) und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

### 5.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (3.D.1)

Der deutsche Lachgasmarkt wird von Air Liquide, Linde AG und Westfalen AG dominiert, die sowohl als Haupthersteller als auch Importeur auftreten. Bei der Lachgasherstellung und dessen Abfüllung in Gasflaschen entstehen keine Lachgasemissionen. Diese treten lediglich bei dessen Anwendung auf: Als N<sub>2</sub>O-Quelle ist hier vor allem der Einsatz in der Medizin von Bedeutung. Weitere Emissionsquellen sind der Einsatz von Lachgas als Treibmittel in Sprühsahnedosen und der Einsatz in der Halbleiterindustrie. Auch bei Sprengungen wird N<sub>2</sub>O in geringen Mengen freigesetzt. Die Lachgas-Emissionen der Anästhesie sind als dominierende Emissionsquelle seit 1990 stark rückläufig, da statt Lachgas zunehmend

intravenöse Betäubungen angewandt werden. Dieser Trend wird sich auch in Zukunft fortsetzen.

### **Medizin - Anästhesie**

In der Medizin wird Lachgas als analgetisch wirkendes Gas zu Narkosezwecken genutzt. Bei der Anwendung wird Lachgas mit reinem Sauerstoff gemischt, um eine wirkungsvolle Gasmischung von 70 % Lachgas und 30 % Sauerstoff zu erhalten. In der modernen Anästhesie wird die Wirkung des Lachgases durch Zugabe von anderen Narkosemitteln verbessert. Bislang ist der Einsatz von N<sub>2</sub>O in diesem Bereich nicht verboten, jedoch gibt es starke Bestrebungen in der deutschen Medizin gegen dessen allgemeine Verwendung. Der Einsatz von Lachgas in der Medizin geht deshalb seit 1990 kontinuierlich zurück.

### **Lebensmittelindustrie - Sprühsahnedosen**

Lachgas wird in der Lebensmittelindustrie als Zusatzstoff mit dem Namen E 942 verwendet. Treibgase pressen Lebensmittel unter Druck aus ihren Behältern. Je nach Art des Lebensmittels kommt es dabei zur Aufschäumung oder zur Herstellung einer cremigen Konsistenz. So werden Sahne (aus Sprühdosen), Quark, und diverse Desserts wie zum Beispiel Fertigpuddings mit N<sub>2</sub>O versetzt (DIE VERBRAUCHER INITIATIVE E.V., 2005; LINDE GAS GMBH, 2005),

### **Halbleiterherstellung**

Für die Fertigungsschritte in der Halbleitertechnik werden eine Vielzahl von Chemikalien und Gasen verwendet. Argon, hochreiner Sauerstoff, Wasserstoff, hochreines Helium und Stickstoff bilden die Hauptmengen der eingesetzten Gase. Der Verbrauch der speziellen Prozessgase wie Distickstoffmonoxid, Ammoniak und Hexafluorethan ist vergleichsweise gering und in den letzten Jahren annähernd konstant geblieben (AMD Saxony LLC&Co. KG, Dresden, Umweltbericht 2002/2003, Seite 16).

### **Sprengstoffe**

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

Lachgasemissionen entstehen vorwiegend bei der Detonation von ammoniumnitrathaltigen Sprengstoffen wie dem ANFO (Ammoniumnitrat- / Fuel Oil) und den Emulsionssprengstoffen. Im Allgemeinen enthalten die gewerblichen/zivilen Sprengstoffe zu ca. 60 bis 80 % Ammoniumnitrat (AN). Dagegen enthält der ANFO-Sprengstoff Andex bis zu 94 % Ammoniumnitrat.

In Deutschland werden Sprengstoffe zur zivilen Nutzung von zwei Firmen hergestellt: Orica Mining (früher Dynamit Nobel) und Westpreng GmbH (Wasag Chemie).

Bei der Herstellung von Sprengstoff entstehen keine Lachgasemissionen, jedoch kann bei der thermischen Zersetzung von Sprengstoffen Lachgas gebildet werden. Die Ursache dafür ist, dass Ammoniumnitrat (AN) beim thermischen Zerfall Distickstoffmonoxid (Lachgas) und Wasser bildet.

Bei vorsichtigem Erwärmen über die Schmelztemperatur läuft die Reaktion wie folgt ab:



Bei der schnellen, detonativen Umsetzung des AN-haltigen Sprengstoffes, verläuft die Reaktion jedoch wie folgt:



Dies bedeutet, dass bei hohem Druck und hoher Temperatur AN vorwiegend zu Stickstoff, Sauerstoff und Wasser reagiert. Nur eine geringe Konzentration an primär gebildetem N<sub>2</sub>O bleibt beim Detonationsprozess erhalten. So enthalten z.B. die Detonationsschwaden von Amatolen<sup>68</sup> mit etwa 80 % an AN nur 0,1 Mol N<sub>2</sub>O pro Mol Ammoniumnitrat. Aus diesem Betrag lässt sich eine theoretische maximale Lachgasbildung von etwa 68 g (dieser Wert wurde von einem Sprengstoffexperten mitgeteilt, der stöchiometrische Wert würde 44 g/Mol Amatol (80 %-AN) betragen) pro Kilogramm AN errechnen (ORELLAS, D.L., 1982; VOLK, F, 1997, Seite 74). Nach Aussage von Experten können Annahmen über die N<sub>2</sub>O-Emissionen bezogen auf diesen AN-Gehalt für andere Sprengstoffe getroffen werden.

### N<sub>2</sub>O im Auto-Tuning

In der Antriebstechnik wird Lachgas zur Verbesserung des Verbrennungsprozesses in Benzinmotoren, der so genannten „Lachgas-Einspritzung“, verwendet. Dabei wird das Lachgas in Stickstoff und Sauerstoff gespalten. Der Stickstoff kühlt den Verbrennungsprozess und der Sauerstoff erhöht die Verbrennungsleistung. Infolge dieser „Tuningmaßnahme“ kann die Leistung des Motors kurzfristig gesteigert werden. Es gibt in Deutschland bisher eine Firma, die solche Tuning-Maßnahmen anbietet. Recherchen haben ergeben, dass die entsprechende Technik, die für ein solches Tuning genutzt wird, auf einen möglichst restlosen Verbrauch des Lachgases ohne nennenswerte Emissionen ausgelegt ist.

### 5.3.2 Methodische Aspekte (3.D.1)

#### Anästhesie

Die Menge an N<sub>2</sub>O-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<sub>2</sub>O für Narkosezwecke existiert hat. Die Anlage war zum damaligen Zeitpunkt noch nicht lange in Betrieb (Errichtung im Jahr 1988). Die Produktionskapazität betrug etwa 1.200 t pro Jahr. Nach Recherchen fand kein Export bzw. Import dieses Stoffes statt, so dass von der vollständigen Anwendung im Land ausgegangen wurde. Über die hierdurch für die ehemalige DDR ermittelte Pro-Kopf-Emission wurde unter der Annahme gleicher Verhältnisse in grober Näherung für das Jahr 1990 eine N<sub>2</sub>O-Emission von 6.200 t für Deutschland festgelegt. Die N<sub>2</sub>O-Angabe für das Jahr 2001 stammt aus einer schriftlichen Mitteilung des Industriegaseverbands e.V. (IGV) aus dem Jahr 2002. Dieser Wert hatte eine Bandbreite von 3.000 ~ 3.500 t/a, woraufhin für die Zeitreihenentwicklung der N<sub>2</sub>O-Emissionen der Mittelwert aus diesen Werten verwendet wurde (3.250 t/a).

<sup>68</sup> Amatol x/y : militärische Sprengstoffe. Gießbare Gemische, i.a. aus x % TNT und y % Ammoniumnitrat

Seit dem Jahr 2005 wird durch den Industriegaseverband eine Erhebung der N<sub>2</sub>O-Absatzmengen aller Anwendungen in Deutschland durchgeführt. Diese Daten hat der IGV auch dem Umweltbundesamt für die Berichterstattung zur Verfügung gestellt. 2010 hat der IGV mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie eine Selbstverpflichtung abgeschlossen über die jährliche Bereitstellung der N<sub>2</sub>O Absatzmengen für die Emissionsberichterstattung.

Die Datenlücken in der Anästhesie werden durch Interpolation und Extrapolation geschlossen.

Der Emissionsfaktor beträgt 100%.

### Sprühsahnedosen

Der Einsatz von N<sub>2</sub>O in Sprühsahnedosen in Deutschland muss differenziert betrachtet werden. Es gibt in Deutschland einen Hersteller von Sprühsahnedosen, der diese auch in Deutschland befüllt. In den Emissionsberechnungen wird aufgrund der oben beschriebenen Recherchen angenommen, dass diese Firma einen Anteil von ca. 3 % an den Lachgas-Absatzmengen des Industriegaseverbandes hat. Der größere Anteil der Unternehmen aber lässt ihre Sprühsahnedosen im Ausland befüllen und importiert diese nach Deutschland. Die Absatzmengen dieser Firmen sind deshalb nicht in den Daten des Industriegaseverbandes enthalten. Der Milchindustrieverband hat in einer einmaligen Erhebung dem Umweltbundesamt mitgeteilt, dass 2008 50,2 Mio. Einheiten Sprühsahnedosen verkauft worden sind. Der Michindustrieverband gab aber an, dass die Einheiten verschiedene Größen haben und eine differenzierte Angabe nach den Größen nicht möglich ist. Eine Internetrecherche hat ergeben, dass im deutschen Handel Druckpatronen mit 8g N<sub>2</sub>O für 0,5l Sahnedosen und 16g N<sub>2</sub>O für 1,0l Sahnedosen verkauft werden. Vergleichsrechnungen haben ergeben, dass vereinfacht mit 8g N<sub>2</sub>O pro verkaufter Einheit gerechnet werden kann. Dies ergibt eine Einsatzmenge von 401,6 t N<sub>2</sub>O für Sprühsahnedosen im Jahr 2008 in Deutschland. Da für die Jahre vor 2008 keine Daten vorliegen wird dieser Wert als konstant angenommen.

Der Emissionsfaktor für Sprühsahnedosen wird mit 100% angenommen.

### Halbleiterherstellung

Für die Jahre 1990, 1995, 2000, 2001 und 2008 hat der ZVEI eine einmalige Angabe über die Einsatzmengen von Lachgas gemacht. Zwischen diesen Werten wird interpoliert.

Der Emissionsfaktor für 2008 ist vom ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. aufgrund der Umsetzung von Lachgas im Prozess und der nachgelagerten Behandlungsverfahren auf ca. 40 % geschätzt worden für 2008. Für 1990 konnte der ZVEI keine Angaben machen. Da aber davon ausgegangen werden kann, dass 1990 die Abgasbehandlung noch nicht in dem Maße eingesetzt wurde wie 2008, wird konservativ ein Emissionsfaktor von 100 % angenommen für 1990. Zwischen 1990 und 2008 wurde der Emissionsfaktor interpoliert.

## Sprengstoffe

2003 wurden in Deutschland 59 kt Sprengstoff hergestellt. Davon wurden 13 kt ins Ausland exportiert und 5,8 kt nach Deutschland importiert<sup>69</sup>. Das ergibt eine in Deutschland verbrauchte Menge von 51,8 kt. Der Anteil von ANFO an der Gesamtmenge beträgt 60 %, der der Emulsionssprengstoffe 25 % und der der Dynamitsprengstoffe 15 %. ANFO-Sprengstoffe bestehen aus 94 % Ammoniumnitrat und 6 % Brennstoffen. Für Emulsionssprengstoffe beträgt dieses Verhältnis 80 % zu 20 % und für Dynamitsprengstoffe 50 % zu 50 %.

Derzeit wird Lachgas als Schwadenkomponente im Gegensatz zu NO und NO<sub>2</sub> nicht ermittelt.

In der Regel ist die Bildung von N<sub>2</sub>O 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<sub>2</sub>O gebildet wird bezogen auf den AN-Gehalt wie bei den Amatolen und Ammoniten<sup>70</sup>, von denen bereits Analysen vorliegen, um eine Abschätzung ermöglichen zu können. Man kommt zu folgendem Ergebnis: Amatole und Ammonite bilden bei der Detonation etwa 0,1 Mol N<sub>2</sub>O pro Mol Ammoniumnitrat (AN).

Laut Aussage der *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung* (BAM) ist die Menge des Sprengstoffverbrauchs in der BRD von 1990 bis 2005 konstant geblieben.

Der Emissionsfaktor für den Einsatz von Sprengstoffen beträgt 0,1036 kg N<sub>2</sub>O/t Sprengstoff. Der Emissionsfaktor wurde von der Bundesanstalt für Materialprüfung im Februar 2010 durch Messungen ermittelt. Dadurch konnte der Emissionsfaktor gegenüber der Submission 2010 deutlich nach unten korrigiert werden.

Für Spühsahnedosen und die Halbleiterindustrie werden die Emissionen zusammen aggregiert mit den vertraulichen Emissionen aus der N-Dodecandiacid-Produktion (2.B.5) berichtet, da Letzteres vertrauliche Daten enthält.

### **5.3.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (3.D.1)**

Die Aktivitätsdaten für die Anästhesie werden seit 2005 aus den Verbandsangaben ermittelt, deshalb wird die Unsicherheit auf 20 % geschätzt. Die Verbrauchsmengen für Sprühsahne unterliegen einer sehr hohen Unsicherheit (75 %), da die Berechnung auf mehreren Annahmen fußt und nur für 2008 eine Angabe vorliegt. Die Unsicherheit der Aktivitätsdaten wird für die Halbleiterindustrie auf 10 % geschätzt, da die Daten von den Anlagenbetreibern stammen.

Die Unsicherheit der Emissionsfaktoren für die Anästhesie und Sprühsahnedosen wird auf 0 % festgelegt, da zum gegenwärtigen Zeitpunkt davon ausgegangen wird, dass N<sub>2</sub>O bei seiner Anwendung keiner Umwandlung unterliegt und somit nach der Anwendung vollständig in die Atmosphäre entweicht. Der Emissionsfaktor für den Einsatz in der Halbleiterherstellung wird auf eine Unsicherheit von 15 % geschätzt, da die Daten von den Anlagenbetreibern

<sup>69</sup> Persönliche Mitteilung: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

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

stammen. Der Emissionsfaktor für Sprengstoffe wird auf 5 % Unsicherheit geschätzt, da der Emissionsfaktor in einer amtlichen Messung ermittelt worden ist.

Für den Verteilungstyp der Zeitreihen kann von einer Normalverteilung ausgegangen werden.

### **5.3.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (3.D.1)**

Aufgrund fehlender Fachzuständigkeiten konnte keine Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung durch Quellgruppenexperten durchgeführt werden. Eine Qualitätskontrolle nach (Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung erfolgte durch die Nationale Koordinierungsstelle. Daten wurden erhoben, fortgeschrieben bzw. auf Basis bereits bestehender Berechnungsroutinen ermittelt.

### **5.3.5 Quellspezifische Rückrechnungen (3.D.1)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

### **5.3.6 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (3.D.1)**

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 6 LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4)

### 6.1 Überblick (CRF Sektor 4)

#### 6.1.1 Quellgruppen und Gesamtemissionen 1990 - 2012

Zur Quellgruppe 4 „Landwirtschaft“ gehören in Deutschland die Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung (4.A), aus der Behandlung von Wirtschaftsdüngern (4.B) und aus den landwirtschaftlichen Böden (4.D).

Emissionen aus dem Reisanbau (4.C) kommen in Deutschland nicht vor, Brandrodung (4.E) wird in Deutschland nicht praktiziert (NO). Das Verbrennen von Ernterückständen auf dem Feld (4.F) ist in Deutschland untersagt, wobei sich die genehmigten Ausnahmen nicht erfassen lassen. Sie werden als irrelevant angesehen (NO).

Abbildung 42 gibt für den vorliegenden NIR 2014 eine Übersicht über die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen aus den Bereichen 4.A, 4.B und 4.D seit 1990. Die Daten wurden mit dem Inventarmodell GAS-EM (siehe Kapitel 6.1.2) berechnet.

Eine Übersicht über die während der ersten Kyotoperiode (Berichterstattung 2010 bis 2014) vorgenommenen Änderungen bei Eingangsdaten und Berechnungsmethoden und ihre Auswirkung auf die Emissionsergebnisse vermittelt Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..**

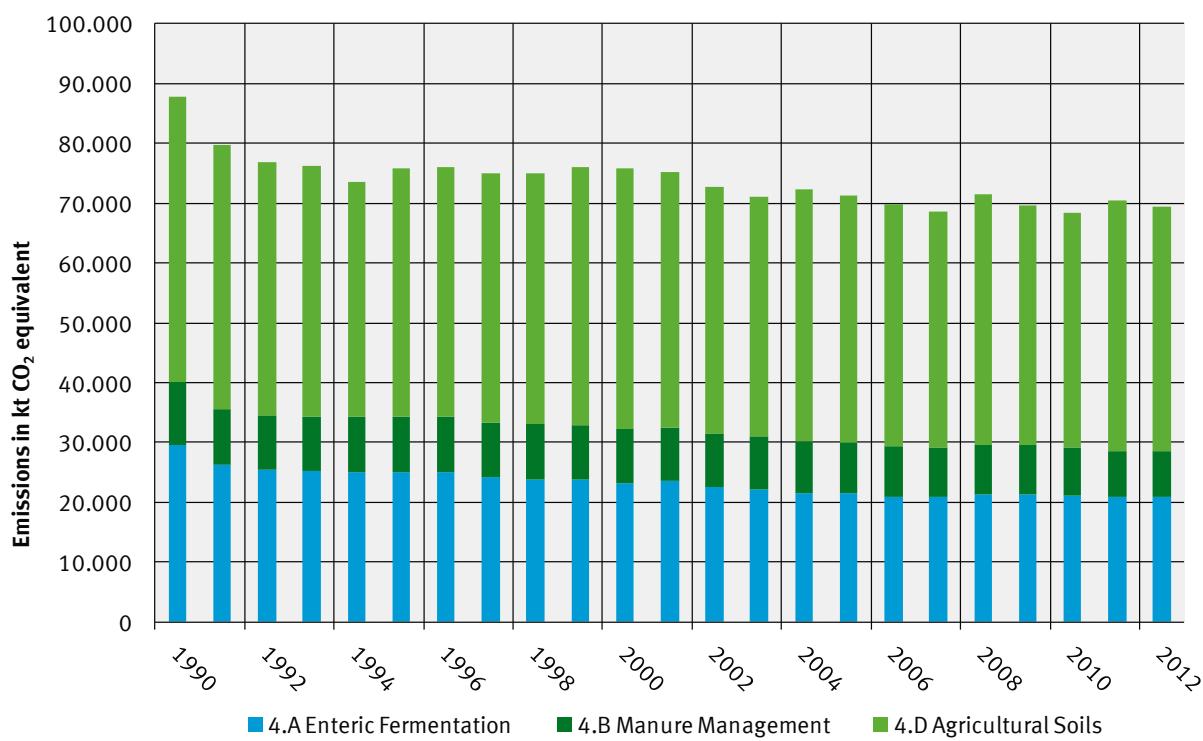


Abbildung 42: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 4

## 6.1.2 Das Emissionsinventarmodell GAS-EM

Die deutschen Emissionsberechnungen für die Gase Methan ( $\text{CH}_4$ ), Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und Stickstoffmonoxid (NO) aus landwirtschaftlichen Quellen werden mit dem Inventarmodell GAS-EM (Gaseous Emissions) durchgeführt.

### 6.1.2.1 Verwendete Regelwerke und ausführlicher Bericht

Das Emissionsinventarmodell GAS-EM beruht auf der Umsetzung der entsprechenden Handbücher (Treibhausgase: IPCC, 1996b; IPCC, 2000; IPCC 2006; Schadstoffe, insbesondere  $\text{NH}_3$ : EMEP, 2007; EMEP, 2009).

Im Laufe der letzten Jahre wurden zahlreiche der in den Handbüchern beschriebenen Methoden für GAS-EM weiter entwickelt. Eine umfassende Beschreibung des Inventarmodells GAS-EM einschließlich der Dokumentation weiterer Quellen findet sich im ausführlichen Bericht (HAENEL et al., 2014). Die nachfolgenden Ausführungen repräsentieren eine Zusammenfassung des ausführlichen Berichtes im Hinblick auf die Zielsetzung des NIR 2014.<sup>71</sup>

Einen Überblick über die Funktionsweise von GAS-EM vermitteln die nachfolgenden Kapitel zur Methodik in den Sektoren 4.A (Kapitel 6.2.2.1), 4.B (Kapitel 6.3.2.2.1, und 6.3.4.2.1) und 4.D (Kapitel 6.5.2).

### 6.1.2.2 Grundstruktur des Emissionsinventarmodelles GAS-EM

Als Grundlage der Emissionsberechnungen in der Tierhaltung dient die Futteraufnahme, die als Funktion des erhaltungs- und leistungsbedingten Energiebedarfs berechnet wird, wie Abbildung 43 am Beispiel der Milchkuh verdeutlicht. Daraus ergeben sich die  $\text{CH}_4$ -Emissionen aus der Verdauung (4.A) und die Ausscheidungen von Kohlenstoff und Stickstoff für die Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management (4.B). Letztere gehen auch in die Berechnungen des Stickstoffeintrags in landwirtschaftliche Böden (4.D) ein.

<sup>71</sup> Der ausführliche Bericht ist auch in elektronischer Form erhältlich bei: [dieter.haenel@ti.bund.de](mailto:dieter.haenel@ti.bund.de)  
[claus.roesemann@ti.bund.de](mailto:claus.roesemann@ti.bund.de).

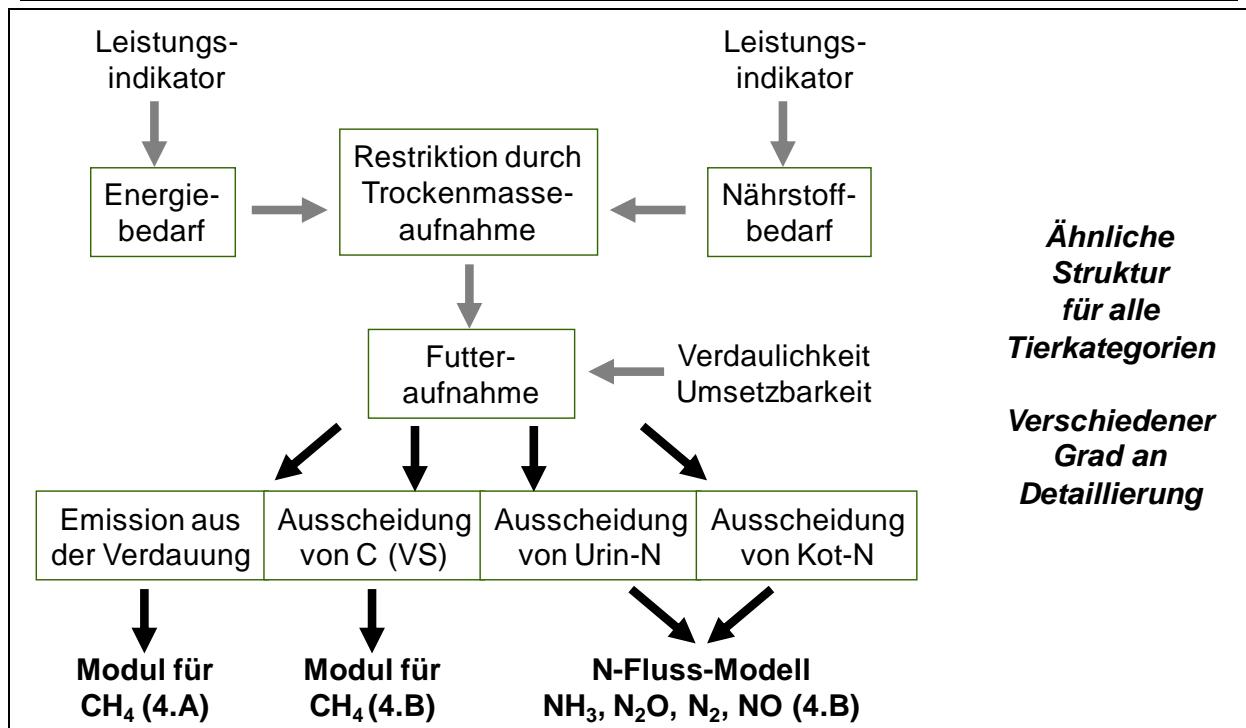


Abbildung 43: Logik der nationalen Methodik für die Emissionsberechnungen in der Tierhaltung am Beispiel der Milchkuh. („Leistungsindikator“ steht hier für die Summe aus leistungs- und erhaltungsbedingtem Bedarf.)

Abbildung 44 zeigt, wie und auf welcher räumlichen Ebene – soweit Daten vorhanden – das GAS-EM-Modell erst nach Tierkategorien und –unterkategorien für die Berechnungen der Quellgruppen 4.A und 4.B differenziert und diese wiederum nach Stallsystemen, Lagerungssystemen und Ausbringungsverfahren für Wirtschaftsdünger. CH<sub>4</sub> wird für 4.A und 4.B getrennt je Tier-Subkategorie berechnet. N<sub>2</sub>O wird für die Quellgruppen 4.B und 4.D auf der Basis eines N-Fluss-Konzeptes berechnet (s. Kapitel 6.1.2.4).

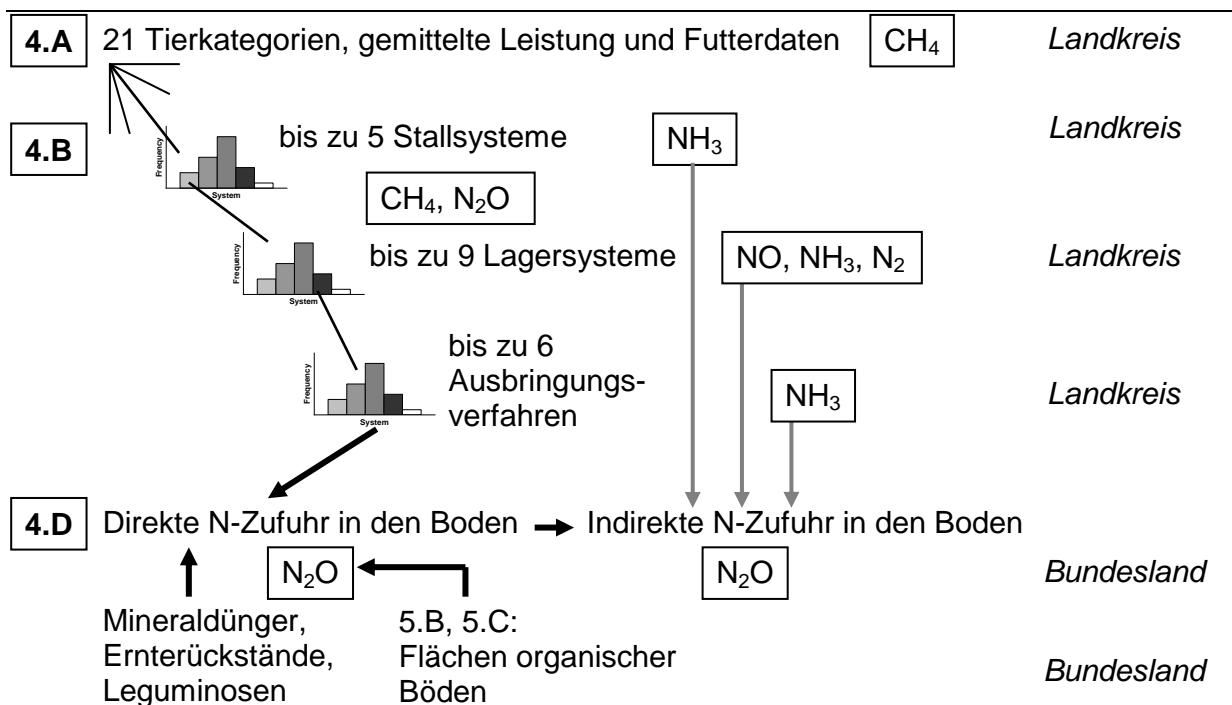


Abbildung 44: Konzept, thematische Inhalte und räumliche Auflösung des GAS-EM Modells

### 6.1.2.3 Die Behandlung von Kohlenstoff im Emissionsinventar

Mit dem Inventarmodell GAS-EM werden die CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Verdauung und den VS-Ausscheidungen der landwirtschaftlichen Nutztiere (siehe Kapitel 6.2 und 6.3.2) berechnet, wobei gülle- und strohbasierte Systeme mit ihren typischen Lagerformen berücksichtigt werden. Die anaerobe Vergärung von Gülle in Biogasanlagen wird in die Berechnungen einbezogen (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Entsprechend den IPCC Guidelines werden VS-Beiträge aus Einstreumaterial nicht berücksichtigt (siehe Kapitel 6.3.1).

### 6.1.2.4 Das Stickstoff-Fluss-Konzept (4.B, 4.D)

Die Berechnung der Emissionen von N-Spezies mit GAS-EM erfolgt auf Grundlage des N-Fluss-Konzeptes (DÄMMGEN & HUTCHINGS, 2005).

Wesentliche Voraussetzung für die Anwendung des Konzeptes ist die Bestimmung der in der Tierhaltung ausgeschiedenen N-Mengen. Bei Milchkühen, Färsen, Mastbullen, Schweinen, Legehennen, Junghennen, Masthähnchen und -hühnchen, Enten sowie Putenhähnen und Putenhennen wird die N-Ausscheidung als Differenz zwischen aufgenommener N-Menge und erhaltungs- und leistungsbedingtem N-Bedarf (Tiergewicht, Gewichtszuwachs, jährliche Milchmenge oder Anzahl an Eiern, gegebenenfalls Anzahl der Nachkommen) berechnet. Die mit dem Futter aufgenommene N-Menge wird anhand des tierischen Energiebedarfs sowie des Energie- und N-Gehalts im Futter ermittelt. Für die übrigen Tiere werden N-Ausscheidungswerte aus der deutschen Fachliteratur entnommen (siehe dazu HAENEL et al., 2014).

Bei der N-Ausscheidung wird zwischen den beiden Anteilen „organisches N“ und „leicht in NH<sub>3</sub> umsetzbares N (TAN, total ammoniacal nitrogen)“ unterschieden. TAN ist im Harn von Säugetieren vorhanden; im GAS-EM-Modell wird TAN mit dem N-Gehalt im Harn gleichgesetzt. Geflügel scheidet UAN (uric acid nitrogen) aus, das im Inventar als TAN angesehen wird. Aufgrund der Definitionen der Emissionsfaktoren werden prinzipiell die NH<sub>3</sub>-Emissionen proportional zur verfügbaren TAN-Menge und die N<sub>2</sub>O-, NO-, und N<sub>2</sub>-Emissionen proportional zur verfügbaren N-Gesamtmenge berechnet. Daher werden zwei N-Pools parallel in den Rechnungen mitgeführt: Dies sind (1) die gesamte im jeweiligen Stadium zur Verfügung stehende N-Menge, d. h. die Summe aus organischem N und TAN, sowie (2) TAN allein.

Die für eine Tierkategorie ermittelten N-Ausscheidungen werden auf Weide und Stall aufgeteilt. Diese Aufteilung erfolgt entsprechend den im Stall und auf der Weide verbrachten Zeitanteilen.

Bei Festmistsystemen wird zusätzlich zu den N-Ausscheidungen der N-Eintrag durch Einstreumaterial berücksichtigt.

Für jede Tierkategorie werden die im Stall anfallenden N-Mengen im Verhältnis der relativen Anteile der in Deutschland üblichen Haltungsverfahren aufgeteilt. N-Verluste durch NH<sub>3</sub>-Emission werden von TAN-Pool und Gesamt-N-Pool subtrahiert. Die verbleibenden N- und TAN-Mengen aller Ställe werden für güllebasierte Systeme einerseits und strohbasierte Systeme andererseits zusammengefasst und ins Lager transferiert.

Die dem Lager zufließenden Gesamt-N- und TAN-Mengen (bei Festmistsystemen einschließlich des N-Eintrages durch Einstreu) werden getrennt nach festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern zwischen den verschiedenen in Deutschland gängigen Lagerverfahren entsprechend ihren prozentualen Anteilen aufgeteilt. Die anaerobe Vergärung von Gülle in

Biogasanlagen wird berücksichtigt (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Aus dem Lager erfolgen Emissionen von NH<sub>3</sub> aus TAN- und Gesamt-N-Pool. Die N-Verluste durch die Emissionen von N<sub>2</sub>O, NO und N<sub>2</sub> werden für Stall und Lager gemeinsam berechnet und aus dem Gesamt-N-Pool subtrahiert; parallel werden diese N-Verluste im Verhältnis von TAN- zu N-Gesamt-Menge auch dem TAN-Pool entzogen. Die verbleibenden N- bzw. TAN-Mengen werden der Ausbringung zugeführt.

Die zur Ausbringung kommende N-Menge wird auf die in Deutschland üblichen verschiedenen Ausbringungsverfahren und Einarbeitungszeiten von Wirtschaftsdüngern aufgeteilt. Dies geschieht im Verhältnis der relativen Anteile der verschiedenen Ausbringungsvarianten an der Gesamtmenge des auszubringenden Wirtschaftsdüngers, differenziert nach Tierkategorie und festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern. Bei der Ausbringung entstehende N-Verluste durch NH<sub>3</sub>-Emissionen werden aus TAN- und Gesamt-N-Pool abgezogen. Bei der Ausbringung entstehende NO-Emissionen werden aus dem Gesamt-N-Pool abgezogen. Die danach verbleibende Gesamt-N-Menge ergibt die im Boden verfügbare N-Menge zur Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen infolge von Wirtschaftsdüngerausbringung.

Die beim Weidegang ausgeschiedene Gesamt-N-Menge ergibt die im Boden verfügbare N-Menge zur Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen infolge von Weidegang.

### **6.1.3 Charakterisierung der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung**

#### **6.1.3.1 Tierkategorien (4.A, 4.B)**

Für die Berechnung der Emissionen aus der Tierhaltung in der deutschen Landwirtschaft werden die Tierbestände in Unterkategorien unterteilt, um die erforderliche Beschreibung leistungs- und haltungsmäßig homogener Teil-Tierbestände zu ermöglichen. Tabelle 159 zeigt eine Gegenüberstellung der in den CRF-Tabellen zu berichtenden Tierkategorien und der im deutschen Inventar verwendeten Tierkategorien.

Tabelle 159: CRF-Tierkategorien und die für die deutsche Emissionsberichterstattung verwendete Unterteilung

CRF-Tierkategorien	Tierkategorien im deutschen Inventar
1.a Milchkühe	„Milchkühe“ „Kälber“ (bis 2 Monate)
1.b Übrige Rinder	weibliche Jungrinder ab 2 Monaten („Färsen“) männliche Jungrinder ab 2 Monaten („Mastbullen“) „Mutterkühe“ (einschließlich Schlacht- und Mastkühe) „männliche Rinder ab 2 Jahren“
2. Büffel	„Büffel“
3. Schafe	$CH_4$ : „Schafe ohne Lämmer“ „Schafe“ „Lämmer“
4. Ziegen	„Ziegen“
5. Kamele und Lamas	---
6. Pferde	„Großpferde“ „Kleinpferde und Ponys“
7. Esel und Maultiere	„Esel und Maultiere“ „Sauen“ (incl. Saugferkel bis 8 kg)
8. Schweine	„Aufzuchtferkel“ „Mastschweine“ „Eber“ „Legehennen“ „Masthähnchen und –hühnchen“ „Junghennen“
9. Geflügel	„Gänse“ „Enten“ „Puten, männlich“ „Puten, weiblich“
10. Sonstige	---

### 6.1.3.2 Tierplazzzahlen (4.A, 4.B)

Die von Deutschland berichteten Emissionen beziehen sich auf die ganzjährig zur Produktion genutzten Tierplätze in landwirtschaftlichen Betrieben. Als Tierplatz in diesem Sinne gilt ein zum Stichtag der amtlichen Tierbestandserhebungen besetzter Tierplatz. Als Synonym für Tierplatz wird im Folgenden auch der Begriff der Tierzahl verwendet.

#### 6.1.3.2.1 Erhebungen durch die statistischen Ämter des Bundes und der Länder

Das Statistische Bundesamt und die statistischen Landesämter führen Agrarstrukturerhebungen<sup>72</sup> durch, bei denen zusammen mit anderen Daten die Tierzahlen für Rinder, Schweine, Schafe, Pferde (ab 2010: Equiden) und Geflügel erfasst werden. Diese Agrarstrukturerhebungen fanden 1990 - 1996 und 1999 -2007 jedes zweite Jahr statt, danach 2010 im Rahmen der umfangreicheren Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010)<sup>73</sup>. Im Rahmen der LZ 2010 wurde erstmals die Gesamtzahl der Ziegen in Deutschland offiziell erhoben. Die Erhebungen 1990, 1992, 1994 und 1996 erfolgten am 3. Dezember, während der Stichtag in den Jahren 1999 - 2007 am 3. Mai und 2010 am 1. März war.

<sup>72</sup> <https://www.destatis.de/DE/Meta/AbisZ/Agrarstrukturerhebung.html>

<sup>73</sup> <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftzaehlung2010/Ergebnisse.html>

Neben den Agrarstrukturerhebungen finden jährlich Viehbestandserhebungen statt (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 4.1). Bis 1998 einschließlich erfolgten diese Erhebungen halbjährlich für Rinder und Schafe (Juni, Dezember), viermonatlich für Schweine (April, August, Dezember), sowie alle zwei Jahre im Dezember der geraden Jahre für alle Tierarten, d. h. auch für Pferde und Geflügel. Stichtag war jeweils der dritte Kalendertag im Monat. Seit 1999 erfolgt die Viehbestandserhebung zweimal jährlich zum Stichtag 3. Mai und 3. November für Rinder und Schweine sowie zum Stichtag 3. Mai (ab 2011 zum Stichtag 3. November) für Schafe.

Für Rinder, Schweine und Schafe liegen somit für alle Jahre seit 1990 Tierzahlen aus offiziellen Erhebungen vor. Dabei wurden im Inventar bis 1998 einschließlich die Daten von Dezember (für Schafe im Juni) und danach bis 2010 einschließlich die Daten von Mai verwendet, während in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt ab 2011 der November-Stichtag zu verwenden ist (EU Regulation No 1165/2008, Article 4). Diese Zahlen entsprechen den vom Statistischen Bundesamt an EUROSTAT übermittelten Zahlen. Der Wechsel des Stichtages zum 3. November hat bei Rindern und Schweinen keinen signifikanten Einfluss auf die Tierzahlen. Bei den Schafzahlen ist wegen des Fehlens von Jahren mit zwei Stichtagen die Auswirkung der Stichtagverlegung nicht vom generell abnehmenden Trend zu trennen. Daher ist eine Korrektur der Schafzahlen zum Ausgleich der Stichtagverlegung nicht möglich.

Für Pferde bzw. Equiden und Geflügel sind Tierzahlen bis 2010 nur ungefähr alle zwei Jahre verfügbar (Stichtage: bis 1998 einschließlich 3. Dezember, 1999 – 2007 3. Mai, 2010 1. März). Für 2011 und 2012 wurden keine Equiden- und Geflügelzahlen erhoben. Es erfolgten in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt keine Korrekturen wegen der variierenden Stichtage.

Auf die Tierzahlen der übrigen Tiere sowie Besonderheiten bei der Verwendung der offiziell erhobenen Tierzahlen von Rindern, Schweinen und Schafen im Inventar geht Kapitel 6.1.3.2.2 ein.

#### **6.1.3.2.2      *Besonderheiten der Tierplattzzahlen im Inventar***

Die Rinderbestände werden seit dem Jahr 2008 aus der Datenbank HIT (Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere, <http://www.hi-tier.de>) des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) entnommen, in der jedes Rind registriert ist. Als Folge der neuen Erhebungsmethode ergeben sich für die Jahre ab 2008 allerdings systematisch höhere Tierzahlen als in den Jahren zuvor, in denen aufgrund von Erfassungsgrenzen nicht alle Tiere berücksichtigt wurden. Ein Vergleich des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2007 zeigt, dass die Rinderzahlen aus HIT 2,9 % höher als nach der herkömmlichen Erhebungsmethode sind (für Milchkühe allein 2,8 %). Laut Statistischem Bundesamt werden die Rinderzeitreihen vor 2008 nicht nachträglich angepasst. Als Folge werden die Emissionen aus der Rinderhaltung in den Jahren 1990 bis 2007 leicht unterschätzt. Um möglichst homogene Tierkategorien zu bilden, wurden einige der in den amtlichen Erhebungen verwendeten Rinderkategorien für das Inventar modifiziert.

Aus gleichen Gründen wurden einige der in den amtlichen Erhebungen verwendeten Schweinekategorien modifiziert: Die offiziellen Tierzahlen für Ferkel bis 20 kg Tier<sup>-1</sup> sowie Jung- und Mastschweine ab 20 kg Tier<sup>-1</sup> werden nach dem in HAENEL et al. (2011)

beschriebenen Verfahren zu Tierzahlen für die Inventarkategorien „Aufzuchtferkel“ und „Mastschweine“ umgerechnet. Diese Transformation bleibt ohne Auswirkung auf die Gesamtzahl der Schweine. Letztere wird für die Emissionsberechnung allerdings um die Zahl der Ferkel verringert, die bis 8 kg wiegen. Dieses Vorgehen beruht auf dem Konzept, dass Ferkel bis 8 kg als Saugferkel zu werten sind, die bzgl. ihrer Emissionen implizit bei den Sauen mitgerechnet werden.

Die Anzahl der Ziegen in Deutschland wurde zwischen den Jahren 1977 und 2010 nicht erfasst. Bis 2004 schätzte das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) die Ziegenzahlen auf nationaler Ebene. Diese Zeitreihe wurde ab 2005 durch Schätzungen des Statistischen Bundesamtes ergänzt. Die 2010 im Rahmen der Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010) erstmalig offiziell erfasste Gesamtzahl der Ziegen liegt deutlich unter den Schätzungen der Vorjahre. Diese Schätzungen, die auch an EUROSTAT berichtet wurden, werden nach Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt weiter im Inventar verwendet. Für 2011 und 2012 wurde in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt der Wert von 2010 beibehalten.

In den Jahren zwischen den Agrarstrukturerhebungen fehlen Daten zu den Pferdebeständen. Fehlende Zahlen innerhalb einer Zeitreihe wurden durch lineare Interpolation erzeugt. In der Landwirtschaftszählung 2010 wurden erstmals keine Pferdezahlen mehr erhoben, sondern Equiden gezählt. Deren Zahl, die zwar Esel und Maultiere einschließt, wird im Inventar aber als Anzahl der Pferde interpretiert, da es nicht möglich ist, die nur auf Bundesebene geschätzte Anzahl der Esel und Maultiere (s. u.) von der Anzahl Equiden auf Bundeslandebene zu subtrahieren. Die damit verbundene Überschätzung der Pferdezahlen ist wegen der sehr geringen Anzahl an Eseln und Maultieren (s. u.) vernachlässigbar. Die für 2011 und 2012 fehlenden Pferdezahlen wurden durch Beibehaltung des Wertes von 2010 generiert. Die Pferdezahlen werden im Inventar zur Berücksichtigung unterschiedlichen Emissionsverhaltens in die zwei Kategorien Großpferde und Kleinpferde (incl. Ponys) unterteilt.

Für Esel und Maultiere sind keine separaten Zahlen aus der amtlichen Statistik verfügbar. Nach Angaben der Interessengemeinschaft für Esel und Maultiere (IGEM, Deutsches Eselstammbuch, 2003) belief sich die Zahl der in Deutschland gehaltenen Tiere auf etwa 6.000 bis 8.000 Esel und ca. 500 Maultiere und Maulesel. Neuere Zahlen aus dem Deutschen Eselstammbuch von 2009 liegen deutlich niedriger, weisen aber große Unsicherheiten auf. Daher wird vorerst mit einer zeitlich konstanten Zahl von 8.500 Eseln und Maultieren gerechnet.

Das Statistische Bundesamt veröffentlicht keine Büffelzahlen. Daher wurden für die Jahre ab 2000 die Angaben des Deutschen Büffelverbandes verwendet. Aufgrund der Empfehlung im Abschlussbericht zum „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“ wurde die Zeitreihe der Büffel-Population auf nationaler Ebene für die Jahre vor 2000 durch lineare Extrapolation vervollständigt. Für die Jahre 1990 bis 1995 ergaben sich rechnerisch negative Tierzahlen, die durch Nullen ersetzt wurden. Für den NIR 2014 wurden die Büffelzahlen in den Stadtstaaten im Jahr 2000 aktualisiert. Dies führte aufgrund der Rückwärtsextrapolation auch für die Jahre 1995 bis 1999 zu leicht veränderten Tierzahlen.

In den Jahren zwischen den Agrarstrukturerhebungen fehlen Daten zu den Geflügelbeständen. Lücken innerhalb einer Zeitreihe wurden durch lineare Interpolation geschlossen. Außer für Junghennen und Legehennen wurden die für 2011 fehlenden Geflügelzahlen durch

Extrapolation aus den Jahren 2009 und 2010 und die für 2012 fehlenden Zahlen durch Beibehaltung der Werte von 2011 gewonnen. Junghennen werden entgegen der Haltungspraxis (Aufstallung als Legehenne bereits nach der 18. Woche) offiziell bis zu einem Alter von 6 Monaten gezählt. Daher wurden für das Inventar in allen Jahren der Zeitreihe ein Teil der Junghennen in die Legehennen-Kategorie verschoben. Dabei wurde die Gesamtsumme aus Jung- und Legehennen nicht verändert. Für Junghennen und Legehennen wurden die für 2011 und 2012 fehlenden Tierzahlen durch Beibehaltung der Daten von 2010 geschätzt, da erst die nächste Zählung zeigen wird, in welcher Richtung sich die Bestände nach dem Verbot der Käfighaltung und den damit verbundenen Veränderungen im Bereich der Eierproduktion entwickeln werden. Die offiziell erhobenen Putenzahlen wurden im Inventar zur Berücksichtigung unterschiedlichen Emissionsverhaltens für alle Jahre seit 1990 in Hähne und Hennen aufgeteilt.

#### **6.1.3.2.3 Im Inventar verwendete Tierplattzzahlen (4.A, 4.B)**

Die der deutschen Berichterstattung zugrunde liegenden Tierplattzzahlen sind in Tabelle 160 zusammengestellt. Zu den Unsicherheiten der Tierzahlen siehe Tabelle 193 in Kapitel 6.1.5.

Tabelle 160: Zahl der in die deutsche Berichterstattung eingehenden Tierplätze (4.A, 4.B) in 1.000

[in 1000]	Milch-kühe	übrige Rinder	Schweine	Schafe	Ziegen	Pferde	Esel und Maultiere	Büffel	Geflügel
<b>1990</b>	6.355	13.133	26.502	3.266	90	491	8,5	0,00	113.879
<b>1991</b>	5.632	11.502	22.183	3.250	86	511	8,5	0,00	108.770
<b>1992</b>	5.365	10.843	22.618	2.999	90	531	8,5	0,00	103.662
<b>1993</b>	5.301	10.597	22.238	3.001	92	565	8,5	0,00	106.805
<b>1994</b>	5.273	10.690	21.148	2.882	95	599	8,5	0,00	109.948
<b>1995</b>	5.229	10.661	20.387	2.991	100	626	8,5	0,00	111.228
<b>1996</b>	5.195	10.565	20.809	2.953	105	652	8,5	0,06	112.507
<b>1997</b>	5.026	10.201	21.248	2.885	115	594	8,5	0,18	114.439
<b>1998</b>	4.833	10.110	22.500	2.869	125	535	8,5	0,31	116.371
<b>1999</b>	4.765	10.131	22.138	2.724	135	476	8,5	0,43	118.303
<b>2000</b>	4.570	9.968	21.768	2.743	140	491	8,5	0,64	120.180
<b>2001</b>	4.549	10.055	21.792	2.771	160	506	8,5	0,63	122.056
<b>2002</b>	4.427	9.560	22.110	2.722	160	516	8,5	0,76	122.732
<b>2003</b>	4.371	9.273	22.352	2.697	160	525	8,5	0,89	123.408
<b>2004</b>	4.285	8.911	21.758	2.714	160	512	8,5	1,02	121.984
<b>2005</b>	4.236	8.799	22.743	2.643	170	500	8,5	1,19	120.561
<b>2006</b>	4.082	8.667	22.417	2.561	180	521	8,5	1,32	123.712
<b>2007</b>	4.071	8.615	22.985	2.538	180	542	8,5	1,54	126.863
<b>2008</b>	4.218	8.752	22.677	2.437	190	515	8,5	1,79	127.542
<b>2009</b>	4.205	8.739	23.021	2.350	220	489	8,5	2,11	128.221
<b>2010</b>	4.183	8.626	22.244	2.089	150	462	8,5	2,36	128.900
<b>2011</b>	4.190	8.338	22.788	1.660	150	462	8,5	2,68	132.344
<b>2012</b>	4.190	8.316	23.648	1.643	150	462	8,5	2,83	132.344

#### **6.1.3.3 Leistungs-, Energie- und Futterdaten (4.A, 4.B)**

Die Berechnung von Emissionen nach einem Tier-2-Verfahren erfordert Angaben zur tierischen Leistung (Tiergewicht, Gewichtszunahme, Milchleistung, Milcheiweißgehalt, Milchfettgehalt, Geburtenzahl, Eianzahl und -gewicht) und zum Futter (Phasenfütterung, Futterbestandteile, Protein- und Energiegehalt, Umsetzbarkeit von Energie, Verdaulichkeit von organischer Substanz). Zur Aufteilung der vom Statistischen Bundesamt berichteten Puten-Gesamtzahl in Hähne und Hennen wird das Geschlechterverhältnis benötigt. Die benötigten Daten sind zum großen Teil nicht aus der amtlichen Statistik erhältlich. Sie wurden der allgemein verfügbaren Fachliteratur, Veröffentlichungen von Verbänden oder Regelwerken für die landwirtschaftliche Beratung in Deutschland entnommen oder durch Expertenbefragung gewonnen.

Tabelle 161 zeigt die mittleren Tiergewichte für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel. Außer für Milchkühe weichen die Werte von denen im NIR 2013 berichteten Daten geringfügig ab, da die Methode zur Aggregierung innerhalb der Kategorien und von der regionalen auf die nationale Ebene verbessert wurde. Diese Korrektur hatte keinen Einfluss auf die Emissionsergebnisse, da die nationalen Mittelwerte der Tiergewichte keine Eingangsdaten waren, sondern lediglich der Datenübersicht dienen. Zu Details der Berechnung der mittleren Tiergewichte siehe HAENEL et al. (2014).

Tabelle 161: Mittlere Tiergewichte (4.B)

[kg Tier <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	607,9	599,1	619,3	631,1	623,1	621,8	631,9	626,7	636,2	640,4
übrige Rinder	348,0	343,9	356,4	362,4	360,4	361,5	366,6	364,9	372,2	375,2
Schweine	66,7	67,4	68,2	68,0	68,3	69,0	69,0	68,8	68,4	67,9
Geflügel	1,76	1,79	1,80	1,72	1,69	1,66	1,63	1,63	1,67	1,63
[kg Tier <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	644,3	654,0	648,3	644,6	641,3	645,8	647,4	651,3	645,3	642,0
übrige Rinder	379,4	384,5	378,4	377,8	375,8	377,3	380,6	384,1	377,9	377,7
Schweine	67,3	67,5	67,4	67,7	67,4	67,0	66,9	66,9	66,6	66,7
Geflügel	1,82	1,83	1,78	1,89	2,01	2,00	1,96	2,00	1,92	1,93
[kg Tier <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	646,8	648,0	646,0							
übrige Rinder	379,7	378,3	377,9							
Schweine	65,3	64,1	63,7							
Geflügel	1,97	1,99	2,00							

Die Tiergewichte von Schafen, Ziegen, Pferden, Eseln und Maultieren sowie Büffeln sind nicht aufgeführt, da sie nicht in die Emissionsberechnungen eingehen. Sie werden dennoch in den CRF-Tabellen berichtet (basierend auf IPCC-Defaultwerten oder deutschen Standardwerten).

Tabelle 162 zeigt die mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen, die der jährlichen Milchleistung dividiert durch 365 Tage entspricht. Die Werte weichen in einzelnen Jahren geringfügig vom NIR 2013 ab, da die Aggregierung der regionalen Daten zu den dargestellten nationalen Werten verbessert wurde. Die Emissionsberechnung blieb von der Änderung der Aggregierungsmethodik unbeeinflusst, da die aggregierten Daten keine Eingangsdaten waren.

Tabelle 162: Mittlere tägliche Milchleistung bei Milchkühen (4.A)

[kg d <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchleistung	12,9	13,4	14,0	14,3	14,4	14,8	15,1	15,5	15,9	16,2
[kg d <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchleistung	16,6	17,1	17,4	17,9	18,0	18,5	18,8	19,0	18,7	19,1
[kg d <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchleistung	19,4	19,8	19,9							

Bei Milchkühen, Färsen, Mastbullen, Sauen, Aufzuchtferkeln und Mastschweinen wird die Gesamtenergie-Aufnahme (GE) leistungsabhängig berechnet. Hierfür wird angenommen, dass die Fütterung den tierischen NEL- bzw. ME-Energiebedarf<sup>74</sup> genau deckt. Aus dem Energiebedarf und dem mittleren NEL- bzw. ME-Energiegehalt des Futters wird ermittelt, welche Menge Futter bei gegebener Futterzusammensetzung zur Deckung des NEL- bzw.

<sup>74</sup> Der Energiebedarf wird bei der Milchkuh in der Einheit „Netto Energie Laktation (NEL)“ angegeben (siehe KIRCHGESSNER et al., 2008), während bei den anderen Tieren mit Energiebedarfsberechnung im deutschen Inventar die Einheit „Umsetzbare Energie (ME, metabolic energy)“ verwendet wird (siehe z. B. GfE, 2006).

ME-Energiebedarfs aufgenommen wird (HAENEL et al., 2014). Aus der aufgenommenen Futtermenge und dem mittleren GE-Gehalt des Futters wird die vom Tier aufgenommene Gesamtenergie GE berechnet. Bei Kälbern, Mutterkühen, männlichen Rindern ab 2 Jahren, Ebern, Ziegen, Schafen, Büffeln, Pferden sowie Eseln und Maultieren wird die GE-Aufnahme mit Hilfe von Standardwerten ermittelt. Für Geflügel wird keine GE-Aufnahme berechnet.

Gegenüber dem NIR 2013 wurden folgende Leistungsdaten oder mit der Leistung in Zusammenhang stehende Daten und Methoden geändert (siehe dazu auch HAENEL et al., 2014). Dabei sind die Änderungen bei den Milchkühen und vor allem bei den Mastschweinen von größerer Bedeutung als die übrigen Änderungen:

- **Rinder (Aktivitätsdaten):** Die Stickstoffgehalte der Tierkörper wurden harmonisiert.
- **Milchkühe (Aktivitätsdaten, Methodik):** Beim Kraftfutter (Milchleistungsfutter und Rapskuchen) wurden Rohfaser- und Proteingehalte aktualisiert. Die Berechnung der effektiven Futtermitteleigenschaft „Verdaulichkeit organischer Substanz“ wurde verbessert. In der Futteraufnahmeberechnung wurde die Kraftfuttermenge bei sehr niedrigen Milchleistungen auf null gesetzt.
- **Färse, Mastbullen und Schweine (Aktivitätsdaten, Methodik):** Die Berechnung der effektiven Futtermitteleigenschaft „Verdaulichkeit organischer Substanz“ wurde verbessert. Bei den Mastbullen wurden Aktivitätsdaten (Tiergewicht, Schlachtalter) ab 1999 aktualisiert.
- **Sauen (Aktivitätsdaten, Methodik):** Die bisherige Modellierung der N-reduzierten Fütterung entfiel, da sie laut neuem Expertenurteil (KTBL, Statistisches Bundesamt) weit weniger verbreitet ist als bisher im Inventar angenommen und genauere Daten nicht verfügbar sind.
- **Mastschweine (Aktivitätsdaten, Methodik):** Die Fütterungsberechnung wurde überarbeitet. Grundlage waren die Ergebnisse der Erhebung des Statistischen Bundesamtes zum Proteineinsatz in der Schweinefütterung im Zeitraum November 2010 – Oktober 2011 und die daraus mithilfe von Expertenschätzungen ableitbaren Zeitreihen für 1990 – 2012. Neben der Berücksichtigung der erhobenen N-Gehalte wurde dazu auch das Modul zur Berechnung des tierischen Energiebedarfs modifiziert, um einphasige und mehrphasige Fütterung berücksichtigen zu können. Zusätzlich wurden aufgrund der o. g. Erhebung die Durchgangszahlen von 2010 aktualisiert (Verringerung im nationalen Mittel). Sie wurden mangels neuerer Daten für 2011 und 2012 beibehalten.
- **Schafe (Aktivitätsdaten):** Aufgrund aktualisierter Daten des Statistischen Bundesamtes wurde eine längere Weidedauer angesetzt.
- **Geflügel (Aktivitätsdaten):** Die Endgewichte der Masthähnchen und – hühnchen wurden für 2011 aktualisiert (erhöht). Die Tiergewichte der Jung- und Legehennen wurden im Rahmen einer Datenaktualisierung für 2010 und 2011 angehoben. Bei den Putenhähnen wurden die Gewichts- und Zuwachsdaten für die Jahre 2010 und 2011 aktualisiert (Endgewicht 2010 verringert, 2011 erhöht; Zuwachsrate 2011 erhöht und 2011 verringert). Bei den Putenhennen wurde das Endgewicht 2010 und 2011 verringert und der Zuwachs in beiden Jahren angehoben.

Tabelle 163 zeigt für Milchkühe, übrige Rinder sowie Schweine die tägliche Gesamtenergie-Aufnahme GE. Zu den Änderungen gegenüber dem NIR 2013 siehe Kapitel 6.2.5.

## Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

Umweltbundesamt

Tabelle 163: Mittlere tägliche Gesamtenergie-Aufnahme (GE) (4.A)

[MJ Platz <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	259,8	263,3	271,0	276,0	275,7	278,6	282,3	284,2	288,6	291,9
übrige Rinder	105,7	105,3	107,8	108,8	107,5	108,4	108,5	108,5	109,2	110,7
Schweine	27,3	27,9	28,2	28,4	28,6	28,8	29,1	29,1	29,5	29,2
[MJ Platz <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	295,8	301,2	302,6	306,1	306,9	310,5	312,0	315,0	311,1	314,3
übrige Rinder	110,5	111,2	109,8	109,7	109,3	109,5	109,7	109,7	109,1	109,4
Schweine	29,3	29,7	29,8	29,6	29,9	29,8	29,9	30,0	30,0	30,0
[MJ Platz <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	317,7	320,4	321,0							
übrige Rinder	109,3	108,9	108,6							
Schweine	30,0	29,6	29,7							

Tabelle 164 bis Tabelle 166 zeigen für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine die Eingangsdaten für die VS-Berechnung, die der Berechnung der CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zugrunde liegt (siehe Kapitel 6.3.2.2.1). Es handelt sich um Trockenmasseaufnahme, Verdaulichkeit organischer Substanz und Aschegehalt des Futters. Die Trockenmasseaufnahme ergibt sich aus der Futteraufnahme unter Berücksichtigung des Trockenmassegehaltes der Futterkomponenten (siehe HAENEL et al., 2014). Die Verdaulichkeit organischer Substanz und der Aschegehalt des Futters sind als Futterkennwerte gegeben (BEYER et al., 2004; Herstellerangaben); sind die Daten nicht verfügbar, werden geeignete Ersatzwerte verwendet (siehe HAENEL et al., 2014). Abweichungen vom NIR 2013 resultieren nicht nur aus oben genannten Änderungen bei Leistungsdaten oder mit der Leistung in Zusammenhang stehende Daten und Methoden, sondern auch aus der Verbesserung der Aggregation der einzelnen Tierkategorien zu Sammelkategorien (übrige Rinder, Schweine).

Tabelle 164: Tägliche Trockenmasseaufnahme (4.B(a)s1)

[kg <sup>-1</sup> Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	14,17	14,34	14,73	14,99	14,96	15,11	15,30	15,39	15,62	15,79
übrige Rinder	5,79	5,77	5,91	5,96	5,89	5,94	5,94	5,94	5,98	6,07
Schweine	1,66	1,70	1,72	1,73	1,74	1,75	1,77	1,77	1,79	1,77
[kg <sup>-1</sup> Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	15,99	16,26	16,33	16,51	16,55	16,73	16,81	16,96	16,77	16,93
übrige Rinder	6,05	6,09	6,01	6,01	5,98	5,99	6,01	6,01	5,97	5,99
Schweine	1,78	1,80	1,81	1,80	1,82	1,81	1,82	1,82	1,82	1,82
[kg <sup>-1</sup> Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	17,1	17,2	17,2							
übrige Rinder	5,98	5,96	5,96							
Schweine	1,82	1,80	1,80							

Tabelle 165: Verdaulichkeit von organischer Substanz im Futter (4.B(a)s1)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	72,9	73,0	73,2	73,3	73,3	73,4	73,5	73,6	73,7	73,8
übrige Rinder	73,0	73,0	73,0	73,0	72,9	72,9	72,9	72,9	72,9	72,8
Schweine	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	73,9	74,0	74,0	74,2	74,2	74,3	74,3	74,4	74,3	74,4
übrige Rinder	72,8	72,8	72,9	72,9	72,9	73,0	73,0	73,0	73,1	73,1
Schweine	84,8	84,7	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8	84,8
[%]	2010	2011	2012							
Milchkühe	74,5	74,6	74,6							
übrige Rinder	73,1	73,1	73,1							
Schweine	84,8	84,8	84,9							

Tabelle 166: Aschegehalt des Futters

[kg kg <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	0,096	0,095	0,095	0,094	0,093	0,092	0,092	0,092	0,091	0,091
übrige Rinder	0,089	0,089	0,090	0,090	0,090	0,091	0,091	0,091	0,092	0,092
Schweine	0,056	0,057	0,057	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
[kg kg <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	0,091	0,090	0,090	0,089	0,089	0,089	0,088	0,088	0,088	0,088
übrige Rinder	0,092	0,091	0,091	0,091	0,091	0,092	0,091	0,091	0,091	0,091
Schweine	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
[kg kg <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	0,088	0,087	0,087							
übrige Rinder	0,091	0,091	0,091							
Schweine	0,056	0,056	0,056							

Weitere Angaben zur Tierhaltung, z. B. zu Ausscheidungen (VS, N), finden sich in den nachfolgenden Kapiteln.

In keinem der verwendeten Tiermodelle geht die mittlere prozentuale Trächtigkeit ein. Sie wird der Vollständigkeit halber dennoch in CRF-Tabelle 4.A berichtet.

#### 6.1.3.4 N-Ausscheidungen (4.B)

Bei Milchkühen, Färsen, Mastbullern, Schweinen, Legehennen, Junghennen, Masthähnchen und -hühnchen, Enten sowie Putenhähnen und Putenhennen werden die N-Ausscheidungen leistungsabhängig berechnet. Für die übrigen Tiere werden die N-Ausscheidungswerte der deutschen Fachliteratur entnommen (siehe HAENEL et al., 2014).

Die leistungsabhängige Berechnung der N-Ausscheidung basiert auf der Annahme einer Fütterung, die genau den Energiebedarf deckt (siehe Kapitel 6.1.3.3). Die vom Tier aufgenommene N-Menge ergibt sich aus der aufgenommenen Futtermenge und dem mittleren N-Gehalt der Futterration, der den nationalen Fütterungsempfehlungen entspricht. Von der aufgenommenen N-Menge werden die wachstumsbedingte N-Retention, die N-Abgabe über Produkte (Milch/Eier) sowie die N-Verluste durch Trächtigkeit/Nachwuchs abgezogen. Die verbleibende N-Menge ist die N-Ausscheidung:

In die Berechnung der N-Ausscheidung gehen folgende Parameter ein:

- Milchkühe: Milchleistung, Milcheiweiß-Gehalt, Milchfett-Gehalt, Tiergewicht, Gewichtszunahme, Zahl der Geburten pro Jahr, Futtereigenschaften
- Färsen und Mastbullern: Gewichtszunahme, Endgewicht und Futtereigenschaften
- Schweine: Tiergewicht; bei Sauen auch Zahl der Ferkel pro Jahr; bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen auch Gewichtszunahme und Futtereigenschaften
- Legehennen, Junghennen, Masthähnchen und -hühnchen, Enten, Puten: Gewichtszunahme, Endgewicht; bei Legehennen auch Legeleistung und Futtereigenschaften.

Bei Tierkategorien mit Weidegang werden die pro Tierplatz und Jahr berechneten N-Ausscheidungen auf Weide und Stall aufgeteilt, da nur die Ausscheidungen im Stall in die Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen unter 4.B einfließen. Diese Aufteilung erfolgt proportional zu den relativen Zeitanteilen, die auf die Haltung im Stall und auf der Weide entfallen.

Tabelle 167 zeigt die Zeitreihe Gesamt-N-Ausscheidungen in der Tierhaltung.

Tabelle 167: Gesamt-N-Ausscheidungen in der Tierhaltung (Stall und Weide)

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	1590,2	1416,1	1396,2	1393,3	1369,6	1369,1	1377,8	1349,4	1352,8	1343,9
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	1324,1	1343,7	1307,2	1297,3	1271,6	1274,9	1251,7	1265,6	1270,0	1276,6
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
	1264,0	1259,2	1267,5							

Tabelle 168 zeigt die N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr für den vorliegenden NIR 2014 im Vergleich zu den entsprechenden Werten im NIR 2013. Für die nicht aufgeführten Tierarten ist die N-Ausscheidung zeitlich konstant und in NIR 2013 und NIR 2014 gleich: Ziegen (11,0 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>), Esel und Maultiere (33,4 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) und Büffel (82,0 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). Die Abweichungen gegenüber dem NIR 2013 bei Milchkühen, übrigen Rindern, Schweinen und Geflügel sind überwiegend bedingt durch Änderungen bei den Leistungsdaten (siehe Kapitel 6.1.3.3). Die Verbesserung der Aggregierung der regionalen Daten der N-Ausscheidung zum nationalen Mittelwert wirkt sich nur geringfügig aus. Die Modifikation der Datenaggregierung hatte keinen Einfluss auf die Emissionsergebnisse, da die nationalen Mittelwerte der N-Ausscheidungen keine Eingangsdaten waren, sondern lediglich der Datenübersicht dienen.

Tabelle 168: Die für den NIR 2014 und NIR 2013 berechneten N-Ausscheidungen pro Tierplatz und Jahr (4.B(b))

[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2014	97,5	99,3	102,7	104,8	102,2	103,1	104,3	104,7	106,3	107,3
Milchkühe 2013	97,4	99,2	102,6	104,7	102,1	103,0	104,2	104,6	106,2	107,2
übrige Rinder 2014	41,8	41,9	43,0	43,5	43,3	43,8	44,0	44,1	44,4	44,9
übrige Rinder 2013	41,8	41,8	43,0	43,4	43,3	43,8	44,0	44,1	44,4	44,9
Schweine 2014	11,1	11,3	11,4	11,5	11,5	11,6	11,7	11,7	11,8	11,6
Schweine 2013	11,8	12,0	12,2	12,2	12,3	12,4	12,5	12,5	12,6	12,4
Schafe 2014	7,7	7,6	7,6	7,8	7,7	7,7	7,8	7,7	7,7	7,9
Schafe 2013	7,7	7,6	7,6	7,8	7,7	7,7	7,8	7,7	7,7	7,9
Pferde 2014	48,4	48,4	48,5	48,4	48,4	48,3	48,3	48,6	49,0	49,4
Pferde 2013	48,4	48,4	48,5	48,4	48,4	48,3	48,3	48,6	49,0	49,4
Geflügel 2014	0,68	0,68	0,69	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,65	0,63
Geflügel 2013	0,68	0,68	0,69	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,65	0,63
[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2014	108,6	110,7	110,7	111,7	112,0	113,3	113,9	115,1	113,0	114,1
Milchkühe 2013	108,5	110,6	110,6	111,6	111,9	113,2	113,8	115,0	112,9	114,0
übrige Rinder 2014	44,9	45,1	44,6	44,7	44,6	44,7	44,7	44,6	44,4	44,5
übrige Rinder 2013	44,9	45,1	44,6	44,7	44,6	44,6	44,7	44,6	44,4	44,5
Schweine 2014	11,6	11,7	11,8	11,7	11,8	11,7	11,7	11,7	11,7	11,6
Schweine 2013	12,4	12,6	12,6	12,5	12,6	12,4	12,4	12,3	12,2	12,1
Schafe 2014	7,8	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,8
Schafe 2013	7,8	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,8
Pferde 2014	49,2	49,0	49,1	49,1	49,1	49,1	49,0	49,0	49,0	49,0
Pferde 2013	49,2	49,0	49,1	49,1	49,1	49,1	49,0	49,0	49,0	49,0
Geflügel 2014	0,67	0,67	0,66	0,68	0,73	0,74	0,72	0,74	0,73	0,74
Geflügel 2013	0,66	0,67	0,67	0,68	0,73	0,74	0,72	0,74	0,73	0,74
[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe 2014	115,3	116,6	116,9							
Milchkühe 2013	115,3	116,6								
übrige Rinder 2014	44,5	44,4	44,2							
übrige Rinder 2013	44,5	44,3								
Schweine 2014	11,6	11,3	11,3							
Schweine 2013	11,9	11,7								
Schafe 2014	8,2	8,4	8,4							
Schafe 2013	8,2	8,4								
Pferde 2014	49,0	49,0	49,0							
Pferde 2013	49,0	49,0								
Geflügel 2014	0,77	0,78	0,79							
Geflügel 2013	0,76	0,77								

Die für die drei verschiedenen Hauptkategorien von Haltungssystemen (güllebasiert, strohbasiert, Weide) berechneten Jahressummen an N-Ausscheidungen werden in Tabelle 169 bis Tabelle 171 aufgeführt.

Tabelle 169: Jahressummen der N-Ausscheidungen für güllebasierte Systeme (4.B(b))

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	340,4	309,6	305,3	306,4	381,6	381,8	384,3	373,1	371,2	370,2
übrige Rinder	319,3	284,7	271,4	264,4	262,4	259,5	256,2	245,2	243,3	245,6
Schweine	233,6	196,8	203,4	202,7	209,9	204,2	210,6	214,1	233,0	226,4
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel <sup>a</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,00	0,01	0,01	0,01
Geflügel	NO									
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	359,9	366,2	357,1	356,5	350,6	351,1	340,7	344,1	350,4	352,7
übrige Rinder	234,8	234,1	216,7	206,6	193,4	187,4	181,1	175,7	173,1	169,4
Schweine	223,1	226,8	231,8	233,9	230,2	239,4	237,6	245,0	241,3	244,9
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
Geflügel	NO									
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	354,9	359,2	359,9							
übrige Rinder	163,0	157,1	156,5							
Schweine	236,0	238,0	246,5							
Schafe	NO	NO	NO							
Ziegen	NO	NO	NO							
Pferde	NO	NO	NO							
Esel/Maultiere	NO	NO	NO							
Büffel	0,08	0,09	0,10							
Geflügel	NO	NO	NO							

<sup>a</sup> Bis 1995 gab es keine Büffel

# Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

Umweltbundesamt

Tabelle 170: Jahressummen der N-Ausscheidungen für strohbasierte Systeme (4.B(b))

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	166,3	146,3	144,1	146,5	82,9	82,6	82,7	80,4	73,1	72,4
übrige Rinder	144,3	122,0	119,5	120,2	123,0	126,5	126,4	123,5	122,8	125,1
Schweine	60,7	53,6	54,7	52,1	33,7	32,4	32,9	33,5	31,5	30,6
Schafe	11,4	10,9	10,1	10,3	9,9	10,3	10,2	10,0	9,9	9,6
Ziegen	0,65	0,62	0,65	0,67	0,69	0,72	0,76	0,83	0,90	0,98
Pferde	18,9	19,7	20,5	21,7	23,0	24,0	25,0	22,9	20,8	18,7
Esel/Maultiere	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Büffel <sup>a</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,00	0,01	0,01	0,01
Geflügel	77,1	74,2	71,2	70,7	71,6	71,7	71,6	73,3	75,8	74,2
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	71,8	73,4	72,7	72,8	72,6	73,6	72,2	73,4	75,0	76,1
übrige Rinder	129,0	134,7	130,5	130,7	129,2	131,4	133,0	135,5	141,3	145,2
Schweine	29,2	28,9	28,2	27,5	26,4	26,2	25,1	24,9	23,3	22,4
Schafe	9,6	9,7	9,5	9,6	9,5	9,2	8,9	8,8	8,4	8,2
Ziegen	1,01	1,16	1,16	1,16	1,16	1,23	1,30	1,30	1,37	1,59
Pferde	19,2	19,7	20,1	20,5	20,0	19,5	20,3	21,1	20,1	19,0
Esel/Maultiere	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Büffel	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
Geflügel	80,0	82,2	81,6	84,2	89,1	88,9	88,9	94,3	93,5	95,2
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	77,1	77,9	78,0							
übrige Rinder	146,9	141,6	140,6							
Schweine	20,9	20,5	20,4							
Schafe	7,7	6,3	6,2							
Ziegen	1,08	1,08	1,08							
Pferde	18,0	18,0	18,0							
Esel/Maultiere	0,23	0,23	0,23							
Büffel	0,08	0,09	0,10							
Geflügel	98,9	103,4	104,9							

<sup>a</sup> Bis 1995 gab es keine Büffel

Tabelle 171: Jahressummen der N-Ausscheidungen bei Weidegang (4.B(b))

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	113,2	103,5	101,6	102,4	74,4	74,5	74,9	72,6	69,4	68,8
übrige Rinder	85,0	74,7	75,1	75,9	77,6	81,2	82,3	81,0	82,8	83,9
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	13,9	13,7	12,8	12,9	12,4	12,8	12,8	12,4	12,3	11,9
Ziegen	0,34	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,40	0,43	0,47	0,51
Pferde	4,9	5,1	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	5,9	5,4	4,8
Esel/Maultiere	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Büffel <sup>a</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,00	0,00	0,00	0,01
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	64,6	63,9	60,3	59,0	56,5	55,2	51,9	50,9	51,1	50,9
übrige Rinder	84,2	84,8	79,7	77,0	75,1	74,1	73,4	73,3	74,3	74,6
Schweine	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Schafe	11,8	12,0	11,7	11,8	11,7	11,5	11,0	10,9	10,4	10,1
Ziegen	0,53	0,60	0,60	0,60	0,60	0,64	0,68	0,68	0,72	0,83
Pferde	5,0	5,1	5,2	5,3	5,2	5,0	5,3	5,5	5,2	4,9
Esel/Maultiere	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Büffel	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Geflügel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	50,4	51,5	51,8							
übrige Rinder	74,0	71,1	70,3							
Schweine	NO	NO	NO							
Schafe	9,5	7,7	7,7							
Ziegen	0,56	0,56	0,56							
Pferde	4,6	4,6	4,6							
Esel/Maultiere	0,06	0,06	0,06							
Büffel	0,03	0,04	0,04							
Geflügel	NO	NO	NO							

<sup>a</sup> Bis 1995 gab es keine Büffel

### 6.1.3.5 VS-Ausscheidungen (4.B)

Die Berechnung der VS-Ausscheidungen erfolgt für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel ohne Gänse mit dem nationalen Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011):

Gleichung 7: Berechnung der VS-Ausscheidungen

$$VS_i = m_{feed, DM, i} \cdot (1 - X_{DOM, i}) \cdot (1 - x_{ash, feed})$$

VS <sub>i</sub>	VS-Ausscheidung von Tierkategorie i (in kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
m <sub>feed, DM, i</sub>	Trockenmasse-Aufnahme, Tierkategorie i (in kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
X <sub>DOM, i</sub>	Verdaulichkeit organischer Substanz, Tierkategorie i (in kg kg <sup>-1</sup> )
X <sub>ash, i</sub>	Aschegehalt des Futters, Tierkategorie i (in kg kg <sup>-1</sup> )

Für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, und Büffel werden IPCC-Defaultwerte für VS verwendet. Für Gänse wird keine VS-Ausscheidung benötigt, da sie nach der Tier-1-Methode gerechnet werden.

Die Eingangsdaten für die VS-Berechnung sind: Trockenmasse-Aufnahme, Verdaulichkeit organischer Substanz und Aschegehalt des Futters; für eine Übersicht für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine siehe Kapitel 6.1.3.3.

Die mit nationalen Eingangsdaten berechneten VS-Ausscheidungen für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel ohne Gänse sind in Tabelle 172 dargestellt. Änderungen gegenüber dem NIR 2013 sind im Wesentlichen auf die Änderungen bei leistungsbestimmenden Daten zurück zu führen (siehe Kapitel 6.1.3.3), liegen geringfügig aber auch an der verbesserten Aggregierung der regional berechneten VS-Daten zum nationalen Mittelwert. Diese Modifikation der Datenaggregierung hatte keinen Einfluss auf

die Emissionsergebnisse, da die nationalen Mittelwerte der VS-Ausscheidungen keine Eingangsdaten waren, sondern lediglich der Datenübersicht dienen.

Tabelle 172: Tägliche VS-Ausscheidung für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel (ohne Gänse)(4.B(a)s1)

[kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	3,47	3,50	3,57	3,62	3,62	3,64	3,68	3,69	3,74	3,77
Übrige Rinder	1,43	1,42	1,45	1,47	1,45	1,46	1,46	1,46	1,47	1,50
Schweine	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26
Geflügel <sup>a</sup>	0,022	0,022	0,022	0,022	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
[kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	3,80	3,85	3,86	3,89	3,89	3,92	3,93	3,96	3,93	3,95
Übrige Rinder	1,49	1,50	1,48	1,48	1,47	1,47	1,47	1,47	1,46	1,47
Schweine	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Geflügel <sup>a</sup>	0,022	0,023	0,022	0,024	0,025	0,025	0,025	0,026	0,025	0,026
[kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	3,98	4,00	4,01							
Übrige Rinder	1,47	1,46	1,45							
Schweine	0,26	0,26	0,26							
Geflügel <sup>a</sup>	0,026	0,027	0,027							

<sup>a</sup> ohne Gänse

Für alle übrigen Tiere wurden die VS-Default-Werte nach IPCC (2006), Tabellen 10A-6 und 10A-9, übernommen, siehe Tabelle 173. Die Werte entsprechen denen aus IPCC (1996b), S. 4.47, Table B-7, oder sind höher (bei Ziegen und Pferden). Die VS-Ausscheidungen der Kleinpferde und Ponys wurden analog zum Verhältnis des Energiebedarfs (s. Kapitel 6.2.2.2) aus denen für Großpferde abgeleitet:

Tabelle 173: Tägliche VS-Ausscheidung pro Tierplatz für Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel (ohne Gänse) (4.B(a)s1)

[kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	VS
Schafe	0,40
Ziegen	0,30
Großpferde	2,13
Kleinpferde und Ponys	1,38
Esel und Maultiere	0,94
Büffel	3,90
Geflügel (ohne Gänse)	0,027

### 6.1.3.6 Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidezeiten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)

#### 6.1.3.6.1 Häufigkeitsverteilungen (4.A, 4.B, 4.D)

Das deutsche Inventar verwendet jährliche Häufigkeitsverteilungen von Haltungsformen (Anteile Weidehaltung/Stallhaltung; Anteile von Aufstellungsformen), Lagerungsformen und Wirtschaftsdünger-Ausbringungstechniken sowie Weidezeiten nach Tier-Unterkategorien. Auf Daten zu Güllevergärung und Gärrestelagerung wird in Kapitel 6.1.3.6.5 eingegangen.

Für die Jahre 1990 bis 1999 wurden die Häufigkeitsverteilungen zu Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie die Weidezeiten mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS

(Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationsSystem für Deutschland) gewonnen<sup>75</sup>. Datengrundlage für diese RAUMIS-Daten waren nationale Fachstatistiken auf sektoraler und Kreisebene, KTBL-Normdaten zur Beschreibung der Produktionsverfahren, Daten der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung, Sonderauswertungen des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (Bestandsgrößen-Klassenverteilung), sowie Daten aus Befragungen. Bei fehlenden statistischen Datengrundlagen wurde Expertenwissen in die Modellformulierung einbezogen.

Nach 1999 konnten die vorgenannten RAUMIS-Daten nicht mehr aktualisiert werden. Erst für das Jahr 2010 konnten durch die Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010), die Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden sowie die Erhebung über Wirtschaftsdünger-ausbringung im Kalenderjahr 2010 aktuelle Daten gewonnen werden. Die Lücke zwischen diesen Daten und den RAUMIS-Daten von 1999 wurde i. d. R. durch lineare Interpolation geschlossen. In einigen Fällen wurden die Daten der LZ 2010 im Inventar allerdings bereits ab 1990 verwendet, um vergleichsweise unsicherere RAUMIS-Daten oder Annahmen zu ersetzen. Für Schafe z. B. wurden erstmals in der Landwirtschaftszählung 2010 offizielle Daten zum Weidegang erhoben; sie werden für die Jahre ab 1990 verwendet und ersetzen frühere Annahmen. Die Ergebnisse dieser Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes wurden für den NIR 2014 aktualisiert.

Für Legehennen liegen ab 1993 für jedes Jahr Angaben zur Verteilung der Haltungsformen vor (Statistisches Bundesamt). Die Datenlücke 1990 bis 1992 wird durch Übernahme des Wertes von 1993 geschlossen.

Zusätzlich wurden aufgrund von KTBL-Experturteilen folgende Festlegungen getroffen:

- Kälber wurden bis 2002 zu 50 % in Anbindehaltung auf planbefestigtem Boden mit Einstreu und 50 % auf Tiefstreu und ab 2003 wegen des Verbots der Anbindehaltung zu 100 % auf Tiefstreu gehalten.
- Bei Färsen werden alle strohbasierten Systeme als planbefestigter Boden mit Einstreu geführt, da dies in Deutschland am gebräuchlichsten ist.
- Bei Mutterkühen werden alle strohbasierten Systeme als Tiefstreu geführt, da dies in Deutschland am gebräuchlichsten ist.

Die Daten der LZ 2010 wurden auch für 2011 und 2012 verwendet, weil sich die Rahmenbedingungen der Tierhaltung nicht wesentlich geändert haben. Aktualisiert gegenüber 2010 wurden allerdings die Einarbeitungsfristen für Gülle für 2012, da auf unbewachsenen Boden ausgebrachter Flüssigmist (incl. flüssige Gärreste) aufgrund präzisierter rechtlicher Durchführungsbestimmungen generell innerhalb von 4 Stunden einzuarbeiten ist.

Überdies wurde durch KTBL die Anzahl der Abluftreinigungsanlagen in Schweineställen (betrifft die für 4.D relevanten NH<sub>3</sub>-Emissionen) und der Anteil der anaeroben Vergärung von Gülle in Biogasanlagen aktualisiert.

Die dem deutschen Inventar zugrunde liegenden Verteilungen von Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Angaben zum Weidegang sind in Tabelle 389, Tabelle 390 und Tabelle 391 im Anhangkapitel 19.4.1 wiedergegeben. Diese Tabellen beinhalten auch die

<sup>75</sup> RAUMIS wird am Institut für Ländliche Räume des von Thünen-Instituts (vTI; bis 2008: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, FAL) betrieben. Für eine Einführung siehe WEINGARTEN (1995); eine detaillierte Beschreibung ist in HENRICHSMAYER et al. (1996) zu finden.

anaerob vergorene Gülle in Biogasanlagen, welche nach IPCC (2000) als separates Lagerverfahren behandelt wird, siehe Kapitel 6.1.3.6.5.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die in den CRF-Tabellen zu berichtenden Häufigkeiten der verschiedenen Wirtschaftsdünger-Managementsysteme in % des insgesamt ausgeschiedenen N. Dabei wird berücksichtigt, dass es bis 1995 keine Büffel gab.

Tabelle 174: Relative Anteile güllebasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	54,9	55,3	55,4	55,2	70,8	70,8	70,9	70,9	72,3	72,4
übrige Rinder	58,2	59,1	58,2	57,4	56,7	55,5	55,1	54,5	54,2	54,0
Schweine	79,4	78,6	78,8	79,6	86,2	86,3	86,5	86,5	88,1	88,1
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel <sup>a</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	NO									
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	72,5	72,7	72,9	73,0	73,1	73,2	73,3	73,5	73,5	73,5
übrige Rinder	52,4	51,6	50,8	49,9	48,6	47,7	46,7	45,7	44,5	43,5
Schweine	88,4	88,7	89,1	89,5	89,7	90,1	90,4	90,8	91,2	91,6
Schafe	NO									
Ziegen	NO									
Pferde	NO									
Esel/Maultiere	NO									
Büffel	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	NO									
[%]	2010	2011	2012							
Milchkühe	73,6	73,5	73,5							
übrige Rinder	42,5	42,5	42,6							
Schweine	91,9	92,1	92,3							
Schafe	NO	NO	NO							
Ziegen	NO	NO	NO							
Pferde	NO	NO	NO							
Esel/Maultiere	NO	NO	NO							
Büffel	42,0	42,0	42,0							
Geflügel	NO	NO	NO							

<sup>a</sup> Bis 1995 gab es keine Büffel

# Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

**Umweltbundesamt**

Tabelle 175: Relative Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	26,8	26,2	26,2	26,4	15,4	15,3	15,3	15,3	14,2	14,2
übrige Rinder	26,3	25,3	25,6	26,1	26,6	27,1	27,2	27,5	27,4	27,5
Schweine	20,6	21,4	21,2	20,4	13,8	13,7	13,5	13,5	11,9	11,9
Schafe	44,9	44,4	44,2	44,4	44,4	44,5	44,4	44,7	44,6	44,8
Ziegen	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8
Pferde	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Esel/Maultiere	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Büffel <sup>a</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	14,5	14,6	14,8	14,9	15,1	15,3	15,5	15,7	15,7	15,9
übrige Rinder	28,8	29,7	30,6	31,6	32,5	33,4	34,3	35,2	36,3	37,3
Schweine	11,6	11,3	10,9	10,5	10,3	9,9	9,6	9,2	8,8	8,4
Schafe	44,9	44,8	44,9	44,7	44,7	44,6	44,6	44,6	44,7	44,8
Ziegen	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8
Pferde	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Esel/Maultiere	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5
Büffel	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
Geflügel	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
[%]	2010	2011	2012							
Milchkühe	16,0	15,9	15,9							
übrige Rinder	38,3	38,3	38,3							
Schweine	8,1	7,9	7,7							
Schafe	44,7	44,8	44,8							
Ziegen	65,8	65,8	65,8							
Pferde	79,5	79,5	79,5							
Esel/Maultiere	79,5	79,5	79,5							
Büffel	42,0	42,0	42,0							
Geflügel	100	100	100							

<sup>a</sup> Bis 1995 gab es keine Büffel

Tabelle 176: Weidegang: relative Haltungssystem-Anteile in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	18,3	18,5	18,4	18,4	13,8	13,8	13,8	13,8	13,5	13,4
übrige Rinder	15,5	15,5	16,1	16,5	16,8	17,4	17,7	18,0	18,5	18,5
Schweine	NO									
Schafe	55,1	55,6	55,8	55,6	55,6	55,5	55,6	55,3	55,4	55,2
Ziegen	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2
Pferde	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Esel/Maultiere	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Büffel <sup>a</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	16,0	16,0	16,0	16,0
Geflügel	NO									
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	13,0	12,7	12,3	12,1	11,8	11,5	11,2	10,9	10,7	10,6
übrige Rinder	18,8	18,7	18,7	18,6	18,9	18,9	19,0	19,1	19,1	19,2
Schweine	NO									
Schafe	55,1	55,2	55,1	55,3	55,3	55,4	55,4	55,4	55,3	55,2
Ziegen	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2
Pferde	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Esel/Maultiere	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Büffel	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Geflügel	NO									
[%]	2010	2011	2012							
Milchkühe	10,4	10,5	10,6							
übrige Rinder	19,3	19,2	19,1							
Schweine	NO	NO	NO							
Schafe	55,3	55,2	55,2							
Ziegen	34,2	34,2	34,2							
Pferde	20,5	20,5	20,5							
Esel/Maultiere	20,5	20,5	20,5							
Büffel	16,0	16,0	16,0							
Geflügel	NO	NO	NO							

<sup>a</sup> Bis 1995 gab es keine Büffel

### 6.1.3.6.2 Einstreu bei Festmistsystemen (4.B)

Einstreu wird bei der Berechnung der Emissionen von  $\text{N}_2\text{O}$  und NO aus dem Wirtschaftsdünger-Management in Form von Stroh mit einem N-Anteil an der Trockenmasse von 0,58 % berücksichtigt (siehe HAENEL et al., 2014). In Tabelle 389 in Kapitel 19.4.1 sind die vom Tierhaltungsverfahren abhängigen Einstreumengen in Frischmasse aufgeführt. Tabelle 177 zeigt die daraus resultierenden Gesamt-N-Einträge durch Einstreu nach Jahren und Tierkategorien (angenommener Trockenmassegehalt: 86 %). Abweichungen gegenüber dem NIR 2013 liegen im Wesentlichen in der Überarbeitung der Aggregierung auf Bundesebene begründet. Bei den Schafen wirkt sich überwiegend die gegenüber dem NIR 2013 geänderte (verlängerte) Weidedauer aus.

Tabelle 177: Jahressummen des N-Eintrags durch Einstreu in strohbasierten Systemen (4.B(b))

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	17,1	14,7	13,9	13,8	7,7	7,6	7,6	7,3	6,6	6,4
übrige Rinder	20,3	17,1	16,8	16,9	17,6	18,1	18,0	17,6	17,6	18,0
Schweine	3,18	2,86	2,91	2,79	1,87	1,78	1,80	1,83	1,70	1,65
Schafe	0,83	0,80	0,74	0,76	0,72	0,75	0,75	0,73	0,72	0,70
Ziegen	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
Pferde	6,46	6,73	7,00	7,43	7,87	8,22	8,57	7,84	7,12	6,40
Esel/Maultiere	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Büffel <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Geflügel	0,77	0,78	0,78	0,82	0,85	0,89	0,93	0,96	0,99	1,02
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7	6,7	6,5	6,5	6,7	6,7
übrige Rinder	18,5	19,1	18,4	18,2	17,9	18,1	18,1	18,3	19,0	19,3
Schweine	1,58	1,53	1,51	1,48	1,40	1,41	1,36	1,35	1,28	1,26
Schafe	0,70	0,71	0,70	0,70	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62	0,60
Ziegen	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,11
Pferde	6,57	6,75	6,88	7,00	6,84	6,67	6,95	7,22	6,87	6,51
Esel/Maultiere	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Büffel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Geflügel	1,08	1,13	1,19	1,25	1,25	1,24	1,27	1,30	1,35	1,42
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	6,7	6,7	6,7							
übrige Rinder	19,4	18,7	18,6							
Schweine	1,18	1,18	1,19							
Schafe	0,56	0,46	0,45							
Ziegen	0,07	0,07	0,07							
Pferde	6,15	6,15	6,15							
Esel/Maultiere	0,08	0,08	0,08							
Büffel	0,01	0,01	0,01							
Geflügel	1,48	1,53	1,53							

<sup>a</sup> Bis 1995 einschließlich gab es keine Büffel

### 6.1.3.6.3 Maximale Methan-Bildungsrate Bo (4.B)

Die mit der Lagerung von Wirtschaftsdünger verbundene Methanbildung wird für die Emissionsberechnung (siehe Kapitel 6.3.2.2.1) durch die tierspezifische maximale Methan-Bildungsrate  $B_o$  und den lagerspezifischen Methan-Umwandlungsfaktor  $MCF$  charakterisiert. Zum  $MCF$  siehe Kapitel 6.1.3.6.4.

Tabelle 178 zeigt die verwendeten  $B_o$ -Werte. Bei Rindern und Schweinen handelt es sich um nationale Daten (DÄMMGEN et al., 2012a). Für die übrigen in dieser Tabelle aufgeführten Tiere wurden IPCC-Default-Werte (IPCC, 2006: 10.77 ff) verwendet. Außer bei Geflügel entsprechen diese Werte denen aus IPCC (1996b), S. 4.45 / Table B-5 und S. 4.47 / Table B-7, oder sind, mit Ausnahme der Pferde, höher. Pferde werden von IPCC (1996b) mit 0,33  $\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$  angegeben. Für Geflügel insgesamt liegt der  $B_o$ -Default-Wert in IPCC (1996b), Table B-7, bei 0,32  $\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$  und damit unterhalb der für Deutschland geschätzten

Mittelwert-Zeitreihe, siehe Tabelle 179. Für diese Zeitreihe wurde für Junghennen und Gänse mangels  $B_o$ -Default-Werten der höchste Geflügel-Wert aus Tabelle 179 (Legehennen: 0,39  $\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$ ) unterstellt. (Im Inventar wird für Gänse allerdings kein Gänse- $B_o$  benötigt, da mit der mit Tier 1-Methodik gerechnet wird.)

Tabelle 178: Maximale Methan-Bildungskapazität  $B_o$ 

[ $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ ]	$B_o$
Rinder	0,23
Schweine	0,30
Schafe	0,19
Ziegen	0,18
Pferde	0,30
Esel und Maultiere	0,33
Büffel	0,10
Legehennen	0,39
Masthähnchen	0,36
Enten	0,36
Puten	0,36

Tabelle 179: Maximale Methan-Bildungskapazität  $B_o$  für Geflügel (4.B(a)s1)

[ $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Geflügel	0,374	0,374	0,373	0,373	0,373	0,372	0,372	0,372	0,371	0,371
[ $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Geflügel	0,371	0,371	0,371	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,369	0,369
[ $\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ ]	2010	2011	2012							
Geflügel	0,368	0,368	0,368							

#### 6.1.3.6.4 Methan-Umwandlungsfaktoren MCF (4.B)

In Tabelle 180 sind die MCF-Werte für Rinder nach den in Deutschland gebräuchlichen Lagerungsverfahren dargestellt, wobei die nach DÄMMGEN et al. (2012a) angenommenen nationalen Werte fettgedruckt sind. Sie entsprechen den Angaben in IPCC (2006)-10.44ff für eine Jahresmitteltemperatur von  $\leq 10^\circ\text{C}$ , die repräsentativ für Deutschland ist. Für „Weide“ wird der IPCC (2000)-Defaultwert verwendet. Für „Flüssigmist mit fester Abdeckung“ (incl. Zeltstrukturen), „Flüssigmist mit Schwimmdecke aus Strohhäckseln“ und „Flüssigmist mit schwimmender Abdeckfolie“ wurde konservativ der MCF von „Flüssigmist ohne Schwimmdecke“ übernommen.

Tabelle 180: Methan-Umwandlungsfaktoren MCF für Rinder (4.B(a)s1). Fettgedruckte Werte nach DÄMMGEN et al. (2012a); weitere Details: siehe Text.

		MCF [ $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ] <sup>a</sup>
<b>Flüssigmist</b>	Außenlager ohne Abdeckung, ohne Schwimmdecke	<b>0,17</b>
	feste Abdeckung	<b>0,17</b>
	natürliche Schwimmdecke	<b>0,10</b>
	Schwimmdecke aus Strohhäckseln	0,17
<b>Festmist</b>	schwimmende Abdeckfolie	0,17
	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	<b>0,17</b>
	Tiefstreu	<b>0,17</b>
<b>Weide</b>	Festmistlager	<b>0,02</b>
		0,01

<sup>a</sup> IPCC gibt den MCF in Prozent (von  $B_o$ ) an, weshalb im deutschen Inventar die Einheit  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  verwendet wird.

Tabelle 181 zeigt die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für die Wirtschaftsdüngerlagerung in der Schweinehaltung. Analog zur Rinderhaltung handelt es sich um nationale *MCF* für die gebräuchlichsten Lagerungsverfahren (DÄMMGEN et al., 2012a) und konservativ verwendete IPCC Default-Werte. Freilandhaltung von Schweinen („Weide“) ist in Deutschland von sehr geringer Bedeutung und wird daher im Inventar nicht berücksichtigt.

Tabelle 181: Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für Schweine (4.B(a)s1). Fettgedruckte Werte nach DÄMMGEN et al. (2012a)

		<b>MCF [m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>] <sup>a</sup></b>
<b>Flüssigmist</b>	Außenlager ohne Abdeckung, ohne Schwimmdecke	<b>0,25</b>
	feste Abdeckung	<b>0,25</b>
	natürliche Schwimmdecke	<b>0,15</b>
	Schwimmdecke aus Strohhäckseln	0,25
	schwimmende Abdeckfolie	0,25
<b>Festmist</b>	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	<b>0,25</b>
	Tiefstreu	<b>0,25</b>
	Festmistlager	<b>0,03</b>

<sup>a</sup> IPCC gibt den *MCF* in Prozent (von  $B_0$ ) an, weshalb im deutschen Inventar die Einheit m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> verwendet wird.

Die *MCF*-Werte für die Güllevergärung mit Gärrestelagerung bei Rindern und Schweinen (siehe Kapitel 6.1.3.6.5) sind in Tabelle 180 und Tabelle 181 nicht angegeben, da sie nicht konstant sind.

Für die Wirtschaftsdüngerlagerung der übrigen Tiere (Ziegen, Schafe, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel) werden IPCC-Defaultwerte verwendet (siehe Tabelle 182), wobei aus Gründen der Konsistenz mit Rinder- und Schweine-MCF-Werten die Daten aus IPCC (2006)-10.44ff zum Einsatz kommen.

Tabelle 182: Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für Ziegen, Schafe, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel und Geflügel (4.B(a)s1)

<b>MCF [m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>] <sup>a</sup></b>	
<b>Flüssigmist mit natürlicher Schwimmdecke</b>	0,10
<b>Festmistlager</b>	0,02
<b>Geflügelmist</b>	0,015
<b>Weide</b>	0,01

<sup>a</sup> IPCC gibt den *MCF* in Prozent (von  $B_0$ ) an, weshalb im deutschen Inventar die Einheit m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> verwendet wird.

Generell sind die von Deutschland verwendeten *MCF*-Werte höher als die von IPCC (1996b) für kühles Klima angegebenen Werte (0,1 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> für alle Flüssigmistverfahren; 0,01 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> für Festmistlager und Weide; keine Angabe für Tiefstreu).

Tabelle 183 zeigt die sich im Mittel über alle güllebasierten Systeme ergebenden *MCF*-Werte für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine. Abweichend von der im deutschen Inventar verwendeten *MCF*-Einheit (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) erfolgt die Angabe in Tabelle 183 in Prozent, da dies auch die Einheit ist, die in den CRF-Tabellen verwendet wird. In diesen Mittelwerten sind bei Milchkühen und Schweinen auch die *MCF*-Werte für die Vergärung von Rinder- bzw. Schweinegülle in Biogasanlagen einschließlich der Lagerung der Gärreste (siehe Kapitel 6.1.3.6.5) enthalten. Die Änderungen gegenüber dem NIR 2013 sind auf die verbesserte Aggregierung von regionalen zu nationalen Werten zurückzuführen. Diese Modifikation der Aggregierungsmethode hat auf die Emissionsergebnisse keinen Einfluss, da die nationalen Mittelwerte des *MCF* nicht als Eingangsdaten dienten.

Tabelle 183: Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für güllebasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	14,3	14,5	14,5	14,5	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	13,9
übrige Rinder	14,5	14,8	14,9	14,9	14,3	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Schweine	24,7	24,6	24,6	24,6	23,7	23,7	23,7	23,7	23,6	23,6
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	13,9	14,0	14,0	14,0	14,0	13,7	13,4	13,1	12,9	12,5
übrige Rinder	14,5	14,6	14,6	14,7	14,8	14,8	14,9	14,9	15,0	15,0
Schweine	23,4	23,2	23,0	22,8	22,6	22,0	21,5	20,9	20,4	19,9
[%]	2010	2011	2012							
Milchkühe	12,1	11,5	11,2							
übrige Rinder	15,1	15,1	15,1							
Schweine	19,1	18,6	18,4							

Tabelle 184 zeigt die sich im Mittel über alle strohbasierten Systeme ergebenden Methan-Umwandlungsfaktoren MCF für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine. Der merkliche Anstieg bei den übrigen Rindern von 2002 zu 2003 ist eine Folge der Umstellung bei der Kälberhaltung, für die bis 2002 von 50 % Anbindehaltung auf planbefestigtem Boden mit Einstreu und 50 % Haltung auf Tiefstreu und ab 2003 wegen des Verbots der Anbindehaltung von 100 % Haltung auf Tiefstreu ausgegangen wird (Experturteil KTBL). Auch hier sind - ohne Beeinflussung der Emissionsergebnisse - die Änderungen gegenüber dem NIR 2013 auf die verbesserte Methodik für die Aggregierung regionaler Daten auf nationaler Ebene zurückzuführen.

Tabelle 184: Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF) für strohbasierte Systeme bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2
übrige Rinder	5,5	5,4	6,0	6,1	6,4	6,5	6,5	6,5	6,7	6,7
Schweine	5,2	5,5	5,5	5,6	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,0
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
übrige Rinder	7,1	7,2	7,3	8,1	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6
Schweine	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,3	6,4
[%]	2010	2011	2012							
Milchkühe	2,0	2,0	2,0							
übrige Rinder	8,6	8,5	8,6							
Schweine	6,4	6,5	6,6							

### 6.1.3.6.5 Güllevergärung und Gärreste-Management (4.B)

Die Emissionsberechnungen für die Tierhaltung berücksichtigen die anaerobe Vergärung von Rinder- und Schweinegülle in Biogasanlagen sowie die Lagerung der Gärreste nach IPCC (2000). Die durch KTBL (2012) für die Jahre bis 2011 bereitgestellten Aktivitätsdaten wurden aktualisiert und um Daten für das Jahr 2012 ergänzt (KTBL, 2013, persönliche Mitteilung).

Da lediglich die Gesamt Mengen an Rindergülle und an Schweinegülle bekannt waren, die in Biogasanlagen vergoren wurden, war eine Aufteilung auf die verschiedenen Rinder- und Schweinekategorien nicht möglich. Daher wurde vereinfachend angenommen, dass die gesamte in die Vergärung gelangende Gülle jeweils aus der wichtigsten Tier-Unterkategorie stammt: Rindergülle wurde als Milchkuhgülle betrachtet, Schweinegülle als Mastschweingülle. Tabelle 390 im Anhangkapitel 19.4.1 zeigt für Deutschland die Verhältnisse von Rinder- zu Milchkuhgülle und von Schweine- zu Mastschweingülle in Volumenprozent. In einigen

wenigen Fällen (Thüringen 2011 und 2012 sowie Mecklenburg-Vorpommern 2012 für Rindergülle; Mecklenburg-Vorpommern 2010, 2011 und 2012 sowie Brandenburg 2011 und 2012 für Schweinegülle) überstieg die Güllemenge in Biogasanlagen die Güllemenge der Milchkühe bzw. Mastschweine, so dass der Biogastrend geringfügig unterschätzt wird. Damit wird die Emissionsminderung durch anaerobe Vergärung anstelle der üblichen Güllelagerung ebenfalls leicht unterschätzt (siehe auch Kapitel 6.3.2.6).

Tabelle 185 zeigt die den Berechnungen für den NIR 2014 zugrunde liegenden prozentualen Anteile der Vergärung von Rindergülle, Schweinegülle und der Summe aus Rinder- und Schweinegülle. Gleichung 8 beschreibt das Konzept zur Ermittlung dieser Angaben für Rinder- und Schweinegülle (vgl. KTBL, 2012). Die Aggregierung für „Gülle insgesamt“ erfolgt mithilfe von Tierzahl und tierspezifischer Gülleproduktion.

Gleichung 8: Konzept zur Berechnung der prozentualen Anteile vergorener Gülle an der Gesamtgülleproduktion für Rinder- und Schweinegülle

$$pct_{SL, dig, i}(y) = 100 \cdot \frac{SL_{dig, i}(y)}{SL_{total, i}(y)} = 100 \cdot \frac{P_{el, dig}(y) \cdot s_i}{SL_{total, i}(y)}$$

mit

$pct_{SL, dig, i}$	Anteil vergorener Gülle an der Gesamtgülleproduktion der Tierkategorie i (in %)
i	Index (Tierkategorie: i = Rinder, Schweine)
y	Jahr (1990, 1991, ...)
$SL_{dig, i}$	Menge (Frischmasse) vergorener Gülle der Tierkategorie i (in t a <sup>-1</sup> )
$SL_{total, i}$	tierspezifische Gesamtgülleproduktion (Frischmasse) der Tierkategorie i (in t a <sup>-1</sup> )
$P_{el, dig}$	installierte Leistung deutscher Biogasanlagen (in MW)
$s_i$	leistungsspezifischer Substratinput (Gülle-Frischmasse), bezogen auf Tierkategorie i (in t a <sup>-1</sup> MW <sup>-1</sup> )

Die Zeitreihe der installierten elektrischen Biogasanlagen-Leistung  $P_{el, dig}$  wurde aus Daten des Bundesministeriums für Umwelt, der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe und des Deutschen Biomasse-Forschungszentrums ermittelt. Der leistungsspezifische Substratinput  $s_i$  beruht auf Daten des Deutschen Biomasse-Forschungszentrums und auf Angaben, die nach dem Erneuerbare-Energie-Gesetz erhoben wurden. Er wurde für 2010 getrennt für Rinder- und Schweinegülle geschätzt und wird mangels detaillierterer Daten als konstant für alle Jahre angenommen. Die Güllemengen  $SL_{total, i}$  werden aus den Tierzahlen und der tierspezifischen Gülleproduktion berechnet.

Die Angaben in Tabelle 185 wurden im Inventarmodell GAS-EM als prozentuale Anteile der ausgeschiedenen Mengen an N (siehe Kapitel 6.1.3.4) und VS (siehe Kapitel 6.1.3.5) interpretiert, die in die Güllevergärung gelangen.

Tabelle 185: Dem NIR 2014 zugrunde liegenden Anteile der in Biogasanlagen vergorenen Gülle, getrennt nach Rinder- und Schweinegülle sowie für die Göllegesamtmenge (in %)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Rindergülle	0,003	0,008	0,012	0,016	0,017	0,043	0,073	0,097	0,226	0,261
Schweinegülle	0,004	0,012	0,016	0,022	0,026	0,066	0,109	0,135	0,290	0,330
Gülle insgesamt	0,003	0,009	0,013	0,018	0,019	0,048	0,082	0,106	0,243	0,279
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Rindergülle	0,441	0,639	0,959	1,17	1,59	3,18	5,09	7,66	9,21	11,7
Schweinegülle	0,536	0,761	1,095	1,26	1,68	3,71	5,19	7,63	9,34	11,4
Gülle insgesamt	0,466	0,687	0,997	1,20	1,62	3,34	5,12	7,65	9,25	11,6
[%]	2010	2011	2012							
Rindergülle	14,6	17,7	19,2							
Schweinegülle	14,5	16,7	17,6							
Gülle insgesamt	14,6	17,4	18,7							

IPCC (2000) sieht Güllevergärung einschließlich Gärrestelagerung als einen eigenständigen Typ von Wirtschaftsdüngerlagerung mit einem effektiven Methanumwandlungsfaktor *MCF* an, der summarisch die Emissionen aus Vergärung und Lagerung im Verhältnis zur maximalen Methanbildungskapazität  $B_0$  beschreibt. Die Berechnung dieses effektiven *MCF* als Funktion der Leckagerate des Fermenters, der potentiellen CH<sub>4</sub>-Restgasmenge (bezogen auf  $B_0$ ) sowie des *MCF* des Gärrestelagers wird nachstehend beschrieben. Die Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen erfolgt wie für die anderen Lagerformen, siehe Kapitel 6.3.4.2.1.

Der effektive *MCF* wird aus der Leckagerate des Fermenters, der sogenannten Restgasmenge und des *MCF* des Gärrestelagers berechnet. Die dazu verwendete Gleichung wurde aus IPCC, 2000, S. 4.36, Fußnote 1/ Formula 1 abgeleitet, siehe HAENEL et al. (2014):

Gleichung 9: Berechnung des effektiven *MCF* für die Vergärung von Gülle in Biogasanlagen einschließlich der Lagerung der Gärreste

$$MCF_{\text{dig}} = (1 - \mu_{\text{offgas}}) \cdot L_{\text{prod}} + \mu_{\text{offgas}} \cdot MCF_{\text{res}}$$

mit

$MCF_{\text{dig}}$	effektiver <i>MCF</i> für die Kombination „Fermenter + Gärrestelager“ (in m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
$\mu_{\text{offgas}}$	relative Restgasmenge bezogen auf $B_0$ (mit 0 ≤ $\mu_{\text{offgas}} \leq 1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ )
$L_{\text{prod}}$	relative Leckagerate des Fermenters, bezogen auf die im Fermenter produzierte CH <sub>4</sub> -Menge (mit 0 ≤ $L_{\text{prod}} \leq 1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ )
$MCF_{\text{res}}$	<i>MCF</i> für die Gärreste-Lagerung (in m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )

Aus der vorstehenden Gleichung wird deutlich, dass der effektive *MCF* ein gewichtetes Mittel aus der Leckagerate des Fermenters ( $L_{\text{prod}}$ ) und des Gärrestelager-*MCF* ( $MCF_{\text{res}}$ ) ist, wobei die Wichtung durch die auf die beiden Produktionsorte „Fermenter“ und „Lager“ entfallenden relativen Anteile der maximal möglichen Gesamt-CH<sub>4</sub>-Produktion gebildet wird (ausgedrückt durch die relative potentielle Restgasmenge  $\mu_{\text{offgas}}$ ).

Die Leckagerate  $L_{\text{prod}}$  wird in Anlehnung an BACHMEIER & GRONAUER (2007), BÖRJESSON & BERGLUND (2008), GÄRTNER et al. (2008) und ROTH et al. (2011) mit 1 % bzw. 0,01 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> angesetzt (KTBL, 2012).

Die typische potentielle CH<sub>4</sub>-Restgasmenge  $\mu_{\text{offgas}}$ , bezogen auf die maximale Methanbildungskapazität  $B_0$  wurde wie folgt ermittelt: Zunächst wurde durch Ktbl (2012) die auf die produzierte CH<sub>4</sub>-Menge bezogene potentielle Restgasmenge  $v_{\text{offgas}} = 4,8\%$  (bzw. 0,048 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) bereitgestellt. Dabei wurde beachtet, dass zwischen den Restgasmengen bei ca. 40° C Gärtemperatur (Potenzial) und denen bei ca. 20° C Gärtemperatur (praxisrelevante Restgasmengen) zu unterscheiden ist. Das im IPCC-Konzept benötigte  $\mu_{\text{offgas}}$  ist der Wert bei ca. 40°C, während in der Praxis der Wert bei ca. 20° C erhoben wird. Ktbl (2012) leitete

$V_{\text{offgas}}$  zunächst für 20 bis 22° C mit 2,0 % ab und nahm danach eine Umrechnung auf 37° C vor, die zu 4,8 % führte. Dieser Wert wurde mit der nachstehenden Formel (HAENEL et al., 2014) in das für die Emissionsberechnungen verwendete  $\mu_{\text{offgas}} = 4,6 \%$  (bzw.  $0,046 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) umgerechnet.

Gleichung 10: Berechnung der auf  $B_0$  bezogenen potentiellen CH<sub>4</sub>-Restgasmenge aus der auf die produzierte CH<sub>4</sub>-Menge bezogenen CH<sub>4</sub>-Restgasmenge

$$\mu_{\text{offgas}} = \frac{V_{\text{offgas}}}{1 + V_{\text{offgas}}}$$

mit

$\mu_{\text{offgas}}$	relative potentielle Restgasmenge bezogen auf $B_0$ (mit $0 \leq \mu_{\text{offgas}} \leq 1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ )
$V_{\text{offgas}}$	relative potentielle Restgasmenge bezogen auf die produzierte CH <sub>4</sub> -Menge (mit $0 \leq V_{\text{offgas}} \leq 1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ )

Beim Gärrestelager wird gemäß IPCC (2000) zwischen gasdichter Lagerung ( $MCF = 0$ ) und offener Lagerung ( $MCF$  wie bei offener Lagerung von unvergorener Gülle) unterschieden. Der relative Anteil gasdichter Lagerung an der gesamten Gärrestelagerung wurde durch Ktbl (2012) auf Grundlage von Literaturwerten in Volumenprozent geschätzt, siehe Tabelle 186 und Tabelle 187. Diese Daten, durch Ktbl (2013, persönliche Mitteilung) um das Jahr 2012 ergänzt, wurden für die Inventarberechnung als prozentuale Angaben bezogen auf die involvierten N-Mengen interpretiert.

Tabelle 186: Relative Anteile der Gärrestelagerung in gasdichten und nicht gasdichten Lagern für Rindergülle (in % der gesamten Rindergülle)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
gasdicht	0,0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,9	5,8	6,8	7,8	8,7
nicht gasdicht	100,0	99,0	98,1	97,1	96,1	95,1	94,2	93,2	92,2	91,3
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
gasdicht	9,7	10,7	11,7	13,2	14,8	16,3	21,8	27,2	32,7	38,1
nicht gasdicht	90,3	89,3	88,3	86,8	85,2	83,7	78,2	72,8	67,3	61,9
[%]	2010	2011	2012							
gasdicht	43,5	49,0	57,6							
nicht gasdicht	56,5	51,0	42,4							

Tabelle 187: Relative Anteile der Gärrestelagerung in gasdichten und nicht gasdichten Lagern für Schweinegülle (in % der gesamten Schweinegülle)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
gasdicht	0,0	1,0	2,1	3,1	4,1	5,1	6,2	7,2	8,2	9,2
nicht gasdicht	100,0	99,0	97,9	96,9	95,9	94,9	93,8	92,8	91,8	90,8
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
gasdicht	10,3	11,3	12,3	14,0	15,6	17,2	23,0	28,7	34,5	40,2
nicht gasdicht	89,7	88,7	87,7	86,0	84,4	82,8	77,0	71,3	65,5	59,8
[%]	2010	2011	2012							
gasdicht	46,0	51,7	60,2							
nicht gasdicht	54,0	48,3	39,8							

Der effektive  $MCF$  des Systems „Fermenter mit Gärrestelagerung“ ( $MCF_{\text{dig}}$ ) ist erheblich niedriger als der nationale  $MCF$ -Mittelwert für die Lagerung von unvergorener Gülle. Das Ausmaß der damit verbundenen Minderung der CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (siehe Kapitel 6.3.2.2.3) hängt vom Anteil der Gülle, der vergoren wird, und von der relativen Häufigkeit gasdichter Gärrestlager ab.

Wegen des im Vergleich zu herkömmlicher Lagerung deutlich niedrigeren N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktors des Komplexes „Güllevergärung mit Gärrestelagerung“ (siehe 6.3.4.2.2) ergibt sich auch bei den N<sub>2</sub>O-Emission eine Minderung durch die Güllevergärung in Biogasanlagen (siehe Kapitel 6.3.4.2.3). Der gleiche Minderungsgrad ergibt sich auch für

NO, da NO wie bei unvergorener Gülle proportional zu N<sub>2</sub>O berechnet wird (siehe Kapitel 6.3.4.2.2).

Die Ausbringung der Gärreste wird im Inventar wie die Ausbringung von unvergorener Gülle mit der Folge direkter und indirekter N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Boden (siehe Kapitel 6.5.2.1.1 bis 6.5.2.1.3) gehandhabt. Die Berechnung der depositionsbedingten indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen beruht dabei auf der Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Gärreste-Ausbringungsverfahren sowie den zugehörigen NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren, die in Tabelle 391 im Anhangkapitel 19.4.1 aufgeführt sind. Zu weiteren Details siehe HAENEL et al. (2014).

## **6.1.4 Aktivitätsdaten für N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden**

### **6.1.4.1.1 Den direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen zugrunde liegende N-Mengen (4.D)**

Tabelle 188 gibt die aus verschiedenen Quellen in den Boden gelangende N-Menge an, die der Berechnung der direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen zugrunde gelegt werden.

Die aus der Mineraldüngeranwendung stammende N-Menge ergibt sich aus der ausgebrachten Dünger-N-Menge durch Abzug der im Inventar berechneten N-Verluste durch NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen bei der Ausbringung. Die ausgebrachte Düngermenge muss geschätzt werden, da zur Ausbringung keine Daten erhoben werden. Dazu wird angenommen, dass der gesamte im zweiten Halbjahr des Jahres j und im ersten Halbjahr des Jahres j+1 verkaufte Mineraldünger, dessen Menge auf Bundesland-Ebene statistisch erfasst wird, im Jahr j+1 ausgebracht wurde. Diese Modellannahme spiegelt die deutsche Praxis wieder, in der der größte Anteil des Mineraldüngers im Frühling und im frühen Sommer ausgebracht wird. Eine mögliche Vorratshaltung kann mangels Daten nicht berücksichtigt werden.

Die aus der Wirtschaftsdüngerausbringung stammende N-Menge ergibt sich aus den ausgeschiedenen N-Mengen ohne die N-Ausscheidungen beim Weidegang (siehe Kapitel 6.1.3.4) und der Anwendung des N-Fluss-Konzepts (Kapitel 6.1.2.4).

Die Berechnung direkter N<sub>2</sub>O-Emissionen aus N-Ausscheidungen beim Weidegang erfolgt nach IPCC (1996b) proportional zur ausgeschiedenen N-Menge (siehe Kapitel 6.1.3.4). Diese wird als Produkt aus der Gesamt-N-Ausscheidung des Tieres und dem relativem Zeitanteil berechnet, den das Tier auf der Weide verbringt.

Die N-Mengen aus Klärschlämmen werden für jedes Bundesland aus Aufstellungen des Umweltbundesamtes bzw. seit 2009 des Statistischen Bundesamtes entnommen. Die Werte 2007 bis 2011 wurden dabei aktualisiert. Der fehlende Wert für 2012 wurde durch Fortschreibung des Wertes von 2011 geschätzt.

Die durch biologische N-Fixierung gebundene N-Menge wird für jede Feldfrucht als Produkt der Anbaufläche und der spezifischen Fixierungsleistung ermittelt. Die Daten zu den Anbauflächen stellt das Statistische Bundesamt bereit, die Fixierungsraten stammen aus FAUSTZAHLEN (1993), S. 477, und von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LABER, 2005, S. 86).

Die durch Ernterückstände im Boden verbleibenden N-Mengen ergibt sich aus den Anbauflächen, den Erträgen und den kulturspezifischen N-Gehalten. Daten zu Anbauflächen und Erträgen berichtet STATISTISCHES BUNDESAMT (Fachserie 3, Reihe 3). Die Werte

der in den Ernterückständen enthaltenen relativen N-Gehalte werden der Düngeverordnung (DüV, 2007) sowie einer Aufstellung des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ, 2007) entnommen. Die mit Stroh als Einstreu für die Tierhaltung von der Fläche entfernten N-Mengen werden abgezogen.

Änderungen der verfügbaren N-Mengen im Vergleich zum NIR 2013 werden in Kapitel 6.5.5 erläutert.

Tabelle 188: Den direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen zugrunde liegende N-Mengen (4.Ds1.1.1 bis 4.Ds1.1.4)

[Gg a <sup>-1</sup> N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Mineraldünger	2089,3	1943,3	1863,1	1744,9	1552,9	1720,8	1702,7	1689,9	1718,2	1827,7
Wirtschaftsdünger	886,2	786,2	775,0	773,6	790,2	788,2	793,6	777,8	780,4	775,6
Weidegang	217,3	197,4	195,2	197,4	170,8	175,2	177,0	172,3	170,4	170,0
Klärschlämme	27,4	27,4	26,2	26,2	26,2	35,3	35,3	34,1	31,6	31,5
N-Fixierung, Leguminosen	140,4	102,8	87,0	91,6	93,2	95,6	98,9	106,8	115,6	107,7
Ernterückstände	840,4	801,7	727,1	801,5	739,6	784,7	813,5	855,4	857,6	867,4
[Gg a <sup>-1</sup> N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mineraldünger	1935,9	1768,3	1713,9	1710,8	1747,6	1704,1	1705,6	1525,9	1728,8	1467,3
Wirtschaftsdünger	767,1	781,4	764,0	760,0	746,4	752,0	740,7	752,0	756,7	763,7
Weidegang	166,2	166,6	157,6	153,7	149,2	146,5	142,4	141,3	141,9	141,4
Klärschlämme	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	27,3	27,0	27,3
N-Fixierung, Leguminosen	95,6	102,3	97,5	95,5	91,7	94,7	92,7	83,2	76,4	78,3
Ernterückstände	851,4	881,7	828,6	728,3	933,1	890,6	828,6	890,5	956,5	999,7
[Gg a <sup>-1</sup> N]	2010	2011	2012							
Mineraldünger	1499,3	1701,6	1566,7							
Wirtschaftsdünger	759,5	760,0	770,8							
Weidegang	139,2	135,6	135,0							
Klärschlämme	28,0	26,7	26,7							
N-Fixierung, Leguminosen	77,0	79,6	77,6							
Ernterückstände	905,3	969,2	1013,5							

#### 6.1.4.1.2 Flächen bewirtschafteter organischer Böden (4.D)

Die Flächen der bewirtschafteten organischen Böden, siehe Tabelle 189, wurden durch den LULUCF-Sektor (Kapitel 7) bereitgestellt, wobei die Werte gegenüber dem NIR 2013 aktualisiert wurden. Die Flächen der organischen Böden setzen sich zusammen aus den entsprechenden Flächen des LULUCF-Ackerlands und Grünlands im engeren Sinne („Grünland“ ohne „Gehölze“), vermindert um die Gesamtfläche des nicht gedrähten Grünlands (16.786 ha) auf organischen Böden.

Tabelle 189: Der direkten N<sub>2</sub>O-Berechnung zugrunde liegenden Flächen der bewirtschafteten organischen Böden in NIR 2014 und NIR 2013 (4.Ds1.1.5)

[1000 ha]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
org. Böden 2014	1254,5	1253,8	1253,1	1252,4	1251,7	1251,0	1250,3	1249,6	1248,9	1248,2
org. Böden 2013	1235,4	1236,1	1236,8	1237,4	1238,1	1238,8	1239,4	1240,1	1240,8	1241,4
[1000 ha]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
org. Böden 2014	1247,5	1245,7	1243,8	1242,0	1240,1	1238,3	1236,1	1233,8	1231,6	1228,4
org. Böden 2013	1242,1	1240,8	1239,4	1238,1	1236,7	1235,3	1234,2	1233,0	1231,9	1230,6
[1000 ha]	2010	2011	2012							
org. Böden 2014	1225,3	1222,1	1219,0							
org. Böden 2013	1229,3	1228,0								

#### 6.1.4.1.3 Deposition reaktiven Stickstoffs (4.D)

Die Deposition reaktiven Stickstoffs wird aus den im Inventar berechneten Summen der NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft abgeleitet. Die Summen dieser NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen sind in Tabelle 190 wiedergegeben. Daraus ergibt sich durch Multiplikation mit 14/17 bei NH<sub>3</sub> und 14/30 bei NO die der N<sub>2</sub>O-Berechnung zugrunde liegende Menge an reaktivem Stickstoff, siehe Tabelle 191.

Tabelle 190: Im Inventar berechnete Summen der NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft, die der Berechnung der depositionsbedingten indirekten N<sub>2</sub>O-Emission zugrunde liegen

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E <sub>NH3</sub>	668,5	595,2	583,3	582,2	554,3	558,2	560,4	551,3	555,0	554,4
E <sub>NO</sub>	90,2	82,5	79,9	76,8	71,3	75,8	75,5	74,5	75,2	78,0
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E <sub>NH3</sub>	549,5	559,5	546,1	542,9	536,5	530,1	525,7	527,4	528,9	538,2
E <sub>NO</sub>	80,5	76,6	74,4	74,0	74,5	73,2	72,9	68,4	73,9	67,4
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
E <sub>NH3</sub>	513,7	526,0	512,3							
E <sub>NO</sub>	67,7	73,2	69,6							

Tabelle 191: N<sub>2</sub>O aus Deposition: Der Berechnung zugrunde liegender reaktiver Stickstoff N<sub>reac</sub> (4.Ds1.3.1)

[Gg a <sup>-1</sup> N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N <sub>reac</sub>	592,6	528,7	517,5	515,4	489,7	495,1	496,8	488,8	492,1	492,9
[Gg a <sup>-1</sup> N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N <sub>reac</sub>	490,1	496,5	484,5	481,7	476,6	470,7	467,0	466,3	470,1	474,7
[Gg a <sup>-1</sup> N]	2010	2011	2012							
N <sub>reac</sub>	454,6	467,3	454,4							

Änderungen der N-Deposition im Vergleich zum NIR 2013 werden in Kapitel 6.5.5 erläutert.

#### 6.1.4.1.4 Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.D)

Die im Boden für Auswaschung und Oberflächenabfluss verfügbare N-Menge ergibt sich als Summe folgender Teil-Aktivitätsgrößen:

- N aus Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngerausbringung (einschließlich Gärresteausbringung) sowie Weidegang, bestehend aus den ausgebrachten bzw. ausgeschiedenen N-Mengen, vermindert um N-Verluste durch direkte N<sub>2</sub>O-Emissionen sowie NH<sub>3</sub>-, NO- und N<sub>2</sub>-Emissionen;
- N aus der Klärschlammausbringung, bestehend aus der ausgebrachten N-Menge, vermindert um N-Verluste durch direkte N<sub>2</sub>O-Emissionen (es werden keine NH<sub>3</sub>-, NO- und N<sub>2</sub>-Emissionen berechnet.);
- N aus der biologischen N-Fixierung, vermindert um N-Verluste durch direkte N<sub>2</sub>O-Emissionen sowie NH<sub>3</sub>- und N<sub>2</sub>-Emissionen (zur fixierten N-Menge siehe Kapitel 6.1.4.1.1);
- N in Ernterückständen (siehe Kapitel 6.1.4.1.1), vermindert um N-Verluste durch direkte N<sub>2</sub>O-Emissionen sowie N<sub>2</sub>-Emissionen (es werden keine NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen berechnet).

Zur Berechnung der in dieser Auflistung genannten NH<sub>3</sub>-, NO- und N<sub>2</sub>-Emissionen wird auf HAENEL et al. (2014) verwiesen, für die direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen siehe Kapitel 6.5.2.1.1.

Durch Multiplikation mit Frac<sub>LEACH</sub> = 0,3 (siehe Kapitel 6.5.2.2.2) wird aus der verfügbaren N-Menge die ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) berechnet, siehe Tabelle 192.

Tabelle 192: Ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) (4.Ds1.3.2)

[Gg a <sup>-1</sup> N]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N <sub>leach</sub>	1111,9	1021,4	972,2	961,9	893,0	953,5	959,1	963,3	973,3	1001,6
[Gg a-1N]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N <sub>leach</sub>	1020,3	988,3	951,4	921,6	980,0	958,5	937,7	906,7	977,8	922,1
[Gg a-1N]	2010	2011	2012							
N <sub>leach</sub>	903,7	974,2	952,2							

Änderungen der verfügbaren N-Mengen im Vergleich zum NIR 2013 werden in Kapitel 6.5.5 erläutert.

### 6.1.5 Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4

Parallel zu den Emissionsberechnungen wurde eine Berechnung der Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4 vorgenommen, siehe Tabelle 193. Grundlage war das in IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management (IPCC, 2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ beschriebene Tier-1-Verfahren. Dieses Verfahren beruht auf der durchgängigen Anwendung der Gaußschen Fehlerrechnung. Dabei bleibt per Konvention unberücksichtigt, dass diese Fehlerrechnung Normalverteilung voraussetzt, eine Forderung, die von einigen der eingehenden Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren nicht erfüllt wird oder nicht geprüft werden kann. Überdies ist die Gaußsche Fehlerrechnung darauf ausgelegt, mit Standardfehlern zu arbeiten. Im Gegensatz dazu verlangt das in IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ beschriebene Tier-1-Verfahren (s. S. 6.14 im Absatz zu den Spalten E und F) die Eingabe des halben 95 %-Konfidenzintervalls, was etwa dem Zweifachen des Standardfehlers entspricht. Es lässt sich allerdings zeigen, dass die Rechenregeln der Gaußschen Fehlerrechnung (vgl. Gleichungen 6.3 und 6.4 in IPCC, 2000) auch für ein Vielfaches des Standardfehlers gelten.

Tabelle 193 zeigt die mit dem Tier-1-Verfahren berechnete Gesamtunsicherheit aller Emissionen des Sektors 4 für das Jahr 2012 sowie die Unsicherheit des Gesamttrends seit 1990. Alle Emissionswerte sind in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben, wobei konventionsgemäß die Umrechnungsfaktoren (GWP) von 21 kg kg<sup>-1</sup> für CH<sub>4</sub> und 310 kg kg<sup>-1</sup> für N<sub>2</sub>O zugrunde gelegt wurden.

Für asymmetrische Verteilungen schreibt IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ (S. 6.14) vor, dass für das Tier-1-Verfahren von den beiden Intervallen [2,5 %-Perzentil; Mittelwert] und [Mittelwert; 97,5 %-Perzentil] das größere zu verwenden ist. Diese Forderung wurde für Tabelle 193 umgesetzt. Weitere Details zur Tier-1-UNSicherheitsberechnung für das deutsche Inventar finden sich in HAENEL et al. (2014).

Der besseren Übersichtlichkeit wegen erfolgt die Darstellung in Tabelle 193 unter Verwendung der Tiersammelkategorien „Übrige Rinder“, „Schweine“, „Geflügel“, für die bei Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren repräsentative Unsicherheiten angegeben sind. Diese leiten sich aus den entsprechenden Unsicherheiten der in den Sammelkategorien enthaltenen Tierunterkategorien ab. Die Ergebnisse in Tabelle 193 (Unsicherheit der Höhe des THG-Gesamtinventars von 73,1 % und Unsicherheit des Trends von 32,9 %) entsprechen der vollständigen Berechnung mit den in den Sammelkategorien enthaltenen Tierunterkategorien (siehe HAENEL et al., 2014).

Deutlich zu erkennen ist, dass die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in der Regel deutlich über denen der Aktivitätsdaten liegen, so dass sie die kombinierte Unsicherheit in Spalte „Combined uncertainty as % of total national emissions“ dominieren.

Wie der Spalte „Combined uncertainty as % of total national emissions“ ebenfalls zu entnehmen ist, wird die Gesamtunsicherheit aller Emissionen aus dem Sektor 4 überwiegend durch die Unsicherheiten der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden, vor allem der indirekten Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss, verursacht.

Die Abnahme der Unsicherheit der Emissionshöhe (73,1 %, gültig für 2012) gegenüber der entsprechenden Angabe im NIR 2012 (74,0 %, gültig für 2011) beruht im Wesentlichen auf der Abnahme der Mineraldüngerausbringung von 2011 zu 2012, die sich insbesondere in einer Abnahme der Unsicherheit der Quellgruppe „indirekte N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss“ äußert (von 70,4 % auf 69,5 %).

Auch beim Trend ist eine Abnahme in der Unsicherheit von NIR 2013 zum vorliegenden NIR 2014 zu verzeichnen (von 33,7 %, gültig für 2011, auf 32,9 %, gültig für 2012). Auch hier ist die Ursache zum ganz überwiegenden Anteil in der Abnahme der Unsicherheit der Quellgruppe „indirekte N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss“ zu suchen, die wiederum als Folge der von 2011 zu 2012 geringer gewordenen Mineraldüngermengen abgenommen hat.

Tabelle 193: Gesamtunsicherheitsberechnung für die Emissionen des Sektors 4 (Tierhaltung und Nutzung landwirtschaftlicher Böden)

Source category	Gas	Base year emissions, in CO <sub>2</sub> equivalents	Year 2012 emissions, in CO <sub>2</sub> equivalents	Activity data uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
		(GWP <sub>CH4</sub> = 21, GWP <sub>N2O</sub> = 310)										
		Gg a-1	Gg a-1	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Enteric fermentation, dairy cows	CH4	16037,4	11845,9	4	40	40,2	6,9	0,01	0,13	0,38	0,76	0,85
Enteric fermentation, other cattle	CH4	12229,0	7948,9	4	40	40,2	4,6	0,02	0,09	0,79	0,51	0,94
Enteric fermentation, pigs	CH4	598,3	579,6	4	40	40,2	0,3	0,00	0,01	0,05	0,04	0,06
Enteric fermentation, sheep	CH4	548,7	276,1	10	60	60,8	0,2	0,00	0,00	0,11	0,04	0,12
Enteric fermentation, goats	CH4	9,5	15,7	20	60	63,2	0,0	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Enteric fermentation, horses	CH4	169,7	161,3	10	60	60,8	0,1	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03
Enteric fermentation, mules, asses	CH4	1,8	1,8	100	60	116,6	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Enteric fermentation, buffalo	CH4	0,0	3,3	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, dairy cows	CH4	2222,1	1727,0	4	40	40,2	1,0	0,00	0,02	0,01	0,11	0,11
Manure management, other cattle	CH4	2282,6	1445,6	4	40	40,2	0,8	0,00	0,02	0,16	0,09	0,19
Manure management, pigs	CH4	2024,0	1643,9	4	40	40,2	1,0	0,00	0,02	0,02	0,11	0,11
Manure management, sheep	CH4	18,4	9,3	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, goats	CH4	0,4	0,7	20	60	63,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, horses	CH4	26,3	25,0	10	40	41,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, mules, asses	CH4	0,2	0,2	100	40	107,7	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, buffalo	CH4	0,0	0,3	10	60	60,8	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, poultry	CH4	73,5	102,1	10	40	41,2	0,1	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03
Manure management, dairy cows	N2O	1622,3	958,4	4	100	100,1	1,4	0,00	0,01	0,37	0,06	0,38
Manure management, other cattle	N2O	1455,7	1092,7	4	100	100,1	1,6	0,00	0,01	0,07	0,07	0,10
Manure management, pigs	N2O	545,0	497,8	4	100	100,1	0,7	0,00	0,01	0,08	0,03	0,08
Manure management, sheep	N2O	77,2	42,2	10	300	300,2	0,2	0,00	0,00	0,06	0,01	0,06
Manure management, goats	N2O	4,4	7,3	20	300	300,7	0,0	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Manure management, horses	N2O	142,8	135,9	10	300	300,2	0,6	0,00	0,00	0,08	0,02	0,08
Manure management, mules, asses	N2O	1,7	1,7	100	300	316,2	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, buffalo	N2O	0,0	0,8	10	100	100,5	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manure management, poultry	N2O	37,6	51,1	10	100	100,5	0,1	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03

Source category	Gas	Base year emissions, in CO <sub>2</sub> equivalents	Year 2012 emissions, in CO <sub>2</sub> equivalents	Activity data uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
		(GWP <sub>CH4</sub> = 21, GWP <sub>N2O</sub> = 310)										
		Gg a-1	Gg a-1	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Soils, mineral fertilizers	N2O	12722,4	9539,9	1	80	80,0	11,0	0,01	0,11	0,48	0,15	0,50
Soils, application of manure	N2O	5396,4	4693,5	60	80	100,0	6,8	0,00	0,05	0,39	4,53	4,55
Soils, N fixing crops	N2O	855,1	472,6	50	80	94,3	0,6	0,00	0,01	0,19	0,38	0,42
Soils, crop residues	N2O	5117,6	6171,3	50	80	94,3	8,4	0,02	0,07	1,93	4,97	5,33
Soils, organic soils	N2O	4889,1	4750,5	1	200	200,0	13,7	0,01	0,05	2,01	0,08	2,01
Soils, grazing	N2O	2117,5	1315,0	20	200	201,0	3,8	0,00	0,01	0,82	0,42	0,92
Soils, indirect emissions (deposition)	N2O	2886,7	2213,5	50	100	111,8	3,6	0,00	0,03	0,08	1,78	1,78
Soils, indirect emissions (leaching, run-off)	N2O	13540,8	11596,4	170	380	416,3	69,5	0,01	0,13	3,81	31,75	31,97
Soils, sewage sludge emissions	N2O	166,9	162,8	20	80	82,5	0,2	0,00	0,00	0,03	0,05	0,06
<b>Total</b>		87821,2	69490,4									
<b>Overall uncertainty (half the 95% confidence interval) (%)</b>							73,1					32,9

## 6.1.6 Qualitätssicherung und -kontrolle

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

### 6.1.6.1 Qualitätsmanagement Emissionsinventare des Thünen-Instituts

Das Qualitätsmanagement der Emissionsinventarerstellung am Thünen-Institut wurde konform zu den IPCC-Richtlinien und dem QSE (Kapitel 1.6.1) entwickelt. Rahmenbedingungen und Durchführung des Qualitätsmanagements sind im Konzept (BMELV, 2012) und in der Ausführungsbestimmung des Konzepts (TI, 2012) ausführlich beschrieben. Für die Qualitätskontrolle wichtige Dokumente werden in der Inventarbeschreibung abgelegt, die von der Nationalen Koordinierungsstelle archiviert wird. Die Vorgaben und Abläufe der Ausführungsbestimmung wurden vollständig eingehalten. Im Folgenden werden die besonderen zusätzlichen Qualitätskontrollen für diese Submission beschrieben.

### 6.1.6.2 Eingangsdaten, Berechnungsverfahren und Emissionsergebnisse

Aktualisierungen und Neuberechnungen wurden konsequent gegengeprüft. Nach Abschluss der Berechnungen mit dem Inventarmodell GAS-EM wurde durch Vergleich mit den Vorjahresergebnissen und mit Hilfe von Plausibilitätschecks eine detaillierte Überprüfung der Eingangsdaten und der Ergebnisse der Emissionsberechnungen durchgeführt. Dazu wurden 288 einzelne Berechnungstabellen der Emissionen 1990-2012 nach Bundesländern und Summe der Stadtstaaten sowie nationale Summen von CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub> und Stäuben geprüft. Diese beinhalten die Zwischenergebnisse und detaillierten Berechnungsergebnisse aller im Inventar verwendeten Sub-Kategorien sowie abgeleitete erklärende Kenngrößen und nationale Mittelwerte, die im NIR 2014 und den CRF-Tabellen gezeigt werden. Die Tabellen wurden geprüft hinsichtlich: 1. Korrektheit der Berechnungen, 2. Konsistenz in der Zeitreihe und 3. Konsistenz mit den Berechnungen des Vorjahrs. Dabei wurden ebenfalls die Ergebnisse der sehr detaillierten Einzelprüfungen der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren der Submission 2013 berücksichtigt. Im Folgenden sind die Testkriterien gelistet, die in der diesjährigen Prüfung zum Einsatz kamen. Diese gehen über die Anforderungen der Ausführungsbestimmung hinaus.

- Aktivitätsdaten und emissionsbestimmende Faktoren
  - Die Aktivitätsdaten sind korrekt übernommen
  - Die N-Flüsse im N-Fluss-Modell sind vollständig und logisch
  - Die Fläche der organischen Böden unter Acker und Nutzgrünland sind konsistent zwischen LULUC und Landwirtschaft
  - Konsistente Zeitreihe
  - Die Daten sind konsistent mit denen des Vorjahrs
  - Unsicherheiten sind korrekt angegeben
  - Unsicherheiten sind konsistent mit denen des Vorjahrs
- Emissionsfaktoren
  - Die Daten für EFs sind korrekt
  - Konsistente Zeitreihe
  - Die Daten sind konsistent mit denen des Vorjahrs
  - Unsicherheiten sind korrekt angegeben

- Unsicherheiten sind konsistent mit denen des Vorjahres
- Berechnungsmethodik und -ergebnisse
  - Die Basisberechnungen sind korrekt
  - Die Übersichtstabellen sind korrekt
  - Die Zeitreihe der berechneten Emissionen ist konsistent: Tierzahlen und Wirtschaftsdüngermengen sollten nur in geringem Umfang von ca. <10% schwanken, außer 1990/1991 bedingt durch die Wiedervereinigung. Leguminosenflächen unterliegen stärker den Auswirkungen der Agrarpolitik; stärkere Trends und Schwankungen sind möglich. N in Ernterückständen ist an Erträge gekoppelt, daher treten größere Schwankungen durch Witterung auf, v.a. auch Extremjahre wie die Dürre 2003.
  - Die berechneten Emissionen sind konsistent mit denen des Vorjahres bzw. Änderungen gegenüber dem Vorjahr sind sinnvoll, transparent und logisch: Differenzen müssen konsistent sein mit dem Trend der Aktivitätsdaten, insbesondere Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngermengen, Tierzahlen, Leguminosenflächen, N in Ernterückständen. Untersucht wurden: in den Bundesländern: Maxima, Minima der relativen Differenzen zum Vorjahr, Anteile der Differenzen > 5%, 10%, 20%, 30%, 50%, Jahre mit besonderen Trends (Summe der relativen Abweichungen > 5% in allen Bundesländern. Graphischer Abgleich der Zeitreihen mit Aktivitätsdaten.
  - Unsicherheiten sind korrekt angegeben
  - Unsicherheiten sind konsistent mit denen des Vorjahres.

Ergebnisse der Qualitätskontrollen:

1. Alle Berechnungen waren korrekt.
2. Ergebnis des Tests der Konsistenz in der Zeitreihe: Alle großen Differenzen in der Zeitreihe konnten entweder dadurch erklärt werden, dass die Emissionen nahe Null waren und daher kleine absolute Differenzen relativ überdimensioniert werden, oder dass Schwankungen in vergleichbarer Größe in den genannten Aktivitätsdaten auftraten.
3. Ergebnis des Konsistenztests mit den Berechnungen des Vorjahres: Es wurden keine unerklärbaren Ausreißer der relativen Differenzen der Emissionen zum Vorjahr gefunden. Alle Änderungen gegenüber dem Vorjahr waren korrekt dokumentiert und im Nationalen Inventarbericht enthalten.

Nach Eingabe der Aktivitätsdaten und platzbezogenen Emissionsfaktoren (IEF) in die ZSE-Datenbank (Zentrales System Emissionen) wurde zur Kontrolle ein Abgleich der im ZSE berechneten Emissionen mit den Emissionsergebnissen durchgeführt, die mit dem Inventarmodell GAS-EM erstellt wurden.

#### 6.1.6.3 Verifizierung

Die mit dem Inventarmodell GAS-EM berechneten nationalen Emissionsergebnisse können nicht mit anderen Daten aus Deutschland verglichen werden, da solche Daten nicht vorliegen. Stattdessen wird ein Vergleich der effektiven Emissionsfaktoren (IEF) sowie anderer emissionsrelevanter Größen mit IPCC-Defaultwerten und entsprechenden Daten anderer Staaten durchgeführt. Hierauf wird im Folgenden in entsprechenden Unterkapiteln eingegangen.

### 6.1.6.4     Reviews und Reports

Im September 2009 erfolgte ein Centralized Review. Dessen wesentlichste Konsequenz war, dass die von Deutschland im Bereich Landwirtschaft umgesetzte Anwendung der neuen IPCC Guidelines 2006 in der Quellkategorie 4.D nicht akzeptiert wurde.

Diese Problematik war auch Gegenstand des In-Country-Review zur Submission 2010. Als Ergebnis des Reviews wurde die Resubmission 2010 vorgelegt. Die darin umgesetzten Veränderungen waren auch Grundlage für die Erstellung der nachfolgenden Submissionen.

Die Empfehlungen aus dem Centralized Review zu Submission 2011 (Begründung von nationalen Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement; Korrektur der Überschätzung der N-Ausscheidung der Milchkühe; Aktualisierung von Stalltypenverteilung, Wirtschaftsdüngerlagerung und Wirtschaftsdüngerausbringungspraxis; Berücksichtigung der Biogasgewinnung aus Wirtschaftsdünger) wurden bis zur Submission 2013 umgesetzt.

Damit wurden auch wesentliche Empfehlungen des Centralized Review zu Submission 2012 bereits erfüllt. Die übrigen Empfehlungen des Centralized Review zu Submission 2012 (Bereitstellung von weiteren Informationen zur N-Fixierung und bei Ernterückständen, Begründungen für Rekalkulationen) konnten durch Verweis auf den ausführlichen Daten- und Methoden-Bericht zur Submission 2013 (RÖSEMANN et al., 2013) erfüllt werden.

Der ERT-Bericht des Centralized Review zu Submission 2013 war zum Zeitpunkt der Erstellung der Submission 2014 (September 2013) noch nicht fertiggestellt. Der im September 2013 vorliegende Entwurf enthielt keine Empfehlungen zum Sektor Landwirtschaft.

## 6.2     Fermentation bei der Verdauung (4.A)

### 6.2.1    Beschreibung der Quellgruppe (4.A)

CRF 4.A	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH <sub>4</sub>	L	-/T2	16.037,4 (1,31%)	11.845,9 (1,27%)		-26,14%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH <sub>4</sub>	L	T/T2	12.229,0 (1,00%)	7.948,9 (0,85%)		-35,00%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, swine, mules & asses) (CRF 4.A.2-9)	CH <sub>4</sub>	-	-	1.327,9 (0,11%)	1.037,8 (0,11%)		-21,85%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	CS/Tier1/Tier2/Tier3	M/Q/AS/RS/NS	CS/D

Innerhalb der Quellgruppe *Fermentation bei der Verdauung* ist die Kategorie *Milchkühe* (4.A.1.a) die wichtigste Emissionsquelle. Sie stellt nach Emissionshöhe eine Hauptkategorie dar. Dies liegt u. a. an den hohen Tiergewichten, der hohen Leistung und damit verbunden der hohen Gesamtenergie-Aufnahme. Die Kategorie der übrigen Rinder (4.A.1.b) ist eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend.

$\text{CH}_4$  aus der Fermentation entsteht durch mikrobielle Umsetzungen im Verdauungstrakt. Die je Tier und Zeiteinheit abgegebenen Mengen sind von der Tierart, der individuellen Leistung der Tiere und der Nahrungszusammensetzung abhängig.

Deutschland berichtet über die Emissionen von  $\text{CH}_4$  aus der Fermentation bei der Verdauung von Milchkühen, übrigen Rindern (Kälbern, Färsen, Bullen, Mutterkühen und Zuchtbullen), Schweinen (Sauen incl. Saugferkel mit einem Gewicht bis  $8 \text{ kg Tier}^{-1}$ , Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber), Schafen, Ziegen, Pferden, Eseln und Maultieren sowie Büffeln.

Tabelle 197 in Kapitel 6.2.2.3 zeigt die gesamten  $\text{CH}_4$ -Emissionen aus der Quellgruppe *Fermentation bei der Verdauung* als Zeitreihe. Der Trend der  $\text{CH}_4$ -Emissionen wird bestimmt durch abnehmende Tierzahlen, v.a. der Rinder im Gesamtzeitraum und aller Tierkategorien Anfang der 1990er Jahre, und bessere Verdaulichkeit des Futters, teilweise kompensiert durch steigende GE-Aufnahme infolge von Anstiegen bei Milchleistung und Tiergewichten.

Der Anteil der  $\text{CH}_4$ -Emissionen aus der Verdauung an der gesamten  $\text{CH}_4$ -Emission aus der deutschen Landwirtschaft hat über die Jahre leicht abgenommen (1990: 81,7 %; 2012: 80,8 %). Insgesamt sind die  $\text{CH}_4$ -Emissionen aus der Verdauung zwischen 1990 und 2012 um 29,6 % gefallen.

## 6.2.2 Methodische Aspekte (4.A)

### 6.2.2.1 Methodik

Die  $\text{CH}_4$ -Emissionen aus der Verdauung der Milchkühe werden mit einem nationalen Verfahren berechnet (Tier 3), s. u. Für sonstige Rinder und Schweine erfolgt die Berechnung mit einem Tier-2-Verfahren (IPCC, 1996b, 4.15 ff; IPCC, 2006, 10.24 ff), s. u. Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere sowie Büffel werden mit dem Tier-1-Verfahren gerechnet, das Default-Emissionsfaktoren verwendet (siehe Kapitel 6.2.2.2).

Im nationalen Verfahren zur Berechnung der  $\text{CH}_4$ -Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen (DÄMMGEN et al., 2012b) wird der Emissionsfaktor nach KIRCHGESSNER et al. (1994) als Funktion der Aufnahme von Rohfasern, N-freien Extrakten, Rohprotein und Fett berechnet:

Gleichung 11: Berechnung des  $\text{CH}_4$ -Emissionsfaktors für Milchkühe (nationales Verfahren)

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}} = a \cdot M_{X\text{Fi}} + b \cdot M_{\text{NFE}} + c \cdot M_{\text{XP}} + d \cdot M_{\text{XF}} + e$$

mit

$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$	Emissionsfaktor für $\text{CH}_4$ aus der Verdauung (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$ )
$a$	Koeffizient ( $a = 0,079 \text{ kg kg}^{-1}$ )
$M_{X\text{Fi}}$	Rohfaser-Aufnahme (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{a}^{-1}$ )
$b$	Koeffizient ( $b = 0,010 \text{ kg kg}^{-1}$ )
$M_{\text{NFE}}$	Aufnahme von N-freien Extrakten (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{a}^{-1}$ )
$c$	Koeffizient ( $c = 0,026 \text{ kg kg}^{-1}$ )
$M_{\text{XP}}$	Aufnahme an Rohprotein (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{a}^{-1}$ )
$d$	Koeffizient ( $d = -0,212 \text{ kg kg}^{-1}$ )
$M_{\text{XF}}$	Aufnahme an Fett (in $\text{kg Platz}^{-1} \text{a}^{-1}$ )
$e$	Konstante ( $e = 365 \cdot 0,063 \text{ kg Platz}^{-1} \text{a}^{-1}$ )

Die Aufnahme von Rohfaser, N-freien Extrakten, Rohprotein und Fett ergibt sich aus den Kennwerten der Futterzusammensetzung und der Menge des aufgenommenen Futters (siehe Kapitel 6.1.3.3).

Daraus wird mit Hilfe der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 6.1.3.3) der Methanumwandlungsfaktor berechnet:

$$x_{\text{CH}_4,\text{GE}} = \frac{\eta_{\text{CH}_4} \cdot EF_{\text{CH}_4,\text{ent}}}{GE}$$

mit

$x_{\text{CH}_4,\text{GE}}$	Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe (in MJ MJ <sup>-1</sup> )
$\eta_{\text{CH}_4}$	Energiegehalt von Methan ( $\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ (kg CH}_4)^{-1}$ )
$EF_{\text{CH}_4,\text{ent}}$	Emissionsfaktor für CH <sub>4</sub> aus der Verdauung (in kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
$GE$	Gesamtenergie-Aufnahme (in MJ Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> GE)

Während der Methanumwandlungsfaktors für Milchkühe von 0,071 MJ MJ<sup>-1</sup> im Jahr 1990 auf 0,064 MJ MJ<sup>-1</sup> im Jahr 2012 sank, stieg der Emissionsfaktor als Folge des ständigen Leistungsanstiegs von 120,2 kg CH<sub>4</sub> pro Tierplatz und Jahr für 1990 auf 134,6 kg CH<sub>4</sub> pro Tierplatz und Jahr für 2012 (siehe Kapitel 6.2.2.2).

Das für die übrigen Rinder und Schweine verwendete Tier-2-Verfahren berechnet den Emissionsfaktor aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 6.1.3.3) und dem Methan-Umwandlungsfaktor nach folgender Formel:

Gleichung 12: Berechnung des CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktors (Tier-2-Verfahren, IPCC (1996b))

$$EF_{\text{CH}_4,\text{ent}} = GE \cdot \frac{x_{\text{CH}_4,\text{GE}}}{\eta_{\text{CH}_4}}$$

mit

$EF_{\text{CH}_4,\text{ent}}$	Emissionsfaktor für CH <sub>4</sub> aus der Verdauung (in kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
$GE$	Gesamtenergie-Aufnahme (in MJ Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> GE)
$x_{\text{CH}_4,\text{GE}}$	Methan-Umwandlungsfaktor (in MJ MJ <sup>-1</sup> )
$\eta_{\text{CH}_4}$	Energiegehalt von Methan ( $\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ (kg CH}_4)^{-1}$ )

Für die übrigen Rinder weist der Methan-Umwandlungsfaktor aufgrund wechselnder Zusammensetzung der Gesamtpopulation von Jahr zu Jahr eine geringfügige Schwankung auf (Mittelwert: 0,0615 MJ MJ<sup>-1</sup>; Minimum: 0,0614 MJ MJ<sup>-1</sup>; Maximum: 0,0617 MJ MJ<sup>-1</sup>). Dieser gemittelte Methan-Umwandlungsfaktor setzt sich wie folgt zusammen: Für Mutterkühe, Färsen, Mastbullen und männliche Rinder über 2 Jahre wird nach IPCC (2006), Tabelle 10.12, jeweils ein Methan-Umwandlungsfaktor von 0,065 MJ MJ<sup>-1</sup> verwendet. Dieser ist höher als der Standardwert 0,06 MJ MJ<sup>-1</sup> nach IPCC (1996b), repräsentiert aber besser die deutschen Verhältnisse bezüglich der Futterqualität. Für Kälber wird basierend auf einem nationalen Expertenurteil (Flachowsky, Institut für Tierernährung der früheren FAL, Braunschweig) ein Umwandlungsfaktor von 0,02 MJ MJ<sup>-1</sup> verwendet, da Kälber sich erst allmählich zu Wiederkäuern entwickeln, siehe z. B. KIRCHGESSNER et al. (2008), S. 430 ff, und PENNSTATE COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES (2011). Weder IPCC (1996b) mit 0,06 MJ MJ<sup>-1</sup> noch IPCC (2006) mit 0 MJ MJ<sup>-1</sup> berücksichtigen die allmähliche Wiederkäuerentwicklung der Kälber.

Als Methan-Umwandlungsfaktor für Schweine wird der Standardwert nach IPCC (1996b), Tabelle A-4, verwendet: 0,006 MJ MJ<sup>-1</sup>.

Zu den berechneten Emissionsfaktoren siehe Kapitel 6.2.2.2.

Eine ausführlichere Beschreibung der Berechnung von CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Verdauung findet sich in HAENEL et al. (2014).

## 6.2.2.2 Emissionsfaktoren (4.A)

Tabelle 194 zeigt die berechneten CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren für die Verdauung bei Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen.

Tabelle 194: CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Verdauung) (4.A.1.a)

[kg <sup>-1</sup> Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	120,2	120,7	122,7	124,0	124,1	124,7	125,8	126,1	127,3	128,1
übrige Rinder	44,3	44,2	45,2	45,6	45,1	45,5	45,5	45,5	45,8	46,5
Schweine	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,13	1,15	1,14	1,16	1,15
[kg <sup>-1</sup> Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	129,0	130,3	130,6	131,3	131,4	132,3	132,6	133,3	132,5	133,2
übrige Rinder	46,4	46,7	46,1	46,0	45,9	45,9	46,0	46,0	45,7	45,9
Schweine	1,15	1,17	1,17	1,16	1,18	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18
[kg <sup>-1</sup> Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	133,9	134,5	134,6							
übrige Rinder	45,9	45,7	45,5							
Schweine	1,18	1,17	1,17							

Aus Tabelle 195 gehen beispielhaft für 2012 die Emissionsfaktoren der Unterkategorien der übrigen Rinder hervor:

Tabelle 195: CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren (Verdauung) bei den übrigen Rindern für 2012 im Vergleich mit den Defaultwerten für West-Europa nach IPCC (1996b)-4.11, Table 4-4 und IPCC (2006)-10.29, Table 10.11

[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	
Kälber	4,3
Färsen	40,1
MastbulLEN	57,2
Mutterkühe	76,1
Zuchtbullen	85,3
<b>übrige Rinder insgesamt</b>	<b>45,5</b>
IPCC (1996)-Default	48
IPCC (2006)-Default	57

Tabelle 196 zeigt die Emissionsfaktoren für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel. Für diese Tierkategorien wurden die Default-Emissionsfaktoren nach IPCC (1996b)-4.10, Table 4-3, eingesetzt. Für Kleinpferde wurde mit einem Emissionsfaktor gerechnet, der wie folgt geschätzt wurde: Nach DLG (2005), S. 54, beträgt der tägliche Bedarf an umsetzbarer Energie bei einem Kleinpferd oder Pony mit 57,5 MJ d<sup>-1</sup> rund 65 % des Wertes bei einem Großpferd (89 MJ d<sup>-1</sup>). Dieser Prozentsatz wird auch für das Verhältnis der Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 196: Im Inventar verwendete Emissionsfaktoren (Verdauung) für Schafe, Ziegen, Großpferde, Kleinpferde und Ponys, Esel und Maultiere sowie Büffel

Tierkategorie	EF [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]
Schafe	8
Ziegen	5
Großpferde	18
Kleinpferde, Ponys	12
Esel und Maultiere	10
Büffel	55

### 6.2.2.3 Emissionen (4.A)

Die berechneten CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Verdauung für die gesamte deutsche Tierhaltung zeigt Tabelle 197.

Tabelle 198 schlüsselt diese Daten nach Tierkategorien auf.

Tabelle 197: CH<sub>4</sub>-Emissionen E<sub>CH<sub>4</sub></sub> aus der Tierhaltung (Verdauung) (4s1.A)

[Gg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E <sub>CH<sub>4</sub></sub>	1409	1247	1207	1199	1194	1195	1193	1156	1137	1137
[Gg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E <sub>CH<sub>4</sub></sub>	1108	1119	1076	1058	1029	1021	997	997	1015	1016
[Gg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	2010	2011	2012							
E <sub>CH<sub>4</sub></sub>	1007	993	992							

Tabelle 198: CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Verdauung (4.A.1.a)

[Gg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	764	680	658	657	654	652	653	634	615	610
übrige Rinder	582	508	490	483	482	485	481	464	463	471
Schweine	28	24	25	25	24	23	24	24	26	25
Schafe	26	26	24	24	23	24	24	23	23	22
übrige Tiere <sup>a</sup>	9	9	9	10	10	11	11	10	10	9
[Gg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	590	593	578	574	563	560	541	543	559	560
übrige Rinder	462	469	440	427	409	404	399	396	400	401
Schweine	25	25	26	26	26	27	26	27	27	27
Schafe	22	22	22	22	22	21	20	20	19	19
übrige Tiere <sup>a</sup>	9	9	10	10	9	9	10	10	10	9
[Gg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	560	564	564							
übrige Rinder	396	381	379							
Schweine	26	27	28							
Schafe	17	13	13							
übrige Tiere <sup>a</sup>	9	9	9							

<sup>a</sup> übrige Tiere: Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel

Der zeitliche Verlauf der Emissionen seit 1990 spiegelt im Wesentlichen die überlagerten Effekte der Tierzahlentwicklung (starke Abnahme 1990/1991 und seither beständig abnehmend bei Rindern und Schafen; bei den Schweinen starke Abnahme 1990/1991, danach weiter abnehmend bis Mitte der 1990er Jahre und seither wieder leicht ansteigend) sowie die beständige Leistungszunahme (Milchleistung, Tiergewicht, Gewichtszunahmen). So führt z. B. die beständig steigende Milchleistung seit 2007 zu einem leichten Wiederanstieg der Gesamtemissionen aus der Milchviehhaltung, obwohl die Tierzahlen weiterhin sinken.

### 6.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)

Die Unsicherheiten im Bereich der Methan-Emissionen aus der Verdauung sind aus Tabelle 193 in Kapitel 6.1.5 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) zu entnehmen.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit der gleichen Methode berechnet wurden, und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent und vollständig lückengefüllt sind.

### 6.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)

Zu Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung wird auf Kapitel 6.1.6 verwiesen.

Im Rahmen der Verifizierung erfolgte für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine für das Jahr 2011 eine Gegenüberstellung der Daten aus der deutschen Tierhaltung mit IPCC-

Defaultwerten sowie mit Daten benachbarter Staaten incl. des Vereinigten Königreiches, siehe Tabelle 199 und Tabelle 200.

Tabelle 199 zeigt für Milchkühe den nationalen Mittelwert des auf den Tierplatz bezogenen Emissionsfaktors (impliziter Emissionsfaktor, IEF), die GE-Aufnahme sowie die i. W. emissionsbestimmende Milchleistung. Ergänzend wird der CH<sub>4</sub>-Umwandlungsfaktor aufgeführt. Mit seiner Hilfe wird berechnet, welcher Anteil von der aufgenommenen Bruttoenergie (GE) in Methanenergie umgewandelt wird, die mit dem emittierten Methan verloren geht (siehe Methodenbeschreibung in Kapitel 6.2.2.1).

In der Gruppe der zehn Vergleichsländer weist Deutschland den höchsten IEF-Wert auf. Dieser Befund relativiert sich allerdings vollständig, wenn man berücksichtigt, dass Deutschland mit dem höchsten CH<sub>4</sub>-Umwandlungsfaktor rechnet (der auf einem nationalen Berechnungsverfahren beruht), während die anderen Länder den niedrigeren IPCC (1996)-Default-Faktor bzw. einen eigenen nationalen Faktor verwenden, der noch etwas niedriger als der IPCC (1996)-Default-Faktor ist. Würde Deutschland mit dem nach IPCC (2006) als zu niedrig einzuschätzenden IPCC (1996)-Default-Faktor für den CH<sub>4</sub>-Umwandlungsfaktor rechnen, läge der IEF bei 125,98 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Damit ergäbe sich aus den Daten in Tabelle 199 nahezu ideal (mit R<sup>2</sup> = 0,99) der nach Kapitel 6.2.2.1 zu erwartende exakte lineare Zusammenhang zwischen IEF und GE-Aufnahme. Mit dem tatsächlichen deutschen IEF von 134,53 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> zeigen die IEF- und GE-Daten in Tabelle 199 dagegen lediglich einen guten linearen Zusammenhang (R<sup>2</sup> = 0,93).

Weniger eng ist in Tabelle 199 der Zusammenhang zwischen den Daten der GE-Aufnahme und der durchschnittlichen täglichen Milchleistung (R<sup>2</sup> = 0,67), obwohl Letztere dasjenige Merkmal in der Milchkuhhaltung ist, das den tierischen Energiebedarf am stärksten beeinflusst. Die Streuung der Datensätze kann an unterschiedlichen Tiergewichten als weiterem Leistungsparameter sowie unterschiedlichen Berechnungsmethoden für den tierischen Energiebedarf liegen. Das Verhältnis von GE-Aufnahme zu Milchleistung (16,2 MJ kg<sup>-1</sup>) für die deutschen Milchkühe liegt dabei im Mittelfeld des durch die übrigen Staaten gebildeten Schwankungsbereiches von 13,7 MJ kg<sup>-1</sup> (Vereinigtes Königreich) bis 19,3 MJ kg<sup>-1</sup> (Polen).

Tabelle 199: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) für 2011

	IEF <sub>CH<sub>4</sub></sub> [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	CH <sub>4</sub> -Umwandlungsfaktor [MJ MJ <sup>-1</sup> ]	GE-Aufnahme [MJ Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	Milchleistung <sup>a</sup> [kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]
Österreich	117,16	0,0600	297,7	17,06
Belgien	128,59	0,0600	324,1	20,42
Tschechische Republik	116,55	0,0600	296,2	19,53
Dänemark	132,91	0,0595	341,1	23,27
Frankreich	121,04	k. A.	k. A.	18,80
<b>Deutschland</b>	<b>134,53</b>	<b>0,0641</b>	<b>320,4</b>	<b>19,84</b>
Niederlande	128,40	0,0586	333,89	k. A.
Polen	98,79	0,0600	251,0	13,04
Schweiz	123,03	0,0600	312,62	22,69
Vereinigtes Königreich	110,99	0,0600	282,0	20,64
IPCC(1996b)-3-4.11, 4.31, 4.39 (Western Europe)	100	0,06	254,7	11,5
IPCC (2000)-4.13-4.20		0,06	Equation 4.1-4.11 Gleichung 10.3- 10.16	
IPCC(2006)-10.15-10.21, 10.29, 10.72	109	0,065		16,44 <sup>b</sup>

<sup>a)</sup> entspricht der jährlichen Milchleistung dividiert durch 365 Tage<sup>b)</sup> berechnet aus der von IPCC (2006) angenommenen jährlichen Milchleistung von 6000 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>

Quelle: Deutschland: Submission 2014; andere Länder: UNFCCC, 2013; k. A: keine Angabe

Tabelle 200 zeigt für die Gruppe der übrigen Rinder sowie für alle Schweine zusammengefasst den IEF sowie die GE-Aufnahme. Die zugehörigen Umwandlungsfaktoren lassen sich mithilfe der in Kapitel 6.2.2.1 beschriebenen Methodik aus IEF und GE berechnen.

Der deutsche IEF für die übrigen Rinder liegt im mittleren Bereich der in Tabelle 200 angegebenen IEF-Werte, die eine erhebliche Streuung aufweisen. Eine große Streuung ist auch bei den Werten für die GE-Aufnahme zu finden, wenn auch nicht in jedem Fall konsistent mit den IEF-Werten. So ist der nach Kapitel 6.2.2.1 zu erwartende exakte lineare Zusammenhang zwischen IEF und GE-Aufnahme anhand der Daten in Tabelle 200 kaum wieder zu finden ( $R^2 = 0,51$ ). Dies liegt an den sehr unterschiedlichen Umwandlungsfaktoren:

- Österreich, Tschechische Republik, Polen: IPCC (1996b)-Defaultwert 0,06 MJ MJ<sup>-1</sup>,
- Belgien 0,0596 MJ MJ<sup>-1</sup>,
- Dänemark 0,0473 MJ MJ<sup>-1</sup>,
- Deutschland 0,0639 MJ MJ<sup>-1</sup>,
- Niederlande 0,0493 MJ MJ<sup>-1</sup>.

Bzgl. des Wertpaars IEF und GE-Aufnahme ist Deutschland gut mit Belgien vergleichbar, während Länder wie das Vereinigte Königreich oder die Tschechische Republik deutliche höhere GE-Aufnahmen aufweisen. Wie auch Deutschland weisen die Schweiz und die Niederlande eine vergleichsweise geringe GE-Aufnahme auf. Zum Teil können die Unterschiede zwischen den Ländern durch eine unterschiedliche Zusammensetzung der Kategorie „übrige Rinder“ verursacht sein. Die vorstehenden Befunde lassen jedoch vermuten, dass es auf europäischer Ebene erhebliche Unterschiede in der Modellierung der CH<sub>4</sub>-Emission aus der Verdauung der übrigen Rinder bzw. deren Unterkategorien gibt.

Bei den Schweinen (Tabelle 200) fällt auf, dass einige Länder mit dem Default-IEF von IPCC (1996b) rechnen (1,50 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>). Dieser Wert ist möglicherweise nicht geeignet, die mitteleuropäische Situation für Schweine adäquat zu beschreiben, da er merklich höher ist als explizit berechnete IEF-Werte (Dänemark, Frankreich, Deutschland, Schweiz). Das IEF-Minimum wird dabei von Frankreich berichtet, gefolgt von Dänemark, dessen gleichzeitig

sehr hoher GE-Wert darauf schließen lässt, dass in Dänemark ein vergleichsweise niedriger Methan-Umwandlungsfaktor angesetzt wird. Von denjenigen Ländern, die eine GE-Aufnahme angegeben haben, haben Österreich, Deutschland und die Schweiz den IPCC (1996b)-Default-Umwandlungsfaktor 0,006 MJ MJ<sup>-1</sup> verwendet, während Dänemark mit einem Umwandlungsfaktor von 0,0042 MJ MJ<sup>-1</sup> wie auch bei den Milchkühen und den übrigen Rindern mit einem im europäischen Vergleich niedrigen Wert gerechnet hat.

Tabelle 200: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei übrigen Rindern und Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) für 2011

	Übrige Rinder		Schweine	
	IEF <sub>CH<sub>4</sub></sub> [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	GE- Aufnahme [MJ Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	IEF <sub>CH<sub>4</sub></sub> [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	GE- Aufnahme [MJ Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]
Österreich	56,17	142,73	1,50	38,00
Belgien	45,00	115,11	1,50	NE
Tschechische Republik	48,29	122,71	1,50	NA
Dänemark	40,38	130,24	1,11	40,41
Frankreich	50,67	k. A.	0,79	k. A.
<b>Deutschland</b>	<b>45,67</b>	<b>108,94</b>	<b>1,17</b>	<b>29,64</b>
Niederlande	35,53 <sup>a</sup>	109,84 <sup>a</sup>	1,50	k. A.
Polen	49,55	125,90	1,50	k. A.
Schweiz	39,20 <sup>a</sup>	102,98 <sup>a</sup>	1,08	27,47
Vereinigtes Königreich	43,20	k. A.	1,50	k. A.
IPCC (1996)-3-4.10, 4.11, 4.39, 4.42 developed countries, Western Europe	48,00	135,10	1,50	38,00
IPCC (2000)-4.13-4.20		Equation 4.1-4.11		
IPCC (2006)-10.15- 10.21, 10.28, 10.29, Western Europe	57,00	Gleichung 10.3- 10.16	1,50	Gleichung 10.3- 10.16

<sup>a)</sup> berechnet aus berichteten Originaldaten

Quelle: Deutschland: Submission 2013; andere Länder: UNFCCC, 2012; k. A.: keine Angabe

## 6.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.A)

Tabelle 201 bis Tabelle 203 zeigen für Milchkühe, übrige Rinder und Schweine die für den NIR 2014 berechneten Werte der Gesamtenergie-Aufnahme, der Emissionsfaktoren sowie der Emissionen im Vergleich mit den Werten aus dem NIR 2013. Die leichten Veränderungen von NIR 2013 zu NIR 2014 beruhen im Wesentlichen auf den folgenden Änderungen an leistungsbestimmenden Daten und der Berechnungsmethodik:

- **Milchkühe:** Die Abnahme der Gesamtenergie-Aufnahme und der Anstieg bei Emissionsfaktor und Emission sind auf Änderungen bei Futterkennwerten und Kraftfutteraufnahme (siehe Kapitel 6.1.3.3) zurück zu führen. Bei der GE-Aufnahme wirken sich zusätzlich Änderungen zur Verbesserung der Aggregierung (Mittelung) regionaler Teilergebnissen auf nationaler Ebene aus.
- **Übrige Rinder:** Die Änderungen bei der Gesamtenergie-Aufnahme sind eine Folge der verbesserten Aggregierung regionaler Gesamtenergie-Werte zum nationalen Mittelwert. Diese bleibt aber ohne Einfluss auf Emissionsfaktor und Emission, da die nationale Gesamtenergie-Aufnahme nur der Ergebnisdarstellung dient, während die Emissionsberechnung mit unveränderten regionalen Werten stattfand.

- Schweine:** Die Abnahme der Gesamtenergie-Aufnahme ist ein Folge der Modifikationen bei der Berechnung der Futteraufnahme von Sauen und Mastschweinen (siehe Kapitel 6.1.3.3).

Die Gesamt-CH<sub>4</sub>-Emissionen aller Tiere sind von NIR 2013 zu 2014 leicht angestiegen.

Tabelle 201: Vergleich der 2014 und 2013 berichteten mittleren täglichen Gesamtenergie-Aufnahme (4.A)

(MJ/Tier)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2014	259,8	263,3	271,0	276,0	275,7	278,6	282,3	284,2	288,6	291,9
Milchkühe 2013	259,9	261,9	271,0	276,0	275,7	278,6	282,3	284,2	288,6	291,9
übrige Rinder 2014	105,7	105,3	107,8	108,8	107,5	108,4	108,5	108,5	109,2	110,7
übrige Rinder 2013	105,8	104,7	107,8	108,7	107,6	108,4	108,5	108,4	109,1	110,7
Schweine 2014	27,3	27,9	28,2	28,4	28,6	28,8	29,1	29,1	29,5	29,2
Schweine 2013	27,4	27,9	28,3	28,4	28,7	28,9	29,2	29,2	29,6	29,3
(MJ/Tier)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2014	295,8	301,2	302,6	306,1	306,9	310,5	312,0	315,0	311,1	314,3
Milchkühe 2013	295,9	301,2	302,7	306,1	306,9	310,4	312,0	315,0	311,1	314,3
übrige Rinder 2014	110,5	111,2	109,8	109,7	109,3	109,5	109,7	109,7	109,1	109,4
übrige Rinder 2013	110,5	111,2	109,8	109,7	109,3	109,4	109,7	109,7	109,1	109,4
Schweine 2014	29,3	29,7	29,8	29,6	29,9	29,8	29,9	30,0	30,0	30,0
Schweine 2013	29,4	29,8	29,9	29,7	30,0	29,8	30,0	30,1	30,1	30,1
(MJ/Tier)	2010	2011	2012							
Milchkühe 2014	317,7	320,4	321,0							
Milchkühe 2013	317,7	320,5								
übrige Rinder 2014	109,3	108,9	108,6							
übrige Rinder 2013	109,4	109,0								
Schweine 2014	30,0	29,6	29,7							
Schweine 2013	30,0	29,7								

Tabelle 202: Vergleich der 2014 und 2013 berichteten resultierenden CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren (Verdauung) (4.A)

[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2014	120,2	120,7	122,7	124,0	124,1	124,7	125,8	126,1	127,3	128,1
Milchkühe 2013	119,9	120,3	122,1	123,3	123,5	124,0	125,0	125,3	126,3	127,0
übrige Rinder 2014	44,3	44,2	45,2	45,6	45,1	45,5	45,5	45,5	45,8	46,5
übrige Rinder 2013	44,3	44,2	45,2	45,6	45,1	45,5	45,5	45,5	45,8	46,5
Schweine 2014	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,13	1,15	1,14	1,16	1,15
Schweine 2013	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,15
[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2014	129,0	130,3	130,6	131,3	131,4	132,3	132,6	133,3	132,5	133,2
Milchkühe 2013	127,9	129,1	129,3	129,9	130,0	130,7	131,1	131,7	131,0	131,5
übrige Rinder 2014	46,4	46,7	46,1	46,0	45,9	45,9	46,0	46,0	45,7	45,9
übrige Rinder 2013	46,4	46,7	46,1	46,0	45,9	45,9	46,0	46,0	45,7	45,9
Schweine 2014	1,15	1,17	1,17	1,16	1,18	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18
Schweine 2013	1,16	1,17	1,18	1,17	1,18	1,17	1,18	1,19	1,18	1,19
[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe 2014	133,9	134,5	134,6							
Milchkühe 2013	132,2	132,7								
übrige Rinder 2014	45,9	45,7	45,5							
übrige Rinder 2013	45,9	45,7								
Schweine 2014	1,18	1,17	1,17							
Schweine 2013	1,18	1,17								

Tabelle 203: Vergleich der 2014 und 2013 berichteten CH<sub>4</sub>-Emissionen (Verdauung) (4.A)

[Tg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
alle Tiere 2014 <sup>a</sup>	1,409	1,247	1,207	1,199	1,194	1,195	1,193	1,156	1,137	1,137
alle Tiere 2013 <sup>a</sup>	1,408	1,245	1,204	1,196	1,191	1,191	1,189	1,152	1,133	1,132
Milchkühe 2014	0,764	0,680	0,658	0,657	0,654	0,652	0,653	0,634	0,615	0,610
Milchkühe 2013	0,762	0,678	0,655	0,654	0,651	0,649	0,649	0,630	0,610	0,605
übrige Rinder 2014	0,582	0,508	0,490	0,483	0,482	0,485	0,481	0,464	0,463	0,471
übrige Rinder 2013	0,582	0,508	0,490	0,483	0,482	0,485	0,481	0,464	0,463	0,471
Schweine 2014	0,0285	0,0244	0,0251	0,0249	0,0238	0,0231	0,0238	0,0243	0,0261	0,0254
Schweine 2013	0,0286	0,0245	0,0252	0,0249	0,0239	0,0232	0,0239	0,0244	0,0262	0,0255
[Tg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
alle Tiere 2014 <sup>a</sup>	1,108	1,119	1,076	1,058	1,029	1,021	0,997	0,997	1,015	1,016
alle Tiere 2013 <sup>a</sup>	1,103	1,113	1,070	1,052	1,023	1,015	0,991	0,990	1,009	1,009

## Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

Umweltbundesamt

Milchkühe 2014	0,590	0,593	0,578	0,574	0,563	0,560	0,541	0,543	0,559	0,560
Milchkühe 2013	0,584	0,587	0,572	0,568	0,557	0,554	0,535	0,536	0,552	0,553
übrige Rinder 2014	0,462	0,469	0,440	0,427	0,409	0,404	0,399	0,396	0,400	0,401
übrige Rinder 2013	0,462	0,469	0,440	0,427	0,409	0,404	0,399	0,396	0,400	0,401
Schweine 2014	0,0251	0,0255	0,0259	0,0260	0,0256	0,0266	0,0264	0,0272	0,0267	0,0272
Schweine 2013	0,0252	0,0255	0,0260	0,0261	0,0257	0,0267	0,0265	0,0273	0,0268	0,0273
<b>[Tg a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>]</b>		<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>						
alle Tiere 2014 <sup>a</sup>		1,007	0,993	0,992						
alle Tiere 2013 <sup>a</sup>		1,000	0,985							
Milchkühe 2014	0,560	0,564	0,564							
Milchkühe 2013	0,553	0,556								
übrige Rinder 2014	0,396	0,381	0,379							
übrige Rinder 2013	0,396	0,381								
Schweine 2014	0,0262	0,0266	0,0276							
Schweine 2013	0,0263	0,0266								

<sup>a</sup> Milchkühe, übrige Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Büffel

### 6.2.6 Geplante Verbesserungen (4.A)

Derzeit sind keine weiteren Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 6.3 Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

### 6.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B)

CRF 4.B	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH <sub>4</sub>	-	-/T2	2.222,1 (0,18%)	1.727,0 (0,18%)		-22,28%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.A.1)	CH <sub>4</sub>	-	-/T2	2.282,6 (0,19%)	1.445,6 (0,15%)		-36,67%
Dairy Cattle (CRF 4.B.1)	N <sub>2</sub> O	-	-/T2	1.622,3 (0,13%)	958,4 (0,10%)		-40,92%
Non-Dairy Cattle (CRF 4.B.1)	N <sub>2</sub> O	-	-/T2	1.455,7 (0,12%)	1.092,7 (0,12%)		-24,94%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, poultry, mules & asses) (CRF 4.B.2-7;9)	CH <sub>4</sub>	-	-	118,9 (0,01%)	137,6 (0,01%)		15,78%
Other Animals (buffalo, sheep, goats, horses, mules & asses) (CRF 4.B.2-7)	N <sub>2</sub> O	-	-	226,1 (0,02%)	188,1 (0,02%)		-16,81%
Swine (CRF 4.B.8)	CH <sub>4</sub>	-	-	2.024,0 (0,16%)	1.643,9 (0,18%)		-18,78%
Swine (CRF 4.B.8)	N <sub>2</sub> O	-	-	545,0 (0,04%)	497,8 (0,05%)		-8,67%
Poultry (CRF 4.B.9)	N <sub>2</sub> O	-	-	37,6 (0,00%)	51,1 (0,01%)		35,99%
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren		
CH <sub>4</sub>	Tier 1/Tier 2		M/Q/AS/RS/NS		CS/D		
N <sub>2</sub> O	Tier 1/Tier2		M/Q/AS/RS/NS		CS/D		
NO <sub>x</sub>					CS		

Die Quellgruppe *Wirtschaftsdünger-Management* ist nach der Tier-2-Analyse eine Hauptkategorie für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O bei Milchkühen und Rindern ohne Milchkühe.

Deutschland berichtet im Sektor 4.B über CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O und NO aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management umfassen CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Stall und im Lager. CH<sub>4</sub> entsteht durch die Aktivität von methanogenen Bakterien bei der Zersetzung organischer Substanz in anaerober Umgebung. N<sub>2</sub>O entsteht bei Nitrifikations- und Denitrifikationsprozessen während der Lagerung von Wirtschaftsdünger.

NO aus dem Wirtschaftsdünger-Management entsteht durch Nitrifikation in den Oberflächenschichten im Wirtschaftsdüngerlager.

Die Berechnung der CH<sub>4</sub>-, N<sub>2</sub>O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management ist abhängig von der Tierkategorie, den Ausscheidungen der Tiere (welche wiederum eine Funktion der Tierleistung und der Ernährung sind), den in bestimmten Aufenthaltsbereichen (Weide, Stall) verbrachten Zeiten, sowie von Stalltyp, Stickstoffeintrag durch Einstreu (Stroh) und Lagerungstyp.

Die anaerobe Vergärung von Gülle in Biogas-Anlagen wird bei CH<sub>4</sub>-, N<sub>2</sub>O-, NO- und NH<sub>3</sub> berücksichtigt, siehe Kapitel 6.1.3.6.5.

Im Jahr 2012 entfielen 19,2 % (1990: 18,3 %) der gesamten CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft auf CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management, die in den Jahren 1990 bis 2012 um 25,5 % abgenommen haben. Diese Abnahme ist zum Teil auf den Rückgang der Tierbestände 1990 bis 1992 infolge der deutschen Wiedervereinigung zurück zu führen. Ein weiterer Grund ist die Emissionseinsparung aufgrund der Güllevergärung (siehe Tabelle 207). Teilkompensierend wirkt die Zunahme der VS-Ausscheidungen infolge eines Anstiegs der individuellen tierischen Leistung.

Der Anteil des Wirtschaftsdünger-Managements an den gesamten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft betrug 2012 6,4 %, während er 1990 bei 7,5 % lag. Von 1990 bis 2012 nahmen die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management um 28,3 % ab, was wie bei den CH<sub>4</sub>-Emissionen im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierzahlen und Emissionseinsparungen infolge der Güllevergärung zurückzuführen ist, aber durch Zunahme der emissionsstärkeren Lagerverfahren teilweise kompensiert wird. Ein weiterer kompensierender Effekt ergibt sich aus der Leistungszunahme wegen der damit verbundenen Zunahme der N-Ausscheidungen.

### **6.3.2 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, CH<sub>4</sub>)**

#### **6.3.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, CH<sub>4</sub>)**

Siehe Kapitel 6.3.1.

#### **6.3.2.2 Methodische Aspekte (4.B, CH<sub>4</sub>)**

##### **6.3.2.2.1 Methodik (4.B, CH<sub>4</sub>)**

Für alle Tierkategorien außer den Gänsen werden die die CH<sub>4</sub>-Emissionen nach der Tier-2-Methode berechnet:

Gleichung 13: Berechnung der CH<sub>4</sub>-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management

$E_{\text{CH}_4, \text{MM}} = \sum_{i, j, k} n_i \cdot EF_{i, j, k} = \sum_{i, j, k} n_i \cdot \alpha \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot VS_i \cdot B_{o,i} \cdot MS_{i,j} \cdot MCF_{i,j,k}$	
$E_{\text{CH}_4, \text{MM}}$	Methan-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management (in kg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
$n_i$	Anzahl der Tierplätze in Tierkategorie i (in Platz)
$EF_{i, j, k}$	Methan-Emissionsfaktor für Tierkategorie i in Wirtschaftsdünger-Management-System j und Klimaregion k (in kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
$\alpha$	Faktor zur Umwandlung der Zeiteinheiten ( $\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$ )
$\rho_{\text{CH}_4}$	Dichte von Methan ( $\rho_{\text{CH}_4} = 0,67 \text{ kg m}^{-3}$ )
$VS_i$	VS-Ausscheidung von Tierkategorie i (in kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ), siehe Kapitel
$B_{o,i}$	Maximale Methanproduktionskapazität von Tierkategorie i (in m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
$MS_{i,j}$	relativer Anteil der Anzahl der Haltungsplätze von Tierkategorie i, deren Exkreme in Wirtschaftsdünger-Management-System j anfallen (in Platz Platz <sup>-1</sup> )
$MCF_{i,j,k}$	Methan-Umwandlungsfaktor für Wirtschaftsdünger-Management-System j und Klimaregion k (in m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) <sup>76</sup>

Für die Tierplattzzahlen  $n_i$  wird auf Kapitel 6.1.3.2.3 verwiesen. Die VS-Ausscheidungen werden in Kapitel 6.1.3.5 beschrieben. Zu den Häufigkeiten von Lagerverfahren für Fest- und Flüssigmist sowie der Weidedauer siehe Kapitel 6.1.3.6.1 und 19.4.1. Auf maximale Methan-Bildungsrate  $B_o$  und Methan-Umwandlungsfaktoren  $MCF$  gehen die Kapitel 6.1.3.6.3 und 6.1.3.6.4 ein.

Für Gänse wird die Tier-1-Methode mit dem Geflügel-Emissionsfaktor nach IPCC (1996b), Tabelle B-7 (0,78 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>) angewendet.

### 6.3.2.2.2 Emissionsfaktoren (4.B,CH<sub>4</sub>)

Tabelle 204 zeigt die nationalen Mittelwerte der auf den Tierplatz bezogenen Emissionsfaktoren (implizite Emissionsfaktoren, IEF). Der Effekt der Emissionsminderung durch Güllevergärung ist in den Emissionsfaktoren für Milchkühe und Schweine enthalten.

<sup>76</sup> IPCC gibt den  $MCF$  in Prozent (von  $B_o$ ) an, weshalb im deutschen Inventar die Einheit m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> verwendet wird.

Tabelle 204: Implizite CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)

[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	16,7	17,1	17,5	17,7	21,2	21,3	21,5	21,6	22,1	22,3
übrige Rinder	8,3	8,4	8,7	8,7	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3	8,5
Schweine	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1
Schafe	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ziegen	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Pferde	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6
Esel, Maultiere	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Büffel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5,0	5,0	5,0	5,0
Geflügel	0,031	0,031	0,031	0,030	0,030	0,030	0,029	0,029	0,030	0,029
[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	22,5	22,9	23,1	23,3	23,4	23,2	22,8	22,4	22,0	21,5
übrige Rinder	8,5	8,6	8,4	8,6	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4
Schweine	4,0	4,1	4,1	4,0	4,0	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6
Schafe	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ziegen	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Pferde	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Esel, Maultiere	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Büffel	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Geflügel	0,031	0,031	0,031	0,032	0,034	0,034	0,034	0,035	0,035	0,035
[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	20,9	20,1	19,6							
übrige Rinder	8,3	8,3	8,3							
Schweine	3,5	3,3	3,3							
Schafe	0,27	0,27	0,27							
Ziegen	0,22	0,22	0,22							
Pferde	2,6	2,6	2,6							
Esel, Maultiere	1,4	1,4	1,4							
Büffel	5,0	5,0	5,0							
Geflügel	0,036	0,036	0,037							

### 6.3.2.2.3 Emissionen (CRF 4.B, CH<sub>4</sub>)

Tabelle 205 zeigt die Zeitreihe der berechneten CH<sub>4</sub>-Gesamtemissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Tabelle 205: Gesamt-CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4s1)

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	316,55	281,39	278,73	276,32	289,67	287,09	288,71	283,53	289,10	287,81
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	281,05	284,81	278,01	277,07	269,25	267,64	259,12	256,95	255,83	252,79
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
	242,48	235,76	235,91							

Tabelle 205 zeigt einen Rückgang der Emissionen zwischen 1990 und 1993 um rund 38 Gg a<sup>-1</sup> von ca. 317 auf 279 Gg a<sup>-1</sup>, gefolgt von einem Anstieg auf das Niveau zwischen 280 und 290 Gg a<sup>-1</sup>, bis dann mit dem Jahr 2001 beginnend die Emissionen bis 2011/2012 um weitere ca. 50 Gg a<sup>-1</sup> zurückgehen. Der Rückgang zu Beginn der 1990er Jahre ist auf den Rückgang der Tierbestände infolge der deutschen Wiedervereinigung zurück zu führen. Ein weiterer Grund ist die Emissionseinsparung aufgrund der Güllevergärung, die sich ab 2001 sichtbar auswirkt. Teilkompensierend wirkt die Zunahme der VS-Ausscheidungen (siehe Kapitel 6.1.3.5.)

Insgesamt ergibt sich zwischen 1990 und 2012 eine Abnahme der CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management um 25,5 %.

Wie aus dem Vergleich von Tabelle 205 und Tabelle 206 zu entnehmen ist, werden knapp zwei Drittel der Gesamtemission durch die Rinderhaltung verursacht, während die Schweinehaltung rund ein Drittel beträgt. Der geringe Rest entfällt auf die übrigen Tierkategorien.

Tabelle 206: CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management für Milchkühe, übrigen Rinder und Schweine (4.s1.)

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	105,8	96,5	94,0	93,7	111,6	111,4	111,8	108,4	107,0	106,4
übrige Rinder	108,7	96,8	94,2	92,4	89,5	89,3	87,9	84,7	84,3	86,3
Schweine	96,4	82,5	85,2	84,7	82,9	80,6	83,2	84,8	92,1	89,7
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	102,8	104,3	102,1	101,9	100,1	98,1	93,1	91,0	92,6	90,3
übrige Rinder	84,7	86,0	80,5	79,5	75,6	74,7	73,4	72,9	73,3	73,2
Schweine	87,8	88,6	89,6	89,5	87,3	88,7	86,3	86,4	83,4	82,8
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe	87,5	84,1	82,2							
übrige Rinder	71,8	69,1	68,8							
Schweine	76,8	76,1	78,3							

Tabelle 207 zeigt die durch Güllevergärung eingesparten CH<sub>4</sub>-Emissionen, wie sie mit dem Inventarmodell GAS-EM für Deutschland berechnet wurden, sowie dem sich daraus für Deutschland ergebenden Minderungseffekt bezogen auf die Emissionen, die sich für den Fall ohne Güllevergärung ergeben würden.

Tabelle 207: In Deutschland durch Güllevergärung eingesparte CH<sub>4</sub>-Emissionen und der prozentuale Anteil dieser Minderung bezogen auf die sich ohne Güllevergärung ergebende CH<sub>4</sub>-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar betrachteten Nutztiere

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
aus Rindergülle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4
aus Schweinegülle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3
insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,5	0,6
insgesamt in %	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,17	0,21
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
aus Rindergülle	0,6	0,9	1,2	1,5	2,0	4,2	6,4	9,5	11,5	14,7
aus Schweinegülle	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	3,1	4,2	6,2	7,5	9,3
insgesamt	1,0	1,4	2,1	2,5	3,3	7,2	10,7	15,8	19,0	24,0
insgesamt in %	0,35	0,50	0,75	0,89	1,2	2,6	3,9	5,8	6,9	8,7
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
aus Rindergülle	18,4	22,5	24,4							
aus Schweinegülle	11,5	13,5	14,9							
insgesamt	29,9	36,0	39,3							
insgesamt in %	11,0	13,2	14,3							

### 6.3.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, CH<sub>4</sub>)

Hinsichtlich der Unsicherheiten im Bereich der Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird auf Tabelle 193 in Kapitel 6.1.5 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit dergleichen Methode berechnet wurden und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent und vollständig sind.

### 6.3.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, CH<sub>4</sub>)

Zu Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung wird auf Kapitel 6.1.6 verwiesen.

Im Rahmen der Verifizierung wurden die für 2011 erhaltenen Ergebnisse mit denen benachbarter Staaten sowie des Vereinigten Königreiches von 2011 (Submission 2013 für 2011, UNFCCC 2013) verglichen.

Beim nationalen Mittelwert des tierplatzbezogenen CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktors (IEF) aus dem Milchkuh-Wirtschaftsdünger-Management liegt Deutschland eher im unteren Bereich. Die VS-Ausscheidung liegt ebenfalls am unteren Ende (vergleichbar mit Belgien). Höhere CH<sub>4</sub>-IEFs haben Frankreich, die Niederlande, Dänemark, Vereinigtes Königreich und die Schweiz, während Tschechische Republik, Polen und Österreich erheblich unter dem Niveau von Deutschland liegen. Allerdings sind die Werte des CH<sub>4</sub>-IEF der europäischen Länder nur bedingt miteinander vergleichbar, da sie aus sehr unterschiedlichen VS-Ausscheidungen, Häufigkeiten von Flüssigmistsystemen und Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* entstanden sind. Beim deutschen IEF ist zu berücksichtigen, dass er deshalb so niedrig ausfällt, weil die gesamte Rindergülle, die vergoren wurde, als Milchkuh-Gülle gewertet wurde, und damit die mit der Vergärung einhergehenden CH<sub>4</sub>-Minderungen auch allein den Milchkühen zugutekamen.

Bei den übrigen Rindern (s. Tabelle 209) liegen die deutschen Emissionsfaktoren im oberen Bereich der Werte aus den Nachbarstaaten. Daraus lassen sich jedoch keine weiteren Schlüsse ziehen, da die Emissionsfaktoren auf sehr unterschiedlichen VS-Ausscheidungen, Häufigkeiten von Flüssigmistsystemen und Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* beruhen.

Bei den Schweinen (s. Tabelle 210) liegt der deutsche IEF im unteren Bereich, wobei auffällt, dass diejenigen Länder, die die VS-Ausscheidungen berechnen (wie z. B. Deutschland), damit Ausscheidungswerte erhalten, die merklich unter dem Defaultwert von IPCC (1996b) liegen. Auch hier sind wegen der Heterogenität der zu vergleichenden Daten keine Schlüsse möglich.

Beim Geflügel (s. Tabelle 211) liegt der deutsche IEF auf dem Niveau der Ergebnisse aus Belgien, Dänemark und den Niederlanden. Der IEF-Defaultwert von IPCC (1996b) wird deutlich unterschritten; der Defaultwertebereich von IPCC (2006) beschreibt die Situation in Mitteleuropa besser. Die deutschen VS-Ausscheidungen werden für nahezu alle Geflügelkategorien auf Grundlage nationaler Eingangsdaten berechnet; der daraus abgeleitete VS-Mittelwert für Geflügel liegt am unteren Ende des Defaultwertebereiches von IPCC (2006) und damit deutlich unter dem IPCC-1996-Defaultwert für VS.

Tabelle 208: CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2011

	IEF <sub>CH<sub>4</sub></sub> [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	VS- Ausscheidungen [kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	Häufigkeit von Flüssigmist- systemen [%]	mittlerer MCF für Flüssigmist- systeme [%]
Österreich	8,97	4,27	31,61	8,70
Belgien	16,81	4,00	11,54	19,00
Tschechische Republik	14,00	k. A.	27,00	k. A.
Dänemark	32,73	6,09	88,41	0,10
Frankreich <sup>a</sup>	40,15	4,12	40,87	39,00
<b>Deutschland</b>	<b>20,08</b>	<b>4,00</b>	<b>73,52</b>	<b>11,52</b>
Niederlande	43,09	4,56	90,38	17,00
Polen	13,73	4,66	10,58	39,00
Schweiz	26,13	6,24	68,22	10,00
Vereinigtes Königreich	31,83	3,52	38,27	39,00
IPCC (1996)-3-4.13, 4.43, Western Europe, cool region	14	5,1	40	10
IPCC (2000)-4.36				39,00
IPCC (2006)-10.38, 10.77, Western Europe, cool region	21 bis 23 <sup>b</sup>	5,1	35,7	17 bis 19 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistsystemen aus Originaldaten berechnet

<sup>b</sup> Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2014; andere Länder: UNFCCC, 2013; k. A.: keine Angabe

Tabelle 209: CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei übrigen Rindern verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2011

	IEF <sub>CH<sub>4</sub></sub> [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	VS- Ausscheidungen [kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	Häufigkeit von Flüssigmist- systemen [%]	mittlerer MCF für Flüssigmist- systeme [%]
Österreich	4,10	1,95	22,55	8,41
Belgien	2,72	1,39	4,05	19,00
Tschechische Republik	6,00	k. A.	52,00	k. A.
Dänemark	9,72	2,73	30,49	0,10
Frankreich <sup>a</sup>	7,72	1,99	26,94	39,00
<b>Deutschland</b>	<b>8,28</b>	<b>1,46</b>	<b>42,48</b>	<b>15,09</b>
Niederlande	9,16	1,24	81,32	15,80
Polen	2,69	2,18	51,54	39,00
Schweiz	5,10	2,02	46,77	10,00
Vereinigtes Königreich	2,67	2,30	3,54	39,00
IPCC (1996)-3-4.13, 4.43, Western Europe, cool region	6	2,7	50	10
IPCC (2000)-4.36				39,00
IPCC (2006)-10.38, 10.77, Western Europe, cool region	6 bis 7 <sup>c</sup>	2,6	25,2	17 bis 19 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistsystemen aus Originaldaten berechnet

<sup>b</sup> Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2014; andere Länder: UNFCCC, 2013; k. A.: keine Angabe

Tabelle 210: CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Schweinen verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2011

	IEF <sub>CH<sub>4</sub></sub> [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	VS- Ausscheidungen [kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	Häufigkeit von Flüssigmist- systemen [%]	mittlerer MCF für Flüssigmist- systeme [%]
Österreich	1,17	0,27	77,87	3,38
Belgien	7,76	0,35	5,94	19,00
Tschechische Republik	3,00	k. A.	76,00	k. A.
Dänemark	2,32	0,20	97,22	10,00
Frankreich <sup>a</sup>	12,86	0,32	92,04	39,00
<b>Deutschland</b>	<b>3,34</b>	<b>0,26</b>	<b>91,87</b>	<b>19,05</b>
Niederlande	2,95	0,16	100,00	39,00
Polen	5,75	0,50	24,87	39,00
Schweiz	5,48	0,50	99,60	10,00
Vereinigtes Königreich	5,49	0,50	24,26	39,00
IPCC (1996)-3-4.13, 4.42, 4.46, Western Europe, cool region	3	0,5	"pit>1month": 73%	10
IPCC (2000)-4.36				39,00
IPCC (2006)-10.80, 10.81, Western Europe, cool region	Sau, Eber: 9 bis 10 <sup>b</sup> Übrige: 6	Sau, Eber: 0,46 Übrige: 0,30	"pit>1month": 70%	17 bis 19 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Frankreich: Nur gemäßigte Zone, Häufigkeit von Flüssigmistsystemen aus Originaldaten berechnet

<sup>b</sup> Bereich für in Deutschland vorkommende Systeme und/oder Temperaturen

Quelle: Deutschland: Submission 2014; andere Länder: UNFCCC, 2013; k. A.: keine Angabe

Tabelle 211: CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern bei Geflügel verschiedener Länder im Vergleich des impliziten Emissionsfaktors (IEF) und wichtiger emissionsrelevanter Parameter für das Jahr 2011

	IEF <sub>CH<sub>4</sub></sub> [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	VS-Ausscheidungen [kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	mittleres Tiergewicht [kg Tier <sup>-1</sup> ]
Österreich	0,07	NA	NA
Belgien	0,04	0,03	1,59
Tschechische Republik	0,08	NA	NA
Dänemark	0,03	0,00	2,00
Frankreich	0,08	0,10	NA
<b>Deutschland</b>	<b>0,04</b>	<b>0,027 a</b>	<b>1,99</b>
Niederlande	0,02	0,02	NE
Polen	0,08	0,10	1,10
Schweiz	0,12	0,10	NA
Vereinigtes Königreich	0,07	0,10	NE
IPCC (1996)-3-4.47, cool region, developed countries	0,078	0,10	1,10
IPCC (2000)-4.36			
IPCC (2006)-10.82, We. Eur., cool reg., dev. countries	0,02 bis 0,09	0,01 bis 0,07	0,9 bis 6,8

<sup>a</sup> ohne Gänse

Quelle: Deutschland: Submission 2014; andere Länder: UNFCCC, 2013; k. A.: keine Angabe

### 6.3.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.B, CH<sub>4</sub>)

Tabelle 212 bis Tabelle 214 zeigen die prozentualen Anteile der drei verschiedenen Hauptkategorien von Haltungsverfahren im Vergleich mit dem NIR 2013. Wie in den CRF-Tabellen beziehen sich die Prozentangaben auf die ausgeschiedenen N-Mengen.

Bei den Schweinen sind die relativen Anteile güllerbasierter Systeme geringer als im NIR 2013; entsprechend höher sind die relativen Anteile der strohbasierten Systeme. Der Grund

liegt in der geänderten Modellierung der Schweinefütterung (siehe Kapitel 6.1.3.3), die zu einer Veränderung der N-Ausscheidungen bei den Sauen (Anstieg) und den Mastschweinen (Verringerung) führte. Damit verschoben sich auch die Gewichte in der gewichteten Mittelung der Schweinehaltungsverfahren für alle Schweine. Diese Verschiebung fällt für die Jahre ab 2010 kaum noch auf, da hier die Ergebnisse der neuen Fütterungsmodellierung den Ergebnissen des alten Verfahrens nahe kommen.

Bei den Schafen führten die geänderten Weidedaten (siehe Kapitel 6.1.3.3) zu einer Verschiebung von den strohbasierten Haltungsverfahren hin zum Weidegang.

Tabelle 212: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten relativen Anteile güllerbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Schweine 2014	79,4	78,6	78,8	79,6	86,2	86,3	86,5	86,5	88,1	88,1
Schweine 2013	80,0	79,2	79,4	80,1	86,5	86,6	86,9	86,8	88,4	88,5
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Schweine 2014	88,4	88,7	89,1	89,5	89,7	90,1	90,4	90,8	91,2	91,6
Schweine 2013	88,8	89,0	89,5	89,8	89,9	90,3	90,6	90,9	91,3	91,7
[%]	2010	2011	2012							
Schweine 2014	91,9	92,1	92,3							
Schweine 2013	91,9	92,1								

Tabelle 213: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten relativen Anteile strohbasierter Systeme in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Schweine 2014	20,6	21,4	21,2	20,4	13,8	13,7	13,5	13,5	11,9	11,9
Schweine 2013	20,0	20,8	20,6	19,9	13,5	13,4	13,1	13,2	11,6	11,5
Schafe 2014	44,9	44,4	44,2	44,4	44,4	44,5	44,4	44,7	44,6	44,8
Schafe 2013	49,6	49,5	49,3	49,5	49,6	49,7	49,5	49,9	49,8	49,7
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Schweine 2014	11,6	11,3	10,9	10,5	10,3	9,9	9,6	9,2	8,8	8,4
Schweine 2013	11,2	11,0	10,5	10,2	10,1	9,7	9,4	9,1	8,7	8,3
Schafe 2014	44,9	44,8	44,9	44,7	44,7	44,6	44,6	44,6	44,7	44,8
Schafe 2013	49,9	49,7	49,9	49,6	49,7	49,6	49,8	49,7	49,9	49,9
[%]	2010	2011	2012							
Schweine 2014	8,1	7,9	7,7							
Schweine 2013	8,1	7,9								
Schafe 2014	44,7	44,8	44,8							
Schafe 2013	48,9	49,0								

Tabelle 214: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten Anteile des Weidegangs in % des ausgeschiedenen N (4.B(a)s2)

[%]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Schafe 2014	55,1	55,6	55,8	55,6	55,6	55,5	55,6	55,3	55,4	55,2
Schafe 2013	50,4	50,5	50,7	50,5	50,4	50,3	50,5	50,1	50,2	50,3
[%]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Schafe 2014	55,1	55,2	55,1	55,3	55,3	55,4	55,4	55,4	55,3	55,2
Schafe 2013	50,1	50,3	50,1	50,4	50,3	50,4	50,2	50,3	50,1	50,1
[%]	2010	2011	2012							
Schafe 2014	55,3	55,2	55,2							
Schafe 2013	51,1	51,0								

Bei den VS-Ausscheidungen gab es für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel geringfügige Abweichungen zwischen NIR 2013 und NIR 2014, siehe Tabelle 215. Diese gehen im Wesentlichen auf die im Zusammenhang mit der tierischen Leistung geänderten Daten (siehe Kapitel 6.1.3.3) zurück, sind daneben aber auch eine Folge der verbesserten Methodik zur Aggregierung der regionalen VS-Werte auf nationaler Ebene.

Tabelle 215: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten täglichen VS-Ausscheidungen (4.B)

[kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2014	3,47	3,50	3,57	3,62	3,62	3,64	3,68	3,69	3,74	3,77
Milchkühe 2013	3,48	3,49	3,58	3,63	3,63	3,65	3,69	3,70	3,75	3,77
übrige Rinder 2014	1,43	1,42	1,45	1,47	1,45	1,46	1,46	1,46	1,47	1,50
übrige Rinder 2013	1,43	1,41	1,45	1,47	1,45	1,46	1,46	1,46	1,47	1,50
Schweine 2014	0,239	0,246	0,248	0,249	0,251	0,252	0,255	0,255	0,258	0,256
Schweine 2013	0,243	0,249	0,252	0,253	0,255	0,257	0,260	0,259	0,263	0,260
Geflügel 2014 <sup>a</sup>	0,0218	0,0220	0,0220	0,0215	0,0212	0,0211	0,0209	0,0210	0,0213	0,0211
Geflügel 2013 <sup>a</sup>	0,0218	0,0220	0,0220	0,0215	0,0212	0,0211	0,0209	0,0210	0,0213	0,0211
Milchkühe 2014	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Milchkühe 2014	3,80	3,85	3,86	3,89	3,89	3,92	3,93	3,96	3,93	3,95
Milchkühe 2013	3,81	3,86	3,87	3,90	3,90	3,93	3,94	3,97	3,94	3,96
übrige Rinder 2014	1,49	1,50	1,48	1,48	1,47	1,47	1,47	1,47	1,46	1,47
übrige Rinder 2013	1,50	1,51	1,48	1,48	1,47	1,47	1,47	1,47	1,46	1,47
Schweine 2014	0,256	0,260	0,260	0,259	0,261	0,260	0,261	0,262	0,261	0,261
Schweine 2013	0,261	0,264	0,265	0,263	0,266	0,264	0,266	0,267	0,266	0,266
Geflügel 2014 <sup>a</sup>	0,0223	0,0226	0,0225	0,0236	0,0249	0,0251	0,0250	0,0257	0,0255	0,0258
Geflügel 2013 <sup>a</sup>	0,0222	0,0226	0,0225	0,0236	0,0249	0,0252	0,0250	0,0258	0,0255	0,0258
[kg Platz <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>							
Milchkühe 2014	3,98	4,00	4,01							
Milchkühe 2013	3,99	4,01								
übrige Rinder 2014	1,47	1,46	1,45							
übrige Rinder 2013	1,47	1,46								
Schweine 2014	0,261	0,257	0,257							
Schweine 2013	0,265	0,261								
Geflügel 2014 <sup>a</sup>	0,0265	0,0268	0,0272							
Geflügel 2013 <sup>a</sup>	0,0263	0,0266								

<sup>a</sup> ohne Gänse, da kein VS-Wert für Gänse verfügbar

Die nationalen Mittelwerte der tierplatzbezogenen Emissionsfaktoren (IEF, siehe Tabelle 216) und dementsprechend auch die Emissionen (Tabelle 217) sind etwas niedriger als im NIR 2013, wobei bei den Emissionen aufgrund der Multiplikation mit der Tierplattzahl die z. T. gering erscheinenden Änderungen des Emissionsfaktors deutlicher zutage treten. Die Gesamtemission aller Tierkategorien ist gegenüber dem NIR 2013 im Mittel über die Jahre 1990 bis 2011 um 2,1 Gg a<sup>-1</sup> niedriger (maximaler Differenzbetrag 1998 mit 2,5 Gg a<sup>-1</sup>, Minimum 2011 mit 1,5 Gg a<sup>-1</sup>). Hierzu trägt in geringem Maße auch die gegenüber dem NIR 2013 längere Weidedauer der Schafe bei, da der Weide-MCF geringer ist als der MCF der Festmistlagerung.

Tabelle 216: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten impliziten CH<sub>4</sub>-Emissionsfaktoren (IEF) für das Wirtschaftsdünger-Management (4.B(a)s1)

[kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe 2014	16,7	17,1	17,5	17,7	21,2	21,3	21,5	21,6	22,1	22,3
Milchkühe 2013	16,7	17,2	17,6	17,7	21,3	21,4	21,6	21,7	22,3	22,4
übrige Rinder 2014	8,28	8,42	8,69	8,72	8,37	8,38	8,32	8,30	8,34	8,51
übrige Rinder 2013	8,29	8,43	8,70	8,73	8,38	8,39	8,33	8,31	8,35	8,52
Schweine 2014	3,64	3,72	3,77	3,81	3,92	3,95	4,00	3,99	4,09	4,05
Schweine 2013	3,71	3,78	3,83	3,87	4,00	4,03	4,08	4,07	4,18	4,13
Geflügel 2014	0,0307	0,0309	0,0308	0,0301	0,0296	0,0295	0,0291	0,0293	0,0296	0,0293
Geflügel 2013	0,0307	0,0309	0,0308	0,0301	0,0296	0,0295	0,0291	0,0293	0,0296	0,0293
[kg pl <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe 2014	22,5	22,9	23,1	23,3	23,4	23,2	22,8	22,4	22,0	21,5
Milchkühe 2013	22,6	23,0	23,2	23,4	23,5	23,3	22,9	22,4	22,0	21,5
übrige Rinder 2014	8,49	8,56	8,42	8,58	8,48	8,49	8,47	8,46	8,37	8,37
übrige Rinder 2013	8,51	8,57	8,43	8,59	8,50	8,50	8,49	8,47	8,39	8,38
Schweine 2014	4,03	4,07	4,05	4,01	4,01	3,90	3,85	3,76	3,68	3,60
Schweine 2013	4,11	4,14	4,13	4,08	4,09	3,97	3,92	3,83	3,75	3,66
Geflügel 2014	0,0307	0,0311	0,0309	0,0323	0,0340	0,0343	0,0342	0,0351	0,0347	0,0351
Geflügel 2013	0,0307	0,0311	0,0309	0,0323	0,0340	0,0343	0,0342	0,0351	0,0347	0,0351
[kg pl <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	2010	2011	2012							
Milchkühe 2014	20,9	20,1	19,6							
Milchkühe 2013	21,0	20,1								
übrige Rinder 2014	8,32	8,28	8,28							
übrige Rinder 2013	8,33	8,29								
Schweine 2014	3,45	3,34	3,31							
Schweine 2013	3,51	3,39								
Geflügel 2014	0,0359	0,0363	0,0367							
Geflügel 2013	0,0357	0,0360	0,0367							

Tabelle 217: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

[Gg a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
alle Tiere 2014	316,6	281,4	278,7	276,3	289,7	287,1	288,7	283,5	289,1	287,8
alle Tiere 2013	319,0	283,2	280,7	278,3	291,9	289,3	291,0	285,9	291,6	290,2
Milchkühe 2014	105,8	96,5	94,0	93,7	111,6	111,4	111,8	108,4	107,0	106,4
Milchkühe 2013	106,2	96,8	94,3	94,1	112,2	112,0	112,3	108,9	107,6	106,9
übrige Rinder 2014	108,7	96,8	94,2	92,4	89,5	89,3	87,9	84,7	84,3	86,3
übrige Rinder 2013	108,8	96,9	94,3	92,5	89,6	89,4	88,0	84,8	84,4	86,3
Schweine 2014	96,4	82,5	85,2	84,7	82,9	80,6	83,2	84,8	92,1	89,7
Schweine 2013	98,3	83,9	86,6	86,2	84,5	82,2	84,9	86,5	93,9	91,5
Geflügel 2014	3,50	3,36	3,19	3,22	3,26	3,29	3,28	3,35	3,44	3,46
Geflügel 2013	3,50	3,36	3,19	3,22	3,26	3,29	3,28	3,35	3,44	3,46
[Gg a-1 CH <sub>4</sub> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
alle Tiere 2014	281,1	284,8	278,0	277,1	269,3	267,6	259,1	256,9	255,8	252,8
alle Tiere 2013	283,3	287,1	280,3	279,3	271,4	269,8	261,2	259,0	257,8	254,6
Milchkühe 2014	102,8	104,3	102,1	101,9	100,1	98,1	93,1	91,0	92,6	90,3
Milchkühe 2013	103,3	104,7	102,5	102,3	100,5	98,5	93,4	91,4	92,9	90,6
übrige Rinder 2014	84,7	86,0	80,5	79,5	75,6	74,7	73,4	72,9	73,3	73,2
übrige Rinder 2013	84,8	86,1	80,6	79,6	75,7	74,8	73,5	73,0	73,4	73,3
Schweine 2014	87,8	88,6	89,6	89,5	87,3	88,7	86,3	86,4	83,4	82,8
Schweine 2013	89,5	90,3	91,3	91,3	88,9	90,3	87,9	88,1	85,0	84,3
Geflügel 2014	3,69	3,80	3,79	3,99	4,15	4,13	4,23	4,46	4,43	4,50
Geflügel 2013	3,69	3,80	3,79	3,99	4,15	4,13	4,23	4,46	4,43	4,50
[Gg a-1 CH <sub>4</sub> ]	2010	2011	2012							
alle Tiere 2014	242,5	235,8	235,9							
alle Tiere 2013	244,2	237,3								
Milchkühe 2014	87,5	84,1	82,2							
Milchkühe 2013	87,7	84,4								
übrige Rinder 2014	71,8	69,1	68,8							
übrige Rinder 2013	71,9	69,2								
Schweine 2014	76,8	76,1	78,3							
Schweine 2013	78,1	77,3								
Geflügel 2014	4,62	4,80	4,86							
Geflügel 2013	4,60	4,76								

### 6.3.2.6 Geplante Verbesserungen (4.B, CH<sub>4</sub>)

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des

Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **6.3.3 NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, NMVOC)**

IPCC gibt keine Methode zur Berechnung von NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management an. EMEP (2009)-4B-41 stellt fest: "Daten zu NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung erlauben keine direkte Schätzung von Emissionsfaktoren ...". Im Rahmen des In-Country-Review 2010 wurde durch das ERT festgestellt, dass die von Deutschland bisher verwendeten Emissionsfaktoren von HOBBS et al. (2004) zweifelhaft sind, zu einer erheblichen Überschätzung der NMVOC-Emissionen führen und aus diesen Gründen nicht in EMEP (2009) aufgenommen wurden. Der Empfehlung des ERT folgend berichtet Deutschland keine NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung.

### **6.3.4 N<sub>2</sub>O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)**

#### **6.3.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)**

Siehe Kapitel 6.3.1.

#### **6.3.4.2 Methodische Aspekte (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)**

##### **6.3.4.2.1 Methodik (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)**

Die Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management erfolgt für alle Tierkategorien getrennt unter Berücksichtigung der gegebenen Managementsysteme (einschließlich der Güllevergärung, siehe Kapitel 6.1.3.6.5) nach folgender Formel:

Gleichung 14: Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

$$E_{N2O-N} = \sum_{i,j} [(N_{excr, i} + N_{straw, i, j}) \cdot MS_{i, j}] \cdot EF_{N2O-N, j}$$

mit:

$E_{N2O-N}$	Gesamte N <sub>2</sub> O-N-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (kg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O-N)
$N_{excr, i}$	Gesamte N-Ausscheidung der Tierkategorie i (kg a <sup>-1</sup> N)
$N_{straw, i, j}$	N-Eintrag durch Einstreu für Tierkategorie i und Wirtschaftsdünger-Managementsystem j (kg a <sup>-1</sup> N), $N_{straw, i, j} = 0$ für Flüssigmistsysteme und Weide
$MS_{i, j}$	relativer Anteil des Wirtschaftsdünger-Managementsystems j in Tierkategorie i (Platz Platz <sup>-1</sup> )
$EF_{N2O-N, j}$	N <sub>2</sub> O-N-Emissionsfaktor für Wirtschaftsdünger-Managementsystem j (kg kg <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O-N)

Zu Gesamt-N-Ausscheidungen und Gesamt-N-Einträgen durch Einstreu siehe Kapitel 6.1.3.4 und 6.1.3.6. Zu den relativen Häufigkeiten der Wirtschaftsdünger-Managementsysteme siehe Kapitel 6.1.3.6.1 und 19.4.1.

Die NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (ohne Ausbringung und Weidegang) werden analog zu den N<sub>2</sub>O-Emissionen berechnet.

N<sub>2</sub>O- und NO-Emissionen infolge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung und N-Ausscheidungen auf der Weide werden unter 4.D berichtet.

### 6.3.4.2.2 Emissionsfaktoren (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)

Deutschland verwendet für Flüssigmistsysteme höhere N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren als von IPCC (1996b/2000) vorgegeben (IPCC, 2006), so dass keine Emissionsunterschätzung möglich ist.

Für N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Güllevergärung wurde der Default-Emissionsfaktor von IPCC (2000) angewendet, der 0,001 kg N<sub>2</sub>O-N (kg N)<sup>-1</sup> beträgt.

Bei Festmistsystemen differenziert Deutschland nach Festmistlagerung und Tiefstreu. Für Festmist wird seit dem NIR 2013 ein neuer, durch VANDRÉ et al. (2013) erarbeiteter und durch die KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ am 27.06.2012 als nationaler Konsens akzeptierter Emissionsfaktor eingesetzt: 0,013 kg N<sub>2</sub>O-N (kg N)<sup>-1</sup>. Für Tiefstreu gibt IPCC (1996b/2000) keinen Emissionsfaktor an; da auch kein nationaler Emissionsfaktor existiert, wurde der Defaultwert von IPCC (2006) übernommen: 0,01 kg N<sub>2</sub>O-N (kg N)<sup>-1</sup>. Entsprechend ist die Situation für Geflügelkot, so dass für die Inventarberechnungen der Default-Emissionsfaktor von IPCC (2006) übernommen wurde, der 0,001 kg N<sub>2</sub>O-N (kg N)<sup>-1</sup> beträgt. Ergebnisse aus Wirtschaftsdünger-Lagerungssystemen in Dänemark (Tiefstreu bei Rindern; SOMMER, 2001) und im Vereinigten Königreich (Geflügelkot; SNEATH et al., (1997)) bestätigen, dass die Verwendung der Default-Emissionsfaktor von IPCC (2006) für Tiefstreu und Geflügelkot nicht zu einer Unterschätzung der Emissionen führt.

Tabelle 218 fasst die für den NIR 2014 verwendeten N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren zusammen.

Tabelle 218: Emissionsfaktoren für Emissionen von N<sub>2</sub>O-N aus dem Wirtschaftsdünger-Management (bezogen auf die Summe von ausgeschiedenem N und Einstreu-N) (4.B(b))

Wirtschaftsdünger	Emissionsfaktor [kg kg <sup>-1</sup> N]
Gülle	Außenlager ohne Abdeckung <sup>a</sup>
	feste Abdeckung <sup>b</sup>
	natürliche Schwimmdecke <sup>a</sup>
	Schwimmdecke (Häcksel) <sup>b</sup>
	Schwimmdecke (Folie) <sup>c</sup>
	unterhalb Spaltenboden <sup>a</sup>
Festmist <sup>e</sup>	Vergärung/Gärrestelagerung <sup>d</sup>
	0,013
Tiefstreu <sup>a</sup>	0,010
Geflügelfestmist bzw. –kot <sup>a</sup>	0,001

<sup>a</sup> Quelle: Siehe Text

<sup>b</sup> Worst-Case-Annahme: Wie natürliche Schwimmdecke, da keine Angaben verfügbar.

<sup>c</sup> Annahme: Folienschwimmdecken erlauben keine N<sub>2</sub>O-Bildung.

<sup>d</sup> Quelle: IPCC (2000), S. 4.43.

<sup>e</sup> Quelle: VANDRÉ et al. (2013)

Im Mittel über die gesamte Tierhaltung ergeben sich für Deutschland im Jahr 2011 (Vergleichsjahr in Kapitel 6.3.4.4) die folgenden N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktoren:

- Flüssigmist 0,00312 kg kg<sup>-1</sup> N,
- Festmist inklusive Geflügelmist und –kot 0,00917 kg kg<sup>-1</sup> N.

IPCC gibt keine Emissionsfaktoren für NO an. Die in EMEP (2009) angegebenen Tier-1-Emissionsfaktoren beziehen sich auf den Tierplatz und können daher nicht im Inventarmodell GAS-EM verwendet werden, das im Rahmen des N-Fluss-Konzeptes (siehe Kapitel 6.1.2.4) Emissionsfaktoren benötigt, die sich auf die N-Menge beziehen. Vergleichsrechnungen zeigen aber, dass die mit der Tier-1-Methode nach EMEP (2009) berechneten deutschen NO-Gesamtemissionen aus dem Sektor 4.B mit GAS-EM reproduziert werden können, wenn

der auf N bezogene NO-N-Emissionsfaktor um eine Größenordnung kleiner als der N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktor ist. Daher wurde im Inventar der NO-N-Emissionsfaktor mit 10 % des N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktors angesetzt. Dieser Ansatz führt zu NO-Emissionen, die den N<sub>2</sub>O-Emissionen proportional sind.

Emissionsfaktoren zu N<sub>2</sub> (im N-Fluss-Konzept, siehe Kapitel 6.1.2.4, ebenfalls zu berücksichtigen) werden weder von IPCC noch von EMEP angegeben. JARVIS & PAIN (1994) fanden für das Verhältnis von N<sub>2</sub>-Emissionen zu N<sub>2</sub>O-N-Emissionen einen Wert von 3:1. Daher wurde im Inventar angenommen, dass der N<sub>2</sub>-Emissionsfaktor das Dreifache des N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktors beträgt.

Tabelle 219 bis Tabelle 222 zeigen die Zeitreihen der mittleren N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktoren der beiden Wirtschaftsdünger-Systemkategorien „güllebasiert“ und „strohbasiert“ für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und alle Nutztiere insgesamt. Diese Emissionsfaktoren sind definiert als der Quotient der gesamten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus einem Managementsystem (in N angegeben) und der Gesamtmenge des von den Tieren in diesem System ausgeschiedenen N. Die gesamten N<sub>2</sub>O-Emissionen umfassen dabei für strohbasierte Systeme neben den Emissionen aufgrund der tierischen N-Ausscheidungen auch die Emissionen, die aus dem durch Einstreu eingebrachten N resultieren.

Tabelle 219: Milchkühe, mittlere N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00375	0,00369	0,00369	0,00371	0,00390	0,00389	0,00389	0,00389	0,00388	0,00389
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00388	0,00384	0,00381	0,00377	0,00373	0,00365	0,00353	0,00340	0,00330	0,00317
strohbasiert	0,01235	0,01231	0,01226	0,01223	0,01221	0,01220	0,01219	0,01219	0,01217	0,01216
	2010	2011	2012							
güllebasiert	0,00302	0,00290	0,00284							
strohbasiert	0,01215	0,01213	0,01213							

Tabelle 220: Übrige Rinder, mittlere N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00372	0,00366	0,00363	0,00363	0,00380	0,00380	0,00379	0,00379	0,00378	0,00378
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,01247	0,01247	0,01242	0,01241	0,01240	0,01239	0,01240	0,01240	0,01238	0,01238
strohbasiert	0,01234	0,01231	0,01229	0,01215	0,01214	0,01212	0,01210	0,01208	0,01206	0,01203
	2010	2011	2012							
güllebasiert	0,00354	0,00354	0,00353							
strohbasiert	0,01201	0,01202	0,01202							

Tabelle 221: Schweine, mittlere N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktoren

[kg kg <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00170	0,00196	0,00199	0,00201	0,00242	0,00241	0,00242	0,00242	0,00240	0,00240
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,01190	0,01193	0,01193	0,01195	0,01201	0,01200	0,01200	0,01200	0,01199	0,01198
strohbasiert	0,01200	0,01198	0,01199	0,01199	0,01198	0,01200	0,01200	0,01201	0,01202	0,01205
	2010	2011	2012							
güllebasiert	0,00324	0,00317	0,00314							
strohbasiert	0,01205	0,01207	0,01209							

Tabelle 222: Alle Nutztiere, mittlere N<sub>2</sub>O-N-Emissionsfaktoren (4.s2.B)

[kg kg <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
güllebasiert	0,00320	0,00325	0,00323	0,00323	0,00350	0,00350	0,00350	0,00348	0,00345	0,00346
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	0,00347	0,00348	0,00347	0,00347	0,00348	0,00345	0,00341	0,00336	0,00332	0,00327
	2010	2011	2012							
güllebasiert	0,00320	0,00312	0,00308							
strohbasiert	0,00932	0,00917	0,00913							

### 6.3.4.2.3 Emissionen (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)

Tabelle 223 zeigt die Gesamt-N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien.

Tabelle 223: Gesamt-N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.B)

[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
insgesamt	12,538	11,119	10,944	10,955	10,237	10,259	10,311	10,051	9,843	9,777
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
güllebasiert	4,498	4,036	3,957	3,930	4,702	4,656	4,676	4,558	4,593	4,575
strohbasiert	8,040	7,083	6,987	7,024	5,535	5,603	5,635	5,493	5,250	5,202
	2010	2011	2012							
insgesamt	9,731	9,936	9,702	9,637	9,457	9,481	9,323	9,367	9,405	9,400
güllebasiert	4,459	4,517	4,395	4,352	4,235	4,222	4,075	4,035	3,995	3,942
strohbasiert	5,272	5,418	5,307	5,285	5,222	5,259	5,248	5,332	5,409	5,458

Tabelle 223 zeigt einen deutlichen Rückgang der Emissionen zwischen 1990 und 1994 um 2,3 Gg a<sup>-1</sup> von ca. 12,5 auf 10,2 Gg a<sup>-1</sup>, der im Wesentlichen auf den Rückgang der Tierbestände infolge der deutschen Wiedervereinigung zurück zu führen ist. Eine weitere allmähliche Abnahme zeigt sich zwischen 1996 und 2012 auf ca. 9,0 Gg a<sup>-1</sup>. Der zeitliche Verlauf der Gesamt-N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management ist konsistent mit der tierzahl- und fütterungsbedingten Abnahme der Gesamt-N-Ausscheidungen in der Tierhaltung, vgl. Kapitel 6.1.3.4. Zusätzlich wirkt sich die zeitliche Veränderung der Verteilung der Managementsysteme (siehe Kapitel 6.1.3.6.1 und 19.4.1) aus.

Insgesamt ergibt sich zwischen 1990 und 2012 eine Abnahme der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management um 28,3 %.

Tabelle 224 zeigt die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management von Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen. Die Rinder alleine tragen den Hauptanteil bei: 79,2 % im Jahr 1990 und 73,6 % im Jahr 2012. Zusammen mit den Schweinen sind es 93 % (1990) bzw. 91 % (2012).

Tabelle 224: N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management von Milchkühen, übrigen Rindern und Schweinen (4.B)

[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Milchkühe	5,233	4,625	4,549	4,599	3,927	3,919	3,931	3,822	3,663	3,644
übrige Rinder	4,696	4,028	3,881	3,851	3,965	4,011	3,988	3,867	3,838	3,891
Schweine	1,758	1,610	1,662	1,617	1,433	1,384	1,422	1,445	1,473	1,431
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Milchkühe	3,578	3,622	3,533	3,510	3,447	3,423	3,272	3,240	3,252	3,211
übrige Rinder	3,887	3,979	3,783	3,694	3,579	3,577	3,558	3,564	3,649	3,690
Schweine	1,433	1,480	1,527	1,561	1,564	1,631	1,629	1,673	1,645	1,663
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2010	2011	2012							
Milchkühe	3,158	3,124	3,092							
übrige Rinder	3,679	3,549	3,525							
Schweine	1,597	1,575	1,606							

Tabelle 225 zeigt die durch Güllevergärung eingesparten N<sub>2</sub>O-Emissionen, wie sie mit dem Inventarmodell GAS-EM für Deutschland berechnet wurden, sowie den sich daraus für Deutschland ergebenden Minderungseffekt bezogen auf die Emissionen, die sich für den Fall ohne Güllevergärung ergeben würden.

Tabelle 225: In Deutschland durch Güllevergärung eingesparte N<sub>2</sub>O-Emissionen und der prozentuale Anteil dieser Minderung bezogen auf die sich ohne Güllevergärung ergebende N<sub>2</sub>O-Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar betrachteten Nutztiere

[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
aus Rindergülle	0,0001	0,0003	0,0004	0,0005	0,001	0,002	0,003	0,003	0,01	0,01
aus Schweinegülle	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,00	0,00
Insgesamt	0,0001	0,0003	0,0004	0,0006	0,001	0,002	0,004	0,005	0,01	0,01
<i>in ges. in %</i>	0,001	0,003	0,004	0,005	0,008	0,020	0,035	0,045	0,11	0,12
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
aus Rindergülle	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	0,13	0,20	0,24	0,30
aus Schweinegülle	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,07	0,12	0,15	0,19
insgesamt	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,13	0,21	0,32	0,39	0,49
<i>in ges. in %</i>	0,20	0,29	0,44	0,53	0,71	1,4	2,2	3,3	4,0	4,9
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2010	2011	2012							
aus Rindergülle	0,36	0,43	0,47							
aus Schweinegülle	0,25	0,28	0,30							
insgesamt	0,61	0,72	0,76							
<i>in ges. in %</i>	6,2	7,4	7,8							

Tabelle 226 zeigt die NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management. Wegen der Proportionalität der Emissionsfaktoren von NO und N<sub>2</sub>O sind die Minderungstrends für NO identisch mit denen für N<sub>2</sub>O.

Tabelle 226: NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

[Gg a <sup>-1</sup> NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	1,710	1,516	1,492	1,494	1,396	1,399	1,406	1,371	1,342	1,333
[Gg a <sup>-1</sup> NO]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	1,327	1,355	1,323	1,314	1,290	1,293	1,271	1,277	1,282	1,282
[Gg a <sup>-1</sup> NO]	2010	2011	2012							
	1,258	1,230	1,227							

### 6.3.4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)

Hinsichtlich der Unsicherheiten im Bereich der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Verdauung wird auf Tabelle 193 in Kapitel 6.1.5 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit dergleichen Methode berechnet wurden und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent sind.

### 6.3.4.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)

Zu Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung wird auf Kapitel 6.1.6 verwiesen.

Im Rahmen der Verifizierung wurde ein Vergleich der nationalen Mittelwerte der tierplatzbezogenen N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren (IEF) aus Deutschland (aktueller Bericht, Jahr 2011) und benachbarter Staaten inklusive des Vereinigten Königreiches (Submission 2013 für das Jahr 2011, UNFCCC 2013) durchgeführt. Dieser Vergleich ergab, dass die Hälfte der benachbarten Staaten die N<sub>2</sub>O-N-Default-Emissionsfaktoren aus IPCC (1996b), Table 4-22, verwendet ( $0,001 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$  für Flüssigmist und  $0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$  für Festmist; bei Belgien, Dänemark, Frankreich und den Niederlanden sowie dem Vereinigten Königreich gibt es leichte Abweichungen). Im Mittel über die gesamte Tierhaltung ergibt sich für Deutschland im Jahr 2011 ein N<sub>2</sub>O-N-IEF für Flüssigmist von  $0,00312 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$  und ein IEF für Festmist von  $0,00917 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ .

Der Vergleich der N-Ausscheidungen (Tabelle 227) mit denen der Nachbarländer zeigt, dass Deutschland bei den Milchkühen ungefähr im Mittelfeld liegt. Ähnliches trifft auch auf die Ausscheidungen der übrigen Rinder zu. Der Defaultwert von IPCC (1996b) für Milchkühe scheint für Mitteleuropa zu niedrig zu sein, während der Defaultwert für die übrigen Rinder oberhalb des berichteten Bereiches liegt.

Die von Deutschland berichteten N-Ausscheidungen der Schweine liegen im mittleren Bereich der Daten der Nachbarländer. Der IPCC (1996b)-Defaultwert liegt merklich über dem in Deutschland und Mitteleuropa herrschenden Niveau.

Beim Geflügel weist Deutschland die höchsten N-Ausscheidungen unter den verglichenen Ländern auf. Da über die Zusammensetzung der Geflügelpopulationen in den anderen Ländern nicht berichtet wird, sind die Werte nicht vergleichbar. Die IPCC Default-Werte von 1996 mit  $0,60 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$  und 2006 mit  $0,55 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (Berechnung siehe Tabelle 227) unterschätzen die Situation in Deutschland. Der deutsche Wert liegt dagegen gut innerhalb des von EMEP (2009) vorgegebenen Wertebereichs und entspricht ziemlich genau dem EMEP-Legehennenwert von  $0,77 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ .

Tabelle 227: N-Ausscheidung pro Tierplatz für Milchkühe, übrige Rinder, Schweine und Geflügel verschiedener Länder für das Jahr 2011

	Milchkühe [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Übrige Rinder [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Schweine [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Geflügel [kg Platz <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
Österreich	98,54	46,63	9,57	0,55
Belgien	116,82	54,16	10,00	0,61
Tschechische Republik	133,83	69,17	20,00	0,60
Dänemark	138,47	44,11	7,98	0,55
Frankreich	115,61	59,09	6,98	0,49
<b>Deutschland</b>	<b>116,62</b>	<b>44,36</b>	<b>11,34</b>	<b>0,78</b>
Niederlande	127,60 <sup>a</sup>	44,78 <sup>a</sup>	8,63	0,63
Polen	86,70	57,81	13,56	0,35
Schweiz	110,39 <sup>a</sup>	37,96 <sup>a</sup>	9,17	0,53
Vereinigtes Königreich	121,22	53,94	10,40	0,58
Default IPCC (1996b, Table B-1)	100	70	20	0,6
IPCC (2006)-10.59, 10.72, 10.78, 10.80, 10.81, 10.82	105,12 <sup>b</sup>	50,59 <sup>b</sup>	9,31 / 30,35 <sup>b, d</sup>	0,55 <sup>b, c</sup>
EMEP (2009)-4.B-26	105,00	41,00	12,1 / 34,5 <sup>d</sup>	0,36 bis 1,64

Quelle: Deutschland: Submission 2014; andere Länder: UNFCCC, 2013

<sup>a</sup> berechnet aus berichteten Originaldaten<sup>b</sup> berechnet nach IPCC (2006) mit den Standardwerten von IPCC für Gewicht und N-Ausscheidung und im Falle des Geflügels mit den nationalen Tierzahlen der Geflügelunterkategorien (Submission 2012)<sup>c</sup> Annahmen für fehlende Werte: Gewicht Gänse = 1/2 Standardgewicht Puten (IPCC 2006), N-Ausscheidung Gänse = Standard-N-Ausscheidung Puten (IPCC 2006), Gewicht Junghennen = 1/2 Standardgewicht Legehennen (IPCC 2006), N-Ausscheidung Junghennen = Standard-N-Ausscheidung Legehennen (IPCC 2006)<sup>d</sup> IPCC (2006): Sauen und Eber: 30,35, andere: 9,31; EMEP (2009): Sauen: 34,5, Mastschweine: 12,1

### 6.3.4.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)

Tabelle 228 zeigt die für den vorliegenden NIR 2014 berechneten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management im Vergleich mit dem NIR 2013.

Tabelle 228: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berechneten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management insgesamt und nach Systemkategorien (4.s2.)

[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
insgesamt 2014	12,538	11,119	10,944	10,955	10,237	10,259	10,311	10,051	9,843	9,777
insgesamt 2013	12,641	11,223	11,051	11,059	10,356	10,377	10,432	10,173	9,970	9,897
güllebasiert 2014	4,498	4,036	3,957	3,930	4,702	4,656	4,676	4,558	4,593	4,575
güllebasiert 2013	4,537	4,075	4,000	3,973	4,758	4,710	4,734	4,617	4,658	4,638
strohbasiert 2014	8,040	7,083	6,987	7,024	5,535	5,603	5,635	5,493	5,250	5,202
strohbasiert 2013	8,104	7,148	7,052	7,087	5,598	5,666	5,698	5,556	5,311	5,259
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
insgesamt 2014	9,731	9,936	9,702	9,637	9,457	9,481	9,323	9,367	9,405	9,400
insgesamt 2013	9,854	10,062	9,833	9,762	9,575	9,595	9,426	9,465	9,493	9,481
güllebasiert 2014	4,459	4,517	4,395	4,352	4,235	4,222	4,075	4,035	3,995	3,942
güllebasiert 2013	4,525	4,588	4,472	4,426	4,305	4,291	4,137	4,093	4,048	3,991
strohbasiert 2014	5,272	5,418	5,307	5,285	5,222	5,259	5,248	5,332	5,409	5,458
strohbasiert 2013	5,329	5,474	5,362	5,336	5,270	5,305	5,290	5,372	5,445	5,490
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2010	2011	2012							
insgesamt 2014	9,228	9,017	8,994							
insgesamt 2013	9,291	9,072								
güllebasiert 2014	3,795	3,698	3,692							
güllebasiert 2013	3,836	3,735								
strohbasiert 2014	5,433	5,319	5,302							
strohbasiert 2013	5,455	5,337								

Im NIR 2014 liegt die Gesamtemission für die gesamte Zeitreihe etwas niedriger als im NIR 2013. Dies ist im Wesentlichen eine Folge der Veränderungen bei den Schweinen, wie Tabelle 229 zeigt.

Tabelle 229: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berechneten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Schweine (4.s2.)

[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Schweine 2014	1,758	1,610	1,662	1,617	1,433	1,384	1,422	1,445	1,473	1,431
Schweine 2013	1,840	1,688	1,744	1,695	1,517	1,466	1,508	1,532	1,566	1,519
Anteil an Gesamtänderung 2013/2014 in %	79,3	74,6	76,1	74,7	70,8	69,6	71,1	71,7	73,0	73,0
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Schweine 2014	1,433	1,480	1,527	1,561	1,564	1,631	1,629	1,673	1,645	1,663
Schweine 2013	1,524	1,576	1,629	1,658	1,655	1,719	1,708	1,749	1,714	1,725
Anteil an Gesamtänderung 2013/2014 in %	74,3	75,7	77,4	77,9	77,0	77,6	77,1	77,4	77,1	77,1
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2010	2011	2012							
Schweine 2014	1,597	1,575	1,606							
Schweine 2013	1,648	1,621								
Anteil an Gesamtänderung 2013/2014 in %	80,9	85,1								

Die Abnahme der Emissionen bei den Schweinen ist eine Folge der veränderten Modellierung der Schweinfütterung auf der Basis neuer Aktivitätsdaten (siehe Kapitel 6.1.3.3). Diese Modifikation führte zu einer Verringerung der Gesamt-N-Ausscheidungen der Schweine und damit der gesamten Nutztierhaltung, siehe Tabelle 230, die eine Zusammenfassung der Daten von Tabelle 168 darstellt.

Tabelle 230: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berechneten Gesamt-N-Ausscheidung aller Tiere

[Gg a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
N-Ausscheidung 2014	1590,2	1416,1	1396,2	1393,3	1369,6	1369,1	1377,8	1349,4	1352,8	1343,9
N-Ausscheidung 2013	1608,3	1431,9	1412,8	1409,7	1386,6	1385,7	1395,3	1367,2	1372,4	1362,8
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
N-Ausscheidung 2014	1324,1	1343,7	1307,2	1297,3	1271,6	1274,9	1251,7	1265,6	1270,0	1276,6
N-Ausscheidung 2013	1342,7	1362,9	1326,9	1315,8	1288,2	1290,9	1265,8	1278,5	1281,2	1286,4
[Gg a <sup>-1</sup> ]	2010	2011	2012							
N-Ausscheidung 2014	1264,0	1259,2	1267,5							
N-Ausscheidung 2013	1270,9	1264,9								

Die NO-Emissionen haben sich wegen der direkten Proportionalität zu den N<sub>2</sub>O-Emissionen (s. Kapitel 6.3.4.2.2) gegenüber dem NIR 2013 in gleicher Weise wie die N<sub>2</sub>O-Emissionen verändert. Die Veränderungen der Gesamtsumme an NO-Emissionen zeigt die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 231: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berechneten Gesamt-NO-Emissionen ( $E_{NO}$ ) aus dem Wirtschaftsdünger-Management

[Gg a <sup>-1</sup> NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$E_{NO}$ 2014	1,710	1,516	1,492	1,494	1,396	1,399	1,406	1,371	1,342	1,333
$E_{NO}$ 2013	1,724	1,530	1,507	1,508	1,412	1,415	1,423	1,387	1,360	1,350
[Gg a <sup>-1</sup> NO]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$E_{NO}$ 2014	1,327	1,355	1,323	1,314	1,290	1,293	1,271	1,277	1,282	1,282
$E_{NO}$ 2013	1,344	1,372	1,341	1,331	1,306	1,308	1,285	1,291	1,295	1,293
[Gg a <sup>-1</sup> NO]	2010	2011	2012							
$E_{NO}$ 2014	1,258	1,230	1,227							
$E_{NO}$ 2013	1,267	1,237								

### 6.3.4.6 Geplante Verbesserungen (4.B, N<sub>2</sub>O & NO)

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 6.4 Reisanbau (4.C)

In Deutschland wird kein Reis angebaut (NO).

## 6.5 Landwirtschaftliche Böden (4.D)

### 6.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.D)

CRF 4.D	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Direct Soil Emissions	N <sub>2</sub> O	L	T/T2	29.147,5 (2,38%)	25.790,6 (2,76%)	-11,52%	
Indirect Emissions	N <sub>2</sub> O	L	T/T2	16.427,5 (1,34%)	13.810,0 (1,48%)	-15,93%	
Pasture, Range and Paddock Manure	N <sub>2</sub> O	-	-/T2	2.117,5 (0,17%)	1.315,0 (0,14%)	-37,90%	

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>		IE	
N <sub>2</sub> O	CS/Tier 1/Tier 2	M/AS/RS/NS	D
NO <sub>x</sub>			D

Die Quellgruppe *Landwirtschaftliche Böden* ist hinsichtlich *direkter und indirekter N<sub>2</sub>O-Emissionen* eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe, für *direkte Emissionen* zusätzlich auch nach dem Trend. Weiterhin sind die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Weidegang Hauptquellgruppe nach den Ergebnissen der Tier-2-Hauptquellgruppen-Analyse, ebenso wie die *direkten und indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen*.

Mikrobielle Umsetzungen (Nitrifikation und Denitrifikation) von N-Verbindungen führen zu N<sub>2</sub>O-Emissionen. Es wird zwischen direkten und indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Böden unterschieden. Die direkten Emissionen umfassen die N<sub>2</sub>O-Emissionen als Folge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung, Weidegang, Mineraldünger- und Klärschlamm-Anwendung, biologischer N-Fixierung, Erterückständen und der Bewirtschaftung organischer Böden. So genannte indirekte N<sub>2</sub>O-Emissionen ergeben sich als Folge von Deposition reaktiven Stickstoffs sowie Auswaschung und Oberflächenfluss.

Die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Böden lagen 2012 um 14,2 % unter denen von 1990. Ihr Anteil an den gesamten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft war 2012 mit 93,6 % etwas höher als 1990 mit 92,5 %.

### 6.5.2 Methodische Aspekte (4.D)

#### 6.5.2.1 Methodik und Emissionsfaktoren (4.D)

##### 6.5.2.1.1 Direkte N<sub>2</sub>O-Emissionen (4.Ds1.1, 4.Ds1.2)

Direkte N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung werden mit einem Tier-1-Verfahren nach IPCC (1996b)-4.92 ff proportional zur N-Menge berechnet, die von der ausgebrachten Dünger-N-Menge nach Abzug der N-Verluste durch NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen (siehe HAENEL et al., 2014) verbleibt. Die verbleibende N-Menge wird im deutschen Inventar nicht mit Hilfe der Größe  $Frac_{GASF}$  berechnet, sondern unter Verwendung der explizit berechneten NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen. (Zu  $Frac_{GASF}$  siehe Kapitel 6.5.2.2.1.) Als Aktivitätsdaten werden die auf Bundesland-Ebene statistisch erfassten Verkaufsmengen von

Mineraldüngern verwendet, siehe Kapitel 6.1.4.1.1. Der Emissionsfaktor wird nach IPCC(1996b)-4.89, Tabelle 4-18, mit  $EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$  angesetzt.

Die Berechnung direkter  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen als Folge der Wirtschaftsdüngerausbringung erfolgt analog zur Vorgehensweise bei der Mineraldüngeranwendung. Der Emissionsfaktor wird entsprechend mit  $EF_{\text{man}, \text{N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$  angesetzt. Die Aktivitätsdaten, d. h. die nach der Ausbringung in den Boden gelangenden N-Mengen (siehe Kapitel 6.1.4.1.1), ergeben sich aus den ausgeschiedenen N-Mengen ohne den auf den Weidegang entfallenden Anteil (siehe Kapitel 6.1.3.4), und der Anwendung des N-Fluss-Konzepts (Kapitel 6.1.2.4).

Die Berechnung direkter  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen aus N-Ausscheidungen beim Weidegang erfolgt nach IPCC (1996b) proportional zu der auf der Weide ausgeschiedenen N-Menge (siehe Kapitel 6.1.4.1.1). Diese wird als Produkt aus der Gesamt-N-Ausscheidung des Tieres und dem relativem Zeitanteil berechnet, den das Tier auf der Weide verbringt. Der Emissionsfaktor  $EF_{\text{graz}, \text{N}_2\text{O}} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$  ist für alle Tierkategorien einheitlich und wird auf die ausgeschiedene N-Menge angewendet.

IPCC (1996b), S. 4.89, empfiehlt, Emissionen aus der Anwendung von Klärschlämmen nicht zu berechnen. IPCC (2000) dagegen schlägt vor, Klärschlämme wie Mineral- und Wirtschaftsdünger zu behandeln. Im deutschen Inventar werden Klärschlämme wie in IPCC (2006)-11.7 angegeben bei den direkten  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen berücksichtigt. Die N-Mengen, die mit Klärschlämmen in landwirtschaftliche Systeme gelangen, werden für jedes Bundesland aus Aufstellungen des Umweltbundesamtes bzw. seit 2009 des Statistischen Bundesamtes entnommen. Diese N-Mengen werden, da aus Klärschlämmen anders als bei der Mineraldüngeranwendung keine anderen N-Emissionen berechnet werden, unmittelbar als Aktivitätsdaten verwendet, siehe Kapitel 6.1.4.1.1. Der Emissionsfaktor wird analog zur Mineraldünger-Ausbringung mit  $EF_{\text{sl}, \text{N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$  angesetzt.

Direkte  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden werden proportional zur Fläche (siehe Kapitel 6.1.4.1.2) berechnet. Nach IPCC (2000), Table 4.17, wird der Emissionsfaktor mit  $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$  angesetzt.

Direkte  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen aus biologischer N-Fixierung werden proportional zur Menge des fixierten N (siehe Kapitel 6.1.4.1.1) berechnet. Diese wird für jede Feldfrucht als Produkt der Anbaufläche und der spezifischen Fixierungsleistung ermittelt. Die Daten zu den Anbauflächen stellt STATISTISCHES BUNDESAMT (Fachserie 3, Reihe 3) bereit, die Fixierungsrationen stammen aus FAUSTZAHLEN (1993), S. 477, und von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LABER, 2005, S. 86). Der Emissionsfaktor wird in Analogie zur Mineraldüngerausbringung mit  $EF_{\text{fix}, \text{N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$  angesetzt.

Direkte  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen aus Ernterückständen werden nach IPCC (2006), 11.13, proportional zu den verfügbaren N-Mengen berechnet. Diese Mengen (siehe Kapitel 6.1.4.1.1) ergeben sich aus den Anbauflächen, den Erträgen und den kulturspezifischen N-Gehalten. Daten zu Anbauflächen und Erträgen berichtet STATISTISCHES BUNDESAMT (Fachserie 3, Reihe 3). Die in den Rückständen enthaltenen relativen N-Gehalte werden der Düngeverordnung (DÜV, 2007) sowie einer Aufstellung des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ, 2007) entnommen. Die mit Stroh als Einstreu für die Tierhaltung von der Fläche entfernten N-Mengen werden abgezogen. Der Emissionsfaktor wird in Analogie zur Mineraldüngerausbringung mit  $EF_{\text{fix}, \text{N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$  angesetzt.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung der direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden findet sich in HAENEL et al. (2014).

### **6.5.2.1.2 Indirekte N<sub>2</sub>O-Emissionen als Folge der Deposition reaktiven Stickstoffs (4.Ds1.3)**

Die depositionsbedingten N<sub>2</sub>O-Emissionen werden dem Sinn des in IPCC (2006)-11.21 angegebenen Tier-1-Verfahrens entsprechend berechnet. Die zu diesem Verfahren gehörige Gleichung 11.9 (IPCC, 2006)-11.21 wird von Deutschland allerdings nicht angewendet, weil diese Gleichung die NH<sub>3</sub>-N-Emissionen aus Einstreu und Leguminosenanbau sowie die NO-N-Emissionen aus Einstreu nicht berücksichtigt. Da diese Gleichung überdies nicht konsistent zur Definition von *Frac<sub>GASM</sub>* in CRF Table 4.Ds2 ist (siehe Kapitel 6.5.2.2.1), kann sie auch nur näherungsweise zur Kontrolle der im Inventar berichteten deutschen N<sub>2</sub>O-Emissionen angewendet werden (siehe Kapitel 6.5.3).

Das deutsche Verfahren berechnet die depositionsbedingten N<sub>2</sub>O-Emissionen als Produkt des N<sub>2</sub>O-N-Umrechnungsfaktors 44/28, des Emissionsfaktors (0,01 kg kg<sup>-1</sup> N, IPCC, 1996b, Table 4-23) und der Summe der N-Gehalte folgender NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen, die weiter unten noch näher beschrieben werden:

- NH<sub>3</sub>-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung
- NO-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung
- NH<sub>3</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management incl. Ausbringung
- NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management incl. NO als Folge der Wirtschaftsdünger-Ausbringung
- NH<sub>3</sub>-Emissionen aus dem Weidegang
- NO-Emissionen aus dem Weidegang
- NH<sub>3</sub>-Emissionen aus dem Leguminosenanbau

NO-Emissionen aus dem Leguminosenanbau und aus Ernterückständen werden seit der Submission 2012 nicht mehr berichtet, da weder IPCC noch EMEP (2009) hierfür eine Methode angeben. Dies lässt sich dadurch begründen, dass bei N-Fixierung durch Leguminosen kein freies Ammonium entsteht und Ernterückstände als NO-Quelle implizit in den Messungen für NO-Emissionsfaktoren für Dünger berücksichtigt sind, da die im Inventar verwendeten Emissionsfaktoren in STEHFEST & BOUWMAN (2006) ohne Abzug von „Hintergrund-Emissionen“ als gemessene Gesamtemission pro Dünghungsmenge berechnet wurden.

NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung werden proportional zur ausgebrachten N-Menge berechnet. Die NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren für die verschiedenen Dünger-Typen werden nach EMEP (2009)-4D-Table 3-2 als Funktion der Frühlingstemperatur berechnet. Letztere beruht auf regional differenzierten Angaben des Deutschen Wetterdienstes (siehe HAENEL et al., 2014). Der NO-Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.4 angegeben.

NH<sub>3</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden getrennt für Stall-, Lager- und Ausbringungsbereich berechnet, wobei die am Anfang der Stall-Lager-Ausbringung-Kette stehende N-Menge auch den mit der Einstreu eingebrachten Stickstoff einschließt (siehe Kapitel 6.1.2.4 und 0). Für die in Deutschland üblichen Stall-, Lager- und Ausbringverfahren existieren differenzierte NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren (siehe HAENEL et al., 2014).

NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden zum einen für den Stall- und Lagerbereich gemeinsam und zum anderen als Folge der Wirtschaftsdünger-Ausbringung berechnet. Die NO-Emissionsfaktoren für den Stall-Lager-Bereich werden mit 10 % des jeweiligen N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktors angesetzt (siehe Kapitel 6.3.4.2.1 und 6.3.4.2.2). Der Emissionsfaktor für NO als Folge der Ausbringung ist in Kapitel 6.5.2.1.4 angegeben.

NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen als Folge der Ausscheidungen bei Weidegang werden proportional zur ausgeschiedenen N-Menge berechnet. Die NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren sind nach Tierart differenziert, siehe EMEP (2009)-4B-26. Der NO-Emissionsfaktor ist in Kapitel 6.5.2.1.4 angegeben.

NH<sub>3</sub>-Emissionen aus dem Leguminosenanbau werden proportional zur fixierten N-Menge berechnet (zur Berechnung der fixierten N-Menge siehe Kapitel 6.5.2.1.1). Der NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktor wird nach EMEP (2007)-B1020-12 als  $EF_{fix, NH_3} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$  angesetzt.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung der indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden findet sich in HAENEL et al. (2014).

### **6.5.2.1.3 Indirekte N<sub>2</sub>O-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss (4.Ds1.3)**

Die indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss werden nach dem Tier-1-Verfahren nach IPCC (1996b), S. 4.109, als Produkt aus N<sub>2</sub>O-N-Umrechnungsfaktor 44/28, ausgewaschener N-Menge (siehe Kapitel 6.1.4.1.4) und Emissionsfaktor (0,025 kg kg<sup>-1</sup> N, IPCC, 1996b, Tabelle 4-23) berechnet.

Eine ausführliche Beschreibung der Berechnung der indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden findet sich in HAENEL et al. (2014).

### **6.5.2.1.4 NO-Emissionen**

Die Vorgehensweise zur Berechnung der NO-Emissionen wird in Kapitel 6.5.2.1.2 beschrieben. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 232: Emissionsfaktoren  $EF_{NO}$  für NO-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden

	$EF_{NO}$ kg kg <sup>-1</sup> NO-N]	Anmerkung
Mineraldünger-Ausbringung	0,012	STEHFEST & BOUWMAN (2006)
Wirtschaftsdünger-Ausbringung	0,012	STEHFEST & BOUWMAN (2006)
Weidegang	0,007	EMEP (2007), B1020-12

### **6.5.2.1.5 NMVOC-Emissionen**

IPCC stellt keine Methode zur Berechnung von NMVOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen bereit. EMEP (2009) gibt zwar ein Verfahren an, aber keine Emissionsfaktoren. Da keine wissenschaftlich fundierten Berechnungsgrundlagen vorliegen, werden wie bei Sektor 4.B (siehe Kapitel 0) auch bei Sektor 4.D keine NMVOC-Emissionen berichtet.

## 6.5.2.2 Die *Frac*-Größen

### 6.5.2.2.1 *Frac<sub>GASF</sub>* und *Frac<sub>GASM</sub>*

Die Größen *Frac<sub>GASF</sub>* und *Frac<sub>GASM</sub>* wurden nach der abgeschlossenen Emissionsberechnung mit Hilfe von Ein- und Ausgabedaten berechnet. Sie wurden im Berechnungsverfahren nicht verwendet.

*Frac<sub>GASF</sub>*, siehe Tabelle 233, gibt den relativen Anteil der N-Menge an, die als Folge der Ausbringung von Mineraldüngern als NH<sub>3</sub>-N und NO-N emittiert wird. *Frac<sub>GASF</sub>* wird wie in CRF-4.Ds2 definiert berechnet.

Tabelle 233: *Frac<sub>GASF</sub>* (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<i>Frac<sub>GASF</sub></i>	0,034	0,034	0,033	0,036	0,037	0,037	0,038	0,038	0,039	0,039
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<i>Frac<sub>GASF</sub></i>	0,039	0,043	0,043	0,043	0,044	0,042	0,044	0,046	0,043	0,054
	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>							
<i>Frac<sub>GASF</sub></i>	0,044	0,048	0,045							

Für *Frac<sub>GASM</sub>* entspricht die in CRF-4.Ds2 angegebene Definition („Fraction of livestock N excretion that volatilizes as NH<sub>3</sub> and NO<sub>x</sub>“) der implizit durch Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 gegebenen Definition. Dies wird deutlich, wenn Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 nach *Frac<sub>GASM</sub>* umgeformt wird:

Gleichung 15: Ableitung von *Frac<sub>GASM</sub>* aus Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112

$$\text{Frac}_{\text{GASM, Eq.9}} = \frac{E_{\text{N}_2\text{O}} / EF_4 - N_{\text{fert}} \cdot \text{Frac}_{\text{GASF}}}{N_{\text{ex}}}$$

mit

<i>Frac<sub>GASM, Eq. 9</sub></i>	<i>Frac<sub>GASM</sub></i> -Größe aus Gleichung 9 in IPCC (1996b)-4.112 (in Gg Gg <sup>-1</sup> )
<i>E<sub>N<sub>2</sub>O</sub> / EF<sub>4</sub></i>	Gesamtemission von N <sub>2</sub> O-N aus landwirtschaftlichen Böden aufgrund der Deposition von reaktivem Stickstoff aus der Emission von NH <sub>3</sub> -N und NO-N (in Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O-N)
<i>N<sub>fert</sub> · Frac<sub>GASF</sub></i>	Emission von N <sub>2</sub> O-N durch Deposition von reaktivem Stickstoff aus der Emission von NH <sub>3</sub> -N und NO-N bei der Anwendung von Mineraldünger (in Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O-N)
<i>N<sub>ex</sub></i>	nationale Gesamt-N-Menge aus tierischen Ausscheidung (in Gg a <sup>-1</sup> N)

NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen aus der im deutschen Inventar mitberücksichtigten Einstreu finden in dieser Definition keinen Platz. Die durch Einstreu eingebrachte N-Menge und die daraus resultierenden Emissionen sind aber Bestandteil des von Deutschland angewendeten N-Fluss-Konzeptes (siehe Kapitel 6.1.2.4) und müssen daher auch in der Definition einer *Frac<sub>GASM</sub>*-Größe berücksichtigt werden, um die Konsistenz der deutschen Inventarergebnisse zu gewährleisten. Daraus resultiert die Definition der von Deutschland berichteten Größe *Frac<sub>GASM, Germany</sub>*:

Gleichung 16: Definition der Größe *Frac<sub>GASM, Germany</sub>*

$$\text{Frac}_{\text{GASM, Germany}} = \frac{E_{\text{NH}_3\text{-N, MM}} + E_{\text{NH}_3\text{-N, grazing}} + E_{\text{NO-N, storage}} + E_{\text{NO-N, application}} + E_{\text{NO-N, grazing}}}{m_{\text{excr}} + m_{\text{straw}}}$$

mit

<i>Frac<sub>GASM, Germany</sub></i>	Anteil des Stickstoffs aus tierischen Ausscheidungen und Einstreu (Stroh), der als NH <sub>3</sub> -N und NO-N emittiert wird (in Gg Gg <sup>-1</sup> )
<i>E<sub>NH<sub>3</sub>-N, MM</sub></i>	Emission von NH <sub>3</sub> -N aus dem Wirtschaftsdünger-Management (in Gg a <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub> -N)
<i>E<sub>NH<sub>3</sub>-N, grazing</sub></i>	Emission von NH <sub>3</sub> -N aus Weidegang (in Gg a <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub> -N)
<i>E<sub>NO-N, storage</sub></i>	Emission von NO-N aus dem Wirtschaftsdünger-Lager (in Gg a <sup>-1</sup> NO-N)
<i>E<sub>NO-N, application</sub></i>	Emission von NO-N infolge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung (in Gg a <sup>-1</sup> NO-N)

$E_{NO-N, grazing}$	Emission von NO-N infolge von N-Ausscheidung auf der Weide (in Gg a <sup>-1</sup> NO-N)
$m_{excr}$	in der Tierhaltung (einschließlich Weidegang) ausgeschiedene N-Menge (in Gg a <sup>-1</sup> N)
$m_{straw}$	in der Tierhaltung durch Einstreu (Stroh) eingebrachte N-Menge (in Gg a <sup>-1</sup> N)

Aufgrund der zeitlich variierenden Eingangsdaten ist  $Frac_{GASM, Germany}$  keine Konstante, siehe Tabelle 234.

Tabelle 234:  $Frac_{GASM, Germany}$  (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GASM, Germany}$	0,315	0,315	0,315	0,313	0,306	0,304	0,303	0,303	0,304	0,303
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GASM, Germany}$	0,303	0,302	0,302	0,303	0,303	0,302	0,301	0,301	0,299	0,298
	2010	2011	2012							
$Frac_{GASM, Germany}$	0,296	0,295	0,292							

Die Werte von  $Frac_{GASM, Germany}$  sind gegenüber dem NIR 2013 leicht gesunken. Dies ist im Wesentlichen eine Folge der verlängerten Weidedauer bei den Schafen (siehe Kapitel 6.1.3.3): Der NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktor für Weide ist geringer als der für Stall und Lager (siehe Haenel et al., 2014). Dies wird durch den im Vergleich zu Stall und Lager höheren NO-Emissionsfaktor des Weidgangs nicht ausgeglichen.

Wegen der oben genannten Unterschiede in den  $Frac_{GASM}$ -Definitionen ist es nicht möglich, durch Einsetzen von  $Frac_{GASM, Germany}$  in Gleichung 9 aus IPCC (1996b)-4.112 die im deutschen Inventar berichteten indirekten N<sub>2</sub>O-Emissionen (CRF-4.Ds1.3.1) nachzuvollziehen.

### 6.5.2.2.2 Die übrigen Frac-Verhältnisgrößen

Die nachstehend beschriebenen Frac-Größen wurden mit Ausnahme von  $Frac_{LEACH}$  alle nach Abschluss der Emissionsberechnungen aus Eingabe- und Ausgabedaten berechnet; sie sind nicht in die Emissionsberechnungen eingegangen.

$Frac_{BURN}$  wird nicht berichtet (NO), da das Verbrennen von Ernterückständen auf dem Feld in Deutschland untersagt ist.

$Frac_{FUEL}$  wird nicht berichtet (NO), da die Verwendung von Tierexkrementen als Brennstoff-Material in Deutschland keine Bedeutung hat.

$Frac_{GRAZ}$  wurde entsprechend der Definition in CRF-4.Ds2 als Verhältnis von beim Weidegang ausgeschiedenen N zur Gesamtausscheidung von N berechnet. Die gegenüber dem NIR 2013 etwas höheren  $Frac_{GRAZ}$ -Werte gehen auf die geänderten Weidezeiten bei den Schafen zurück (siehe Kapitel 6.1.3.3).

Tabelle 235:  $Frac_{GRAZ}$  (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{GRAZ}$	0,137	0,139	0,140	0,142	0,125	0,128	0,128	0,128	0,126	0,126
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Frac_{GRAZ}$	0,125	0,124	0,121	0,118	0,117	0,115	0,114	0,112	0,112	0,111
	2010	2011	2012							
$Frac_{GRAZ}$	0,110	0,108	0,106							

$Frac_{LEACH}$  gibt den relativen Anteil des N-Eintrags in Böden an, der durch Auswaschung und Oberflächenabfluss verloren geht. Für  $Frac_{LEACH}$  wurde im deutschen Inventar nach IPCC (1996b), S. 4.106 ein konstanter Wert von  $0,30 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$  angesetzt.

$Frac_{NCRBF}$  beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von N-fixierenden Pflanzen. Dieser Anteil wurde als gewichtetes Mittel aus den Beiträgen von Futtererbsen, Ackerbohnen, Gelblupinen, Klee, kleehaltige Gemische, Luzerne, Gemüseerbsen, Buschbohnen und Stangenbohnen berechnet. Dabei wurde der N-Gehalt der ganzen Pflanze einschließlich des Ernteguts zugrunde legt.  $Frac_{NCRBF}$  wurde erst nach Abschluss der Emissionsberechnungen aus Ein- und Ausgabedaten berechnet, da die deutsche Methodik zur Emissionsberechnung  $Frac_{NCRBF}$  nicht benötigt.

Tabelle 236:  $Frac_{NCRBF}$  (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{NCRBF}$	0,0481	0,0490	0,0475	0,0473	0,0469	0,0450	0,0438	0,0430	0,0417	0,0406
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
$Frac_{NCRBF}$	0,0417	0,0395	0,0402	0,0373	0,0395	0,0417	0,0424	0,0441	0,0437	0,0437
	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>							
$Frac_{NCRBF}$	0,0434	0,0442	0,0443							

$Frac_{NCR0}$  beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von nicht-N-fixierenden Pflanzen. Dabei wurde der N-Gehalt der ganzen Pflanze einschließlich des Ernteguts zugrunde gelegt.  $Frac_{NCR0}$  wurde erst nach Abschluss der Emissionsberechnungen aus Ein- und Ausgabedaten berechnet, da die deutsche Methodik zur Emissionsberechnung  $Frac_{NCR0}$  nicht benötigt.

Tabelle 237:  $Frac_{NCR0}$  (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_{NCR0}$	0,0274	0,0265	0,0272	0,0272	0,0271	0,0264	0,0260	0,0253	0,0255	0,0248
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
$Frac_{NCR0}$	0,0251	0,0241	0,0251	0,0234	0,0231	0,0240	0,0236	0,0245	0,0225	0,0224
	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>							
$Frac_{NCR0}$	0,0232	0,0241	0,0238							

$Frac_R$  bzw.  $Frac_{Remove}$  wurde nach der in CRF4.Ds2 angegebenen Definition als Anteil der oberirdischen Biomasse berechnet, der als Erntegut abgefahren wird. Dieser Anteil lässt sich für diejenigen Feldfrüchte sinnvoll bestimmen, die oberirdische Früchte ausbilden und wurde im deutschen Inventar für Getreide, Raps, Erbsen, Bohnen, Lupinen und Gräser berechnet. Hackfrüchte und Gemüse wurden nicht berücksichtigt, letztere wegen unzureichender Datengrundlage. Die Strohmengen, die als Einstreu dienen (Kapitel 6.1.3.6.5), gingen ebenfalls nicht die Berechnung von  $Frac_R$  bzw.  $Frac_{Remove}$  ein.

Tabelle 238:  $Frac_R$  ( $Frac_{Remove}$ ) (4.Ds2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$Frac_R$	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,64	0,63	0,63	0,62
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
$Frac_R$	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63
	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>							
$Frac_R$	0,63	0,66	0,65							

### 6.5.2.3 Emissionen (4.D)

Die Ergebnisse der N<sub>2</sub>O- und NO-Emissionsberechnungen sind in Tabelle 239 dargestellt. Die Zeitreihen der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus den verschiedenen Teilquellen sind in Tabelle 243 im Rahmen der Rückrechnungen wiedergegeben.

Tabelle 239: N<sub>2</sub>O- und NO-Emissionen E<sub>N<sub>2</sub>O</sub> und E<sub>NO</sub> aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4s1, 4s2)

[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O], [Gg a <sup>-1</sup> NO]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub>	153,8	142,3	136,5	135,4	126,8	133,7	134,4	134,7	135,8	139,0
E <sub>NO</sub>	88,5	81,0	78,4	75,3	69,9	74,4	74,1	73,1	73,9	76,7
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O], [Gg a <sup>-1</sup> NO]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub>	141,0	137,5	133,0	129,5	135,9	133,4	130,9	127,3	135,4	129,1
E <sub>NO</sub>	79,2	75,3	73,1	72,7	73,2	72,0	71,6	67,1	72,6	66,1
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O], [Gg a <sup>-1</sup> NO]	2010	2011	2012							
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub>	126,6	134,7	132,0							
E <sub>NO</sub>	66,4	71,9	68,4							

Deutlich zu erkennen ist in Tabelle 239 die Abnahme der N<sub>2</sub>O-Emissionen von 1990 zu 1992. Danach schwanken die N<sub>2</sub>O-Emissionen um einen Mittelwert von 133,3 Gg a<sup>-1</sup> N<sub>2</sub>O. Das Maximum der Emissionen trat mit 153,8 Gg a<sup>-1</sup> N<sub>2</sub>O im Jahr 1990 auf, das Minimum von 126,6 Gg a<sup>-1</sup> N<sub>2</sub>O ist im Jahr 2010 zu verzeichnen. Dieser Zeitverlauf ist im Wesentlichen eine Folge der von Jahr zu Jahr varierenden N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung (siehe Tabelle 242), die sich wiederum aus den jährlich schwankenden Mineraldüngermengen ergeben (siehe Tabelle 188).

2012 ist ein Anteil von 28,3 % der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Böden den indirekten Emissionen als Folge von Auswaschung und Oberflächenabfluss zuzuordnen, 23,3 % dem Einsatz von Mineraldüngern, 15,1 % den Ernterückständen, 11,6 % der Bewirtschaftung organischer Böden und 11,5 % der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. Der Rest von insgesamt 10,2 % umfasst die Emissionen aus Weidegang, Klärschlamm und Leguminosen, sowie die indirekten Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies.

### 6.5.3 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.D)

Zu Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung wird auf Kapitel 6.1.6 verwiesen.

Zum Zweck der Verifizierung vergleicht die nachfolgende Tabelle die für den vorliegenden NIR 2014 verwendeten N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren mit den letztjährigen Daten benachbarter Staaten einschließlich des Vereinigten Königreiches (UNFCCC, 2013). Mit Ausnahme von Dänemark und den Niederlanden verwenden alle aufgeführten Staaten die Default-Emissionsfaktoren von IPCC (1996b).

Tabelle 240: Vergleicht der im deutschen Inventar verwendeten N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten für das Jahr 2011

[kg kg <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O-N]	EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> , min fert	EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> , manure	EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> , legumes	EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> , crop residues	EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> , histosols *	EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> , grazing	EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> , deposition	EF <sub>N<sub>2</sub>O</sub> , leaching
Österreich	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0200	0,010	0,0250
Belgien	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0250
Tschechische Republik	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0200	0,010	0,0250
Dänemark	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	7,96	0,0200	0,010	0,0196
Frankreich	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	NO	0,0200	0,010	0,0250
<b>Deutschland</b>	<b>0,0125</b>	<b>0,0125</b>	<b>0,0125</b>	<b>0,0125</b>	<b>8,00</b>	<b>0,0200</b>	<b>0,010</b>	<b>0,025</b>
Niederlande	0,0130	0,0087	0,0100	0,0100	4,70	0,0330	0,010	0,0250
Polen	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0250
Schweiz	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0250
Vereinigtes Königreich	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0250
IPCC(1996)-3-4.89, 4.97, 4.105	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	5,00	0,0200	0,010	0,0250
IPCC (2000)-4.43, 4.60, 4.73	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	8,00	0,0200	0,010	0,0250
IPCC(2006)-11.6, 11.11, 11.24	0,0100	0,0100	Keine Methode	0,0100	8,00	0,01 0,02	0,010	0,0075

\* Einheit: kg ha<sup>-1</sup> N<sub>2</sub>O-N

Quelle: Deutschland: Submission 2014; andere Länder: UNFCCC, 2013

In Tabelle 241 sind die für Deutschland ermittelten Anteile Frac<sub>GASF</sub>, Frac<sub>GASM</sub>, Frac<sub>GRAZ</sub>, Frac<sub>LEACH</sub>, Frac<sub>NCR0</sub>, Frac<sub>NCRBF</sub> und Frac<sub>Remove</sub> den Ergebnissen solcher Staaten, die benachbart sind oder deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist, gegenüber gestellt.

Die Streuung bei Frac<sub>GASF</sub> kann auf unterschiedliche Anteile von Harnstoff zurückgeführt werden. Eine umfassende Beurteilung ist aber nicht möglich, da die Anteile verschiedener Düngerarten an den Gesamtdüngermengen der Nachbarländer nicht bekannt sind.

Die Streuung bei Frac<sub>GASM</sub> ist auf die unterschiedlichen Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten in den Nachbarländern zurückzuführen. Der deutsche Frac<sub>GASM</sub>-Wert entspricht der in Kapitel 6.5.2.2.1 definierten Größe Frac<sub>GASM, Germany</sub>.

Bei Frac<sub>LEACH</sub> ist festzustellen, dass die Mehrheit der Nachbarländer den IPCC-Defaultwert verwendet. Die Verwendung anderer Frac<sub>LEACH</sub>-Werte lässt sich ohne weitere Informationen nicht nachvollziehen. Dies trifft im Prinzip auch auf Frac<sub>NCR0</sub>, Frac<sub>NCRBF</sub> und Frac<sub>R</sub> zu, wobei Deutschland diese Größen aus dem zur Emissionsberechnung verwendeten Datenmaterial berechnet, die Größen selbst aber nicht zur Emissionsberechnung verwendet.

Tabelle 241: Vergleich der im deutschen Inventar verwendeten *Frac*-Größen mit denen benachbarter Staaten, Jahr 2011

[kg kg <sup>-1</sup> ]	<i>Frac<sub>GASF</sub></i>	<i>Frac<sub>GASM</sub></i>	<i>Frac<sub>GRAZ</sub></i>	<i>Frac<sub>LEACH</sub></i>	<i>Frac<sub>NCR0</sub></i>	<i>Frac<sub>NCRBF</sub></i>	<i>Frac<sub>Remove</sub></i>
Österreich	0,04	0,27	0,06	0,30	0,01	0,03	0,34
Belgien	0,04	0,21	0,30	0,13	0,01	0,02	0,50
Tschechische Republik	0,10	0,20	0,15	0,30	0,02	0,03	0,45
Dänemark	0,02	0,19	0,08	0,33	0,02	0,04	0,86
Frankreich	0,10	0,20	0,46	0,30	0,01	0,03	NA
<b>Deutschland</b>	<b>0,05</b>	<b>0,29</b>	<b>0,11</b>	<b>0,30</b>	<b>0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,66</b>
Niederlande	0,05	0,17	0,14	0,12	NE	NE	NE
Polen	0,10	0,20	0,07	0,30	0,01	0,03	0,53
Schweiz	0,05	0,40	0,18	0,20	0,01	0,03	0,73
Vereinigtes Königreich	0,10	0,20	0,52	0,30	0,02	0,03	0,45
IPCC(1996)-3-4.94, 4.106	0,100	0,200	Table 4-19	0,30	0,02	0,03	0,45
IPCC(2006)-11.13, 11.14, 11.24	0,100	0,200		0,30			

<sup>1)</sup> *Frac<sub>GASM</sub>, Germany* nach Kapitel 6.5.2.2.1

Quelle: Deutschland: Submission 2014; andere Länder: UNFCCC, 2013

## 6.5.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.D)

Hinsichtlich der Unsicherheiten der N<sub>2</sub>O-Emissionen im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden wird auf Tabelle 193 in Kapitel 6.1.5 (Gesamt-Unsicherheit des deutschen THG-Inventars) verwiesen.

EMEP (2009)-4D-11, Table 3-1, gibt für den NO-Emissionsfaktor bei Ausbringung von Mineral- und Wirtschaftsdünger einen Unsicherheitsbereich (95 %-Konfidenzintervall) an, der ungefähr einem Faktor 5 entspricht. Dieser Faktor dürfte (in Anbetracht der erheblich geringeren Unsicherheit bei den Aktivitätsdaten) auch auf die NO-Emissionen selbst zutreffen.

Für NO aus Weidegang wird nach EMEP (2007)-1020-15 ein Unsicherheitsfaktor von 5 und mehr für möglich erachtet.

Alle Emissionszeitreihen sind konsistent, da sie für alle Jahre des Berichtszeitraumes jeweils mit der gleichen Methode berechnet wurden und die Eingangsdaten ebenfalls konsistent sind (siehe Kapitel 6.1.6).

## 6.5.5 Quellspezifische Rückrechnungen (4.D)

Im Vergleich zum NIR 2013 haben sich die folgenden Veränderungen ergeben, siehe Tabelle 242 und Tabelle 243:

Die N-Einträge durch Wirtschaftsdüngerausbringung sind im vorliegenden NIR in der gesamten Zeitreihe geringer. Der Grund dafür liegt in den geringeren N-Ausscheidungen der Schweine aufgrund der geänderten Modellierung der Schweinefütterung mit neuen Aktivitätsdaten (siehe Kapitel 6.1.3.3).

Die N-Einträge durch Weidegang haben sich in der gesamten Zeitreihe aufgrund der Datenaktualisierung im Bereich der Weidehaltung der Schafe leicht erhöht (siehe Kapitel 6.1.3.3).

Die N-Einträge durch Ernterückstände liegen in der gesamten Zeitreihe minimal höher. Dies ist eine Folge etwas höherer Ernterückstandsmengen beim Stroh, was wiederum auf den geringeren Bedarf an Einstreu-Stroh und damit auf die verlängerte Weidedauer bei den Schafen zurück zu führen ist.

Die N-Einträge aus der Deposition reaktiven Stickstoffs sind in der gesamten Zeitreihe niedriger, was eine direkte Folge der gesunkenen N-Ausscheidungen der Schweine aufgrund der geänderten Fütterungsmodellierung ist (siehe Kapitel 6.1.3.3): Die geringeren N-Ausscheidungen führten zu geringeren NH<sub>3</sub>- und NO-Emissionen aus der Schweinehaltung.

Die ausgewaschene N-Menge (incl. Oberflächenabfluss) ist im NIR 2014 geringer als im NIR 2013, was darauf zurück zu führen ist, dass insgesamt weniger N im Boden verfügbar ist. Dies wiederum ist im Wesentlichen eine Folge der gesunkenen N-Ausscheidungen der Schweine (siehe Kapitel 6.1.3.3).

Der N-Eintrag durch Klärschlamm wurde für die Jahre 2007 bis 2011 aktualisiert (Kapitel 6.1.4.1.1). Der N-Eintrag in den Boden hat sich für diese Jahre gegenüber dem NIR 2013 leicht verringert.

Die Flächen der organischen Böden wurden aktualisiert (siehe Kapitel 6.1.4.1.2). Dies führte zu einem merklichen Anstieg der Emissionen im Jahr 1990 und zu einer betragsmäßig geringeren Abnahme im Jahr 2011. Zwischen diesen Jahren ist der Verlauf der Differenzen näherungsweise linear, so dass in den Jahren 2007 und 2008 kaum ein Einfluss auf die Gesamt- N<sub>2</sub>O -Emissionen aus dem Boden festzustellen ist.

Bei den N<sub>2</sub>O-Emissionen (siehe Tabelle 243) verhalten sich wegen der Linearität der Emissionsberechnung (Emission = Aktivitätswert \* Emissionsfaktor) die Unterschiede zwischen NIR 2013 und NIR 2014 analog zu den Unterschieden der zur Verfügung stehenden N-Mengen (siehe Tabelle 242) bzw. – bei den organischen Böden – der Flächenwerte.

Als Resultat der oben beschriebenen Veränderungen sind die für den NIR 2014 berechneten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden stets niedriger als die im NIR 2013 berichteten Werte.

**Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014**
**Umweltbundesamt**

Tabelle 242: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten N-Mengen zur Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)

<b>[Gg a<sup>-1</sup> N]</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Wirtschaftsdünger 2014	900,0	798,5	787,0	785,6	802,3	800,2	805,7	789,6	792,3	787,4
Wirtschaftsdünger 2013	911,4	808,4	797,4	795,9	812,9	810,6	816,6	801,0	804,5	799,1
Weidegang 2014	217,3	197,4	195,2	197,4	170,8	175,2	177,0	172,3	170,4	170,0
Weidegang 2013	216,0	196,0	193,9	196,1	169,5	173,9	175,7	171,1	169,2	168,8
Ernterückstände 2014	840,4	801,7	727,1	801,5	739,6	784,7	813,5	855,4	857,6	867,4
Ernterückstände 2013	840,3	801,6	727,0	801,4	739,4	784,5	813,4	855,2	857,5	867,3
Indirekt, Deposition 2014	592,6	528,7	517,5	515,4	489,7	495,1	496,8	488,8	492,1	492,9
Indirekt, Deposition 2013	600,3	535,5	524,6	522,5	496,4	501,7	503,6	495,5	499,8	500,3
Ind., Auswaschung 2014	1111,9	1021,4	972,2	961,9	893,0	953,5	959,1	963,3	973,3	1001,6
Ind., Auswaschung 2013	1118,0	1026,9	977,8	967,5	898,2	958,7	964,5	968,7	978,8	1007,0
Klärschlamm 2014	27,4	27,4	26,2	26,2	26,2	35,3	35,3	34,1	31,6	31,5
Klärschlamm 2013	27,4	27,4	26,2	26,2	26,2	35,3	35,3	34,1	31,6	31,5
<b>[Gg a<sup>-1</sup> N]</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Wirtschaftsdünger 2014	778,7	792,9	775,5	771,4	757,6	763,2	751,7	763,2	767,9	774,9
Wirtschaftsdünger 2013	790,6	805,1	788,1	783,2	768,4	773,6	761,0	772,2	775,9	781,9
Weidegang 2014	166,2	166,6	157,6	153,7	149,2	146,5	142,4	141,3	141,9	141,4
Weidegang 2013	165,0	165,4	156,4	152,6	148,1	145,4	141,3	140,3	140,8	140,4
Ernterückstände 2014	851,4	881,4	828,6	728,3	933,1	890,6	828,6	890,5	956,5	999,7
Ernterückstände 2013	851,3	881,3	828,4	728,2	932,9	890,5	828,5	890,4	956,4	999,6
Indirekt, Deposition 2014	490,1	496,5	484,5	481,7	476,6	470,7	467,0	466,3	470,1	474,7
Indirekt, Deposition 2013	497,4	503,9	492,1	488,7	483,0	476,8	472,4	470,9	474,2	478,6
Ind., Auswaschung 2014	1020,3	988,3	951,4	921,6	980,0	958,5	937,7	906,7	977,8	922,1
Ind., Auswaschung 2013	1025,6	993,7	956,8	926,8	984,8	963,1	942,0	911,1	982,0	926,0
Klärschlamm 2014	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	27,3	27,0	27,3
Klärschlamm 2013	33,0	29,9	28,2	29,3	28,3	27,4	27,0	27,8	27,7	27,9
<b>[Gg a<sup>-1</sup> N]</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>							
Wirtschaftsdünger 2014	770,7	771,2	782,0							
Wirtschaftsdünger 2013	775,8	775,5								
Weidegang 2014	139,2	135,6	135,0							
Weidegang 2013	138,4	135,0								
Ernterückstände 2014	905,3	969,2	1013,5							
Ernterückstände 2013	905,2	969,2								
Indirekt, Deposition 2014	454,6	467,3	454,4							
Indirekt, Deposition 2013	457,4	469,8								
Ind., Auswaschung 2014	903,7	974,2	952,2							
Ind., Auswaschung 2013	907,0	977,7								
Klärschlamm 2014	28,0	26,7	26,7							
Klärschlamm 2013	28,4	28,4								

Tabelle 243: Vergleich der im NIR 2014 und NIR 2013 berichteten N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (4.D)

[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub> gesamt 2014	153,8	142,3	136,5	135,4	126,8	133,7	134,4	134,7	135,8	139,0
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub> gesamt 2013	154,1	142,6	136,8	135,7	127,1	134,1	134,8	135,1	136,3	139,5
Wirtschaftsdünger 2014	17,4	15,4	15,2	15,2	15,5	15,5	15,6	15,3	15,3	15,2
Wirtschaftsdünger 2013	17,6	15,6	15,4	15,4	15,7	15,7	15,8	15,5	15,6	15,5
Weidegang 2014	6,8	6,2	6,1	6,2	5,4	5,5	5,6	5,4	5,4	5,3
Weidegang 2013	6,8	6,2	6,1	6,2	5,3	5,5	5,5	5,4	5,3	5,3
Ernterückstände 2014	16,5	15,7	14,3	15,7	14,5	15,4	16,0	16,8	16,8	17,0
Ernterückstände 2013	16,5	15,7	14,3	15,7	14,5	15,4	16,0	16,8	16,8	17,0
Organische Böden 2014	15,8	15,8	15,8	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
Organische Böden 2013	15,5	15,5	15,5	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
Indirekt, Deposition 2014	9,3	8,3	8,1	8,1	7,7	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7
Indirekt, Deposition 2013	9,4	8,4	8,2	8,2	7,8	7,9	7,9	7,8	7,9	7,9
Ind., Auswaschung 2014	43,7	40,1	38,2	37,8	35,1	37,5	37,7	37,8	38,2	39,3
Ind., Auswaschung 2013	43,9	40,3	38,4	38,0	35,3	37,7	37,9	38,1	38,5	39,6
Klärschlamm 2014	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
Klärschlamm 2013	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub> gesamt 2014	141,0	137,5	133,0	129,5	135,9	133,4	130,9	127,3	135,4	129,1
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub> gesamt 2013	141,5	138,0	133,5	130,0	136,4	133,8	131,2	127,7	135,8	129,5
Wirtschaftsdünger 2014	15,1	15,3	15,0	14,9	14,7	14,8	14,5	14,8	14,9	15,0
Wirtschaftsdünger 2013	15,3	15,6	15,3	15,2	14,9	15,0	14,7	14,9	15,0	15,1
Weidegang 2014	5,2	5,2	5,0	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,5	4,4
Weidegang 2013	5,2	5,2	4,9	4,8	4,7	4,6	4,4	4,4	4,4	4,4
Ernterückstände 2014	16,7	17,3	16,3	14,3	18,3	17,5	16,3	17,5	18,8	19,6
Ernterückstände 2013	16,7	17,3	16,3	14,3	18,3	17,5	16,3	17,5	18,8	19,6
Organische Böden 2014	15,7	15,7	15,6	15,6	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,4
Organische Böden 2013	15,6	15,6	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Indirekt, Deposition 2014	7,7	7,8	7,6	7,6	7,5	7,4	7,3	7,3	7,4	7,5
Indirekt, Deposition 2013	7,8	7,9	7,7	7,7	7,6	7,5	7,4	7,4	7,5	7,5
Ind., Auswaschung 2014	40,1	38,8	37,4	36,2	38,5	37,7	36,8	35,6	38,4	36,2
Ind., Auswaschung 2013	40,3	39,0	37,6	36,4	38,7	37,8	37,0	35,8	38,6	36,4
Klärschlamm 2014	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Klärschlamm 2013	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
[Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O]	2010	2011	2012							
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub> gesamt 2014	126,6	134,7	132,0							
E <sub>N<sub>2</sub>O</sub> gesamt 2013	126,9	135,1								
Wirtschaftsdünger 2014	14,9	14,9	15,1							
Wirtschaftsdünger 2013	15,0	15,0								
Weidegang 2014	4,4	4,3	4,2							
Weidegang 2013	4,4	4,2								
Ernterückstände 2014	17,8	19,0	19,9							
Ernterückstände 2013	17,8	19,0								
Organische Böden 2014	15,4	15,4	15,3							
Organische Böden 2013	15,5	15,4								
Indirekt, Deposition 2014	7,1	7,3	7,1							
Indirekt, Deposition 2013	7,2	7,4								
Ind., Auswaschung 2014	35,5	38,3	37,4							
Ind., Auswaschung 2013	35,6	38,4								
Klärschlamm 2014	0,6	0,5	0,5							
Klärschlamm 2013	0,6	0,6								

### 6.5.6 Geplante Verbesserungen (4.D)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## **6.6 Brandrodung (4.E)**

Brandrodung wird in Deutschland nicht praktiziert (NO).

## **6.7 Verbrennen von Ernterückständen auf der Fläche (4.F)**

Das Verbrennen von Ernterückständen ist in Deutschland untersagt. Die genehmigten Ausnahmen lassen sich nicht erfassen. Sie werden als irrelevant angesehen (NO).

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

### 7.1 Übersicht (CRF Sektor 5)

#### 7.1.1 Quellgruppen und Gesamtemissionen und -senken 1990 - 2011

Im Sektor 5 „Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“ wird in Deutschland über die CO<sub>2</sub>-Emissionen und -Senken der Kohlenstoffpools

- ober- und unterirdische Biomasse
- Totholz, Streu
- organische und mineralische Böden

berichtet, für die Landnutzungskategorien

- Wald (5.A)
- Acker (5.B)
- Grünland (5.C)
- Feuchtgebiete (5.D)
- Siedlungen (5.E)

sowie die jeweiligen Landnutzungsänderungen zwischen diesen Nutzungskategorien. In der Kategorie Sonstiges Land (5.F) treten keine anthropogenen Emissionen und Senken auf, da die Flächen nicht genutzt werden. Landnutzungsänderungen zu Sonstigem Land finden nicht statt, da genutztes Land per Definition nicht wieder in ungenutztes überführt werden kann.

Des Weiteren werden inventarisiert:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen aus<sup>77</sup>
  - der Kalkung
  - dem industriellen Torfabbau
- N<sub>2</sub>O-Emissionen aus
  - gedränten organischen Böden unter Wald
  - der Humusmineralisation in Mineralböden bei Landnutzungsänderung zu Acker<sup>78</sup>.
  - Waldbrand
- CH<sub>4</sub>-Emissionen aus
  - Waldbrand

Bei der Berichterstattung über die Freisetzung/Einbindung der Treibhausgase in jeder Landnutzungskategorie wird unterschieden zwischen Flächen, die während der Berichtsperiode

- keiner Landnutzungsänderung unterliegen, somit unverändert der Landnutzungskategorie zugeschlagen werden (Verbleibkategorie)

---

<sup>77</sup> CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Waldbränden werden über die Kohlenstoffänderung im Wald implizit berücksichtigt.

<sup>78</sup> N<sub>2</sub>O-Emissionen aus organischen Böden infolge Acker- und Grünlandnutzung bzw. Landnutzungsänderungen hin zu Acker- und Grünland werden im CRF Sektor 4.D berichtet

- eine Umnutzung erfahren: Diese werden von diesem Zeitpunkt an in der Kategorie berichtet, deren Nutzung sie zugeführt wurden. Diese Änderungsflächen werden in diesen neuen Landnutzungskategorien für 20 Jahre in Übergangskategorien berichtet. Nach 20 Jahren in der Transferkategorie werden diese Flächen dann in die Verbleibkategorie überführt.

Die Abbildung 45, Abbildung 46 und Abbildung 47 geben für den vorliegenden NIR 2013 eine Übersicht über die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen (Summe aus  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$  als  $\text{CO}_2$ -Äquivalente) aus den Bereichen 5.A, 5.B, 5.C, 5.D und 5.E, unterschieden nach Unterkategorien, Quellgruppen und Treibhausgasen. Auf der X-Achse ist die Jahresleiste im Berichtszeitraum und auf der Y-Achse die Emissions- (positive Werte) und die Senkenwirkung (negative Werte) in Gg  $\text{CO}_2$ -Äquivalenten dargestellt.

Die deutlichen Änderungen der Emissionen in den Jahren 2002 und 2008 sind auf veränderte Emissionsfaktoren für die Forstbiomasse und der Holznutzung zurückzuführen, welche in der Inventurperiode 2002 bis 2008 zugenommen und in der Periode 2008 bis 2012 wieder abgenommen hat (siehe Kapitel 7.2.4.1.1). Die Zeitreihen spiegeln neben den Veränderungen bei der Forstbiomasse die Trends der Landnutzungsänderungen wider (siehe Kapitel 7.1.3.5). Für die Erfassung von Landnutzungsänderungen wurden Datensätze der Stichjahre 1990, 2000, 2005, 2008 und 2012 verwendet (vergl. Kap. 7.1.3). Die Landnutzungsänderungen wurden zwischen den Stichjahren linear interpoliert, so dass sich zwischen den Stichjahren jeweils für die entsprechende Periode charakteristische, mittlere Landnutzungsänderungen ergeben (Tabelle 251). Die Landnutzungsänderungen waren zwischen manchen Perioden unterschiedlich stark und unterschiedlich gerichtet, was in den Niveauunterschieden in der Zeitreihe zu erkennen ist.

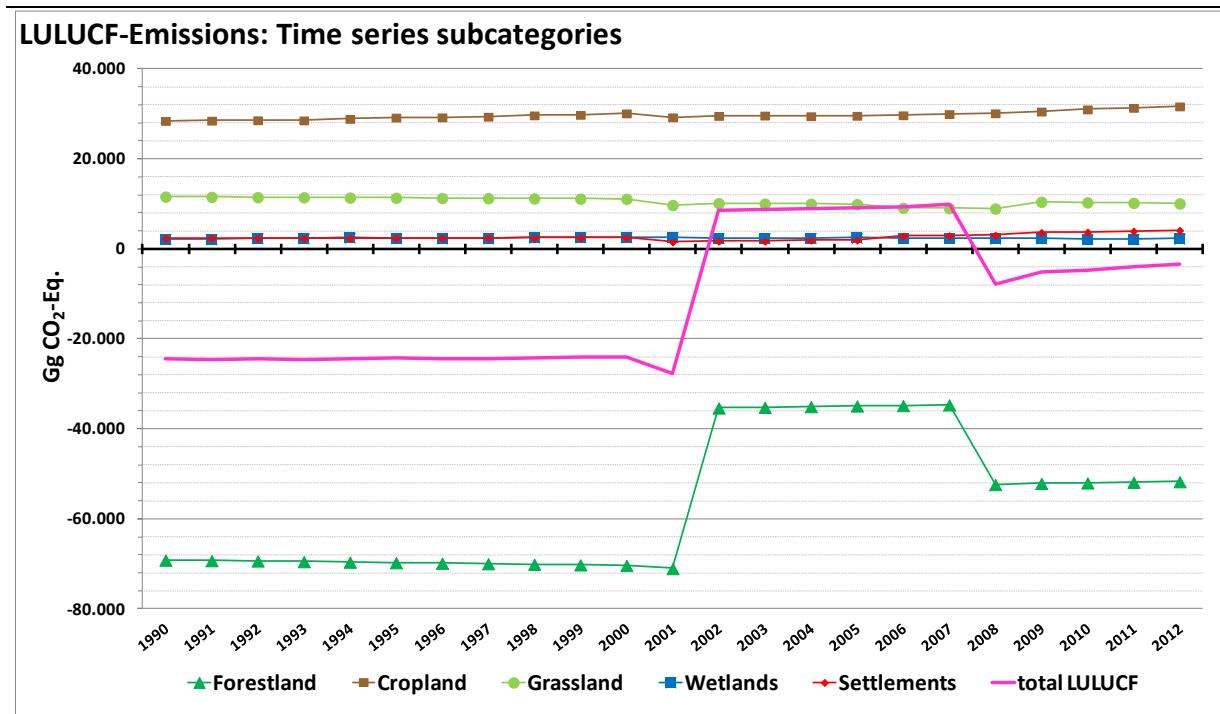


Abbildung 45: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und – senken (Summe aus  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$ ) [Gg  $\text{CO}_2$ -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Unterkategorien

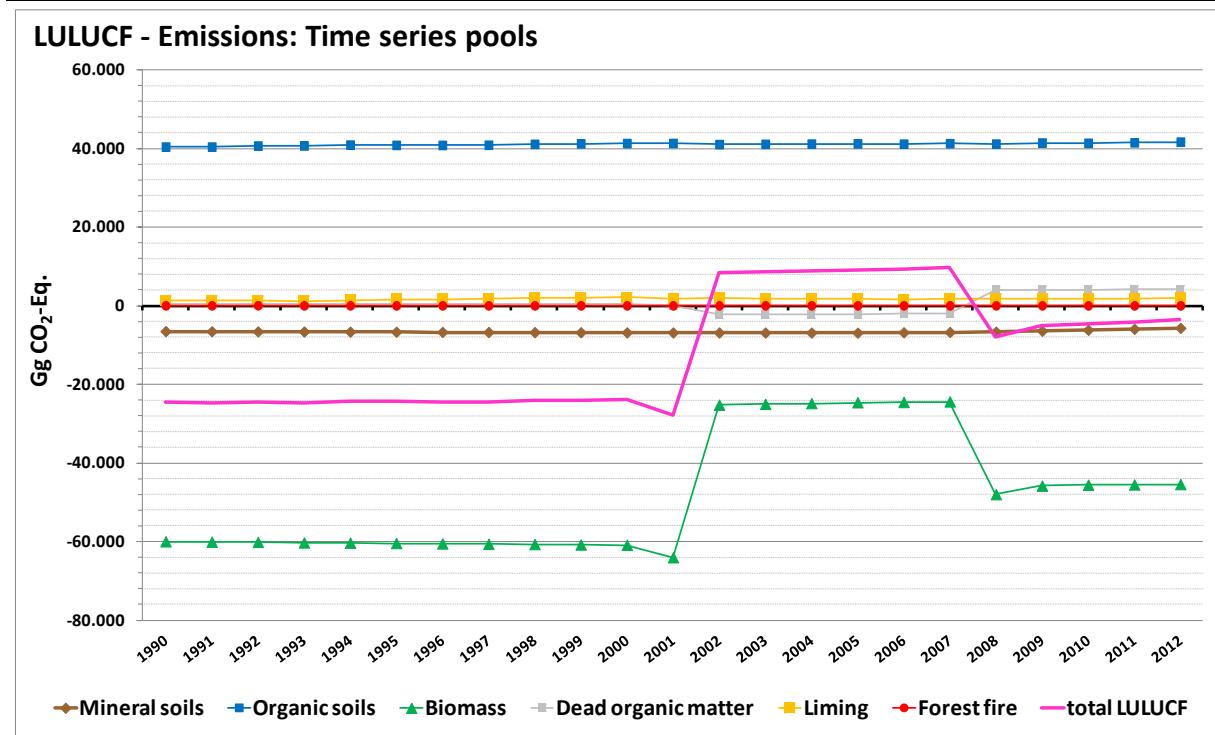


Abbildung 46: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken (Summe aus  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$ ) [Gg  $\text{CO}_2$ -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Quellgruppen

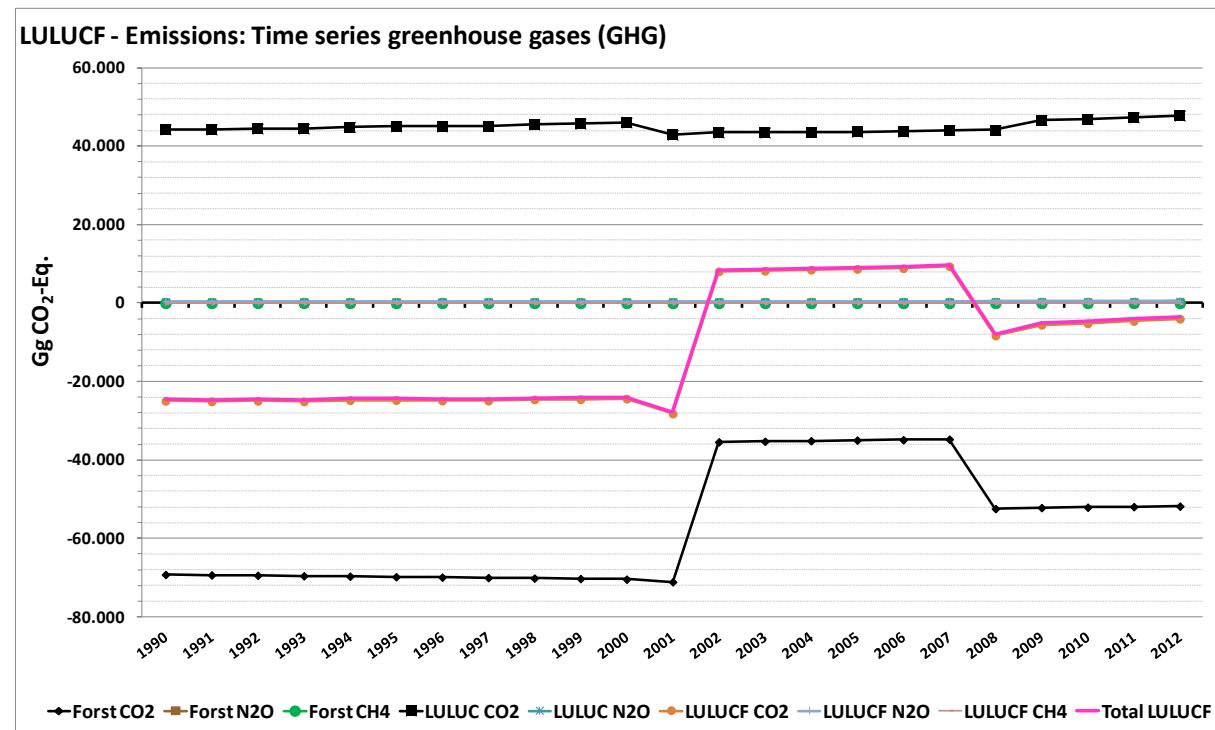


Abbildung 47: Zeitreihen der Treibhausgasemissionen und –senken (Summe aus  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$ ) [Gg  $\text{CO}_2$ -Equivalents] im LULUCF-Sektor seit 1990, unterschieden nach Treibhausgasen (GHG)

Die Gesamtunsicherheit des deutschen LULUCF-Inventars beträgt 23,20 %, die des Trends 5,54%. Ausführungen hierzu finden sich in den entsprechenden Kapiteln der einzelnen Kategorien sowie im Kapitel 19.5.4.

## 7.1.2 Methodische Grundlagen

Deutschland berichtet in acht LULUCF-Kategorien; genaue Definitionen und Beschreibungen finden sich in Kapitel 0 (vergl. auch Kapitel 7.1.3).

Tabelle 244: Zuordnung der deutschen Berichtskategorien zu den IPCC-Landnutzungskategorien

IPCC-Kategorie Deutsche LULUCF-Kategorien		
<b>Wald</b>	Wald	
<b>Ackerland</b>	Ackerland	
<b>Grünland</b>	Grünland im engeren Sinne (i.e.S.) Gehölze	
<b>Feuchtgebiete</b>	Terrestrische Feuchtgebiete Terrestrische Feuchtgebiete Gewässer	Terrestrische Feuchtgebiete Torfabbau
<b>Siedlungen</b>	Siedlungen	
<b>Sonstiges Land</b>	Sonstiges Land	

### Grundlegende Elemente und Schritte bei der Erstellung des LULUCF-Inventars

1. **Landnutzungsmatrix jährlich [Area\_ann]:** Jährliche Berechnung der Gesamtfläche für die Untereinheiten „verbleibende Landnutzung“ und „Landnutzungsänderung“ für die Kategorien Wald, Ackerland, Grünland im engeren Sinn, Gehölze, terrestrische Feuchtgebiete, Gewässer, Torfabbau, Siedlungen und sonstiges Land, für alle Zeitreihen unterschieden nach mineralischen und organischen Böden. Die Landnutzung und deren Flächenausweisung wurden explizit bestimmt für die Jahre 1990, 2000, 2005, 2008 und 2012. Für die Zeiträume zwischen diesen Jahren wurden die ermittelten Flächen linear interpoliert (siehe Kapitel 7.1.3).
2. **Emissionsfaktoren für den gesamten Kohlenstoffvorrat im Jahr der Landnutzungsänderung [EF\_ann]:** Die Emissionsfaktoren für die verschiedenen Pools sind differenziert nach Landnutzungskategorie in Tabelle 253 (Mineralboden), Tabelle 255 (Biomasse), Tabelle 256 (Waldbiomasse (Entwaldung), Totholz und Streu) und Kapitel 7.1.6.2 (organische Böden) dargestellt. Außer in Wald und Acker sind die Kohlenstoffvorräte pro Flächeneinheit, über die Zeit konstant. Das bedeutet, für die gesamte Zeitreihe gelten dieselben Bedingungen. Damit ergeben sich auch konstante Änderungen der Kohlenstoffvorräte bei Landnutzungsänderung.
3. **Kohlenstoffvorratsänderungen für die jährlichen Landnutzungsänderungen [E\_ann]** werden nach der Formel  $E_{ann} [Gg C] = EF_{ann} [Mg C/ha] * Area_{ann} [kha]$  berechnet, unter der Annahme, dass die gesamte Kohlenstoffvorratsänderung im Jahr der Landnutzungsänderung auftritt.
4. **Einführung einer zwanzigjährigen Übergangszeit [Area\_20y]:** Die Flächen sind in den CRF-Tabellen, Tabelle 249 und Tabelle 250 dargestellt. Die Berechnung der Landnutzungsmatrix beginnt 1970, um die Landnutzungsänderungsflächen vor dem eigentlichen Berichtszeitraum zu ermitteln (siehe Kapitel 7.1.3.4). Ermittelte Konversionsflächen werden dann der jeweiligen Landnutzungsänderungskategorie im Jahr der Landnutzungsänderung zugeschlagen und verbleiben für 20 Jahre in dieser Übergangskategorie. Folgerichtig sind die Flächen in den Verbleibkategorien kleiner, in den Übergangskategorien größer, als in der jährlichen Landnutzungsmatrix.

5. **Emissionsfaktoren [EF] und implizite Emissionsfaktoren [IEF] für die zwanzigjährige Übergangszeit [IEF\_20y]:** Diese Faktoren sind in den CRF-Tabellen dargestellt. In Tabellenkalkulationsarbeitsblättern werden jährliche Emissionsfaktoren in Emissionsfaktoren bzw. Implizite Emissionsfaktoren umgerechnet, die zu den Flächen der Landnutzungsmatrix mit 20 jähriger Übergangszeit passen. Die Berechnungen können anhand der Arbeitsblätter der Tabellenkalkulation schrittweise nachvollzogen werden. Die Konversion von **EF\_ann** zu **IEF\_20y** führt nach der Verrechnung mit den mineralischen und organischen Bodenflächen für die Emissionen aus Pools, die vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung veranschlagt werden, zu angepassten IEFs. Obschon die absolute Emission unverändert bleibt, werden die IEF's beeinflusst von den jährlichen Nettoänderungen der Flächen in den Übergangskategorien. Folgende Formeln kommen zur Anwendung:

- **Mineralböden:** Die gesamte Kohlenstoffvorratsänderung infolge Landnutzungsänderung wird nach der Formel  **$IEF_{20y} = EF_{ann} / 20$**  linear auf 20 Jahre Übergangszeit aufgeteilt; d.h. nur ein Zwanzigstel der Gesamtemission wird jährlich veranschlagt.
  - **Organische Böden:** Es wird jedes Jahr die gleiche Menge CO<sub>2</sub> emittiert, in den Übergangskategorien identisch zu den Emissionen der Verbleibkategorie der neuen Landnutzung;  **$IEF_{20y} = EF_{ann}$** .
  - **Netto-Kohlenstoffvorratsänderung, Kohlenstoffzu- und -abnahme in der Biomasse und toter organischer Substanz außer bei Landnutzungsänderung zu Wald:** Alle Emissionen werden vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung veranschlagt, nach der Formel  **$IEF_{20y} = E_{ann} / Area_{20y}$** . Die Emissionen, die im jeweiligen Berichtsjahr auftreten, werden so an die größere Fläche der entsprechenden Übergangskategorie angepasst.
  - **Netto-Kohlenstoffvorratsänderung, Kohlenstoffzunahme in der Biomasse und toter organischer Substanz bei Landnutzungsänderung zu Wald:** Die gesamte Kohlenstoffvorratsänderung infolge Landnutzungsänderung wird nach der Formel  **$IEF_{20y} = EF_{ann}$**  berechnet; d.h. jedes Jahr wird auf der gesamten Landnutzungsänderungsfläche die Kohlenstoffsenke veranschlagt.
  - **N<sub>2</sub>O aus dem Verlust von Organischer Substanz von Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung zu Acker:** Es wird die selbe Methode wie bei Kohlenstoffvorratsverlusten in Mineralböden verwendet. Die gesamte Kohlenstoffvorratsänderung infolge Landnutzungsänderung wird linear auf die 20 Jahre Übergangszeit aufgeteilt, nach der Formel  **$IEF_{20y} = E_{ann} / Area_{20y}$** ; d.h. nur ein Zwanzigstel der Gesamtemission wird jährlich veranschlagt.
6. **Gesamte Kohlenstoffvorratsänderungen für Flächen mit zwanzig jähriger Übergangszeit,** werden für die Klimarahmenkonvention ebenfalls mittels Tabellenkalkulation berechnet, nach folgender Formel:  **$E_{20y} [Gg C] = IEF_{20y} [Mg C/ha] * Area_{20y} [kha]$**

7. **Berechnung der CO<sub>2</sub> Emissionen** für das UNFCCC Inventar, durch Multiplikation der Kohlenstoffvorratsänderungen mit dem Faktor -44/12.

Für die vorliegende Submission wurden im CRF - Sektor 5 folgende Änderungen gegenüber der Vorjahressubmission vorgenommen:

1. Aktivitätsdaten
  - Mittels hochauflösender Color-Infrarot-Luftaufnahmen (CIR-Daten) wurde der Aktivitätsdatensatz des Basisjahres überarbeitet und validiert (Auswirkung auf die gesamte Zeitreihe von 1990 - 2012)
  - Nutzung des aktuellen Datensatzes des Basis-DLM für das Jahr 2012 anstelle des Datensatzes 2011 (Auswirkungen auf die Jahre 2009 - 2012)
  - Implementierung der Daten der Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012) (Auswirkungen auf die Jahre 2008 - 2012)
  - Korrektur der Torfproduktionsstatistik 2010 und 2011
2. Neue Emissionsfaktoren aufgrund neuer Messergebnisse durch BWI 2012 für
  - Waldbiomasse (s. Kapitel 7.2.4.1)
  - Totholz (s. Kapitel 7.2.4.2)
  - Waldbrand (s. Kapitel 7.2.4.6.2)
3. Methodenänderung
  - Neues Berechnungsverfahren zur Herleitung der Waldbiomasse (s. Kapitel 7.2.7)

Abgesehen von diesen Änderungen kamen die Methoden, Datenquellen und Emissionsfaktoren des Vorjahres zur Anwendung.

### **7.1.3 Methodische Erfassung der Landnutzungsmatrix**

#### **7.1.3.1 Einleitung**

Die Methodik zur Erfassung von Landnutzungsänderungen im LULUCF-Sektor berücksichtigt zeitlich und räumlich konsistent alle Landnutzungskategorien und Landnutzungsänderungen. Die Methodik ist ein stichprobenbasiertes System. Sie basiert auf dem Netz der Bundeswaldinventur (BWI) 2012. Sie erweitert das stichprobenbasierte System für die Erfassung der Waldfläche und der Landnutzungsänderungen von und zu Wald auf alle Landnutzungskategorien und –änderungen.

#### **7.1.3.2 Datengrundlage und -aufarbeitung**

Grundlage für das flexible LULUCF-Erfassungssystem sind alle verfügbaren, geographisch expliziten Datensätze. Zur Nutzung einer Datenquelle für das System müssen die durch Interpretation oder Modellierung zugewiesenen Landnutzungsklassen in das LULUCF-System überführbar sein. Dabei muss nicht jeder Datensatz alle Landnutzungsklassen ausweisen; mindestens eine der sechs Hauptlandnutzungsklassen ist ausreichend. Damit stehen für jeden Stichprobennpunkt über die Zeit verteilte, in der Anzahl unterschiedliche und

in der Qualität bezüglich Lage-, Erstellungs- und Interpretationsfehler sowie teilweise Definitionsunterschieden differierende Informationen zur Verfügung.

Das Ziel dieses flexiblen LULUCF-Erfassungssystems ist es deshalb nicht, Landnutzungsänderungen möglichst häufig zu erfassen, sondern:

- aus dieser Fülle an Informationen, die zuverlässigsten Landnutzungsinformationen zuzuweisen,
- Landnutzungsänderungen herauszufiltern und zu erfassen,
- sowie mögliche Unsicherheiten und Fehlerquellen zu eliminieren.

Aus diesem Grund wurde ein eindeutiges Hierarchie-System eingeführt. Innerhalb eines solchen Hierarchie-Systems wurden die Datensätze beginnend mit den genauesten Daten (1. Qualitätsstufe) von oben nach unten (n. Qualitätsstufe) zum Zeitpunkt ihrer Erfassung eingesortiert. An dieser Stelle wird der Zustand der Landnutzung in dem Jahr, in welchem die Datenquelle erfasst wurde, erfasst und nicht die Veränderung in einem Jahr oder einer Periode. Liegen in einem Jahr an einem Stichprobenpunkt mehrere Informationen aus unterschiedlichen Datenquellen bezüglich der Landnutzung vor, so wird der Datensatz mit der laut Hierarchie-System höchsten Qualitätsstufe (QL) zur Festlegung der Landnutzungsklasse genutzt. Wenn Datenquellen mit gleicher Qualitätsstufe unterschiedliche Landnutzungskategorien auswiesen, wurden zusätzliche Entscheidungsregeln aufgestellt und dokumentiert. Diese orientieren sich u.a. an Verifikationsdaten, z.B. Trends in der Agrarstatistik, die nicht georeferenziert verfügbar sind.

### 7.1.3.2.1 Datenquellen

Es wurden folgende Datenquellen/-Sätze genutzt:

- Informationen zu den Wald-bezogenen LULUCF-Klassen aus der Bundeswaldinventur 1987 und 2002 für den Zeitraum 1987 bis 2002 für die alten Bundesländer, aus den Daten der Bundeswaldinventur 2002 und der Inventurstudie 2008 (OEHMICHEN et al. 2011) für 2002 bis 2008 für ganz Deutschland, sowie aus den Daten der Inventurstudie 2008 und Bundeswaldinventur 2012 für 2008 bis 2012,
- aus CIR-Daten abgeleitete Kartenwerke der Biotope- und Nutzungstypen-Kartierung für 1992
- Basis-DLM zu den Zeitpunkten 2000, 2005, 2008 und 2012,
- Corine 1990, 2000, 2006,
- GSE-Daten 1990 und 2002 bis 2006 für die neuen Bundesländer.

#### 1. Qualitätsstufe: BWI-Daten

##### a) BWI-Daten:

Details zur BWI sind in Kapitel 7.2.2.1 beschrieben. Die BWI ist eine permanente systematische Traktstichprobe, welche periodisch erfasst wird. Derzeit liegt die BWI zu den Stichjahren 1987, 2002 und 2012 sowie auf einer Unterstichprobe für das Jahr 2008 (Inventurstudie 2008) vor. Die Daten der BWI 2012 liefern zum Abschluss der ersten Verpflichtungsperiode für das Jahr 2012 exakte Informationen zur Landnutzung (verbleibender Wald) bzw. Landnutzungsänderungen hin zu Wald (Aufforstungen) oder weg von Wald (Entwaldung). Die Landnutzung bzw. Landnutzungsänderungen hin zu Wald oder weg von Wald werden für jeden Stichprobenpunkt mit Hilfe von Luftbildern unter Zuhilfenahme landesspezifischer Kartenwerke und über in situ-Kontrollen erfasst. Grundlage

der Berichterstattung nach der Klimarahmenkonvention ist die Walddefinition der Bundeswaldinventur (BMVEL, 2001), siehe Kapitel 7.2.3.

Für das Kyoto-Protokoll wird im deutschen Eröffnungsbericht die folgende Walddefinition in Übereinstimmung mit der FAO-Walddefinition verwendet:

- Fläche, die zu mehr als 10% der Fläche von Bäumen überschirmt ist,
- kleinste zu berücksichtigende Fläche beträgt 0,1 ha,
- potenzielle Baumhöhe beträgt mindestens 5 Meter.

Innerhalb der in den Marrakesh Accords gesetzten Grenzen kommt diese Definition der in der nationalen Waldinventur verwendeten am nächsten. Untersuchungen (TOMTER et al. 2010) haben gezeigt, dass der Vergleich zwischen Berechnungen der Aktivitätsdaten nach den oben aufgeführten Definitionen zu vernachlässigbaren Unterschieden führt, weshalb sowohl für die Klimarahmenkonvention als auch für das Kyoto-Protokoll die gleichen Algorithmen zur Flächenschätzung zur Anwendung kamen. Abweichend zur Walddefinition der Bundeswaldinventur wurden Flächen, die nach der BWI als Wald zählen, aber dort als Waldkategorie Nichtholzboden erfasst wurden und somit dauernd unbestockt sind, bei der Kohlenstoffvorrats- und -änderungsberechnung im Sektor Forstwirtschaft nicht berücksichtigt.

In den neuen Bundesländern lagen für den Zeitpunkt 1987 an den BWI-Punkten keine Wald/Nichtwald-Informationen vor. Für eine möglichst konsistente Datenbasis in den neuen Bundesländern, wurden die Einzelbaumdaten der BWI 2002 folgendermaßen genutzt: Für das Jahr 1987 erfolgte retrospektiv die Zuordnung der Probepunkte zur Landnutzungsklasse Wald, wenn bei der BWI 2002 auf diesen Waldtrakt-Ecken Bäume erfasst wurden, welche älter als 15 Jahre waren.

#### b) CIR-Daten:

Die CIR-Daten sind thematische Karten, die aus Color-Infrarot Luftbildern hergestellt wurden. Diese Luftbilder weisen eine Auflösung von etwa 40 cm auf und bilden somit eine deutlich verbesserte Datengrundlage zu den Corine-Daten. In der Genauigkeit des Aufnahmezeitpunktes und im Detailierungsgrad der thematischen Karte, sind diese Daten sogar dem Basis-DLM überlegen. Mit der Nutzung der CIR-Daten zur Validierung und Verbesserung der Landnutzungsdaten 1990 wird der Aktionsplan zur Lösung von Problemen, die beim In-country Review 2010 im Zusammenhang mit KP LULUCF festgestellt wurden, umgesetzt. Die Bundesländer Schleswig-Holstein, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen haben gesetzlich geforderte Biotoptypenkartierungen in den Jahren 1989 bis 1992 zum Anlass genommen, das gesamte Bundesland zu kartieren. Für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Sachsen und Sachsen-Anhalt konnten die Daten bereits in diesem Berichtsjahr verwendet werden. Dazu wurde für jeden Datensatz eine individuelle Übersetzungstabelle zum Basis-DLM angewendet.

### 2. Qualitätsstufe: Basis-DLM-Daten

Das Basis–Digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM) ist die Grundlage des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS®) Deutschlands der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV). Das ATKIS® beschreibt die Oberfläche Deutschlands mit digitalen Landschafts- und Geländemodellen. „Das Basis-DLM beschreibt die topographischen Objekte der Landschaft und das Relief der

Erdoberfläche im Vektorformat. Die Objekte werden einer bestimmten Objektart zugeordnet und durch ihre räumliche Lage, ihren geometrischen Typ, beschreibende Attribute und Beziehungen zu anderen Objekten (Relationen) definiert. Jedes Objekt besitzt deutschlandweit eine eindeutige Identifikationsnummer (Identifikator). Die räumliche Lage wird für das Basis-DLM maßstabs- und abbildungsunabhängig im Koordinatensystem der Landesvermessung angegeben. Welche Objektarten das DLM beinhaltet und wie die Objekte zu bilden sind, ist im ATKIS®-Objektartenkatalog (ATKIS®-OK) festgelegt“ (AdV). Der Informationsumfang des Basis-DLM orientiert sich am Inhalt der Topographischen Karte 1:25.000, weist jedoch eine höhere Lagegenauigkeit ( $\pm 3\text{m}$ ) für die wichtigsten punkt- und liniengrundlegenden Objekte auf. Die Daten der Basis-DLM der Länder werden vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) übernommen und für ein bundeseinheitliches Basis-DLM geprüft, harmonisiert, georeferenziert, blattschnittfrei aufbereitet und für die Abgabe an Bundesbehörden und andere in einer Datenbank verwaltet.

Der Zweck des ATKIS® ist die Bereitstellung eines möglichst aktuellen und hochauflösenden Landschaftsmodell (Landbedeckung) für Deutschland, dessen Geometrien und Inhalte regelmäßig aktualisiert und erweitert werden. Die Vermessungsverwaltungen der Bundesländer erheben die Daten fortlaufend und nicht bundesweit zu einem Stichtag. Somit werden neue Vermessungsergebnisse laufend an das BKG übermittelt und in das ATKIS® eingepflegt. Eine komplette Überarbeitung erfolgt auf Ebene der Bundesländer jeweils alle 5 Jahre, sonst nach Bedarf; für Flächen mit Spitzenaktualität, insbesondere was Flächenänderungen betrifft, z.B. Siedlungs- und Verkehrsflächen, wird eine Transferzeit in das ATKIS® von 3 – 12 Monaten angegeben. Das BKG pflegt immer nur die aktuelle Version des Basis-DLM. Es wird keine Historie aufgezeichnet, noch werden alte Versionen archiviert.

Das bedeutet für die relevanten Thünen-Institute:

- Jährlicher Bezug des Basis-DLM für die jeweiligen Berichtsjahre (September)
- Archivierung der Version des jeweiligen Jahres

Die Basis-DLM-Datensätze liegen den Thünen-Instituten erst seit 2005 auf jährlicher Basis vor, sowie ein Datensatz für das Jahr 2000. Für die Jahre vor 2000 existieren keine ATKIS®-Daten. Wegen der mehrjährigen Überarbeitungszyklen werden aber mehrjährige Abstände der Basis-DLM-Datensätze verwendet, um regionale Artefakte von scheinbar plötzlichen Schüben der Landnutzungsänderungen im Aktualisierungsjahr zu vermeiden.

Das Basis-DLM besteht aus etwa 800 einzelnen Layern pro Datensatz, welche sich in ihrem Detaillierungsgrad unterscheiden. So liegen bspw. Polygone mit geringer Detailschärfe (z.B. Siedlungsfläche) zu unterst; Polygone mit sehr hohem Detaillierungsgrad (z.B. Wohngebiet) zu oberst. Daraus resultieren zahlreiche mehrfach übereinander liegende Polygone in einem Datensatz, welche jedoch inhaltlich den gleichen LULUCF-Kategorien zugeordnet werden können. Dieser gesamte Inhalt wird mit allen Überlagerungen eingelesen. Dadurch gibt es nur noch dort Datenlücken, wo im gesamten Basis-DLM-Datensatz keine Daten vorhanden sind. Anschließend werden die Flächen mit den Punkten des BWI-Netzes verschnitten. Bei Punkten, die mehrere übereinander liegende Flächen treffen, wird mit Hilfe einer Prioritätsliste nur ein Wert übernommen. Wenn gleiche Prioritäten überlagern (zum Beispiel Vegetation mit Vegetation), dann wird die Fläche mit der niedrigeren ATKIS® eigenen Identifikation genommen. Dieses Verfahren wurde für das Basis-DLM aus den Jahren 2000, 2005, 2008 und 2012 durchgeführt. Die Kategorien des Basis-DLM werden über eine Schlüsseltabelle den LULUCF-Klassen zugeordnet (siehe auch Tabelle 252).

### 3. Qualitätsstufe: CORINE Land Cover Daten (CLC)

CORINE Land Cover (CLC) ist ein europäisches Fernerkundungsprojekt zur einheitlichen Klassifikation der Landnutzung und Landnutzungsänderung, welches von der EU-Kommission initiiert wurde. Digitale Satellitenbilder Europäischer Staaten werden einheitlich gesammelt und hinsichtlich Änderungen in der Flächennutzung ausgewertet. Es stehen Daten von den drei Aufnahmezeitpunkten 1990, 2000 und 2006 zur Verfügung. Die Corine-Daten der Jahre 1990, 2000 und 2006 wurden per Script in die Datenbank eingelesen. Mit Hilfe einer Übersetzungstabelle wurden die Corine-Klassen den LULUCF-Klassen zugeordnet (siehe auch Tabelle 252).

### 4. Qualitätsstufe: GSE-Daten

Das Projekt GSE Forest Monitoring ist Bestandteil der Erdbeobachtungsinitiative für die Globale Umwelt- und Sicherheitsüberwachung (Global Monitoring for Environment and Security = GMES), die 1998 von der Europäischen Kommission und der Europäischen Weltraumorganisation (European Space Agency = ESA) gegründet wurde. Im Rahmen des Projekts GSE Forest Monitoring wurde für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) die Dienstleistung „Wald Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)“ durchgeführt. Als Ergebnis dieses Dienstes wurden u. a. Karten zur Waldbedeckung, Landnutzung und Landnutzungsänderung für die Zeitpunkte 1990 und deren Veränderungen bis 2002 bzw. 2005/06, Flächenstatistiken sowie Fehleranalysen für die neuen Bundesländer zur Verfügung gestellt (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009). Weiterführende Informationen zu dem Projekt GSE FM-INT sind in OEHMICHEN et al. (2011b) zu finden. Für das Jahr 1989 und 1990 wurden Landsat-Satellitenszenen und für die Jahre 2001 bis 2005 zusätzlich LISS-Daten der indischen IRS-Satelliten verwendet. Unter Zuhilfenahme von Basis-DLM-Daten, Luftbildern, Topografischen Karten und Höhenmodellen wurden Waldflächen und deren Veränderungen klassifiziert. Nach der radiometrischen und geometrischen Vorverarbeitung der Satellitenszenen erfolgte die Zuweisung der Strukturen in die LULUCF-Klassen mittels überwachter Klassifizierung. Anschließend wurden offensichtliche Fehler unter Verwendung von zusätzlichen Datenquellen, wie beispielsweise topografischen Karten, korrigiert und kleinere Artefakte durch Filterungen sowie teils manuelle Nachbearbeitung entfernt. Die Qualitätskontrolle wurde stichprobenartig unter Verwendung von Orthophotos durchgeführt. Nach Projektangaben mussten Flächen bzw. Flächenveränderungen für die Erfassung eine Mindestfläche von 0,5 Hektar aufweisen. Die den Thünen-Instituten zur Verfügung stehenden Originaldaten weisen jedoch auch unterhalb der Schwelle von 0,5ha Flächen und Flächenveränderungen bis zur Pixelgröße von 25m x 25m aus, so dass hier eine zur BWI vergleichbare „Minimum Mapping Unit“ erreicht wird. Für die hier angewandte Methode wurden die LULUCF-Kategorien in Landnutzungsklassen zu den Zeitpunkten 1990 und 2005 aufgeteilt. Die GSE-Daten enthalten lediglich die Unterscheidung in „Wald“ und „Nicht Wald“.

#### 7.1.3.2.2 Ableiten der LULUCF-Informationen

Jedem Stichprobennpunkt werden die vorhandenen Informationen bezüglich der Landnutzung pro Jahr und Datenquelle zugeordnet. Nun kann mit der Klassifizierung nach LULUCF-Kategorien begonnen werden. Hierzu wird — ausgehend vom gerade betrachteten Jahr — für jeden Punkt retro- und prospektiv verglichen, zu welchem Zeitpunkt Informationen über die Landnutzung mit der höchsten vorhandenen Qualitätsstufe vorliegen (QL-MAX).

retrospektiv bzw. QL-MAX-prospektiv). Für einen BWI-Wald-Punkt, welchem im Jahr 2001 eine Landnutzungsklasse zugeordnet werden soll, bedeutet dies, hier sind Daten der 1. Qualitätsstufe vorhanden — die BWI-Informationen. Retrospektiv liegt deren letzter Erfassungszeitpunkt 1987, prospektiv gesehen, liegt der nächste Erfassungszeitpunkt im Jahre 2002. Aus beiden Landnutzungsklassen, zu den Zeitpunkten 1987 und 2002, wird nun die LULUCF-Kategorie abgeleitet. Für das Jahr 2012 gelten die Datensätze der BWI 2012 und des Basis-DLM 2012.

Stichprobenpunkte, an denen BWI-Informationen zur Landnutzung (verbleibender Wald) bzw. zu den Landnutzungsänderungsklassen hin zu Wald (Aufforstungen) oder weg von Wald (Entwaldung) vorhanden sind, wurden durch Begehung vor Ort während der Waldinventuren validiert und können als korrekt gelten. Letzteres wird auch den CIR-Daten unterstellt (welche Informationen für alle Landnutzungen enthalten), da diese Kartenwerke sehr großmaßstäblich erstellt und durch Felderhebungen ergänzt wurden. Auch die Basis-DLM-Daten für 2012 werden als aktuell und qualitätsgesichert eingeschätzt, da erstmals vollständig eine streng hierarchische Nomenklatur umgesetzt wurde. Alle anderen Datensätze wurden auf Plausibilität der zugeordneten Landnutzungsklasse, in einem bestimmten Jahr, anhand weiterer Daten, nach folgenden Kriterien geprüft:

- Kann die Einordnung in eine LULUCF-Kategorie mit Hilfe von Daten einer niedrigeren Qualitätsstufe nachvollzogen werden?
- Ist die Zeitreihe der Landnutzungskategorien des Stichprobenpunktes konsistent, d.h. treten keine Mehrfachwechsel der Landnutzung auf? Bei Inkonsistenzen wurde die Landnutzungsänderung in die gültige Kategorie von 2012 eingeordnet.
- Nach der Einordnung in eine LULUCF-Kategorie, wurde bei Landnutzungsänderungen geprüft, ob die Daten niedrigerer Qualitätsstufen zur Eingrenzung des Veränderungszeitpunkts genutzt werden können.
- Als zusätzliches Kriterium wurde der nationale Trend der Landnutzungsänderungen (außer von und zu Wald) mit den nationalen Netto-Raten der Landnutzungsänderungen der periodischen Flächenerhebung und der Agrarstrukturerhebungen des Statistischen Bundesamtes verglichen. Die Erhebungen verwenden aber Definitionen für Landnutzungskategorien, die von dem hier verwendeten System teilweise stark abweichen.

Die Eingrenzung des Veränderungszeitpunkts der Landnutzung wird an einem Beispiel erklärt. Es wird angenommen, dass ein Stichprobenpunkt aufgrund der BWI-Information 1987 als Wald und 2002 als Siedlung klassifiziert wurde. Ohne weitere Daten wird die Landnutzungsänderung linear zwischen den Zeitpunkten interpoliert und jährlich würde 1/15 der repräsentierten Fläche von Wald in Siedlung umgewandelt. Stehen an diesem Punkt jedoch noch die Basis-DLM-Informationen zur Verfügung, die dem Punkt im Jahr 2000 ebenfalls die Klasse Wald und im Jahr 2005 ebenfalls die Klasse Siedlung zuordnen, konnte die Einordnung in die LULUCF-Klasse „Waldumwandlung zu Siedlung“ nachvollzogen werden und zusätzlich der Veränderungszeitraum auf 2 Jahre (2000 = Wald im Basis-DLM und 2002 = Siedlung nach BWI) eingegrenzt werden (siehe auch Abbildung 48).

Die Prüfung und Entscheidung für eine Landnutzungskategorie pro Stichprobenpunkt und Zeitpunkt erfolgte transparent anhand eines Entscheidungsbaums (vgl. Kap. 7.1.3.4.1).

Entsprechend den Richtlinien der GPG 2003 werden für die Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention bereits Flächenänderungen seit 1970 berücksichtigt. Damit werden

die Übergangskategorien bereits so mit Flächen gefüllt, dass sie ab 1990 einen stabilen dynamischen Zustand mit Zugängen von neuen Umwandlungsflächen und Abgängen von Flächen in die Verbleibkategorie erreichen. Da für Deutschland erstmals zum Zeitpunkt der BWI 1987 georeferenzierte Daten zur Verfügung stehen, wurden die Veränderungen aller Landnutzungskategorien der Periode 1990 - 2000 bis zum Jahre 1970 rückwirkend extrapoliert, da bundesweit für den Zeitraum vor 1990 keine vollständigen und vor allem keine zueinander konsistenten Datensätze zur Verfügung stehen. Dies entspricht z.B. dem Vorgehen der Tschechischen Republik und Österreichs für die Landnutzungsmatrix.

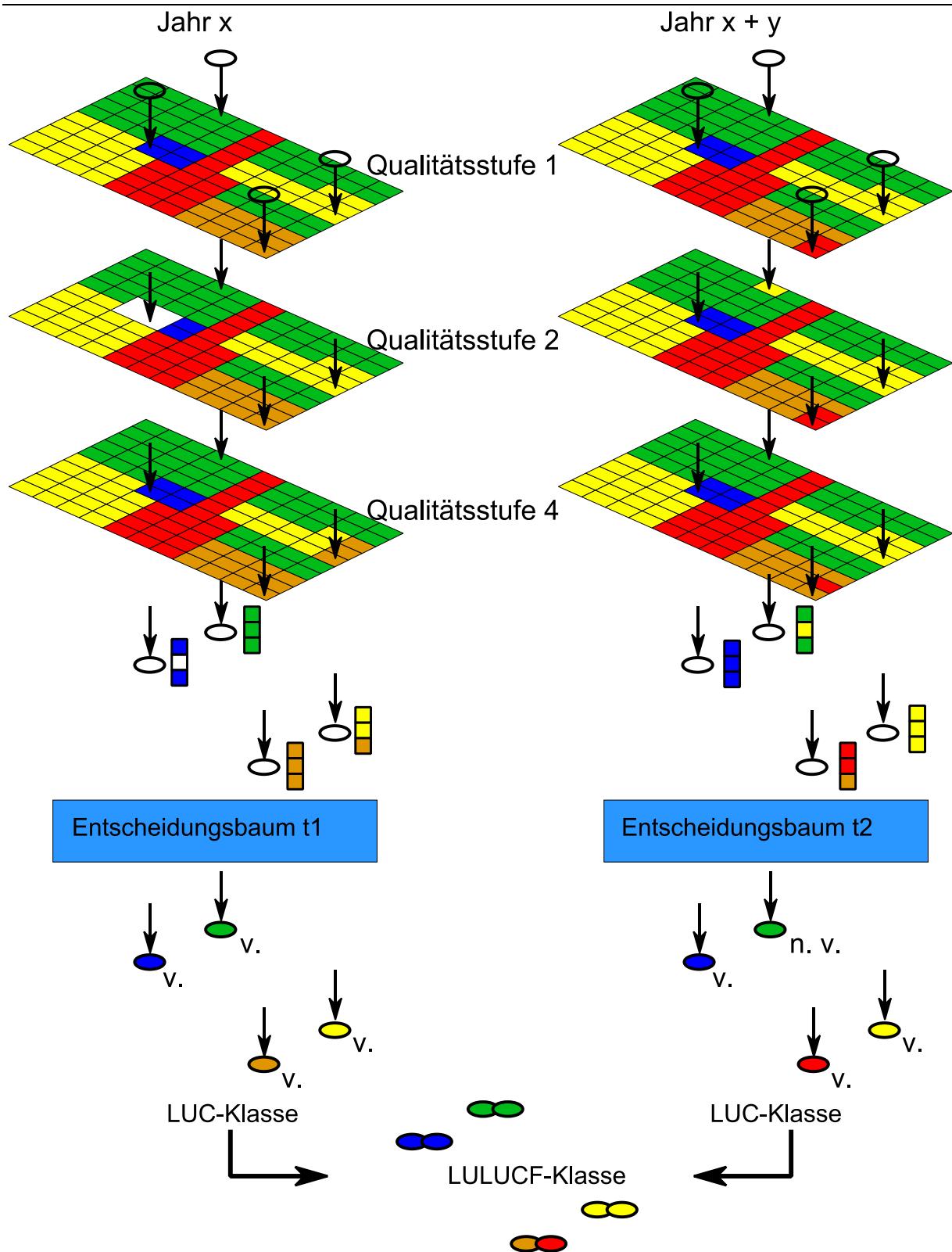


Abbildung 48: Schematische Darstellung der Zuordnung von Stichprobenpunkten zu einer Landnutzungskategorie

### 7.1.3.3 Validierung und Fehlerbetrachtungen

Mit Hilfe der Stichprobenmethode lassen sich verschiedenen Fehlerquellen, wie:

- der zusätzliche Stichprobenfehler,
- Definitionsunterschiede und

- voneinander differierende Minimum Mapping Units

quantifizieren. Schwieriger bleibt die Erfassung von Fehlern durch eine nicht zu erreichende 100%ig genaue Georeferenzierung der Datensätze zueinander.

Allerdings können die drei letztgenannten Fehlerquellen durch dieses flexible, stichprobenbasierte System über die Zeit ausgeschlossen werden. Der Grund ist folgender: Gemäß dem Entscheidungsbaum wird eine LULUCF-Kategorie nur angenommen, wenn sie aus entsprechend genauen Datensätzen der 1. Qualitätsstufe abgeleitet wird bzw. wenn Daten einer niedrigeren Qualitätsstufe diese Zuordnung bestätigen. In jedem anderen Fall — also dann, wenn sich unterschiedliche Datenquellen uneinig über die Landnutzungsarten zu einem Zeitpunkt sind — muss eine Evaluierung an diesem Stichprobepunkt zukünftig mittels Luftbildern erfolgen, soweit Daten vorliegen. Diese Evaluierung ist für die aktuelle Submission bereits für mehrere Bundesländer für 1990 erfolgt, aber aus Zeitgründen noch nicht überall. Die weitere Evaluierung ist im Zuge der ständigen Inventarverbesserung geplant, kann aber bei lange zurück liegenden Jahren nicht vollständig erfolgen, weil keine Evaluierungsdaten vorliegen. Kann an wenigen Punkten mit Hilfe von Luftbildern kein Entscheid getroffen werden oder sind keine Luftbilder vorhanden, erfolgt - soweit möglich - eine Recherche „vor Ort“. Inkonsistenzen in Zeitreihen, bedingt durch die Verwendung von Datensätzen mit unterschiedlichen Definitionen, unterschiedlichen Minimum Mapping Units oder Inkonsistenzen bedingt durch Lagegenauigkeiten können somit nach Abschluss dieser zusätzlichen Validierung nicht mehr auftreten.

Wie viele der Punkte bereits auf Grund übereinstimmender LULUCF-Kategorien in verschiedenen Qualitätsstufen als validiert gelten, zeigt die Tabelle 245.

Tabelle 245: Anteile bereits validierter Punktdaten in %. Die Daten für 2011 in Submission 2013 wurden durch Daten des Jahr 2012 in der Submission 2014 ersetzt

Jahr	1990	2000	2005	2008	2011	2012
Submission 2013	55,07	96,08	98,70	98,95	98,97	/
Submission 2014	77,64	99,36	99,43	99,70	/	99,44

In der Submission 2013 war der Anteil nicht validierter Punkte für das Jahr 1990 sehr hoch. Dies war systembedingt begründet, da für dieses Jahr, für alle BWI-Nichtwald-Punkte, nur die CORINE-Daten vorlagen. Dieser Anteil konnte für die vorliegende Submission durch die Integration neuer Datenquellen (vor allem aus CIR-Daten abgeleitete Kartenwerke für 1990) deutlich verbessert werden, von 55,07 % auf 77,64 %.

#### 7.1.3.4 Schrittweise Implementierung

Die vollständige Umsetzung dieses beschriebenen neuen Systems zur Erfassung der Landnutzungsänderungen für ganz Deutschland über die Zeit impliziert umfangreiche Vor- aber auch ständige Begleitarbeiten. So müssen:

- die verschiedenen Datenmaterialien für unterschiedliche Zeitpunkte akquiriert werden,
- geometrische Korrekturen (defekte Geometrien, etc.) bzw. Kontrollen durchgeführt werden,
- Konvertierungsfunktionen geschrieben werden, um die Ursprungsklassifizierung in die LULUCF-Kategorisierung zu überführen,
- die Stichprobepunkte mit den Kartenwerken verschnitten werden,
- der Entscheidungsbaum programmiert und je nach Datenlage angepasst werden und

- die „Transition Time“-Prozeduren programmiert und je nach Datenlage angepasst werden.

Die Entscheidung für dieses flexible, stichprobenbasierte System wurde in Abstimmung mit der Nationalen Koordinierungsstelle (Umweltbundesamt, UBA) und dem für die Waldinventur zuständigen Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Frühjahr 2011 getroffen. Die Validierung der Punktinformationen wurde mit dieser Submission begonnen und wird zukünftig schrittweise mit zusätzlichen regionalen Daten weiter geführt.

Angepasst auf diese derzeitige Datenstruktur sind die Entscheidungsbäume pro Klassifizierungsjahr und die „Transition Time“-Prozeduren programmiert.

#### **7.1.3.4.1 Ableitung der Landnutzung in den Jahren 1990, 2000, 2005, 2008 und 2012**

Aufgrund des Datenmaterials (siehe Kapitel 7.1.3.2), welches am jeweiligen Stichprobenpunkt zur Verfügung steht, kann für diesen für die betreffenden Jahre (1990, 2000, 2005, 2008 oder 2012) eine Zuordnung zu einer Landnutzungskategorie in Abhängigkeit der Qualitätsstufen vorgenommen werden. Die Basis-Tabelle 228 ist wie folgt aufgebaut:

Tabelle 246: Basis zur Ableitung der Landnutzungen

Trakt	Traktpoint	BWI 1987	BWI 2002	BWI 2008	DLM 2000	DLM 2005	DLM 2008	DLM 2012	CORINE 1990	CORINE 2000	CORINE 2006	GSE 1990	GSE 2005
xya	1	forl	sett	sett	forl	sett	sett	sett	forl	gra1	sett	gse0	gse0

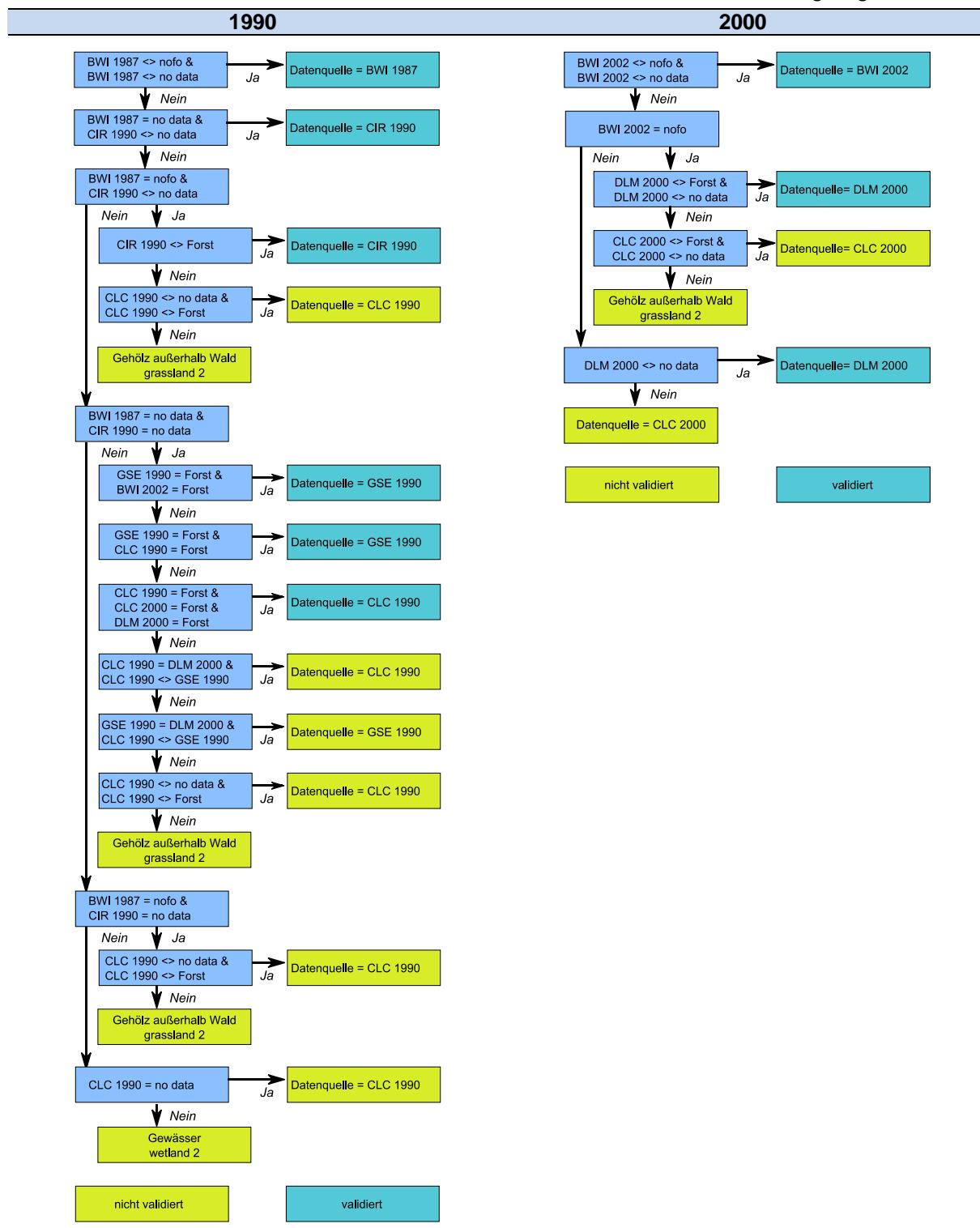
wobei für die Landnutzungsklassen in den Datensätzen der BWI, des Basis-DLM, Corine und GSE folgende Kodierungen verwendet wurden:

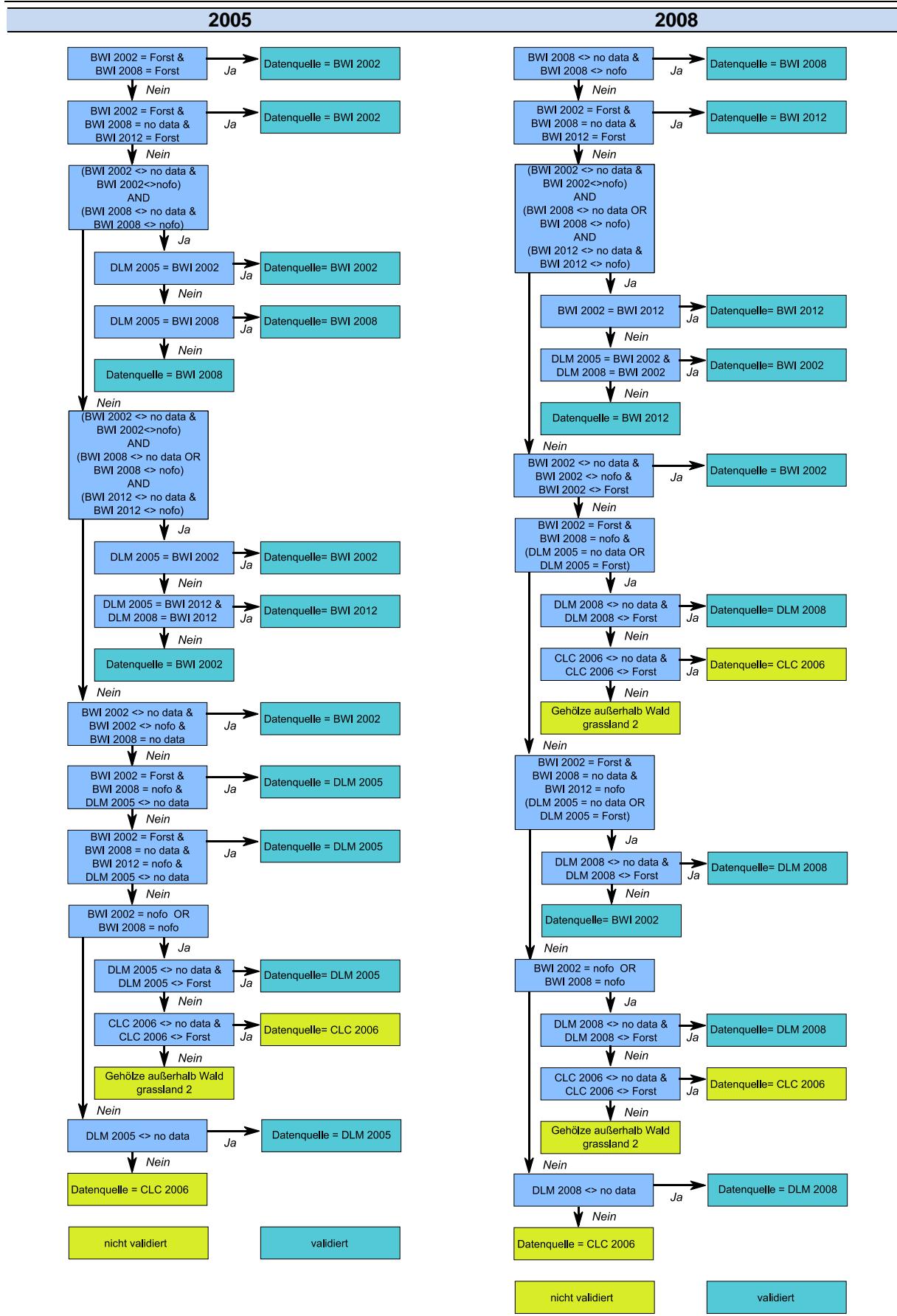
Tabelle 247: Kodierungen in der Basistabelle

Kodierung	Kategorie	Subkategorie
<b>crop</b>	Acker	Acker
<b>gra1</b>	Grünland	Grünland im engeren Sinn (i.e.S)
<b>gra2</b>	Grünland	Gehölze
<b>forl</b>	Wald	Wald
<b>wet1</b>	Feuchtgebiete	Terrestrische Feuchtgebiete
<b>wet2</b>	Feuchtgebiete	Gewässer
<b>sett</b>	Siedlungen	Siedlungen
<b>othl</b>	Sonstiges Land	Sonstiges Land
<b>nofo</b>	Nichtwald	Information stammt aus BWI-Daten, muss durch andere Datenquellen konkretisiert werden und Nichtwald sein.
<b>bwi0</b>	Keine Information	Keine Landnutzungsinformation an diesem Punkt aus den BWI-Daten
<b>dlm0</b>	Keine Information	Keine Landnutzungsinformation an diesem Punkt aus den Basis-DLM-Daten
<b>clc0</b>	Keine Information	Keine Landnutzungsinformation an diesem Punkt aus den Corine-Daten
<b>gse0</b>	Keine Information	Keine Landnutzungsinformation an diesem Punkt aus den GSE-Daten

Auf diese Basistabelle wurden für die Jahre 1990, 2000, 2005, 2008 und 2012 die in Abbildung 49 dargestellten Entscheidungsbäume angewandt. Beim Lesen der Entscheidungsbäume ist zu beachten, dass sie nicht einfache IF - THEN - ELSE-Bedingungen darstellen, sondern in jeder Linie einer IF - ELSE IF - ELSE-Struktur folgen. D.

h., hat eine Bedingung zugetroffen, wird diese umgesetzt. Alle nachfolgenden Bedingungen sind nun irrelevant. Mit Hilfe einer solchen Struktur vereinfacht sich die Abfragelogik deutlich.





2012

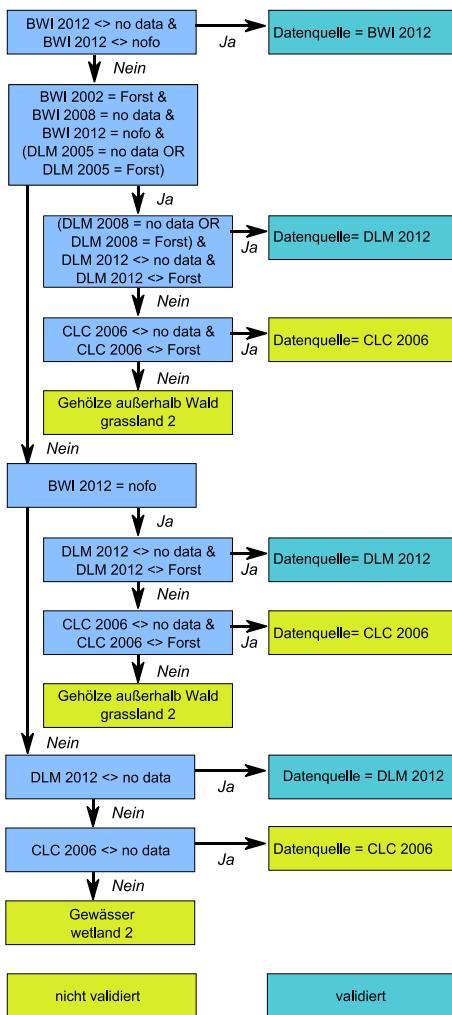


Abbildung 49: Jahre 1990, 2000, 2005, 2008, 2012. Abkürzungen siehe Tabelle 247

Durch die Anwendung der Entscheidungsbäume resultiert eine weitere Tabelle 248 mit den wahrscheinlichsten Landnutzungen pro Stichprobenpunkt und Jahr (1990, 2000, 2005, 2008 und 2012) und der jeweils besten Datenquelle. Die BWI-Daten werden nur für tatsächliche Waldflächen genannt, bei der Information „Nichtwald“ aus der BWI werden andere Datenquellen für die Festlegung der Landnutzung hinzugezogen und weiter geführt:

Tabelle 248: Wahrscheinlichste Landnutzung (LU) und deren Datenquelle (DB). Abkürzungen siehe Tabelle 247

Trakt	Traktpoint	LU 1990	LU 2000	LU 2005	LU 2008	LU 2012	DB 1990	DB 2000	DB 2005	DB 2008	DB 2012
xya	1	forl	forl	sett	sett	sett	bwi	dml	dml	dml	dml

#### 7.1.3.4.2 Ableitung der jährlichen Landnutzungsänderungen

Anschließend wurden die Landnutzungsänderungsklassen für jede Veränderungsperiode (1990-2000, 2000-2005, 2005-2008, 2008-2012) und jeden Stichprobenpunkt abgeleitet. Dazu wurde ein SQL-Skript programmiert, das in der Inventarbeschreibung dokumentiert ist.

Die Umsetzung der Transition Time erfolgt in mehreren Teilschritten (vergleiche Kapitel 19.5.1.3). Für alle Landnutzungsänderungen, die innerhalb des Zeitraums auftreten, der

durch die aufgenommenen Beobachtungen abgedeckt ist (1990-2012), erfolgt zunächst eine punktbezogene Bearbeitungsweise. Dabei existiert eine räumliche Zuordnung der Landnutzungsänderungen zu den einzelnen Beobachtungspunkten. Landnutzungsänderungen, die vor diesem Zeitraum aufgetreten sind (1970-1990), werden aus den Beobachtungen im ersten Messzeitraum (1990-2000) rückwirkend extrapoliert. Eine räumliche Zuordnung zu den Beobachtungspunkten ist hierbei nicht mehr erforderlich und möglich, so dass an dieser Stelle ein Wechsel von der punktbezogenen Bearbeitungsweise hin zu einer Berechnung auf Basis der Flächensummen stattfindet.

Innerhalb des Beobachtungszeitraums stehen — wie in der Methodik beschrieben — keine sinnvoll verwendbaren jährlichen Änderungsdaten zur Verfügung. Stattdessen ist der Beobachtungszeitraum aufgeteilt in unterschiedlich lange Veränderungsperioden (1990-2000, 2000-2005, 2005-2008, 2008-2012), so dass die jährlichen Änderungen daraus durch lineare Interpolation anteilig berechnet werden müssen.

#### 7.1.3.5 Landnutzungsänderungen nach Konvention und KP

Die bisher beschriebene Methode zur Erfassung von Landnutzungsänderungen und die daraus resultierende vollständige Landnutzungsmatrix (siehe Tabelle 249) inklusive einer 20-jährigen Transition Time seit 1970 ist konform zur Berichterstattung nach der Klimarahmenkonvention nach IPCC GPG 2003. Tabelle 250 zeigt beispielhaft die komplette detaillierte Landnutzungsmatrix für das Jahr 2012.

Zur Erfassung der Landnutzungsänderungen nach dem Kyoto-Protokoll werden auf der gleichen jährlichen Datengrundlage (siehe Tabelle 251) Landnutzungsänderungen erst ab 1990 berücksichtigt und in den Änderungskategorien Aufforstung und Entwaldung über 20 Jahre hinaus akkumuliert (siehe Tabelle 340 in Kapitel 11.2.2).

Tabelle 249: Landnutzungsänderungen (LUC) inklusive 20-jähriger Transition Time nach dem Konventions-Reporting

Quell-gruppe	5.A.1 Verbleibender Wald	5.A.2 ... LUC zu Wald	5.B.1 Verbleibender Acker	5.B.2 ... LUC	5.C.1 Verbleibendes Grünland	5.C.2 ... LUC	5.D.1 Verbleibende Feuchtgebiete	5.D.2 ... LUC zu Feuchtgebiete n	5.E.1 Verbleibende Siedlungen	5.E.2 ... LUC zu Siedlungen	5.F.1 Verbleibendes Sonstiges Land	5.F.2 ... LUC zu Sonstigem Land
Einheit	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
1990	10.424.728	606.199	12.274.337	1.038.426	7.200.988	383.796	532.248	109.736	2.605.494	551.783	51.898	0,00
1991	10.442.124	606.199	12.291.447	1.038.426	7.153.517	383.796	532.744	109.736	2.620.275	551.783	49.585	0,00
1992	10.459.520	606.199	12.308.557	1.038.426	7.106.046	383.796	533.240	109.736	2.635.056	551.783	47.273	0,00
1993	10.476.916	606.199	12.325.667	1.038.426	7.058.576	383.796	533.736	109.736	2.649.838	551.783	44.961	0,00
1994	10.494.311	606.199	12.342.777	1.038.426	7.011.105	383.796	534.232	109.736	2.664.619	551.783	42.649	0,00
1995	10.511.707	606.199	12.359.887	1.038.426	6.963.634	383.796	534.728	109.736	2.679.400	551.783	40.336	0,00
1996	10.529.103	606.199	12.376.997	1.038.426	6.916.164	383.796	535.224	109.736	2.694.181	551.783	38.024	0,00
1997	10.546.498	606.199	12.394.107	1.038.426	6.868.693	383.796	535.720	109.736	2.708.962	551.783	35.712	0,00
1998	10.563.894	606.199	12.411.217	1.038.426	6.821.223	383.796	536.216	109.736	2.723.744	551.783	33.400	0,00
1999	10.581.290	606.199	12.428.327	1.038.426	6.773.752	383.796	536.712	109.736	2.738.525	551.783	31.087	0,00
2000	10.598.686	606.199	12.445.437	1.038.426	6.726.281	383.796	537.208	109.736	2.753.306	551.783	28.775	0,00
2001	10.621.161	587.744	12.452.039	1.036.891	6.671.435	386.460	540.876	111.320	2.764.137	580.049	27.521	0,00
2002	10.643.637	569.289	12.458.641	1.035.355	6.616.588	389.125	544.544	112.903	2.774.967	608.316	26.266	0,00
2003	10.666.113	550.834	12.465.243	1.033.819	6.561.742	391.790	548.212	114.487	2.785.798	636.582	25.011	0,00
2004	10.688.589	532.379	12.471.845	1.032.284	6.506.895	394.454	551.881	116.071	2.796.629	664.849	23.757	0,00
2005	10.711.065	513.924	12.478.447	1.030.748	6.452.049	397.119	555.549	117.655	2.807.459	693.115	22.502	0,00
2006	10.731.428	497.582	12.494.429	1.046.993	6.374.282	395.901	559.739	117.590	2.823.005	717.011	21.672	0,00
2007	10.751.791	481.240	12.510.410	1.063.239	6.296.515	394.683	563.929	117.526	2.838.551	740.906	20.843	0,00
2008	10.772.154	464.898	12.526.391	1.079.484	6.218.748	393.465	568.120	117.462	2.854.097	764.802	20.013	0,00
2009	10.791.472	448.718	12.534.140	1.121.258	6.094.909	386.530	571.859	118.240	2.874.007	818.790	19.713	0,00
2010	10.810.790	432.537	12.541.889	1.163.032	5.971.070	379.594	575.598	119.017	2.893.916	872.777	19.412	0,00
2011	10.830.108	416.357	12.549.638	1.204.806	5.847.230	372.659	579.337	119.795	2.913.825	926.765	19.112	0,00
2012	10.849.427	400.176	12.557.388	1.246.580	5.723.391	365.724	583.076	120.573	2.933.734	980.752	18.812	0,00

Tabelle 250: Landnutzungsmatrix 2012. Die Diagonale zeigt die Fläche in verbleibender Nutzung, die anderen Felder die jeweiligen Landnutzungsänderungen (einschließlich 20-jähriger Übergangszeiten)

<b>Initial\Final</b>	<b>Landnutzungsmatrix 2012: Flächen [ha]</b>										
	<b>Wald</b>	<b>Acker</b>	<b>Grünland i.e.S.</b>	<b>Gehölze</b>	<b>Terrestr. Feuchtgebiete</b>	<b>Gewässer</b>	<b>Torfabbau</b>	<b>Siedlungen</b>	<b>Sonstiges Land</b>	<b>Σ Abnahme</b>	<b>Σ Zunahme - Σ Abnahme</b>
Wald	<b>10.849.427</b>	29.497	67.943	30.754	5.024	7.616	0	75.458	0	<b>216.292</b>	<b>183.884</b>
Acker	117.238	<b>12.557.388</b>	56.757	65.089	2.574	25.536	0	522.402	0	<b>789.596</b>	<b>456.984</b>
Grünland i.e.S.	171.862	1.112.103	<b>5.368.858</b>	98.458	22.936	26.055	0	326.720	0	<b>1.758.134</b>	<b>-1.450.074</b>
Gehölze	31.043	31.551	72.053	<b>184.022</b>	1.217	4.522	0	38.443	0	<b>178.828</b>	<b>49.347</b>
Terrestr. Feuchtgebiete	14.112	1.398	3.314	420	<b>43.782</b>	801	0	8.527	0	<b>28.573</b>	<b>6.235</b>
Gewässer	3.709	3.793	17.940	1.136	1.280	<b>517.356</b>	0	5.550	0	<b>33.408</b>	<b>54.438</b>
Torfabbau	0	0	0	0	0	0	<b>19.857</b>	0	0	0	0
Siedlungen	57.207	65.961	76.077	30.746	1.458	21.657	0	<b>2.933.734</b>	0	<b>253.105</b>	<b>727.647</b>
Sonstiges Land	5.005	2.278	13.977	1.572	320	1.658	0	3.652	<b>18.812</b>	<b>28.461</b>	<b>-28.461</b>
<b>Σ Zunahme</b>	<b>400.176</b>	<b>1.246.580</b>	<b>308.060</b>	<b>228.175</b>	<b>34.808</b>	<b>87.846</b>	<b>0</b>	<b>980.752</b>	<b>0</b>		
<b>Σ Landnutzungskategorie</b>	<b>11.249.603</b>	<b>13.803.968</b>	<b>5.676.918</b>	<b>412.197</b>	<b>78.590</b>	<b>605.202</b>	<b>19.857</b>	<b>3.914.486</b>	<b>18.812</b>		
<b>Fläche Deutschland</b>					<b>35.779.633</b>						

Tabelle 251: Jährliche Flächen der Landnutzungsänderungen, die den Berechnungen für das UNFCCC-Inventar (20-jährige Übergangszeit) und KP (kumulative Flächenänderung) zugrunde liegen [Hektar pro Jahr]

Landnutzungsänderung [Hektar pro Jahr]	1990-2000	2001-2005	2006-2008	2009-2012
<b>... zu Wald</b>				
Acker zu Wald	10.331	2.371	3.322	3.192
Grünland i.e.S. zu Wald	11.818	4.667	7.396	7.948
Gehölze zu Wald	2.613	816	331	1.266
Terrestrische Feuchtgebiete zu Wald	150	40	0	0
Gewässer zu Wald	289	20	265	125
Siedlung zu Wald	3.443	3.721	2.288	1.049
Sonstiges Land zu Wald	438	80	100	200
<b>... zu Acker</b>				
Wald zu Acker	2.664	657	632	750
Grünland i.e.S. zu Acker	41.844	45.172	65.306	88.893
Gehölze zu Acker	2.769	660	200	1.375
Terrestrische Feuchtgebiete zu Acker	150	40	0	0
Gewässer zu Acker	399	80	0	50
Siedlung zu Acker	3.835	3.777	1.962	2.627
Sonstiges Land zu Acker	260	0	67	0
<b>... zu Grünland i.e.S.</b>				
Wald zu Grünland i.e.S.	3.607	3.849	2.962	2.739
Acker zu Grünland i.e.S.	3.434	2.938	2.299	1.924
Gehölze zu Grünland i.e.S.	3.742	3.134	2.124	5.018
Terrestrische Feuchtgebiete zu Grünland i.e.S.	239	100	0	225
Gewässer zu Grünland i.e.S.	1.118	980	665	525
Siedlung zu Grünland i.e.S.	3.472	4.671	4.873	2.582
Sonstiges Land zu Grünland i.e.S.	1.025	756	564	75
<b>... zu Gehölze</b>				
Wald zu Gehölze	2.264	1.237	863	967
Acker zu Gehölze	2.612	4.489	3.756	2.620
Grünland i.e.S. zu Gehölze	1.575	7.180	10.765	4.416
Terrestrische Feuchtgebiete zu Gehölze	40	0	0	25
Gewässer zu Gehölze	80	40	66	25
Siedlung zu Gehölze	1.188	2.654	1.923	549
Sonstiges Land zu Gehölze	109	139	0	0
<b>... zu Terrestrische Feuchtgebiete</b>				
Wald zu terrestrische Feuchtgebiete	130	159	798	199
Acker zu terrestrische Feuchtgebiete	247	20	0	124
Grünland i.e.S. zu terrestrische Feuchtgebiete	619	1.180	1.134	2.169
Gehölze zu terrestrische Feuchtgebiete	90	40	0	75
Gewässer zu terrestrische Feuchtgebiete	60	0	0	200
Siedlung zu terrestrische Feuchtgebiete	170	0	0	25
Sonstiges Land zu terrestrische Feuchtgebiete	40	0	0	0
<b>... zu Gewässer</b>				
Wald zu Gewässer	478	279	331	350
Acker zu Gewässer	2.007	1.078	499	649
Grünland i.e.S. zu Gewässer	797	1.819	1.497	1.524
Gehölze zu Gewässer	140	380	99	301
Terrestrische Feuchtgebiete zu Gewässer	0	0	267	0
Siedlung zu Gewässer	700	1.935	997	849
Sonstiges Land zu Gewässer	70	180	66	0
<b>... zu Siedlung</b>				
Wald zu Siedlung	3.771	1.652	4.361	5.987
Acker zu Siedlung	16.180	34.423	26.065	35.662
Grünland i.e.S. zu Siedlung	5.252	18.583	19.699	33.175
Gehölze zu Siedlung	719	719	1.294	6.303
Terrestrische Feuchtgebiete zu Siedlung	929	200	0	25
Gewässer zu Siedlung	369	179	33	399
Sonstiges Land zu Siedlung	370	99	33	25

### 7.1.3.6 Geplante Verbesserungen

Sollten weitere CIR-Daten für 1990 für die Validierung verwendbar sein, werden diese schrittweise in die Landnutzungsmatrix integriert werden.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 7.1.4 *Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien*

Mit der Einführung des Stichproben-Punktrastersystems mussten die Definitionen für Landnutzung der zugrunde liegenden Datenquellen (Basis-DLM des ATKIS® und CORINE Land Cover, vgl. Kapitel 7.1.3.2) den LULUCF-Berichtskategorien zugeordnet werden. Hierfür wurde das bestehende System angepasst.

So wurden den oben aufgeführten IPCC-Kategorien im ersten Schritt die Objektnummern aus dem Basis-DLM des ATKIS® zugeteilt. Hierzu wurde das System des Vorjahres übernommen (Tabelle 252).

Im Rahmen der Erweiterung des Systems zur Landerkennung wurden im nächsten Schritt die Landbedeckungsklassen der CORINE Land Cover-Nomenklatur den Objektarten des ATKIS®-Basis-DLM zugeteilt und somit den IPCC – Kategorien (Tabelle 252). Bei der Erstellung der Landnutzungsmatrix erfolgt die Zuordnung der Rasterpunkte rechnergestützt und vollautomatisch mittels dafür erstellter Programme. Der Zuordnungsschlüssel dieses Klassifizierungssystems ist zu diesem Zwecke digital hinterlegt, so dass stets eine eindeutige Zuordnung eines Rasterpunktes zu einer Objektartenschlüsselnummer und somit zu einer Landnutzung und IPCC-Kategorie führt, unabhängig von der Datenquelle.

Tabelle 252: Zuordnung von Hauptobjektartenschlüsselnummern und Attributen des ATKIS® zu den IPCC-Landnutzungskategorien

ATKIS® Objektartenkatalog			CORINE Land Cover
Objekt- nummer	Objekttyp	Beschreibung/Attribute n. ATKIS® Objektartenkatalog	Nomenklatur- Code
<b>IPCC-Kategorie: Wald</b>			
4107	Wald	Laub-, Nadel- und Mischwald	311; 312; 313; 324
<b>IPCC-Kategorie: Ackerland</b>			
4101	Ackerland	Fläche für den Anbau von Feldfrüchten (z.B. Getreide, Hülsenfrüchte, Hackfrüchte) und Beerenfrüchten (z.B. Erdbeeren)	211; 212
4103	Gartenland	Fläche für den Anbau von Gemüse, Obst und Blumen sowie die Aufzucht von Kulturpflanzen	242
4109	Sonderkultur	Fläche zum Anbau bestimmter Pflanzen (z.B. Hopfen, Wein, Obstgärten)	222
<b>IPCC-Kategorie: Grünland</b>			
4102	Grünland – Grünland i.e.S.	Wiesen, Weiden, Verkehrsbegleitgrün	231; 321
4104	Heide - Grünland i.e.S.		322; 421
4106	Sumpf, Ried - Grünland i.e.S	Wassergesättigtes, zeitweise unter Wasser stehendes Gelände (Nassgrünland)	411
4108	Gehölze	Fläche, die mit einzelnen Bäumen, Baumgruppen, Büschen, Hecken und Sträuchern bestockt ist.	243
<b>IPCC-Kategorie: Feuchtgebiete</b>			
4105	Moor, Moos – Terrestrische Feuchtgebiete	Unkultivierte Fläche, deren obere Schicht aus vertorften oder zersetzen Pflanzenresten besteht	412
2301	Torfabbau - Terrestrische Feuchtgebiete		
5100	Gewässer	z.B. Stauseen, Speicherbecken, veränderliche Ufer	511; 512; 423; 521; 522; 523
<b>IPCC-Kategorie: Siedlungen</b>			
2100-2135	Baulich geprägte Flächen	Im Zusammenhang bebaute Fläche mit einer Ausdehnung von mindestens etwa 10 ha oder 10 Anwesen.	111; 112; 121; 131; 132
2201	Sportanlagen	Fläche mit Bauwerken und Einrichtungen, die zur Ausübung von (Wettkampf-) Sport und für Zuschauer bestimmt ist. Sportanlagen umfassen 'Stadion', 'Sportplatz' - wie z. B. Fußballplätze, Tennisplätze, Eislauftbahnen - 'Schießanlage', 'Schwimmbad', 'Freibad' und 'Golfplatz'.	142
2202	Freizeitanlagen	Fläche mit Bauwerken und Einrichtungen, die zur Freizeitgestaltung bestimmt ist. Freizeitanlagen umfassen 'Freilichttheater', 'Freilichtmuseum', 'Schwimmbad, Freibad', 'Zoo', 'Freizeit-, Safaripark, Wildgehege' und 'Autokino, Freilichtkino'.	142
2213	Friedhof		141
2227	Grünanlage, Park	Größere Anlage mit Bäumen, Sträuchern, Rasenflächen, Blumenrabatten und/oder Wegen, die vor allem der Erholung und Verschönerung des Stadtbildes dient.	141
2228	Campingplatz	142	
2300-2352	Bauwerke und sonstige Einrichtungen		131; 133
3100-3205	Straßen- und Schienenverkehr		122
3301	Flughafen		124
3302	Flugplatz		keine Zuordnung
3400-3543	Anlagen und Bauwerke für Transport, Verkehr und Kommunikation	Schiffsverkehr sowie Anlagen und Bauwerke für Transport, Verkehr und Kommunikation z.B. Hafen, Sendemasten, Brücken, Tunnel, Anleger	123
4110	Brachland	Flächen, die seit längerem nicht mehr nach ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung genutzt werden.	keine Zuordnung
4198	Schneise		keine Zuordnung
<b>IPCC-Kategorie: Sonstiges Land</b>			
4120	Vegetationslose Fläche	Fläche ohne nennenswerten Bewuchs aufgrund besonderer Bodenbeschaffenheit wie z.B. nicht aus dem Geländерelief	331; 332; 333; 334; 335

ATKIS® Objektartenkatalog			CORINE Land Cover
Objekt-nummer	Objekttyp	Beschreibung/Attribute n. ATKIS® Objektartenkatalog	Nomenklatur-Code
4199	Fläche z.Z. unbestimmtbar	herausragende Felspartien, Sand- oder Eisflächen. Fläche, deren Merkmale hinsichtlich der Zuordnung zu den Objektarten keine gegenwärtig nicht bestimmt werden können.	Zuordnung

### 7.1.5 Bodenkohlenstoff in Mineralböden (5.A bis 5.F)

Die Fläche der Mineralböden wurde als Differenz der Gesamtflächen und der Flächen organischer Böden berechnet (Kapitel 7.1.6).

Für die Kategorie 5.A.1 Wald bleibt Wald wurde im Rahmen der Bodenzustandserhebungen im Wald eine jährliche Kohlenstoffvorratsänderung von  $0,27 \pm 0,18 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  ermittelt (vergl. Kapitel 7.2.2.2 und Kapitel 19.5.2.1). Diese wird jährlich dem Vorjahresvorrat zugeschlagen und als Einbindung berichtet.

Die Veränderungen der Kohlenstoff- bzw. Stickstoffvorräte in Mineralböden werden als Differenz zwischen den jeweiligen Vorräten vor und nach den entsprechenden Landnutzungsänderungen berechnet.

In Mineralböden bei gleichbleibender Nutzung wird in den Landnutzungssubkategorien 5.B, 5.C, 5.D, 5.E - und 5.F nach IPCC Tier 1-Methodik davon ausgegangen, dass die Kohlenstoffein- und -austräge in die Böden gleich groß, die Systeme somit im Gleichgewicht sind. Begründungen finden sich in Kapitel 7.3.4.3 und Kapitel 7.4.4.3.

Die Kategorie Grünland (5.C 1) weist zwei Subkategorien auf: zum einen das Grünland i.e.S., zum anderen Flächen, die mit Gehölzen bestanden sind, die nicht unter die Walddefinition fallen. Die Flächenübergänge zwischen diesen Unterkategorien werden wie Landnutzungsänderungen behandelt.

Die Kategorie Feuchtgebiete (5.D.1) weist drei Subkategorien auf: Terrestrische Feuchtgebiete, Torfabbauflächen (nur Verbleibkategorie) und Gewässer. Die Flächenübergänge zwischen diesen Unterkategorien werden wie Landnutzungsänderungen behandelt. Mineralböden kommen nur in den beiden Subkategorien terrestrische Feuchtgebiete und Gewässer vor. Bei Landnutzungsänderungen von und zu Gewässern werden keine Kohlenstoffvorratsänderungen angesetzt, so dass bei Landnutzungsänderungen zwischen den Subkategorien keine Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden auftreten (NO).

Für die Landnutzungskategorien 5.B - 5.F (Ackerland, Grünland i.e.S., Gehölze, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land) wird für die Kohlenstoffvorräte in Mineralböden bis 30 cm Tiefe ein repräsentativer, nach Ausgangsubstrat, Bodentyp und Klimaregion (nur Oberböden) flächengewichteter Kohlenstoffvorrat für Mineralböden bis 30 cm Bodentiefe aus den in Deutschland vorhandenen nutzungsdifferenzierten Profildaten bestimmt. Die Herleitung dieser Werte und deren Unsicherheiten werden in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

Die Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung werden für jede Landnutzungsänderungskategorie als Differenz des Kohlenstoffvorrates der Zielnutzungskategorie und des Kohlenstoffvorrates der Ursprungskategorie berechnet. Da sich der Kohlenstoffvorrat von Waldböden (5.A) jährlich verändert, werden die jeweils jährlich gültigen Werte den Inventarberechnungen zugrunde gelegt. Die Gesamtänderung wird

gemäß IPCC-Default (IPCC 1996b, 2003, 2006) auf einen Zeitraum von 20 Jahren linear verteilt. Die Summe der Kohlenstoffvorratsänderungen infolge von Landnutzungsänderungen in den Mineralböden Deutschlands errechnet sich für 20 Jahre dann wie folgt:

$$\Delta C = \sum_{n=1}^7 (C_{final} - C_{initial})$$

$\Delta C$ : Veränderung des Kohlenstoffvorrates infolge Landnutzungsänderung in Mineralböden einer IPCC-Landnutzungskategorie [ $Mg\text{ C (20*a)}^{-1}$ ]

$C_{final}$ : Finaler Bodenkohlenstoffvorrat [ $Mg\text{ C}$ ]

$C_{initial}$ : Initialer Bodenkohlenstoffvorrat [ $Mg\text{ C}$ ]

n: Übergangskategorien

Die Kohlenstoffvorräte der Mineralböden der einzelnen Landnutzungskategorien, sowie die daraus abgeleiteten als Emissionsfaktoren genutzten Kohlenstoffvorratsdifferenzen, sind für das Jahr 2012 in Tabelle 253 dargestellt und deren Herleitung ist in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

Tabelle 253: Mittlere Kohlenstoffvorräte in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [ $Mg\text{ C ha}^{-1}$ ] sowie daraus abgeleitete Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2012

Mittlerer Kohlenstoffvorrat in Mineralböden Deutschlands im Jahre 2012								
	Wald	Acker	Grünland	Gehölze	Terrestrische Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
[ $Mg\text{ C ha}^{-1}$ ]	62,72	60,03	77,43	73,18	74,00		58,67	55,60
Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [ $Mg\text{ C ha}^{-1} (20\text{ a})^{-1}$ ]								
Initial\Final	Wald	Acker	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestrische Feuchtgebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
Wald	-2,69		14,71	10,46		11,28	0	-4,05
Acker	2,69		17,40	13,15		13,97	0	-1,35
Grünland i.e.S.	-14,71	-17,40		-4,25		-3,43	0	-18,76
Gehölze	-10,46	-13,15	4,25		0,82		0	-14,51
Terrestrische Feuchtgebiete	-11,28	-13,97		3,43	-0,82		0	-15,32
Gewässer	0	0		0	0		0	NO
Siedlungen	4,05	1,35	18,76	14,51	15,32	0		NO
Sonstiges Land	7,12	4,42	21,83	17,58	18,39	0	3,07	

Kursive Werte: von Jahr zu Jahr veränderlich

negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung; NO: nicht auftretend

Für die Berücksichtigung der 20-jährigen Übergangszeit wird die für die jeweilige Übergangskategorie ermittelte gesamte Vorratsänderung (EF\_ann, siehe Tabelle 253) durch 20 dividiert (siehe auch Kapitel 7.1.2). So erhält man die Impliziten Emissionsfaktoren für die Übergangskategorien (IEF\_20y siehe Tabelle 254). Im Falle von Landnutzungsänderungen von und zu Wald muss, aufgrund des sich jährlich ändernden Kohlenstoffvorrates in den mineralischen Waldböden, für jedes Berichtsjahr ein sich jährlich ändernder Impliziter Emissionsfaktor („Implied Emission Factor“) für jede Übergangskategorie hergeleitet werden, der sich emissionsgewichtet aus den Beiträgen der Landnutzungsänderungen der 20 Vorjahre ergibt. Die Emissionen werden als Produkt der IEF\_20y und der Flächen der 20-jährigen Übergangskategorien berechnet (siehe Kapitel 7.1.2).

Tabelle 254: Emissionsfaktoren [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ] zur Ermittlung jährlicher Kohlenstoffvorratsunterschiede in Mineralböden Deutschlands nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2012

Initial/Final	Emissionsfaktoren <sub>Mineralböden</sub> [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ] für das Jahr 2012							
	Wald	Acker	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestr. Feucht- gebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
Wald	0,036	0,871	0,679	0,662	0	-0,087	NO	
Acker	-0,033	0,870	0,658	0,699	0	-0,068	NO	
Grünland i.e.S.	-0,880	-0,870	-0,213	-0,172	0	-0,938	NO	
Gehölze	-0,685	-0,658	0,213	0,041	0	-0,725	NO	
Terrestrische Feuchtgebiete	-0,741	-0,699	0,172	-0,041	0	-0,766	NO	
Gewässer	0	0	0	0	0	0	NO	
Siedlungen	0,052	0,068	0,938	0,725	0,766	0	NO	
Sonstiges Land	0,192	0,221	1,091	0,879	0,920	0	0,154	

Kursive Werte: von Jahr zu Jahr veränderlich

negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung; NO: nicht auftretend

Die Fläche der Mineralböden in den Übergangskategorien wurde als Differenz der Gesamtflächen und der Flächen organischer Böden berechnet (Kapitel 7.1.6).

### 7.1.6 Treibhausgasemissionen aus drainierten organischen Böden (5.A bis 5.F)

In Deutschland werden nahezu alle organischen Böden entwässert. Über die Treibhausgasemissionen durch Torfschwund wird in den Landnutzungskategorien Wald, Ackerland, Grünland i.e.S., Gehölze, terrestrische Feuchtgebiete (industrieller Torfabbau) und Siedlungen berichtet ( $\text{N}_2\text{O}$  aus gedränteten organischen Böden unter Acker und Grünland in CRF-Sektor 4.D). Die wenigen „naturbelassenen“ organischen Böden Deutschlands, über deren Emissionen nicht berichtet werden muss, finden sich in den Landnutzungskategorien Sonstiges Land bzw. Terrestrische Feuchtgebiete. Des Weiteren sind 16.786 ha Grünland, die in der Nomenklatur des Basis-DLM als Objektart 4106 „Sumpf, Ried“ ausgewiesen werden, nicht drainiert (vgl. Kapitel 0).

Die Emissionsberechnung erfolgt durch Multiplikation der Moorflächen pro Subkategorie mit einem nutzungsspezifischen Emissionsfaktor. Bei Landnutzungsänderungen wird sofort der Emissionsfaktor der Zielkategorie verwendet:

$$EC_{orgsoil} = \sum_{n=1}^7 (A_n * EF_n)$$

$EC_{orgsoil}$ : Kohlenstoffemission aus organischen Böden einer Landnutzungskategorie [Gg C]

$A_n$ : Moorfläche unter bestimmter Landnutzung [kha]

$EF_n$ : Landnutzungsspezifischer Emissionsfaktor [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

n: Übergangs- bzw. Verbleibkategorien

#### 7.1.6.1 Aktivitätsdaten: Flächenermittlung

Die Fläche und Verteilung der organischen Böden wurde mittels der Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:1.000.000 (BUEK 1000) georeferenziert ausgewiesen. Erfasst werden zu diesem Zwecke die Leitbodenassoziationen:

- LBA 6: überwiegend Niedermoore, häufig vergesellschaftet mit Moorgleyen, Anmoorgleyen und Gleyen, z.T. Übergangsniemandmooren und Podsol-Gleyen (BGR 1995)

- LBA 7: überwiegend Hochmoorböden, gering verbreitet Anmmoorgleye, Gleye, Niedermoore, Podsol-Gleye (BGR 1995)

Die Ermittlung der Landnutzung auf den Moorflächen erfolgt mittels eines GIS. Mit diesem wurden die Geometrien der LBA 6 und LBA 7 der BUEK 1000 (BGR 1997) mit den ATKIS® - Datensätzen des Jahres 2010 verschnitten. Mittels dieser Prozedur wurde für jede der 8 Landnutzungskategorien in verbleibender Nutzung die Flächen an organischen Böden georeferenziert ermittelt.

Die Landnutzungsänderungsflächen auf organischen Böden wurden durch das Verschneiden der Bodenkarte mit den ATKIS® - Datensätzen der Jahre 2009 und 2010 bestimmt. Für alle Übergangskategorien wurde der Flächenanteil der organischen Böden relativ zur Gesamtfläche dieser Übergangskategorie 2009/2010 berechnet. Dieser Flächenanteil organischer Böden wurde für alle Jahre seit 1990 konstant auf die durch das Stichprobenrasterverfahren ermittelte Gesamtfläche einer Übergangskategorie angewandt. Die Fläche der Mineralböden in den Übergangskategorien wurde als Differenz der Gesamtflächen und der Flächen organischer Böden berechnet.

Die Flächen organischer Böden in den Kategorien unter verbleibender Nutzung wurden, ausgehend von den Werten 2010, durch Addition der Summen der Abgangsflächen der jeweiligen Übergangskategorien ermittelt.

#### 7.1.6.2 Nationale Emissionsfaktoren

MUNDEL (1976), GENSIOR & ZEITZ (1999), MEYER (1999) und AUGUSTIN (2001) berichten von C-Verlusten aus deutschen Mooren im Grünlandbereich von 2,46 – 7,63 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, HÖPER (2002) von 4,6 – 16,5 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, wobei Moore unter Ackerland mit 10,6 – 16,5 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> angeführt werden.

Aufgrund dieser Studien wurde im Jahre 2004 durch Expertenschätzung für Niedermoore und Hochmoore gleichermaßen folgende Emissionsfaktoren festgelegt:

- Ackerland: -11 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> [± 50 %]
- Wirtschaftsgrünland und Siedlung: -5 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> [± 50 %]

Neueste Ergebnisse des BMBF-Forschungsprojektes „Klimaschutz durch Moorschutz“ (DROESLER et al. 2011) zeigen für deutsche Moorflächen in landwirtschaftlicher Nutzung, dass die Emissionen stark variieren, zwischen den beiden Typen Hoch- und Niedermoor bei gleicher Nutzung jedoch nahezu keine Unterschiede auftreten.

So wurden CO<sub>2</sub>-C Emissionen auf Mooren unter Acker von ca. 4 - 13 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> gemessen, mit einem Mittel von ca. 9 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> ± 50 %, für Grünland konnte eine Spanne von ca. 2 – 12 CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> nachgewiesen werden, mit einem arithmetischen Mittel über alle Varianten und Nutzungsintensitäten (nicht flächengewichtet) von ca. 5 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> ± 50 % (DROESLER et al. 2011). Die Ergebnisse bestätigen im Wesentlichen die bisher der Inventarerstellung zugrunde liegenden Faktoren.

Für organische Böden unter Wäldern sowie für Gehölzflächen, die nicht unter die Walddefinition fallen (Grünland-Gehölze), wurde der IPCC - Defaultwert angesetzt:

- Wald / Gehölz: -0,68 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> [- 39,7 %; + 180,8 %]

## 7.1.7 Biomasse (5.B bis 5.F)

Im Rahmen der deutschen Inventarerstellung werden für die Bereichskategorien 5.B – 5.F des LULUCF-Sektors nur die Einbindung bzw. die Emissionen an Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) berücksichtigt, die durch Landnutzungsänderung zwischen den acht berichteten Landnutzungskategorien hervorgerufen werden. Die Einbindung bzw. die Emission von  $\text{CO}_2$  wird dabei über die Kohlenstoffvorratsänderungen, getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse anhand nationaler Daten ermittelt. Die Kohlenstoffvorratsänderungen finden vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung statt (siehe auch Kapitel 7.1.2). Für die Verbleib-Kategorien von Ackerland, Grünland, Gehölze, Feuchtgebiete und Siedlungen werden keine Kohlenstoffvorratsänderungen ausgewiesen, da ein Gleichgewichtszustand für die Kohlenstoffflüsse mit der Biomasse in diesen Kategorien unterstellt wird. Begründungen finden sich in Kapitel 7.3.4 und 7.4.4.

Die Abschätzung der Kohlenstoffvorratsänderungen in der Biomasse erfolgt durch Subtraktion des Biomassekohlenstoffvorrats vor Nutzungsänderung vom Vorrat nach der Nutzungsänderung, bezogen auf die von der Änderung betroffenen Fläche:

$$\Delta C_{Bio} = \sum_{n=1}^7 (A_n * EF_{final} - A_n * EF_{initial})$$

$\Delta C_{Bio}$ : Veränderung des Kohlenstoffvorrates in der Biomasse einer Landnutzungskategorie [Mg]

$A_n$ : Fläche der Landnutzungsänderung [ha]

$EF_{final}$ : Pflanzenspezifischer Biomassekohlenstoffvorrat [ $\text{Mg ha}^{-1}$ ]

$EF_{initial}$ : Pflanzenspezifischer Biomassekohlenstoffvorrat [ $\text{Mg ha}^{-1}$ ]

n: Übergangskategorien

Die Berechnung der Biomassevorräte erfolgte gemäß GPG-LULUCF (IPCC 2003). Die Ermittlung der Aktivitätsdaten ist in Kapitel 7.1.3 und die Herleitung der Emissionsfaktoren und deren Unsicherheiten in Kapitel 0 und in den Kapiteln der einzelnen Landnutzungskategorien beschrieben.

Die Kohlenstoffvorräte der Biomasse werden im Ackerland basierend auf der Erntestatistik jährlich variabel berechnet, wobei die gleichen Datenquellen und Algorithmen wie für die Berechnung der Ernterückstände in CRF-Sektor 4.D verwendet werden. Durch Bildung der Differenz der Biomassevorräte unter Neunutzung und Vornutzung ergeben sich die Emissionsfaktoren in Tabelle 255. Diese weichen den Wald und das Ackerland betreffend von denen des Vorjahres ab, da die Ergebnisse der Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012) sowie eine Korrektur der jährlichen Vorräte im Ackerland zu Veränderungen in den betreffenden Transferkategorien führten.

Tabelle 255: Emissionsfaktoren [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ] zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsunterschiede im Jahr der Umwandlung in der ober- und unterirdischen Biomasse nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2012

Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der ober- und unterirdischen Biomasse								
	Wald <sup>1</sup>	Acker	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestr. Feucht- gebiete	Gewässer	Siedlungen	Sonstiges Land
[ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	54,66	7,84	6,69	46,93	20,10	0	13,40	0
Emissionsfaktoren 2012 Biomasse [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]								
Initial/Final	Wald <sup>2</sup>	Acker <sup>3</sup>	Grünland i.e.S. <sup>3</sup>	Gehölze <sup>3</sup>	Terrestr. Feucht- gebiete <sup>3</sup>	Gewässer <sup>3</sup>	Siedlungen <sup>3</sup>	Sonstiges Land <sup>3</sup>
<b>Wald</b>		-46,82	-47,97	-7,73	-12,26	-34,56	-41,26	NO
<b>Acker</b>	3,43		-1,15	39,09	12,56	-7,54	5,56	NO
<b>Grünland i.e.S.</b>	3,33	1,15		40,25	13,42	-6,69	6,72	NO
<b>Gehölze</b>	1,73	-39,09	-40,25		-26,83	-46,93	-33,53	NO
<b>Terrestrische Feuchtgebiete</b>	3,14	-12,26	-13,42	26,83		-20,10	-6,70	NO
<b>Gewässer</b>	3,64	7,54	6,69	46,93	20,10		13,40	NO
<b>Siedlungen</b>	3,40	-5,56	-6,72	33,53	6,70	-13,40		NO
<b>Sonstiges Land</b>	3,64	7,84	6,69	46,93	20,10	0	13,40	

Anm.: die Kohlenstoffvorräte für Wald und Acker sind zeitlich variabel (Werte kursiv), die der anderen Landnutzungskategorien konstant

- 1) Kohlenstoffvorrat Entwaldungsflächen
- 2) Kohlenstoffvorratsänderung jährlich über 20 Jahre
- 3) Kohlenstoffvorratsänderung einmalig

Für die Berechnung der Umwandlung von Wald in andere Nutzungen (Entwaldung) wurde nun mehr der für Deutschland ermittelte Durchschnittswert für Entwaldungsflächen der Bundeswaldinventuren 2002 und 2012 für die jeweiligen Berichtsjahre zugrunde gelegt. Methodik und Herleitung der Werte siehe Kapitel 7.2.4.1. Im Rahmen der BWI 2012 wurden auch neue Werte für Totholz bestimmt.

Tabelle 256: Zeitreihe der mittleren Kohlenstoffvorräte in der Phytomasse von Entwaldungsflächen [Mg C ha<sup>-1</sup>]

Jahr	Phytomasse – Kohlenstoff [Mg ha <sup>-1</sup> ] (EF 1)					
	Bio <sub>total</sub>	Bio <sub>above</sub>	Bio <sub>below</sub>	Streu	Totholz	Σ Entwaldung
1990	28,93	24,53	4,39	18,58	1,88	49,39
1991	28,93	24,53	4,39	18,53	1,88	49,34
1992	28,93	24,53	4,39	18,48	1,88	49,29
1993	28,93	24,53	4,39	18,43	1,88	49,24
1994	28,93	24,53	4,39	18,38	1,88	49,19
1995	28,93	24,53	4,39	18,33	1,88	49,14
1996	28,93	24,53	4,39	18,28	1,88	49,09
1997	28,93	24,53	4,39	18,23	1,88	49,04
1998	28,93	24,53	4,39	18,18	1,88	48,99
1999	28,93	24,53	4,39	18,13	1,88	48,94
2000	28,93	24,53	4,39	18,08	1,88	48,89
2001	28,93	24,53	4,39	18,03	1,88	48,84
2002	54,66	46,48	8,18	17,98	1,82	74,46
2003	54,66	46,48	8,18	17,93	1,82	74,41
2004	54,66	46,48	8,18	17,88	1,82	74,36
2005	54,66	46,48	8,18	17,83	1,82	74,31
2006	54,66	46,48	8,18	17,78	1,82	74,26
2007	54,66	46,48	8,18	17,73	1,82	74,21
2008	54,66	46,48	8,18	17,68	1,99	74,32
2009	54,66	46,48	8,18	17,63	1,99	74,27
2010	54,66	46,48	8,18	17,58	1,99	74,22
2011	54,66	46,48	8,18	17,53	1,99	74,17
2012	54,66	46,48	8,18	17,48	1,99	74,12

Die Unsicherheit für die Baumbiomasse beträgt 24,95 % (Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls). Es liegt eine Normalverteilung zugrunde. Dies gilt auch für die Werte der toten organischen Substanz; beim Totholz beträgt die Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls 56,76 %, bei der Streu 3,64 %. Die Unsicherheiten der in Tabelle 255 aufgeführten Emissionsfaktoren sind in den entsprechenden Kapiteln der Landnutzungskategorien aufgeführt (Kapitel 7.2.5, Kapitel 7.3.5, Kapitel 7.4.5, Kapitel 7.5.5, Kapitel 7.6.5 und Kapitel 0).

On-site burning von Biomasse ist in Deutschland per Gesetz verboten (§ 3 DirektZahlVerpfIV; BGBl 2004) und wird daher nicht berichtet. In den CRF-Tabellen wird NO (not occurring) eingetragen.

Emissionen aus toter organischer Substanz werden nur für Landnutzungsänderungen von Wald zu einer der Kategorien 5.B - 5.E berichtet. In den Landnutzungsänderungskategorien 5.B - 5.E werden die Emissionen aus der toten organischen Substanz mit den Emissionen aus der lebenden Biomasse erfasst, da bei der Abschätzung der Emissionen aus der lebenden Biomasse jeweils die der gesamten Pflanze zugrunde gelegt wird. Daher werden die Emissionen aus toter organischer Substanz in diesen Transferkategorien in den CRF-Tabellen mit dem Vermerk IE (included elsewhere) versehen, um Doppelzählungen zu vermeiden. In der Kategorie 5.F wird der Vermerk NO (not occurring) verwendet, da es sich bei Flächen in dieser Kategorie per definitionem um vegetationslose Flächen handelt.

## 7.1.8 Qualitätssicherung und -kontrolle

Den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechend wurde eine Qualitätskontrolle und eine Qualitätssicherung durchgeführt. Dabei kamen detaillierte Checklisten und Einzelprüfungen zur Prüfung und Dokumentation der Ergebnisse entsprechend dem Qualitätsmanagement des Thünen-Instituts (2012) zum Einsatz. Die TI-Checklisten sowie andere für die Qualitätskontrolle wichtige Dokumente werden in der Inventarbeschreibung abgelegt, die von der Nationalen Koordinierungsstelle archiviert wird.

### 7.1.8.1 Qualitätsmanagement Emissionsinventare des Thünen-Instituts

Das Qualitätsmanagement der Emissionsinventarerstellung am Thünen-Institut wurde konform zu den IPCC-Richtlinien und dem QSE (Kapitel 1.6.1) entwickelt. Rahmenbedingungen und Durchführung des Qualitätsmanagements sind im Konzept (BMELV, 2012) und in der Ausführungsbestimmung des Konzepts (TI, 2012) ausführlich beschrieben. Alle Dokumente und Daten werden in der Inventarbeschreibung abgelegt, die von der Nationalen Koordinierungsstelle archiviert wird. Die Vorgaben und Abläufe der Ausführungsbestimmung wurden vollständig eingehalten. Im Folgenden werden die besonderen zusätzlichen Qualitätskontrollen für diese Submission beschrieben.

### 7.1.8.2 Eingangsdaten, Berechnungsverfahren und Emissionsergebnisse

Im ersten Schritt wurde die Landnutzungsmatrix qualitätskontrolliert und zur Emissionsberechnung freigegeben. Die Prüfungen umfassten die Entscheidungsbäume und die Ergebnisse der jährlichen Landnutzungsmatrix und der 20-jährigen Übergangszeit. Im Folgenden sind wichtige Testkriterien für die Landnutzungsmatrix gelistet, die in der diesjährigen Prüfung zum Einsatz kamen. Diese gehen über die Anforderungen der Ausführungsbestimmung hinaus. Sie gelten für die gesamte Landnutzungsmatrix und die beiden Teil-Matrizen für Mineralböden und organischen Böden:

- Die nationale Fläche ist konstant
- Die nationale Fläche ist die gleiche wie im Vorjahr.
- Die Fläche der Landnutzungskategorien sind gleich oder kaum unterschiedlich zum Vorjahr bzw. Unterschiede sind erklärbar.
- Die Flächen und Flächentrends sind konsistent mit statistischen Daten bzw. Unterschiede sind erklärbar.
- Die Summen der Gesamtflächen, bestehend aus verbleibenden Flächen und Landnutzungsänderungen, sind korrekt.
- Sonstige Flächen sind konstant oder nehmen ab; es findet keine Landnutzungsänderung zu sonstigen Flächen statt.
- Torfabbauflächen wurden getrennt ausgewiesen.
- Die Wald- und ARD-Flächen zwischen LULUCF und KP-LULUCF sind konsistent.

Die Emissionsberechnungen wurden mit der qualitätsgeprüften Landnutzungsmatrix durchgeführt. Aus den Flächendaten und Emissionsfaktoren bzw. Impliziten Emissionsfaktoren (IEF) werden in Excel-Tabellen schrittweise die Emissionsberechnungen für jährliche Landnutzungsänderungen und die Übergangszeit durchgeführt. Die Tabellen wurden geprüft hinsichtlich:

1. Korrektheit der Berechnungen

2. Konsistenz in der Zeitreihe
3. Konsistenz mit den Berechnungen des Vorjahres.

Dabei wurden ebenfalls die Ergebnisse der sehr detaillierten Einzelprüfungen der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren der Submission 2013 berücksichtigt. Im Folgenden sind die Testkriterien gelistet, die in der diesjährigen Prüfung zum Einsatz kamen. Diese gehen über die Anforderungen der Ausführungsbestimmung hinaus. Emissionsfaktoren:

- Die Berechnungen der Emissionsfaktoren bzw. Impliziten Emissionsfaktoren (IEF) sind korrekt
- Die Zeitreihe der Emissionsfaktoren ist konsistent; Änderungen von Jahr zu Jahr sind erklärbar.
- Die Emissionsfaktoren sind gleich denen des Vorjahres außer bei Änderungen in Daten und Methoden: neue Emissionsfaktoren sind plausibel. Unterschiede zu denen des Vorjahres sind erklärbar und vollständig dokumentiert.
- Unsicherheiten sind korrekt angegeben und konsistent mit denen des Vorjahres
- Die Daten sind konsistent zwischen LULUCF und KP-LULUCF

#### Berechnungen

- Die Basisberechnungen, die Berechnungen für die jährlichen Landnutzungsänderungen und die Übergangszeit sind korrekt.
- Die Übersichtstabellen, die die Grundlage für die CRF-Tabellen und den Text bilden, sind korrekt.
- Die Emissionsergebnisse sind konsistent mit denen des Vorjahres bzw. Unterschiede aufgrund neuer Daten und Methoden erklärbar.
- Die Berechnungen sind konsistent zwischen LULUCF und KP-LULUCF.

#### Ergebnisse der Qualitätskontrollen:

1. Alle Berechnungen waren korrekt.
2. Die Zeitreihen sind konsistent. Größere Änderungen von Jahr zu Jahr sind ausschließlich bedingt durch die Periodizität der Daten und lineare Interpolationen dazwischen.
3. Es wurden keine unerklärbaren Ausreißer der relativen Differenzen der Emissionen zum Vorjahr gefunden. Alle Änderungen gegenüber dem Vorjahr waren korrekt dokumentiert und im Nationalen Inventarbericht enthalten.

Nach Eingabe der Aktivitätsdaten und Impliziten Emissionsfaktoren (IEF) in die ZSE-Datenbank (Zentrales System Emissionen) wurde zur Kontrolle ein Abgleich der im ZSE berechneten Emissionen mit den Emissionsergebnissen durchgeführt, die mit den TI-eigenen Inventarmodellen errechnet wurden. Die Schritte der Qualitätskontrolle und ihre Ergebnisse sind in der Inventarbeschreibung vollständig dokumentiert, die von der Nationalen Koordinierungsstelle archiviert wird.

#### 7.1.8.3 Verifizierung

Die Ergebnisse bzw. IEF, differenziert nach C-Pools und Landnutzungskategorien, wurden mit denen der Nachbarstaaten verglichen. Details dazu finden sich in den jeweiligen Unterkapiteln.

### 7.1.8.4 Reviews und Reports

Im September 2010 erfolgte ein In Country Review. Dessen wesentlichste Konsequenz war, dass die Methodiken für die Landnutzungsmatrix und Kohlenstoffvorratsänderungen bei Mineralböden nicht akzeptiert wurden. Deutschland hat die Methoden schrittweise geändert und in der Submission 2012 erstmals vollständig angewendet und für alle Landnutzungskategorien 20-jährige Übergangszeiten nach Landnutzungswandel eingeführt. Des Weiteren wurden die Datengrundlagen, Methoden und nationalen Hintergründe für die nationalen Emissionsfaktoren wesentlich detaillierter und strukturierter beschrieben, um die Transparenz des Inventars zu erhöhen. Alle Daten und Dokumente sind zentral im THG-Wiki des Thünen-Instituts und der Nationalen Koordinierungsstelle archiviert. Entsprechend den Empfehlungen aus den Centralized Reviews zu den Submissionen 2011 und 2012 und dem Entwurf der Empfehlungen aus dem Centralized Review zur Submission 2013, wurden für die Landnutzungskategorien Grünland und Feuchtgebiete weitere Sub-Kategorien dargestellt. Die Erklärungen zu den von Reviewern missverstandenen Berechnungen der Biomasse- und Streupools im Wald wurden ergänzt.

### 7.1.9 Geplante Verbesserungsmaßnahmen

Eine Übersicht über die geplanten Verbesserungsmaßnahmen und deren Bearbeitungsstand finden sich in Kapitel 10.4, Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Für den LULUCF-Bereich sind dort Verbesserungsmaßnahmen bezüglich der Aktivitätsdaten (Rekonstruktion der Landnutzungsmatrix 1990; Implementierung einer Karte der organischen Böden Deutschlands; Implementierung der BWI 2012) und Emissionsfaktoren (organische und mineralische Böden; Heckenbiomasse; Ergebnisse der BWI 2012) aufgeführt.

Die Überarbeitung der Landnutzungsmatrix bzw. Validierung der Datenpunkte für das Jahr 1990 anhand von zusätzlichen, großmaßstäblichen, aus CIR-Datensätzen abgeleiteten, Kartenwerken (Kapitel 7.1.3) wurde für diese Submission in großen Teilen erfolgreich umgesetzt (Kapitel 7.1.3.3). Für drei weitere Bundesländer liegen klassifizierte CIR-Daten vor, allerdings mit gravierenden technischen Fehlern. Wenn diese behoben werden können, wird die Landnutzungsmatrix 1990 weiter validiert. In dieser Submission erfolgte die vollständige Einarbeitung der Ergebnisse der BWI 2012, mit Auswirkungen auf Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren (Kapitel 7.2).

Die darüber hinausgehenden geplanten Verbesserungsmaßnahmen basieren auf nationalen Forschungsprojekten. Diese sind noch nicht abgeschlossen (Bodenzustandserhebung Landwirtschaft) bzw. deren Ergebnisse noch nicht überprüft (peer review) und veröffentlicht (Forschungsprojekt „Organische Böden“ und „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Wäldern“). Daher ist der Zeitplan zur Umsetzung dieser Maßnahmen abhängig vom Abschluss der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse und Qualitätsprüfung für die Berichterstattung. Neue Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren werden entsprechend der Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 (Thünen-Institut, 2012) erst nach festgelegten Prüfkriterien qualitätskontrolliert und für die Berichterstattung freigegeben:

1. Organische Böden

- Validierung der bisherigen EF oder bei Änderungsbedarf Nutzung neuer nationaler EF für organische Böden frühestens zum NIR 2015 (CRF Kategorien 5.A - 5.E)
  - Neue Kartengrundlage für organische Böden: Validierung der bisherigen Daten oder bei Änderungsbedarf Nutzung der neuen Kartengrundlage für organische Böden frühestens zum NIR 2015 (CRF Kategorien 5.A - 5.E)
2. Mineralböden
    - Erste regionale Ergebnisse der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft werden ab NIR 2015 zu Validierungszwecken genutzt (CRF Kategorien 5.B - 5.C)
    - Nationale Validierung der bisherigen EF oder bei Änderungsbedarf Nutzung neuer nationaler EF flächendeckend frühestens zum NIR 2020 (CRF Kategorien 5.B - 5.C)
  3. Heckenbiomasse: nach Veröffentlichung des Projektabschlussberichts frühestens zum NIR 2015

## 7.2 Wälder (5.A)

### 7.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.A)

CRF 5.A	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Forest Land	CO <sub>2</sub>	L	-/T2	-69.331,7 (5,65%)	-51.850,9 (5,54%)		-25,21%
Forest Land	N <sub>2</sub> O	-	-	58,7 (0,00%)	65,4 (0,01%)		11,57%
Forest Land	CH <sub>4</sub>	-	-	8,6 (0,00%)	1,9 (0,00%)		-78,41%

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	CS/T2	RS/NS	CS
CH <sub>4</sub>	T2	RS	D
N <sub>2</sub> O	T2/CS	RS/NS	D

Die Quellgruppen Forest Land remaining Forest Land (5.A.1) und *Land converted to Forest Land* (5.A.2) sind für CO<sub>2</sub>-Emissionen Hauptkategorien nach GPG-LULUCF (IPCC, 2003) und nach der Tier-2-Analyse.

In der Kategorie *Forest Land* wird über die Emission/Einbindung von CO<sub>2</sub> aus mineralischen und organischen Böden, der ober- und unterirdischen Biomasse, Streu, Totholz, Waldbrand sowie Kalkung<sup>79</sup> berichtet; außerdem über Lachgasemissionen aus Waldbränden und Drainage organischer Böden sowie Methanemissionen aus Waldbränden.

Die Gesamtemissionen aus den Wäldern betragen im Jahre 2012 -51.723 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Dabei entfielen -45.924 Gg CO<sub>2</sub> auf die Einbindung aus dem Zuwachs an Phytomasse und -9.902 Gg CO<sub>2</sub> auf die Einbindung in den mineralischen Böden. Aus dem Totholz wurden 2.016 Gg CO<sub>2</sub> und aus der Streu 1.348 Gg CO<sub>2</sub> freigesetzt. Durch die Drainage organischer Böden wurden 677 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente freigesetzt. Durch Kalkung emittierten zusätzlich 61 Gg CO<sub>2</sub> und durch Waldbrände 2 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

Die Zeitreihen der Emissionen aus den Wäldern (siehe Abbildung 50 und Abbildung 51) verdeutlichen, dass die Summe der Treibhausgaseinbindungen der Wälder im Jahr 2002 „sprunghaft“ zurückgegangen und 2008 gestiegen sind. Der Grund für die Sprünge ist die

<sup>79</sup> Für die Kalkung von Wäldern gibt es keine Möglichkeit diese Werte in den CRF-Tabellen unter 5.A einzugeben. Deshalb wurde in der CRF-Tabelle 5 (IV), unter 5.G „Other“, die Kalkung von Wäldern eingetragen.

periodische Erfassung im Rahmen der Bundeswaldinventuren. Weitere Details hierzu werden im Kapitel 7.2.4.1.1 beschrieben.

Ausschlaggebend für die Einbindungen in der Waldkategorie sind die Pools Phytomasse (76,63 %) und mineralische Böden (16,52 %). Quellen entstehen durch Totholz, Streu, Drainage, Kalkung und Waldbrände. Die Quellen tragen mit 6,85 % nur einen sehr geringen Anteil zur Treibhausgasbilanz im Wald bei.

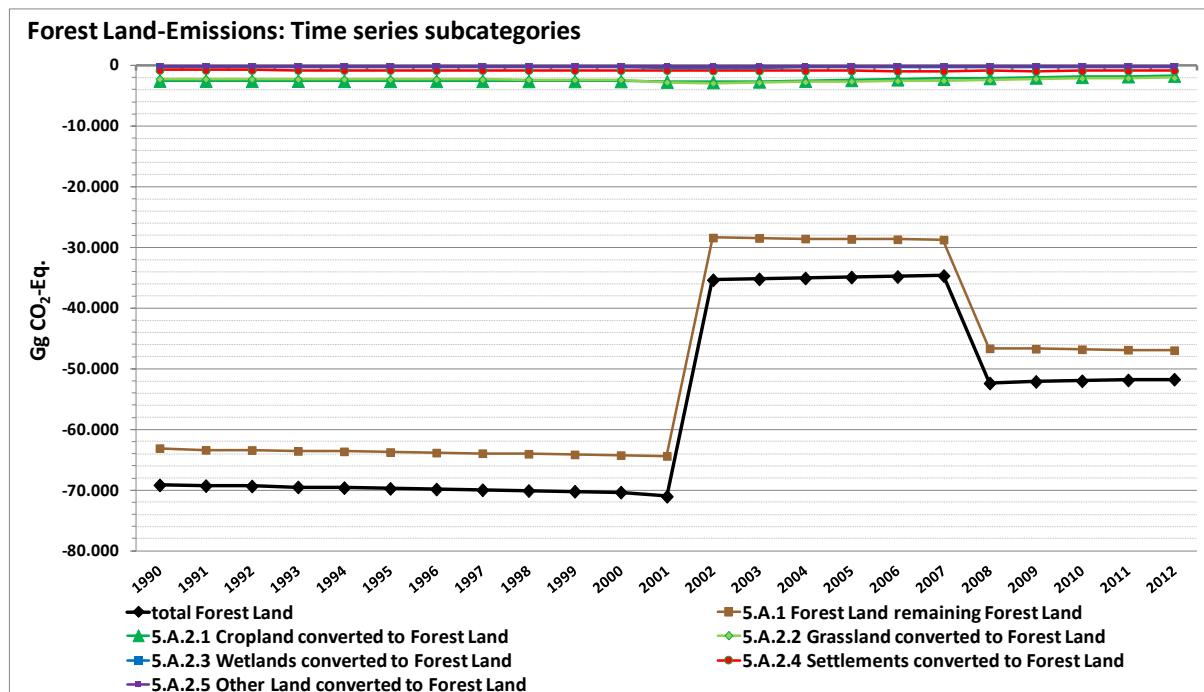


Abbildung 50: Treibhausgasemissionen (Summe aus CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O) [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2012 nach Subkategorien

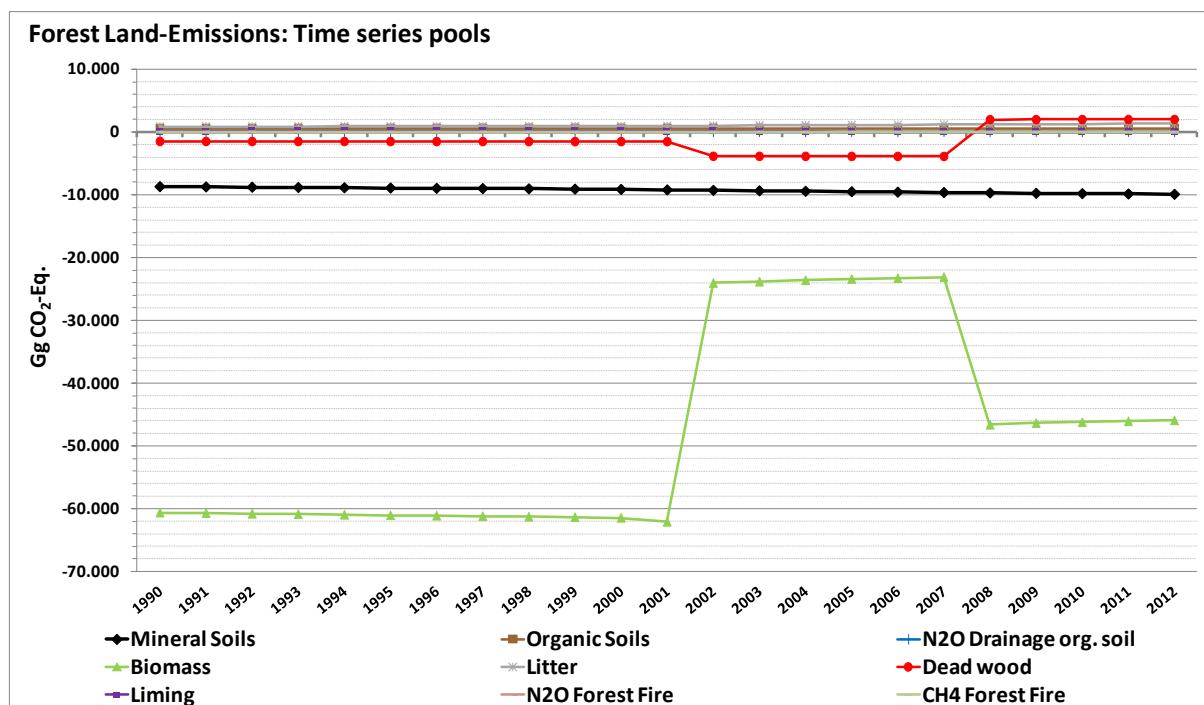


Abbildung 51: Treibhausgasemissionen (Summe aus CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O) [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Wäldern von 1990 – 2012 nach Pools

Die Kategorie „Wald“ wird in der Good Practice Guidance for Land use, Land-use Change and Forestry (GPG-LULUCF, IPCC, 2003) und in den offiziellen Berichtstabellen im Common Reporting Format (CRF) für die an das Klimassekretariat zu übermittelnden Treibhausgasinventare in verbleibende Waldfläche, die im Berichtszeitraum unverändert Wald bleibt (Forest Land remaining Forest Land) und Neuwald, der durch Aufforstung oder natürliche Sukzession auf zuvor anderweitig genutzten Flächen entstanden ist (Land converted to Forest Land), unterteilt. Zu beachten ist, dass mit einer 20jährigen Übergangszeit (transition time) mit einer Datengrundlage ab dem Jahr 1970 gerechnet wird (siehe Kapitel 7.1.3).

### **7.2.1.1 Verbleibende Waldfläche (Forest Land remaining Forest Land) (5.A.1)**

Als verbleibende Waldfläche wird die Fläche bezeichnet, die im Berichtsjahr unverändert Wald bleibt. Hinzu kommen Flächen, die nach 20 Jahren von der Kategorie Neuwald in die verbleibende Waldfläche wechseln. Die verbleibende Waldfläche unterscheidet sich von der Gesamtwaldfläche durch das Weglassen der Neuwaldflächen, die in einer gesonderten Kategorie betrachtet werden (siehe Kapitel 7.2.1.2).

### **7.2.1.2 Neuwaldflächen (Land converted to Forest Land) (5.A.2)**

Neue Waldflächen entstehen durch Sukzession, Wiederbewaldung und Aufforstung und speichern Kohlenstoff mit Beginn der Umwandlung. Nach IPCC GPG-LULUCF (2003) verbleibt Neuwald 20 Jahre lang in dieser Kategorie und geht dann in die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ über.

Es ist zu beachten, dass die C-Vorräte vorheriger Landnutzungen nach der Umwandlung abgezogen werden. Informationen dazu finden sich in den Kapiteln 0 bis 0.

## **7.2.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Waldflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungsdatenbanken (5.A)**

Zur Ermittlung der Waldflächen, der eingetretenen Landnutzungsänderungen, der Schätzung der Emissionsfaktoren für Boden, Biomasse, Streu und Totholz sowie für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten bzw. in verschiedenen Zeiträumen sowie für die Emissionsberechnung für Waldbrand, Düngung und Drainage wurden folgende Datenquellen genutzt:

- Bundeswaldinventur 1987 (BWI 1987)
- Bundeswaldinventur 2002 (BWI 2002)
- Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012)
- Datenspeicher Waldfonds (DSWF)
- Bodenzustandserhebung im Wald I (BZE I)
- Bodenzustandserhebung im Wald II (BZE II)
- Bodeninventurdaten von dem Projekt BioSoil (BioSoil)
- GSE Forest Monitoring<sup>80</sup>: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)

<sup>80</sup> GSE =GMES Services Elements

GMES = Global Monitoring for Environment and Security

- CORINE Land Cover (CLC)
- Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000)
- Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland
- Düngemittelstatistik vom Statistischen Bundesamt

### 7.2.2.1 Bundeswaldinventur, Inventurstudie 2008 und Datenspeicher Waldfonds

Die Bundeswaldinventur erfasst die großräumigen Waldverhältnisse und forstlichen Produktionsmöglichkeiten auf Stichprobenbasis nach einem einheitlichen Verfahren in Deutschland. Sie ist eine terrestrische Stichprobeninventur mit permanent markierten Probepunkten in einem 4 km x 4 km Grundnetz, das auf Wunsch der Bundesländer regional verdichtet wurde<sup>81</sup>. Die erste Bundeswaldinventur (BWI 1987) erstreckte sich nur über das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland in ihren Grenzen vor 1990 und Westberlin und wurde in dem Zeitraum 1986 bis 1989 (Stichjahr 1987) durchgeführt. Die zweite Bundeswaldinventur (BWI 2002) wurde in den Jahren 2001 bis 2003 (Stichjahr 2002) als Wiederholungsinventur in den alten Bundesländern und als Erstinventur in den neuen Bundesländern durchgeführt (BMVEL, 2001; BMELV, 2005). Aktuell werden die Daten der dritten Bundeswaldinventur (BWI 2012) ausgewertet, die von 2011 bis 2012 (Stichjahr 2012) im gesamten Bundesgebiet als Wiederholungsinventur durchgeführt wurde. Die Ergebnisse fließen bereits in die diesjährige Berichterstattung ein. Mit den Daten der BWI 2012 stehen zum Ende der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls aktuelle Werte zum Zustand und zur Veränderung des Waldes bereit.

Daten zum Zustand des Waldes zu Beginn der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls wurden im Jahr 2008 auf einer Teilstichprobe der Bundeswaldinventur im Netz von 8 km x 8 km ermittelt. Diese sogenannte Inventurstudie 2008 (IS08) bedient sich im Wesentlichen der Methodik der Bundeswaldinventur (SCHWITZGEBEL et al. 2008, BMELV 2010).

Der Datenspeicher Waldfonds (DSWF) enthält flächendeckende Forsteinrichtungsdaten für das Gebiet der DDR bis 1993. Diese Daten wurden in periodischen Abständen erhoben und jährlich mit Wachstumsmodellen fortgeschrieben sowie nach Vollzugs- und Änderungsmeldungen der Forstbetriebe aktualisiert (BMELF, 1994).

### 7.2.2.2 Bodenzustandserhebung im Wald (BZE und BioSoil)

Zur Bestimmung der Kohlenstoffemissionen aus Waldböden wurde die Vorratsänderungsmethode angewandt (IPCC 2003). Dazu konnten Daten aus den drei bodenkundlichen Inventuren BZE I, BioSoil und BZE II genutzt werden. Die BZE I wurde von 1987 bis 1992, BioSoil von 2006 bis 2007 und die BZE II von 2006 bis 2008 durchgeführt. Bei allen drei Inventuren wurden sowohl die gesamte organische Auflage, im folgendem nach IPCC (2003) Streu genannt, als auch der Mineralboden beprobt. Die Daten der drei Inventuren wurden von den Bundesländern erhoben.

Bei der BZE I (WOLFF & RIEK 1996) und BZE II (WELLBROCK et al. 2006) wurden Waldböden deutschlandweit in einem Raster von 8 km x 8 km beprobt. Dazu wurden an jedem Rasterpunkt in einem Radius von 10 m acht Satellitenproben um eine zentrale Bodengrube mit freigelegtem Bodenprofil genommen. Die Anzahl der Rasterpunkte betrug bei der BZE I 1800 und bei der BZE II 2000. Die Zunahme in der Stichprobenanzahl

<sup>81</sup> weitere Informationen: <http://www.bundeswaldinventur.de>

zwischen beiden Inventuren erklärt sich v.a. dadurch, dass Flächen betreten werden durften, bei denen zuvor keine Zutrittserlaubnis vorlag (z.B. sind alte Truppenübungsplätze jetzt zugänglich).

Im Zeitraum der BZE II wurde parallel die BioSoil–Erhebung (UN-ECE 2006) an 425 Punkten in einem Raster von 16 km x 16 km durchgeführt. Probenahme- und Analysemethodik entsprachen der BZE II–Methodik. Die Rasterpunkte der drei Inventuren lagen zum Großteil jeweils innerhalb eines Radius von 30 m. Bei ca. 400 Punkten ist es zu einer systematischen Rasterverschiebung gegenüber der BZE I gekommen.

Während für die BZE I eine Datenbank mit ca. 1800 Punkten vorliegt, für die Kohlenstoffvorräte für die Streu und den Mineralboden (0 – 30 cm) berechnet wurden (WOLFF & RIEK 1996), ist die Übermittlung der Daten aus den BZE II–Erhebungen von den Bundesländern an eine gemeinsame Bundesdatenbank gegenwärtig nahezu abgeschlossen. Für die BZE II liegen Daten von ca. 1.800 Rasterpunkten für die Kohlenstoffvorratsberechnung vor. Die Analysen und deren Bewertung mit den Länderexperten sind noch nicht abgeschlossen.

### 7.2.2.3 Weitere Aktivitätsdaten

Weitere Aktivitätsdaten umfassen

- GSE Forest Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung für die neuen Bundesländer
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)
- CORINE Land Cover (CLC)

Details dazu sind in Kapitel 7.1.3.2.1 beschrieben.

## 7.2.3 *Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssystemen und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.A)*

### 7.2.3.1 Walddefinition der Bundeswaldinventur

Grundlage der Berichterstattung ist die Walddefinition der Bundeswaldinventur (BMVEL, 2001):

Wald im Sinne der BWI ist, unabhängig von den Angaben im Kataster oder ähnlichen Verzeichnissen, jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch kahl geschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungsstreifen, Waldblößen und Lichtungen, Waldwiesen, Wildäusungsplätze, Holzlagerplätze, im Wald gelegene Leitungsschneisen, weitere mit dem Wald verbundene und ihm dienende Flächen einschließlich Flächen mit Erholungseinrichtungen, zugewachsene Heiden und Moore, zugewachsene ehemalige Weiden, Almflächen und Hutungen sowie Latschen- und Grünerlenflächen. Heiden, Moore, Weiden, Almflächen und Hutungen gelten als zugewachsen, wenn die natürlich aufgekommene Bestockung ein durchschnittliches Alter von fünf Jahren erreicht hat und wenn mindestens 50 % der Fläche bestockt sind. In der Flur oder im bebauten Gebiet gelegene bestockte Flächen unter 1.000 m<sup>2</sup>, Gehölzstreifen unter 10 m Breite und Weihnachtsbaum- und Schmuckkreisgulturen sowie zum Wohnbereich gehörende Parkanlagen sind nicht Wald im Sinne der BWI. Wasserläufe bis 5 m Breite unterbrechen nicht den Zusammenhang einer Waldfläche.

Abweichend zur Walddefinition der Bundeswaldinventur wurden Flächen, die nach der BWI als Wald zählen, aber dort als Waldkategorie Nichtholzboden erfasst wurden und somit unbestockt sind, bei der Kohlenstoffvorrats- und -änderungsbrechnung nicht berücksichtigt. Kurzumtriebsplantagen werden bei der BWI als Wald erfasst, sind aber nicht Wald in Sinne der Waldinventur, des Waldgesetzes und des Inventars.

Nach den IPCC GPG-LULUCF (2003) bleibt Neuwald 20 Jahre lang in dieser Kategorie und geht erst dann in die Kategorie „verbleibende Waldfläche“ über. Für die Aufforstungsfläche werden Daten ab 1970 berücksichtigt.

### 7.2.3.2 Bestimmung der Waldfläche und der Veränderung

Für die Herleitung der Aktivitätsdaten für den LULUCF-Sektor wird einheitlich für alle Landnutzungskategorien ein Stichprobensystem verwendet, für das Landnutzungen den Stichprobenpunkten für bestimmte Zeitpunkte und aus verschiedenen Datenquellen zugeordnet wurden und aus dem eine Landnutzungsmatrix von 1990 bis 2012 erstellt wurde. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise ist im Kapitel 7.1.3 zu finden. Für die Forstkategorien verbleibende Waldfläche und Neuwaldflächen sind die Aktivitätsdaten in Tabelle 257 zusammengefasst.

Tabelle 257: Waldfläche, verbleibender Wald und Flächenveränderungen von anderen Landnutzungskategorien zu Neuwald von 1990 bis 2012 inklusive 20-jähriger Transition Time nach dem Konventions-Reporting

Jahr	Waldfläche [ha]	Verbleibende Waldfläche (5.A.1) [ha]	Acker Umwandlung zu Wald (5.A.2.1) [ha]	Grünland i.e.S. Umwandlung zu Wald (5.A.2.2) [ha]	Gehölze Umwandlung zu Wald (5.A.2.2) [ha]	Terrestrische Feuchtgebiete Umwandlung zu Wald (5.A.2.3) [ha]	Gewässer Umwandlung zu Wald (5.A.2.3) [ha]	Siedlungen Umwandlung zu Wald (5.A.2.4) [ha]	Sonstiges Land Umwandlung zu Wald (5.A.2.5) [ha]
1990	11.030.927	10.424.728	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1991	11.048.323	10.442.124	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1992	11.065.719	10.459.520	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1993	11.083.114	10.476.916	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1994	11.100.510	10.494.311	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1995	11.117.906	10.511.707	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1996	11.135.301	10.529.103	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1997	11.152.697	10.546.498	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1998	11.170.093	10.563.894	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
1999	11.187.489	10.581.290	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
2000	11.204.884	10.598.686	206.628	236.367	52.264	27.539	5.786	68.855	8.761
2001	11.208.905	10.621.161	198.667	229.216	50.466	26.342	5.517	69.133	8.403
2002	11.212.926	10.643.637	190.706	222.065	48.669	25.144	5.247	69.412	8.045
2003	11.216.947	10.666.113	182.745	214.914	46.872	23.947	4.978	69.691	7.687
2004	11.220.968	10.688.589	174.784	207.764	45.075	22.750	4.709	69.970	7.328
2005	11.224.989	10.711.065	166.823	200.613	43.278	21.553	4.439	70.248	6.970
2006	11.229.010	10.731.428	159.814	196.190	40.995	20.442	4.415	69.093	6.632
2007	11.233.031	10.751.791	152.804	191.768	38.713	19.332	4.391	67.938	6.294
2008	11.237.052	10.772.154	145.794	187.345	36.431	18.222	4.367	66.783	5.956
2009	11.240.189	10.791.472	138.655	183.474	35.084	17.194	4.203	64.389	5.718
2010	11.243.327	10.810.790	131.516	179.603	33.737	16.167	4.038	61.995	5.480
2011	11.246.465	10.830.108	124.377	175.733	32.390	15.140	3.874	59.601	5.243
2012	11.249.603	10.849.427	117.238	171.862	31.043	14.112	3.709	57.207	5.005

## 7.2.4 Methodische Aspekte (5.A)

### 7.2.4.1 Biomasse

#### 7.2.4.1.1 Verbleibende Waldfläche

Für die alten Bundesländer liegen für den Zeitraum bis 2002 Daten aus zwei Bundeswaldinventuren (Stichtage: 1.10.1987 und 1.10.2002) vor. Die C-Vorräte in der Biomasse nahmen in den Wäldern der alten Bundesländer zwischen der BWI 1987 und BWI 2002 um  $1,26 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  zu. Die Vorratsanreicherung ist auf die geringe Nutzung im Vergleich zum Zuwachs zurückzuführen. Für die neuen Bundesländer wurden wegen Fehlens einer der BWI 1987 vergleichbaren Erstinventur die Daten der BWI 2002 mit den Daten des Datenspeichers Waldfonds (DSWF) verglichen. Bei dem Vergleich zeigte sich eine Netto-Kohlenstoffvorratsanreicherung von  $1,83 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Für den Zeitraum von 2002 bis 2008 stehen für die Veränderungsrechnung für Gesamtdeutschland die Daten der BWI 2002 und der Inventurstudie 2008 (IS08) zur Verfügung. Auf Basis dieser Informationen wurde eine C-Vorratsanreicherung von  $0,43 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  für das gesamte Bundesgebiet berechnet. Mit den neuen Daten der BWI 2012 konnte für die Periode von 2008 bis 2012, welche den Zeitraum der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls entspricht, eine weiterführende Vorratsveränderung mit den Daten der IS08 und der BWI 2012 berechnet werden, welche  $1,03 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  beträgt.

Nichts desto trotz hat die Senkenwirkung der bewirtschafteten Wälder unter Forest Management im Jahr 2002 deutlich abgenommen. Ein Grund hierfür ist die nahezu Verdopplung der Nutzungsmenge. So wurden in der ersten Inventurperiode (1987 – 2002) in den alten Bundesländern durchschnittlich rund 47,9 Mio.  $\text{m}^3$  Vorratsfestmetern (Vfm) pro Jahr geerntet; in der Inventurperiode 2002 – 2008 dagegen rund 89,0 Mio.  $\text{m}^3$  (Vfm). Trotz der Zunahme der Nutzungsmengen und den daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen blieben diese in der Summe unter den CO<sub>2</sub>-Einbindungen. Ab dem Jahr 2008 konnte mit den Daten der BWI 2012 wieder eine größere Senkenwirkung nachgewiesen werden. Auch dies ist auf die Nutzungsmenge zurückzuführen, die wieder abgenommen hat.

Die Einschlagsstatistik für die gesamte Bundesrepublik – welche jedoch abweichende Werte wiedergibt (siehe DIETER & ENGLERT 2005) – weist einen ähnlichen Trend mit durchschnittlich 39 Mio.  $\text{m}^3$  Erntefestmetern (Efm)<sup>82</sup> in der Periode 1991 – 2001, durchschnittlich 57 Mio.  $\text{m}^3$  (Efm) in der Periode 2002 – 2007 und durchschnittlich 53 Mio  $\text{m}^3$  (Efm) in der Periode 2008 – 2012 auf (siehe Abbildung 53). Die Datenqualität der Holzeinschlagsstatistik ist allerdings schlecht, da viele Teilgrößen auf Expertenschätzung beruhen. „Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Bundeswaldinventur sowie anderer vorstehend vorgestellter Schätzungen lassen sich die Angaben der amtlichen Holzeinschlagsstatistik nicht mehr glaubwürdig vertreten. Dies gilt sowohl für den Einschlag insgesamt als auch für einzelne Teilaggregate“ (DIETER & ENGLERT 2005, S. 7). Daher ist die Holzeinschlagsstatistik als Datenquelle für das nationale Inventar ungeeignet.

In Abbildung 52 sind die Kohlenstoffvorräte für die vier Inventurzeitpunkte angegeben. Die Daten von 1987 bzw. 1993 kommen aus der BWI 1987 bzw. dem DSWF, von 2002 aus der BWI 2002, von 2008 aus der IS08 und von 2012 aus der BWI 2012. Auch diese Zahlen

<sup>82</sup> In Vorratsfestmetern wird die Holzmasse des stehenden Baumes angegeben. Der Erntefestmeter entspricht dem Vorratsfestmeter abzüglich der Verluste bei der Holzernte.

verdeutlichen die Zunahme des Kohlenstoffvorrates in den Wäldern, wobei hier nur die Vorräte für die verbleibenden Waldflächen ohne Neuwaldflächen berücksichtigt wurden.

Die Wälder der Bundesrepublik Deutschland sind damit insgesamt eine Nettosenke für Kohlenstoff.

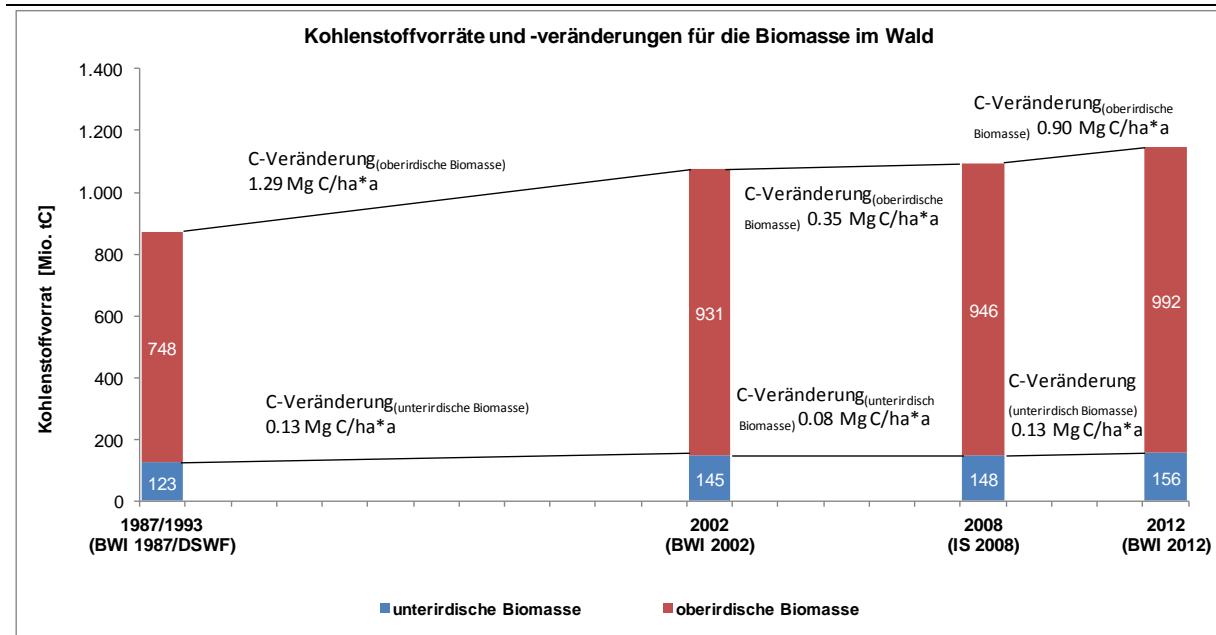


Abbildung 52: Kohlenstoffvorräte und -veränderung für die unterirdische und oberirdische Biomasse im Wald für die Jahre 1987/1993, 2002, 2008 und 2012

Die Berechnung der Änderungen der Kohlenstoffvorräte für die Biomasse erfolgt mit der „Stock-Change-Method“ (IPCC 2003, S. 3.24). Durch die Anwendung dieser Methode erhält man einen durchschnittlichen landesspezifischen Emissionsfaktor (Tier 2) für die Zeiträume zwischen den jeweiligen Jahren, für die Datenquellen vorhanden sind. Somit gibt es einen IEF vor 2002, der die durchschnittliche Biomasseveränderung zwischen BWI 1987 und BWI 2002 in den alten Bundesländern und DWSF und BWI 2002 in den neuen Bundesländern widerspiegelt, einen IEF für die Periode 2002 bis 2008 der eine durchschnittliche Biomasseveränderung zwischen BWI 2002 und IS08 (2008) und einen IEF für 2008 bis 2012 der eine durchschnittliche Biomasseveränderung zwischen IS08 und BWI 2012 für ganz Deutschland wiedergibt. Dadurch erfolgt zwischen den Jahren 2001/ 2002 und 2007/2008 eine Anpassung der Biomasseveränderungen, die zu den sogenannten „Sprüngen“ führt (siehe Kapitel 7.2.1 Abbildung 50).

Der Grund für die Veränderungen ist die Holznutzung, die in der Inventurperiode 2002 bis 2008 zugenommen und in der Periode 2008 bis 2012 wieder abgenommen hat. Abbildung 53 gibt den Zusammenhang zwischen der Holznutzung und der Biomasseveränderung wieder.

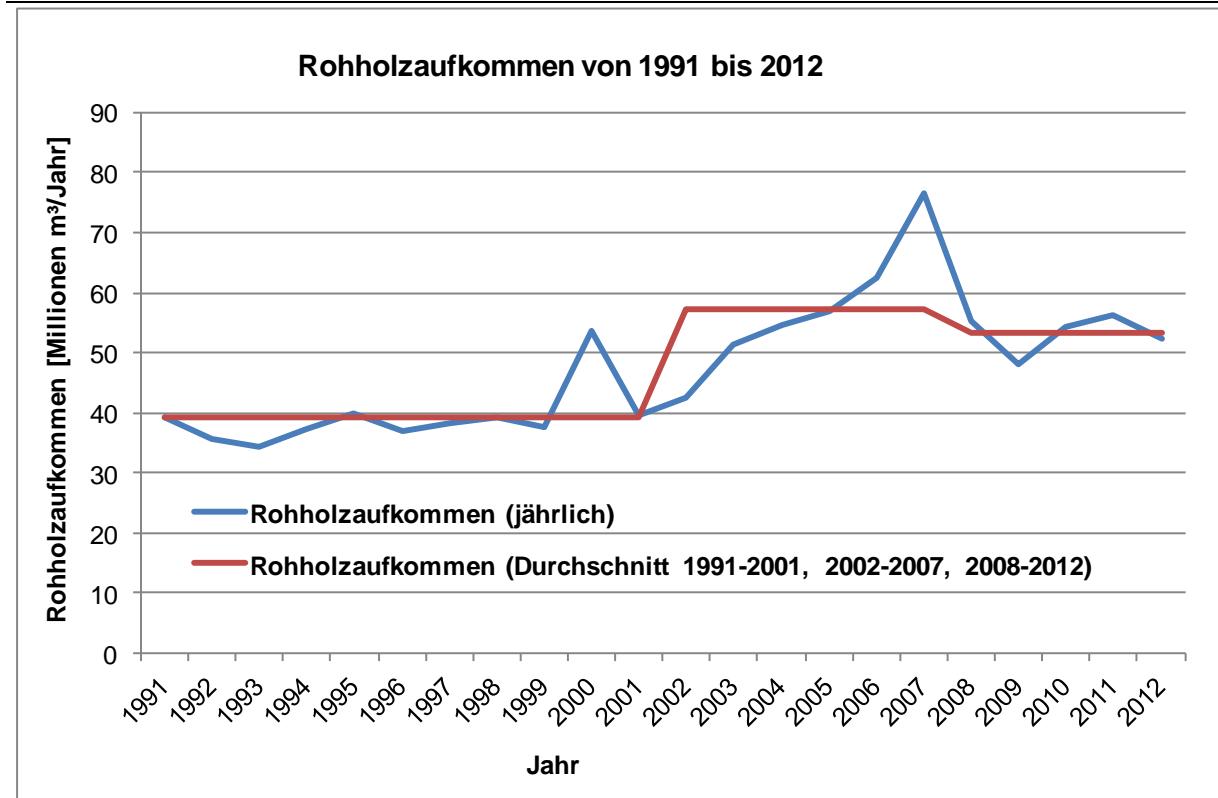


Abbildung 53: Rohholzaufkommen im Wald nach Holzeinschagsstatistik des Statistischen Bundesamtes jährlich und für die Perioden 1991 bis 2001, 2002 bis 2007 und 2008 bis 2012

Der im letzten Emissionsinventar angegebene zweite Grund für die Sprünge war die sich verändernde Altersstruktur der deutschen Wälder. Durch die Ergebnisse der BWI 2012 zeigt sich, dass dieser Effekt keinen signifikanten Einfluss auf die Vorratsveränderung hat.

#### 7.2.4.1.2 Neuwaldfläche

Für die Neuwaldfläche wurde auf Basis der BWI 1987, BWI 2002 und BWI 2012 eine Einzelbaumberechnung durchgeführt. Für den Zeitraum bis 2002 wurden nur Bäume in den alten Bundesländern berücksichtigt, da die BWI 1987 nur dort durchgeführt wurde. Ab dem Jahr 2002 erfolgte eine Berechnung für Gesamtdeutschland. Die Kohlenstoffvorräte wurden für jede Umwandlungsfläche einer Landnutzungskategorie in Wald berechnet und am Ende in der Kategorie Neuwald zusammengefasst. Die Vorräte der Vornutzungskategorien wurden abgezogen und somit berücksichtigt.

Da für den Zeitraum von 1990 bis 2002 in den neuen Bundesländer die Holzvorräte der Neuwaldflächen nicht direkt aus dem Vergleich zweier Inventuren abgeleitet werden konnten, wurden die Werte der alten Bundesländer verwendet.

Die Biomassevorräte am Ende der Vegetationsperiode 2002 bzw. 2012 entsprechen der Vorratszunahme in der Biomasse über den gesamten Betrachtungszeitraum seit 1987. Diese Vorratszunahme wurde linear in den Perioden 1990 bis 2002 und 2002 bis 2012 interpoliert. Die Daten der IS08 sind für die Berechnung der Biomasse von Neuwaldflächen ungeeignet, da keine Neuwaldflächen aufgenommen wurden. Die C-Vorratsanreicherung in der Biomasse beträgt für 1990 bis 2002 jedes Jahr  $3,40 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  und für 2002 bis 2012 jedes Jahr  $3,64 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Zu beachten ist, dass die Aufforstungsflächen 20 Jahre in

dieser Landnutzungskategorie verbleiben. Bei den jährlich hinzukommenden Flächen ist der C-Vorratsverlust von der Vornutzung im Umwandlungsjahr zu berücksichtigen, der sofort als Emission gewertet wird. In Tabelle 258 sind die C-Vorräte der Vornutzung aller Landnutzungskategorien flächengewichtet zusammengefasst (siehe auch Kapitel 7.1.7).

Tabelle 258: Kohlenstoffvorräte der Vornutzung als flächengewichtetes Mittel aller Vornutzungskategorien

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
C-Vorräte [MgC ha <sup>-1</sup> ]	11,18	11,26	11,11	11,36	11,22	11,29	11,37	11,41	11,38	11,45	11,40
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
C-Vorräte [MgC ha <sup>-1</sup> ]	11,79	11,68	11,56	11,85	11,78	8,81	8,88	8,99	11,17	11,06	11,16
Jahr	2012										
C-Vorräte [MgC ha <sup>-1</sup> ]	11,23										

#### 7.2.4.1.3 Herleitung der Einzelbaumbiomassen

Für die Berechnung von C-Vorräten wurden für 1987 für die alten Bundesländer die Daten der BWI 1987 (ca. 230.000 vermessene Bäume) verwendet. Für die neuen Bundesländer liegen mit dem Datenspeicher Waldfonds die Daten der Forsteinrichtung bis 1993 in aggregierter Form zur C-Vorratsberechnung vor. Die BWI 2002 mit ca. 377.000 vermessenen Bäumen bildet die Datengrundlage für das Stichjahr 2002 für Deutschland. Ergänzt werden die BWI-Daten durch die wiederholte Aufnahme von ca. 83.000 Bäumen in der Inventurstudie 2008. Neu hinzugekommen sind in dieser Submission und damit direkt zum Ende der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls die Daten der BWI 2012 mit rund 537.000 aufgenommenen Bäumen. Diese Datenquellen bilden so gute Berechnungsgrundlagen für die C-Vorratsveränderungsschätzungen, dass die „stock-change-method“ der „default-method“ vorgezogen werden konnte (IPCC, 2003: S. 3.24).

Ebenfalls neu in dieser Submission sind die Methoden zur Ableitung von einzelbaumweisen Biomassen aus den in der Bundeswaldinventur erhobenen Daten. In der Vergangenheit hatte man auf die Verwendung von direkt auf die Inventurdaten (bspw. Brusthöhendurchmesser (BHD) und Höhe (H)) zurückgreifende Biomassefunktionen verzichtet und stattdessen ein Verfahren angewandt, bei dem das aus der Inventur verfügbare Derbholzvolumen in das oberirdische Baumholzvolumen expandiert wird (PISTORIUS et. al., 2006). Im nächsten Schritt erfolgte die Schätzung der oberirdischen Biomasse der Einzelbäume durch die Multiplikation der Baumholzvolumen mit der Raumdichte. Gründe für das Vorgehen waren, dass die Erkenntnisse damals vorliegender Biomasseuntersuchungen auf einer geringen Stichprobenzahl basierten und von Bäumen stammten, die in anderen Klimazonen wuchsen (Skandinavien, Sibirien, Nordamerika) und/oder nur die lokalen Wuchs- und Standortsverhältnisse sowie deren Behandlungsvarianten repräsentieren (UNFCCC 2011).

Das zuständige Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft stellte in den letzten Jahren Mittel bereit, die auf Basis der alten Datengrundlagen abgeleiteten Funktionen zu überprüfen. Dabei wurden in ganz Deutschland rund 1000 Fichten, Kiefern, Buchen und Eichen zwischen 7 und 90 cm BHD gefällt, exakt vermessen sowie die oberirdische Biomasse erfasst. Zusätzlich wurden in einer separaten Studie 621 Bäume < 7 cm BHD der Baumarten Fichte, Tanne, Kiefer, Buche, Eiche, Esche und Bergahorn entnommen, um auch für diesen Bereich verlässliche Biomasseschätzungen vorliegen zu haben. Die Ergebnisse dieses Projektes sind dem Endbericht (KÄNDLER & BÖSCH 2013) zu entnehmen.

Anhand dieser rund 1600 Probäume, welche über ganz Deutschland verteilt wurden, konnten nicht nur die alten Volumensexpansionsfunktionen überprüft, sondern auch neue Biomassefunktionen abgeleitet werden. Sie spiegeln die aktuellen Wuchsformen und Bewirtschaftungsweisen wider. Die Anwendung einer nunmehr deutschlandweit gültigen Biomassefunktion hat mehrere Vorteile:

- Sie verzichtet auf die Verwendung modellierter Werte, wie das Volumen
- Sie verzichtet auf die Schachtelung von Modellen (Volumensfunktion, Volumensexpansionsfunktion, Rohdichtefunktion)
- Sie nutzt verstärkt direkt gemessene Größen, bspw. den BHD, bzw. nur zum Teil modellierte Größen wie die Baumhöhe und den Durchmesser in 30% der Baumhöhe (D03).

Die unterirdische lebende Biomasse wurde bisher über Bestandesmassenverhältnisse abgebildet. Hierzu wurde die oberirdische Biomasse, nach Baumarten getrennt, für jeden Stichprobenpunkt auf den Hektarwert aggregiert. Dieser Wert wurde mit den IPCC-Standardwerten (IPCC, 2003, Table 3A.1.8) multipliziert, um die Wurzelbiomasse abzuleiten. Diese Methode ist vor allem bei Mischbeständen intransparent und die IPCC-Standardwerte sind für Deutschland nicht repräsentativ. Aus diesem Grund wird nun auch die unterirdische Biomasse ab dieser Submission über direkte Biomassefunktionen hergeleitet. Dies geschieht mit Hilfe bundesweit möglichst repräsentativer, vorhandener Funktionen (siehe Kapitel 7.2.4.1.5).

Insgesamt wird die Berechnung der ober- und unterirdischen Biomasse durch Anwendung der neuen Biomassefunktionen vereinfacht, vor allem aber transparenter. Die Anwendung der neuen Biomassefunktionen führt bei allen Inventurzeitpunkten zu einer geringen Abnahme der Biomassevorräte, aber auch zu einer geringen Abnahme der Biomasseveränderungen. Da über den gesamten Berichtszeitraum in den deutschen Wäldern Kohlenstoff sequestriert wird, führt dies zu einer konservativen Schätzung der Senkenleistung.

#### **7.2.4.1.4 Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse**

Die rund 1600 Bäume der Studie von KÄNDLER & BÖSCH (2013) beschränkten sich auf die Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche. Alle weiteren Baumarten werden mit Ausnahme der Weichlaubhölzer den bereits genannten zugeordnet. Würden die Weichlaubhölzer ebenfalls der Baumart Buche zugeordnet und die entsprechenden Funktionen und Koeffizienten angewendet, wäre eine deutliche Überschätzung der Biomasse für diese Baumartengruppe die Folge. Aus diesem Grund wurde über sogenannte Pseudobeobachtungen basierend auf den GRUNDNER & SCHWAPPACH (1952)-Tafeln für die Weichlaubhölzer eine Biomassefunktion gleichen Typs gefittet.

Die Biomassefunktionen nach Baumartengruppen gliedert sich in drei Teile:

- Bäume  $\geq 10$  cm BHD
- Bäume  $\geq 1,3$  m Höhe und  $< 10$  cm BHD sowie
- Bäume  $< 1,3$  m Höhe

Bei Bäumen  $< 1,3$  m Höhe (hier kann kein BHD gemessen werden) ist eine Differenzierung nach den genannten 5 Baumartengruppen nicht mehr sinnvoll. Deshalb wird hier nur nach Nadel- und Laubholz unterschieden. In den Übergangsbereichen wurden die Funktionen mit

Hilfe statistischer Verfahren geglättet, so dass hier mögliche Sprünge zwischen den Funktionen weitestgehend vermieden wurden.

Im Folgenden sind die Funktionen zur Ableitung der oberirdischen Biomasse aus den Bundeswaldinventurdaten und deren Koeffizienten, getrennt nach Baumartengruppen aufgeführt.

### Bäume ab 10 cm BHD

Gleichung 17

$$Y_{Biom_0} = b_0 e^{b_1 \frac{BHD}{BHD+k_1}} e^{b_2 \frac{D03}{D03+k_2}} H^{b_3}$$

$Y_{Biom_0}$  = Oberirdische Biomasse in kg pro Einzelbaum,

$b_{0,1,2,3}$  und  $k_{1,2}$  = Koeffizienten der Marklunfunktion

BHD = Brusthöhendurchmesser in cm

D03 = Durchmesser in cm auf 30% der Baumhöhe

H = Baumhöhe in m

Tabelle 259: Koeffizienten der Biomassefunktion für Bäume  $\geq 10$  cm BHD

Baumart	<b>b<sub>0</sub></b>	<b>b<sub>1</sub></b>	<b>b<sub>2</sub></b>	<b>b<sub>3</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>2</sub></b>	<b>RMSE%</b>
Fichte	0,75285	2,84985	6,03036	0,62188	42,0	24,0	11,2
Kiefer	0,33778	2,84055	6,34964	0,62755	18,0	23,0	15,6
Buche	0,16787	6,25452	6,64752	0,80745	11,0	135,0	18,8
Eiche	0,09428	10,26998	8,13894	0,55845	400,0	8,0	12,1
Weichlaubholz	0,27278	4,19240	5,96298	0,81031	13,7	66,8	50,0 <sup>83</sup>

### Bäume > 1,3 m Höhe und < 10 cm BHD

Gleichung 18

$$Y_{Biom_0} = b_0 + \left( \frac{b_s - b_0}{d_s^2} + b_3(BHD - d_s) \right) BHD^2$$

$Y_{Biom_0}$  = Oberirdische Biomasse in kg pro Einzelbaum,

$b_{0,s,3}$  = Koeffizienten der Funktion

BHD = Brusthöhendurchmesser in cm

$d_s$  = Durchmessergültigkeitsgrenze für diese Funktion = 10 cm

Tabelle 260: Koeffizienten der Biomassefunktion für Bäume  $\geq 1,3$  m Höhe und  $< 10$  cm BHD

Baumart	<b>b<sub>0</sub></b>	<b>b<sub>s</sub></b>	<b>b<sub>3</sub></b>
Fichte	0,41080	26,63122	0,01370
Kiefer	0,41080	19,99943	0,00916
Buche	0,09644	33,22328	0,01162
Eiche	0,09644	28,94782	0,01501
Weichlaubholz	0,09644	16,86101	-0,00551

<sup>83</sup> Für diese Funktion ist keine Angabe des RMSE% verfügbar, deshalb wurde der IPCC-Default von 50% eingesetzt.

**Bäume < 1,3 m Höhe**

Gleichung 19

$$Y_{BIOM_0} = b_0 H_1^b$$

 $Y_{BIOM_0}$  = Oberirdische Biomasse in kg pro Einzelbaum, $b_{0,1}$  = Koeffizienten der Funktion $H$  = Baumhöhe in m

Die Baumhöhe bei Bäumen unter 1,3 m Höhe wird bei der Bundeswaldinventur lediglich in zwei Stufen erfasst: 20 — 50 cm und 50 bis 130 cm, so dass hier in die Funktion die jeweiligen Mittelwerte dieser Klassen von 35 cm und 90 cm als Standardwerte eingesetzt werden.

Tabelle 261: Koeffizienten der Biomassefunktion für Bäume &lt; 1,3 m Höhe

Baumart	$b_0$	$b_1$
Fichte	0,23059	2,20101
Buche	0,04940	2,54946

Für die Neuen Bundesländer lagen für den Zeitpunkt 1990 keine Inventurdaten vor. Einzigst verfügbare Datenquelle ist der Datenspeicher Waldfonds von 1993, welcher die Vorräte und die Waldflächen für die Neuen Bundesländer nach einer einheitlichen Methode erfasst. Deshalb wurden, wie in den vergangenen Submissionen auch, die Derbholzvorräte mittels der in BURSCHEL et. al (1993) beschriebenen Methoden in Biomasse umgewandelt. In einem ersten Schritt wird das Derbholzvolumen mit dem Wurzelprozent multipliziert, so dass daraus die Angabe des unterirdischen Volumens resultiert. Anschließend wird das Derbholzvolumen + des unterirdische Volumen mit einem Volumensexpansionsfaktor multipliziert. Daraus resultiert das gesamte Baumholzvolumen. Wird vom Baumholzvolumen das Derbholz- und unterirdische Volumen subtrahiert, erhält man das Astvolumen. Anschließend werden die Volumina mit der Raumdichte multipliziert, wobei für das Astvolumen nach PISTORIUS et. al (2006) spezifische Raumdichten verwendet werden. Alle Werte sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 262: Wurzelprozent und Raumdichten zur Konvertierung der Datenspeicher Waldfonds-Daten

Baumart	Wurzelprozent (bis 20 Jahre)	Wurzelprozent (> 20 Jahre)	RMSE%	Raumdichte (Derbholz + Wurzel)	Raumdichte (Astholz)	RMSE%
Fichte	100	30	50	0,38	0,49	18,8
Tanne	100	25	50	0,36	0,49	22,7
Douglasie	100	25	50	0,41	0,49	20,7
Kiefer	100	25	50	0,43	0,49	27,2
Lärche	100	25	50	0,49	0,49	18,2
Buche	100	25	50	0,56	0,54	13,7
Eiche	100	25	50	0,57	0,57	19,8
Hartlaubholz	100	25	50	0,56	0,57	15,0
Weichlaubholz	100	25	50	0,46	0,54	8,7

Tabelle 263: Volumensexpanionsfaktoren zur Konvertierung von Derbholzvolumen + unterirdisches Volumen zum Baumholzvolumen der Datenspeicher Waldfonds-Daten

Baumart	0 bis 20 Jahre	21 bis 40 Jahre	41 bis 60 Jahre	61 bis 80 Jahre	81 bis 100 Jahre	101 bis 120 Jahre	121 bis 140 Jahre	141 bis 160 Jahre	> 160 Jahre	RMSE %
Fichte	4	1,65	1,51	1,45	1,45	1,45	1,46	1,47	1,48	50
Tanne	4	1,52	1,44	1,44	1,38	1,41	1,41	1,42	1,41	50
Douglasie	4	1,65	1,51	1,45	1,45	1,45	1,46	1,47	1,48	50
Kiefer	4	1,51	1,42	1,40	1,36	1,34	1,34	1,34	1,33	50
Lärche	4	1,51	1,42	1,40	1,36	1,34	1,34	1,34	1,33	50
Buche	4	1,69	1,47	1,41	1,38	1,39	1,39	1,38	1,39	50
Eiche	4	1,58	1,41	1,39	1,37	1,35	1,34	1,35	1,34	50
Hartlaubholz	4	1,69	1,47	1,41	1,38	1,39	1,39	1,38	1,39	50
Weichlaubholz	4	1,69	1,47	1,41	1,38	1,39	1,39	1,38	1,39	50

Sowohl für das Wurzelprozent als auch für den Volumensexpanionsfaktor sind keinerlei Unsicherheiten bekannt. Aus diesem Grund wird hier der IPCC-Default von 50% verwendet.

#### 7.2.4.1.5 Konvertierung in unterirdische Biomasse

Um zwischen der Herleitung der oberen und der unteren Biomasse möglichst vergleichbare und transparente Methoden anzuwenden, wurden hier ebenfalls mit dieser Submission Biomassefunktionen basierend auf reviewten Artikeln eingeführt. Lediglich für die Kiefer wurde in den letzten Jahren eine eigene Biomassefunktion zur Ableitung der unterirdischen Biomasse entwickelt. Alle gewählten Biomassefunktionen folgen der Form:

Gleichung 20

$$Y_{BIO M_u} = b_0 \cdot BHD_1^b$$

$Y_{BIO M_u}$  = unterirdische Biomasse in kg pro Einzelbaum,  $b_{0,1}$  = Koeffizienten der unterirdischen Biomassefunktion.

Tabelle 264

Baumart	$b_0$	Parameter	$b_1$	RMSE%	Region	Quelle
Fichte	0.003720	BHD [cm]	2.792465	34,6	Solling	BOLTE (2003)
Kiefer	0.006089	BHD [cm]	2.739073	26,3	Barnim	NEUBAUER & DEMANT (in Vorbereitung)
Buche	0.018256	BHD [cm]	2.321997	49,0	Solling	BOLTE (2003)
Eiche	0.028000	BHD [cm]	2.440000	50,0 <sup>84</sup>	Nordost Frankreich	DREXHAGE (2001) in BOLTE (2003)
Weichlaubholz (Wurzelbiomasse)	0.000010	BHD [mm]	2.529000	9,6	Südschweden	JOHANNSON (2012)
Weichlaubholz (Wurzelstumpfbiomasse) <sup>85</sup>	0.000116	BHD [mm]	2.290300	15,9	Südschweden	JOHANNSON (2012)

Auf die Verwendung von Log-Funktionen, welche in der Literatur ebenfalls vorhanden sind (siehe Abbildung 54), wurde bewusst verzichtet. Eine „Rücktransformierung“ der Fehlerwerte zur Weiterverwendung im Fehlerbudget ist nicht möglich bzw. es stellte sich heraus, dass bei Vorliegen der original Messwerte, die log-Fehlerangaben nach einer „Rücktransformation“ ähnlich hoch ausfallen, wie in der ursprünglichen Skaleneinheit.

Neben der Thünen-Institut-eigenen Kiefernfonktion (NEUBAUER & DEMANT in Vorbereitung) ist auch die Funktion von DREXHAGE (2001) in BOLTE (2003) für Eiche für

<sup>84</sup> Für diese Funktion ist keine Angabe des RMSE% verfügbar, deshalb wurde der IPCC-Default von 50% eingesetzt.

<sup>85</sup> Der mittlere RMSE% beider Funktionen (Wurzelstumpfmasse + Wurzelmasse) beträgt 24,2%.

Europa einzigartig. Die gewählten Funktionen für Buche und Fichte decken einen wesentlich breiteren Bereich in der BHD-Verteilung ab, vor allem im stärkeren Bereich, als Vergleichsstudien von WUTZLER et. al. (2008) und WIRTH et. al.(2004a). Die Funktionen haben somit einen wesentlich geringeren Extrapolationsbereich, wodurch ein „abdriften“ der Biomassewerte nach oben vermieden wird (siehe Abbildung 54).

Gleichzeitig wurden die gewählten Funktionen für Fichte und Buche jedoch nur in einem kleinen Gebiet, dem Solling erhoben. Dagegen beziehen die Funktionen von WUTZLER et. al. (2008) und WIRTH et. al.(2004a) Daten aus verschiedenen, geographisch unterschiedlichen Studien ein.

Dieser Vergleich der gewählten Funktionen für Fichte, Buche und Weichlaubholz (jeweils durchgezogene Linie in Abbildung 54) mit weiteren Veröffentlichungen zeigt, dass die gewählten Funktionen stets konservative Biomassevorräte schätzen. Die Veränderungsraten zwischen zwei Zuständen sind somit ebenfalls im Bezug auf andere Funktionen gering. Da im Pool der unterirdischen Biomasse über den gesamten Berichtszeitraum Kohlenstoff akkumuliert wird, sind die Schätzungen zur Sequestrierungsrate konservativ.

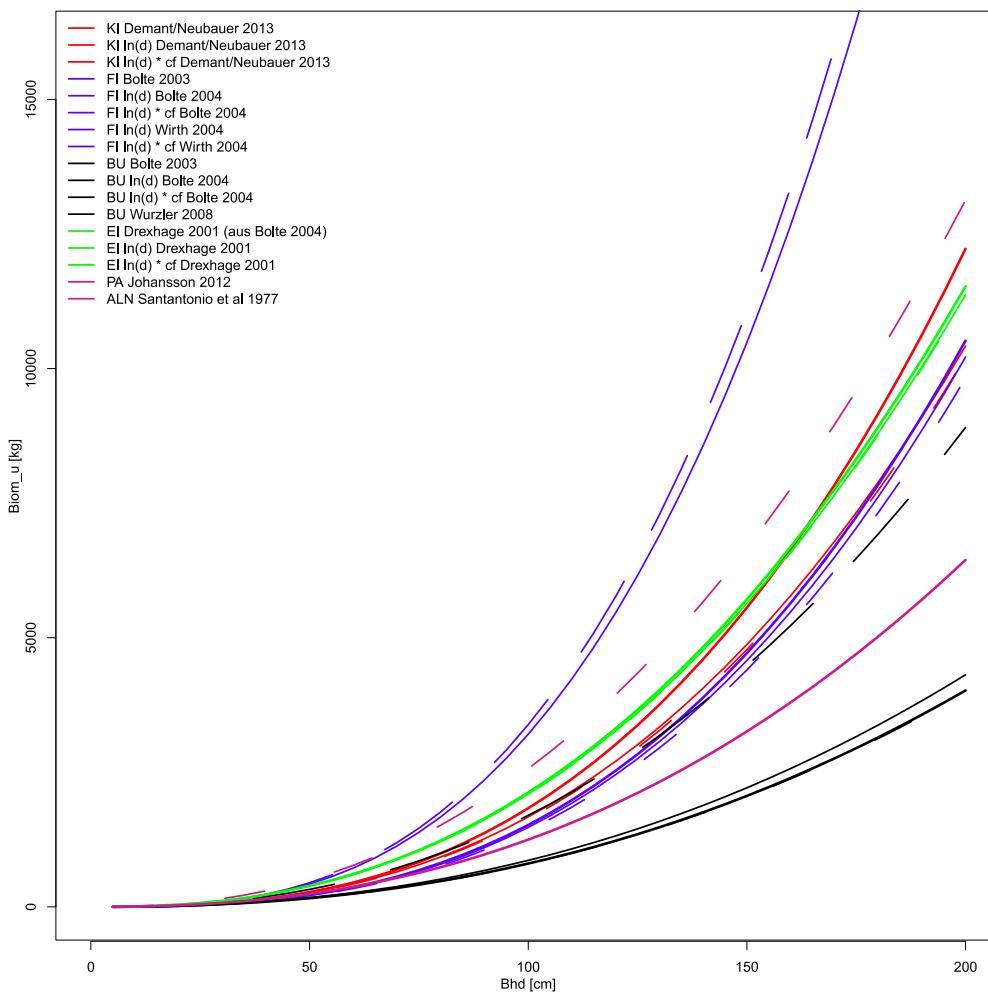


Abbildung 54: Vergleich verschiedener Funktionen zur Ableitung der unterirdischen Biomasse

#### 7.2.4.1.6 Konvertierung der Einzelbaumbiomasse in Kohlenstoff

Für die Konvertierung der Biomasse in C-Vorräte wurde der IPCC-Defaultvalue (IPCC, 2003, Gleichung 3.2.3) von 0,5 angewandt. WIRTH et al. (2004) berichten, dass die Unterschiede zwischen den Kompartimenten innerhalb einer Baumart größer sind als die Unterschiede

zwischen den Baumarten. Sie kommen auf eine Spanne von 0,5 bis 0,56 gC g<sup>-1</sup> in Nadelbäumen. Der relative Standardfehler des Kohlenstoffgehaltes in Holz wird von BURSCHEL et al. (1993) mit 1 bis 2 % angegeben, WEISS et al. (2000) benutzten 2 %. Insgesamt scheint daher ein mittlerer C-Gehalt von 0,5 gC g<sup>-1</sup> als gute Annahme für den durchschnittlichen Gehalt mit einem relativen Standardfehler von ± 2 % als angemessen.

#### 7.2.4.1.7 Zustandsschätzer für 1987, 2002, 2008 u. 2012

Einige Bundesländer verwenden ein Stichprobennetz, das dichter ist als 4 x 4 km. Darüber hinaus haben einige Bundesländer das Stichprobennetz zwischen den Inventuren verdichtet. Daher muss die Hochrechnung auf die Bundesfläche stratifiziert nach homogenen Netzdichten nach sogenannten Samplingstraten erfolgen. An dieser Stelle werden die Hochrechnungsprozeduren für den stratifizierten Stichprobenplan für die Zielgrößen Derbholzvorrat, Biomasse und Kohlenstoff zu einem Zeitpunkt vorgestellt. Berechnet werden die Zustände zu den Zeitpunkten 1987, 2002, 2008 und 2012. Die Hochrechnungsalgorithmen sind für unterschiedliche Aussageeinheiten (gesamtes Bundesgebiet, verschiedene Regionen (Alte/Neue Bundesländer) und unterschiedliche LULUCF- bzw. ARD-Kategorien) identisch.

Die Bundeswaldinventur ist eine Traktstichprobe. Die kleinste Stichprobeneinheit ist der Trakt (Cluster) mit vier Trakt-Ecken (Probepunkten). An der Grenze des Inventurgebietes bzw. der Straten gibt es jedoch unvollständige Trakte mit variabler Größe, d.h. die Anzahl Stichprobenpunkte (Trakt-Ecken im Wald und Nichtwald) innerhalb eines Traktes kann zwischen den Werten 1 bis 4 variieren. Für jeden Trakt  $c$ , der im Stratum / lokalisiert ist, muss vorab die lokale Dichte ( $Y$ ) berechnet werden:

Gleichung 21

$$Y_{lc} = \frac{\sum_{m=1}^M I_{l,c,m} Y_{l,c,m}}{M_{l,c}}$$

mit  $M_{l,c}$  = Anzahl Stichprobenpunkte des Traktes  $c$  im Stratum  $l$ . Daraus ergibt sich der Mittelwertschätzer bezogen auf Wald und Nichtwald für das Stratum  $l$  wie folgt:

Gleichung 22

$$\hat{Y}_l = \frac{\sum_{c_l=1}^{C_l} M_{l,c} Y_{lc}}{\sum_{c_l=1}^{C_l} M_l}$$

Der Gesamtschätzer für eine Zielgröße über alle Straten hinweg ( $\hat{Y}_{st}$ ) ist ein mit den Flächenanteilen der Straten gewichteter Mittelwert aus den einzelnen Stratenschätzern:

Gleichung 23

$$\hat{Y}_{st} = \sum_{l=1}^L \hat{Y}_l \frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)}$$

Das Total einer Zustandsschätzung ergibt sich durch Multiplikation des Gesamtschätzers mit der Gesamtfläche  $\lambda(U)$ .

Gleichung 24

$$\hat{Y}_{st} = \hat{\bar{Y}}_{st} \lambda(U)$$

Der (wald-) flächenbezogene Mittelwert ist definiert als Quotienten- oder Ratioschätzer ( $\hat{R}_{st}$ ) aus:

Gleichung 25

$$\hat{R}_{st} = \frac{\hat{Y}_{st}}{\lambda(U_{Wald})}$$

#### **7.2.4.1.8 Schätzer für die Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“**

Für die Berechnung der Veränderung zwischen zwei Zeitpunkten (den Perioden 1987 und 2002, 2002 und 2008 bzw. 2008 und 2012) wurde die CFI (Continuous Forest Inventory)Methode gewählt, d.h. für die Hochrechnung werden nur die Trakt-Ecken herangezogen, die zu beiden Zeitpunkten aufgenommen wurden. Die Veränderungsschätzung beruht somit auf der Differenz beider Zustandsschätzungen. Auf Ebene der Straten wird die Gesamtveränderung geschätzt durch:

Gleichung 26

$$\hat{G}_l = \hat{Y}_l^{(t_2)} - \hat{Y}_l^{(t_1)}$$

Die Schätzung der Gesamtveränderung über die Straten hinweg für die gesamte Aussageeinheit erfolgt analog zu Gleichung 23. Die Schätzung des Veränderungstotals berechnet sich nach Gleichung 24. Die Veränderung des flächenbezogenen Mittelwertes ergibt sich aus:

Gleichung 27

$$\hat{G}_{Rst} = \hat{R}_{st}^{(t_2)} - \hat{R}_{st}^{(t_1)}$$

#### **7.2.4.1.9 Interpolation der Zeiträume hin zu jährlichen Veränderungsschätzungen**

Da es sich bei der Bundeswaldinventur um eine periodisch wiederkehrende Inventur handelt, müssen die Veränderungsschätzungen zwischen zwei Zeiträumen interpoliert werden, um jährliche Veränderungsraten, sogenannte Emissionsfaktoren, zu erhalten. Für die Zeiträume zwischen den Inventuren BWI 1987, BWI 2002, Inventurstudie 2008 und BWI 2012 erfolgte eine lineare Interpolation auf Ebene der LULUCF- bzw. ARD-Klassen. Der Emissionsfaktor  $EF$  für eine LULUCF-Klasse ist somit als Quotient des flächenbezogenen Mittelwertes und der Anzahl Jahre  $a$  im Inventurintervall definiert:

Gleichung 28

$$EF = \frac{\hat{G}_{Rst}}{a}$$

Demzufolge entspricht Gleichung 27 der Gleichung 3.2.3 der IPCC GPG 2003:

$$\Delta C = \frac{(C_{t_2} - C_{t_1})}{(t_2 - t_1)}$$

Für eine zukünftige Fortschreibung der Veränderungsschätzungen über den Inventurzeitraum hinaus (Extrapolation) wird ebenfalls ein linearer Trend angenommen.

## 7.2.4.2 Totholz

### 7.2.4.2.1 Verbleibende Waldfläche

Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte im Totholz wurden die Daten der BWI 2002 (BMELV 2005), der Inventurstudie 2008 und der BWI 2012 verwendet. Totholzdaten zum Zeitpunkt der BWI 1987 stehen nicht zur Verfügung, da bei dieser Inventur kein Totholz aufgenommen wurde. Die terrestrische Aufnahme der BWI 2002 beschränkte sich auf Totholz mit einem Durchmesser ab 20 cm am dickeren Ende bei liegendem Totholz bzw. BHD bei stehendem Totholz sowie Stöcke ab 50 cm Höhe oder 60 cm Schnittflächendurchmesser (BMVEL 2001). Aufgrund der Vorgaben der Klimaberichterstattung wurde die Erfassungsgrenze für Totholzobjekte bei den Erhebungen der Inventurstudie 2008 und der BWI 2012 auf einen Durchmesser ab 10 cm am dickeren Ende gesenkt (BMELV 2010). Bei allen drei Waldinventuren erfolgte eine Unterteilung in die drei Baumartengruppen Nadelbäume (NDH), Laubbäume (LBH) (außer Eiche) und Eiche (EI). Der Zersetzunggrad des Totholzes wurde nach vier Kategorien angesprochen (BMELV 2010, BMVEL 2001).

Für die Berichterstattung nach IPCC (2003) wurde aus den in der Inventurstudie erhobenen Daten die Relation des Totholzvorrates zwischen der Aufnahmegrenze von 10 cm und 20 cm ermittelt. Unter der Annahme, dass dieses Verhältnis zum Zeitpunkt der BWI 2002 gleich war, erfolgte die Schätzung des Totholzvorrates ab 10 cm Aufnahmegrenze für das Jahr 2002. Für die Totholzvorräte der BWI 2002 der Inventurstudie (2008) und der BWI 2012 wurde die Biomasse für die einzelnen Zersetzungsgarde mit der Raumdichte nach FRAVER et al (2002) für Nadelholz und nach MÜLLER-USING & BARTSCH (2009) für Laubholz ermittelt. Für die Berechnung der Raumdichte des Laubholzes wurden die Totholzobjekte der Baumartengruppen Laubbäume (außer Eiche) und Eiche zusammengelegt. Einen Überblick über die verwendeten Biomasse Expansionsfaktoren und deren Fehler getrennt nach Baumartenklassen und Zersetzungsgarde finden sich in Tabelle 265.

Tabelle 265: Biomasse Expansionsfaktoren (BEF) und deren Fehler (RMSE%) für die Baumartenklassen und Zersetzungsgarde (NDH = Nadelbäume, LBH = Laubbäume, EI = Eiche)

Totholzart	Zersetzungsgrad	BEF	RMSE%	Quelle
NDH	1 frisch abgestorben	0.372	17,2	FRAVER (2002)
NDH	2 beginnende Zersetzung	0.308	27,9	FRAVER (2002)
NDH	3 fortgeschrittene Zersetz.	0.141	35,5	FRAVER (2002)
NDH	4 stark vermodert	0.123	25,2	FRAVER (2002)
LBH	1 frisch abgestorben	0.58	12,1	MÜLLER-USING (2009)
LBH	2 beginnende Zersetzung	0.37	43,2	MÜLLER-USING (2009)
LBH	3 fortgeschrittene Zersetz.	0.21	33,3	MÜLLER-USING (2009)
LBH	4 stark vermodert	0.26	65,4	MÜLLER-USING (2009)
EI	1 frisch abgestorben	0.58	12,1	MÜLLER-USING (2009)
EI	2 beginnende Zersetzung	0.37	43,2	MÜLLER-USING (2009)
EI	3 fortgeschrittene Zersetz.	0.21	33,3	MÜLLER-USING (2009)
EI	4 stark vermodert	0.26	65,4	MÜLLER-USING (2009)

Die jährliche Änderung des C-Vorrates im Totholz wurde nach Gleichung 28 (IPCC, 2003, Gleichung 3.2.12) berechnet und beträgt für die Periode 2002 bis 2007 0,0967 MgC ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und für 2008 bis 2012 -0,0519 MgC ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Für den Zeitraum von 1990 bis 2001 wurde eine mittlere Totholzvorratsveränderung der Perioden 2002-2007 und 2008-2012 gleichbleibend für alle Jahre angenommen, die 0,0368 MgC ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> beträgt.

Gleichung 29

$$\Delta C_{FF_{DW}} = \frac{A * (B_{t_2} - B_{t_1})}{T} CF$$

mit:

$\Delta C_{FF_{DW}}$  = jährliche Änderung des Kohlenstoffes im Totholz auf verbleibenden Waldflächen

A = Fläche des verbleibenden Waldes

$B_{t_1}$  = Totholzvorrat zum Zeitpunkt t<sub>1</sub> (Beginn der Periode) für den verbleibenden Wald

$B_{t_2}$  = Totholzvorrat zum Zeitpunkt t<sub>2</sub> (Ende der Periode) für den verbleibenden Wald

T=(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>) = Zeitraum zwischen den beiden Schätzungen

CF = Kohlenstoffkonversionsfaktor (Standardwert = 0,5)

#### 7.2.4.2.2 Neuwaldfläche

Für die Bestimmung von Totholzvorräten für Neuwaldflächen standen nur die Daten der BWI 2012 zur Verfügung. Bei der Inventurstudie 2008 wurden keine Neuwaldflächen erhoben, die BWI 2002 beschränkte sich auf die Aufnahme von Totholz mit einem Durchmesser ab 20 cm am dickeren Ende bei liegendem Totholz bzw. BHD bei stehendem Totholz und bei der BWI 1987 wurde kein Totholz erfasst.

Die jährliche Änderung des C-Vorrates im Totholz auf Neuwaldflächen wurde nach der Gleichung 3.2.28 der GPG 2003 (IPCC, 2003) berechnet. Sie ist identisch mit der Gleichung für die Veränderung der Totholzvorräte für verbleibenden Wald (siehe Gleichung 28). Der Totholzvorrat auf Neuwaldflächen für den Zeitpunkt 2012 (t<sub>2</sub>) wird aus den Daten der BWI 2012 bestimmt. Als Neuwaldflächen zählen die Flächen, die zum Zeitpunkt der BWI 1987 nicht Waldflächen waren. Daraus folgt, dass für den Zeitpunkt 1987 (t<sub>1</sub>) der Totholzvorrat mit Null angenommen wird. Der Zeitraum zwischen den zwei Zeitpunkten beträgt 25 Jahre, was sowohl für die Konventions- wie für die Kyotoberichterstattung zu einer Unterschätzung der Totholzvorratsveränderung führt und somit einen konservativen Ansatz darstellt. Die jährliche Änderung der Kohlenstoffvorräte im Totholz auf Neuwaldflächen beträgt 0,0344 MgC ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

#### 7.2.4.3 Streu

##### 7.2.4.3.1 Verbleibende Waldfläche

Die Veränderungsrechnung der C-Vorräte im Boden und Streu basiert auf den Daten der bundesweiten Bodenzustandserhebungen im Wald (BZE I und BZE II) und der BioSoil-Inventurdaten (siehe Kapitel 7.2.2.2). In dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II / BioSoil) war eine leichte Abnahme der Kohlenstoffvorräte von -0,05 MgC ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> zu verzeichnen. Es wird angenommen, dass dieser Trend auch für den Zeitraum von 2007 bis 2012 gilt. Eine ausführliche Beschreibung zum methodischen Vorgehen zur Bestimmung der Kohlenstoffveränderung in der Streu ist im Kapitel 7.2.4.3.4 zu finden.

### 7.2.4.3.2 Neuwaldflächen

Die Berechnung der Kohlenstoffvorratsänderungen erfolgte nach GI. 3.2.29 der Good Practice Guidance (IPCC (2003)). Dieser Ansatz erfordert die Herleitung der jährlichen Kohlenstoffänderungsrate. Diese wird berechnet aus den durchschnittlichen Streuvorräten im Wald unter Gleichgewichtsbedingungen und einer Übergangsperiode, die benötigt wird, bis sich die Streuvorräte bei Aufforstung aufgebaut haben.

Für die Berechnung der Streuaufage wurden die Zustandsdaten der BZE I, BZE II und von BioSoil verwendet. Danach betragen die mittleren Kohlenstoffvorräte in der Streu für das Stichjahr 1990 der BZE I  $18,58 \text{ MgC ha}^{-1}$  und für das Stichjahr 2006 der BZE II/BioSoil  $18,71 \text{ MgC ha}^{-1}$ . Somit zeigte es sich, dass die mittleren Streuvorräte im Wald ihrerseits einem leichten Trend unterlagen. Die mittleren Streuvorräte werden diesem Trend angepasst. Der mittlere Kohlenstoffvorrat in der Streu von 1991 bis 2005 wird durch Interpolation und ab 2007 durch Extrapolation berechnet und als Berechnungsgrundlage für Aufforstungsflächen herangezogen (siehe Tabelle 266). Die methodische Beschreibung für die Herleitung der Kohlenstoffvorräte in der Streu findet sich im Kapitel 7.2.4.3.3.Tabelle 266).

Tabelle 266: Emissionsfaktoren für Streu der Landnutzungskategorien zu Neuwald

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
IEF [MgC ha <sup>-1</sup> ]	0,4645	0,4633	0,4620	0,4608	0,4595	0,4583	0,4570	0,4558	0,4545	0,4533	0,4520
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
IEF [MgC ha <sup>-1</sup> ]	0,4508	0,4495	0,4483	0,4470	0,4458	0,4445	0,4433	0,4420	0,4408	0,4395	0,4383
Jahr	2012										
IEF [MgC ha <sup>-1</sup> ]	0,4370										

Für die Übergangsperiode wurde angenommen, dass sich erst nach 40 Jahren ein mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Streu einstellt. Dieser Wert wird von Standardwerten für die Kohlenstoffspeicherung in der Bodenauflage sowie von Standardwerten für die Zeiträume bis zur Erreichung eines neuen Gleichgewichtes nach PAUL et al. (2009) und den Good Practice Guidance, Tabelle 3.2.1 (IPCC (2003)) belegt. In der Tabelle 3.2.1 wird für Deutschland die warmgemäßigte Klimazone feucht angenommen und ein Mittelwert zwischen den Laub- und Nadelwaldwerten gebildet. Somit ergibt sich der jährliche Kohlenstoffaufbau in der Streu durch den mittleren Kohlenstoffvorrat des jeweiligen Jahres geteilt durch die Anzahl Jahre bis sich dieser einstellt.

Eine weitere Unterteilung der Aufforstungsflächen in die Klassen „natürliche Regeneration“ und „menschlich induziert“ wurde nicht unternommen (siehe Kapitel 11.4.1).

### 7.2.4.3.3 Herleitung der Kohlenstoffvorräte der Streu

Die Beprobung der Streu erfolgte an den Inventurpunkten anhand von Mischproben an Satelliten mit Stechrahmen unterschiedlicher Größe. Als Streu entsprechend den GPG 2003 wurde die gesamte tote organische Auflage mit dem L, Of und Oh - Horizonten angesehen. Die Messung der organischen Kohlenstoffkonzentration der Streu erfolgte durch eine vergleichbare Methodik. Dabei gilt, dass der Gesamtkohlenstoff ( $C_{\text{ges}}$ ) gleich dem organischen Kohlenstoff ( $C_{\text{org}}$ ) ist ( $[C_{\text{ges}}]=[C_{\text{org}}]$ ). Der Kohlenstoffvorrat der Streu errechnete sich aus der Fläche des Stechrahmens sowie aus dem Gewicht und der organischen Kohlenstoffkonzentration der Streu. Die Beschreibung der verwendeten Methoden bei der Beprobung und Analytik findet sich in Wellbrock et al. 2006 und KÖNIG et al. 2005.

In die Berechnung der Kohlenstoffvorräte der Streu gingen alle für die BZE I, BZE II und BioSoil vorliegenden Punkte mit Angaben zum Waldtyp ein. Alle Werte kleiner oder größer der doppelten Standardabweichung ( $x \pm 2\sigma$ ) wurden als Ausreißer aufgefasst und gelöscht. Aus den Werten der verbliebenen Datenpunkte für BZE I ( $n = 1664$ ) und BZE II / BioSoil ( $n = 1670$ ) ließen sich die C-Vorräte getrennt für Laub-, Nadel- und Mischwald angeben (siehe Tabelle 267). Die mittleren C-Vorräte der beiden Inventuren wurden als gewichtetes Mittel aus den Kohlenstoffvorräten der drei Waldtypen berechnet. Die Gewichte wurden dabei aus den Flächenanteilen der Waldtypen an der Gesamtwaldfläche aus den Corine Landnutzungsdaten 1990 und 2006 und der regionalen Netzdichte ermittelt. Die mittleren C-Vorräte der Stichproben betrugen für die BZE I  $18,58 \pm 0,30 \text{ Mg ha}^{-1}$  und für die BZE II/BioSoil  $17,78 \pm 0,33 \text{ MgC ha}^{-1}$ . Diese Werte ersetzen als länderspezifische Werte für die Streuauflage den empfohlenen Standardwert aus IPCC (2003) als Grundlage für die Berechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Streuauflage bei Entwaldung (siehe Kapitel 11.3.1.1.4) und Kohlenstoffsequestrierung in selbiger bei Aufforstungen (siehe Kapitel 7.2.4.3.2).

Tabelle 267: In den Inventuren BZE I und BZE II / BioSoil ermittelte Kohlenstoffvorräte in der Streu deutscher Wälder mit Angabe des Standardfehlers

Waldtyp	C-Vorräte (BZE I)	C-Vorräte (BZE II/BioSoil)
	[Mg C/ha]	[Mg C/ha]
Laubwald	$9,38 \pm 0,40$	$7,06 \pm 0,29$
Mischwald	$16,11 \pm 0,65$	$14,89 \pm 0,90$
Nadelwald	$23,57 \pm 0,44$	$23,54 \pm 0,46$
<b>Wald gesamt</b>	<b><math>18,58 \pm 0,30</math></b>	<b><math>17,78 \pm 0,33</math></b>

#### 7.2.4.3.4 Herleitung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/Biosoil)

Die bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte eingehenden Punkte wurden als ungepaarte Stichproben aufgefasst. Es wurde mit einem zweiseitigen T-Test für ungepaarte Stichproben getestet, ob sich die logarithmierten Kohlenstoffvorräte zu beiden Inventurzeitpunkten unterschieden. Jedem Punkt wurde dabei ein Gewicht zugeordnet, das sich aus dem Flächenanteil des jeweiligen Stratum und der regionalen Netzdichte zusammensetzte. Die durchschnittliche Differenz betrug  $-0,05 \pm 0,03 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Der Wert wichen nicht signifikant von Null ab.

Für die Neuwaldflächen wurde aus den C-Vorräten der BZE-I/BZE-II und der durchschnittlichen Differenz jährlich abnehmende Faktoren für die Streuakkumulation berechnet (siehe Kapitel 7.2.4.3.2 sowie Tabelle 266).

#### 7.2.4.4 Mineralische Böden

##### 7.2.4.4.1 Verbleibende Waldfläche

Die Hochrechnung der C-Vorräte und -veränderungen in den mineralischen Böden basiert auf der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE I und BZE II) und der BioSoil-Inventur (siehe Kapitel 7.2.2.2). Mit den vorhandenen Daten wurde eine Veränderungsrechnung für die mineralischen Böden für beide Inventuren durchgeführt. Das methodische Vorgehen wird ausführlich in den Kapiteln 7.2.4.4.3 und 7.2.4.4.4 beschrieben. Die Hochrechnung ergab über das gesamte Bundesgebiet gemittelt eine jährliche Zunahme

des Kohlenstoffvorrates im Mineralboden von  $0,27 \pm 0,09 \text{ MgC ha}^{-1}$ . Es wurde angenommen, dass dieser Trend auch für den Zeitraum 2007 bis 2012 anhielt.

#### 7.2.4.4.2 Neuwaldflächen

Für Neuwaldflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den mineralischen Böden entsprechend Kapitel 7.1.5 berechnet. Die berechneten mittleren Emissionsfaktoren (Implied Emission Factors) für das Jahr 2012 sind in Tabelle 254 im Kapitel 7.1.5 zusammengefasst und beziehen sich auf die jährliche Veränderung des Kohlenstoffvorrats der mineralischen Böden bei Landnutzungsänderung zu Neuwald bei einem Veränderungszeitraum von 20 Jahren.

#### 7.2.4.4.3 Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen

Die Herleitung der Kohlenstoffvorräte und deren Veränderungen erfolgte auf Grundlage von Inventurdaten (siehe Kapitel 7.2.2.2). Die Beprobung des Mineralbodens in der für den nationalen Inventurbericht relevanten Tiefe erfolgte an den meisten BZE-Punkten in Tiefenstufen von 0-5 cm, 5-10 cm und 10-30 cm. In wenigen Fällen wurde horizontweise beprobt. Bei der BioSoil-Inventur erfolgte die Beprobung in Tiefenstufen von 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm und 20-40 cm.

Mit der Beprobung wurden die Trockenrohdichte des Feinbodens ( $\text{TRD}_{fb}$ ), der Grobbodenanteil (GBA) und die Konzentration des organischen Kohlenstoffs ( $C_{org}$ ) nach vergleichbarer Methodik erfasst (KÖNIG et al. 2005). Die Trockenrohdichte des Feinbodens wurde durch volumengerechte Beprobung tiefenstufenweise ermittelt, wobei teilweise am Bodenprofil ermittelte Schätzwerte genutzt wurden (WOLFF & RIEK 1996, WELLBROCK et al. 2006). Fehlende Angaben zur Trockenrohdichte wurden durch vorhandene Werte aus anderen Inventuren ersetzt. Dies galt ebenfalls für den zur Berechnung der  $\text{TRD}_{fb}$  und des Feinbodenvorrats notwendigem Grobbodenanteil.

In karbonathaltigen Böden erfolgte die Messung der organischen Kohlenstoffkonzentration ( $C_{org}$ ) des Feinbodens unter Berücksichtigung des anorganischen Kohlenstoffgehalts ( $C_{anorg}$ ) ( $[C_{org}] = [C_{ges}] - [C_{anorg}]$ ). Bei nicht-karbonathaltigen Böden gilt  $[C_{org}] = [C_{ges}]$ .

Die Kohlenstoffvorräte wurden aus den Vorräten der einzelnen Tiefenstufen berechnet. Dazu mussten horizontweise erhobene Daten zunächst in Tiefenstufenabschnitte überführt werden, indem die Kohlenstoffvorräte einer Tiefenstufe gewichtet nach den Mächtigkeiten der sich überschneidenden Abschnitte und deren C-Vorräte berechnet wurden. Dies geschah ebenfalls für die abweichende Tiefenstufe 20-40 cm der BioSoil-Inventur.

Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte und deren Veränderungen zwischen beiden Inventurzeitpunkten wurde durch die Bildung von Straten ein flächenbezogener Ansatz gewählt. Grundlage zur Bildung von flächenrelevanten Straten waren die 72 Legendeneinheiten der Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000). Darin sind Leitbodentypen und Ausgangsgesteine der Bodenbildung nach deutscher Bodensystematik (AG BODEN 1994) und FAO Legende (FAO 1990) beschrieben. Da die einzelnen Klassen unterschiedlich stark mit Stichprobennpunkten besetzt waren, wurden die einzelnen Leitbodeneinheiten zu neuen Leitbodeneinheiten aggregiert, was die Grundgesamtheit je Klasse steigerte und die damit verbundene statistische Aussagekraft erhöhte. Die Klassenbildung orientierte sich sowohl nach vergleichbaren Bodentypen als auch nach Substrattyp bzw. Ausgangsgestein sowie nach Bodenart und Kalkgehalt.

Insgesamt standen 16 neue Leitbodeneinheiten mit dem entsprechenden Ausgangsgestein für die flächenbezogene Auswertung zur Verfügung (siehe Tabelle 268). Die Zuordnung der Inventurpunkte zu den Leitbodeneinheiten erfolgte anhand der bei den Inventuren aufgenommenen Daten zum Ausgangsgestein und einer eventuellen Schichtung, zum Bodentyp und den Horizontabfolgen sowie zur Bodenart.

Tabelle 268: Zusammengefasste Legendeneinheiten auf Grundlage der BÜK 1000

<b>Abk.</b>	<b>Leitbodeneinheiten nach Substrattyp, Bodenart und Kalkgehalt</b>
1	Nährstoffarme Böden aus trockenen, nährstoffarmen Sanden
2	Verschiedene Böden aus sandigen bis lehmigen Terassen- oder Flussablagerungen
3	Verschiedene Böden aus teilweise kalkhaltigen, lehmig-tonigen Terassen- oder Flussablagerungen
4	Pseudovergleyte Böden aus sandig bis lehmigen Deckschichten über Geschiebelehm
5	Verschiedene Böden aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
6	Braunerden aus nährstofffreien Sanden
7	Böden der Lössgebiete
8	Verschiedene Böden aus Hangschutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen über Terra fusca aus schluffig-tonigen Umlagerungsprodukten der Kalksteinverwitterung
9	Braunerde und Terra fusca aus Umlagerungsprodukten der Kalk-, Mergel- und Dolomitstein-Verwitterung sowie Rendzina aus Kalkstein
10	Pelosol-Braunerde / Pelosol-Pseudogley aus Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen und kalkhaltigen Schottern
11	Braunerde aus basischen und intermediären magmatischen Gesteinen
12	Braunerden aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen
13	Braunerde / Podsole aus harten Ton- und Schliffschiefern mit Anteilen von Grauwacke, Sandstein, Schluffstein, Quarzit und Phyllit
14	Podsole / Braunerde aus basenarmen Quarziten, Sandsteinen und Konglomeraten
15	Verschiedene Böden in engräumigem Wechsel aus Grauwacken, Tonschiefer, Kalkstein, Sand-Schluff- und Tonsteinen sowie Lösslehm über verschiedenen Gesteinen
16	Hochgebirgsböden aus Kalk- und Dolomitgestein sowie aus Silikatgesteinen

Für die Auswertung lagen Kohlenstoffvorräte für 1.861 Punkte der BZE I und 1.822 Punkte der BZE II / BioSoil-Inventur vor. Mit Ausnahme von zwei Bundesländern, lagen die Daten hauptsächlich als gepaarte Stichprobe vor, d.h. einem BZE I-Punkt konnte genau ein BZE II-Punkt bzw. ein BioSoil-Punkt zugeordnet werden. Die Anzahl, der in die endgültige Berechnung der Kohlenstoffvorräte und ihrer Änderungen eingehenden Punkte, war allerdings niedriger, da organische Böden ausgeschlossen wurden, die Punkte keiner Leitbodeneinheit zugeordnet werden konnten oder die Werte der Vorräte aufgrund der Ausreißeranalyse als unplausibel verworfen wurden. Für die Auswertung wurde die Gesamtstichprobe, nach Bundesländern unterteilt, in eine gepaarte und eine ungepaarte Unter-Stichprobe unterteilt. Bei der gepaarten Unter-Stichprobe konnten die Ausreißer mittels Residuen-Analyse identifiziert werden. Dazu wurden die Kohlenstoffvorräte für jede Leitbodeneinheit zu den unterschiedlichen Inventurzeitpunkten in einer linearen Regression gegeneinander aufgetragen. Ein Beispiel findet sich in Abbildung 55 links. Student-Residuen halfen, Ausreißer zu eliminieren, die nicht mit dem Rest der Daten konsistent erschienen (siehe Abbildung 55 rechts). Außerdem wurde eine "hat matrix" erzeugt, um "leverage"<sup>86</sup> Punkte zu identifizieren, die Ausreißer innerhalb der unabhängigen Variable darstellen (siehe Abbildung 55 rechts) (WEISBERG 2005).

<sup>86</sup> Leverage ist eine dimensionslose statistische Kenngröße, die angibt, wie stark ein Einzelwert die Regressionsstatistik beeinflusst

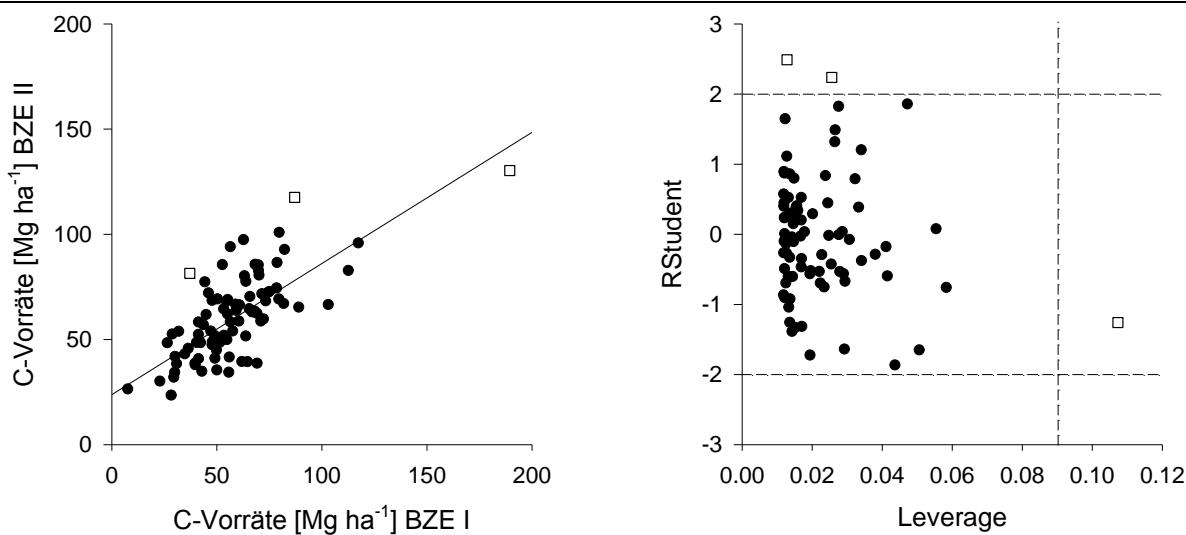


Abbildung 55: Regression zwischen C-Vorräten (0-30cm) der BZE II / BioSoil-Daten und der BZE I (links) sowie die identifizierten Ausreißer anhand der Residuen-Analyse durch Student-Residuen (rechts) und den “high leverage“-Punkten (rechts) am Beispiel der neu gebildeten Leitbodeneinheit

Da zwei Bundesländer das Raster zwischen BZE I und BZE II verschoben hatten, standen dort die Punkte, die einer Leitbodeneinheit zugeordnet werden konnten, als ungepaarte Stichprobe zur Verfügung. Hierfür erfolgte die Berechnung der Kohlenstoffvorräte durch Bildung gemittelter Werte je Leitbodeneinheit. Ausreißer wurden für jede Klasse mittels doppelter Standardabweichung ( $x \pm 2\sigma$ ) detektiert und anschließend entfernt. Weiterhin wurden organische Böden ausgeschlossen. Danach wurden die mittleren Kohlenstoffvorräte je Leitbodeneinheit mit der Jahresdifferenz in Beziehung gesetzt. Nach Beseitigung der Ausreißeranalyse blieben 1.469 Punkte der BZE I und 1.491 Punkte der BZE II / BioSoil-Inventur übrig. Davon lagen 1.030 Punkte als gepaarte Stichprobe vor.

Um Kohlenstoffvorratsänderungen flächenbezogen berechnen zu können, wurden die Anteile der Waldflächen auf den neuen Leitbodeneinheiten an der Gesamtwaldfläche Deutschlands ermittelt. Dazu wurden die CORINE Landnutzungsdaten mit der BÜK 1000 mittels eines GIS verschnitten. Der mittleren Kohlenstoffänderung für jede Leitbodeneinheit konnte die entsprechende Waldfläche zugeordnet werden. Nun konnte die durchschnittliche jährliche Änderung des organischen Kohlenstoffs unter Berücksichtigung des Anteils der neuen Leitbodeneinheiten für Deutschland berechnet werden.

#### 7.2.4.4.4 Ergebnisse der Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen

Die Kohlenstoffvorräte bis in eine Tiefe von 30 cm des Mineralbodens betrugen auf Grundlage des flächenbezogenen Ansatzes für Deutschland zum Inventurzeitpunkt der BZE I  $56,5 \pm 1,8 \text{ MgC ha}^{-1}$  und zum Inventurzeitpunkt BZE II / BioSoil  $61,1 \pm 1,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ , was eine jährliche Zunahme von  $0,27 \pm 0,09 \text{ MgC ha}^{-1}$  bedeutet. Eine Varianzanalyse (Typ III - ANOVA) zeigte, dass die Unterschiede zwischen den beiden Inventuren signifikant waren ( $p < 0,001$ ). Sowohl die Änderungsrate als auch die Gesamtvorräte liegen in einem Bereich, der für Mitteleuropa bereits von anderen Autoren abgeschätzt wurde. Die jährliche Kohlenstoffsequestrierung des durchwurzelten Bereichs wurde zwischen  $0,1 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (NABUURS & SCHELHAAS 2002) und  $0,9 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (SCHULZE et al. 2000) angegeben. Die meisten Literaturwerte basieren zumeist auf modellhaften Hochrechnungen und

berücksichtigen den gesamten durchwurzelten Bereich des Bodens (LISKI et al. 2002; DE VRIES et al. 2006). Im Vergleich zu diesen Studien standen deutlich mehr Messdaten in einem engeren Punkteraster zur Verfügung, so dass die Daten eine valide Stichprobe bildeten, die verlässlichere und flächendeckende Aussagen für Deutschland ermöglichte.

Die Abschätzung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach Klassen ergab für fast alle Leitbodeneinheiten höhere Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt von BZE II / BioSoil im Vergleich zur BZE I (siehe Tabelle 269). Die Kohlenstoffvorräte waren in Böden mit hohem Tongehalt höher als in Böden mit hohem Sandgehalt. Gründe hierfür werden z.B. bei SIX et al. (2002) und BARITZ et al. (2010) diskutiert. Die Auswertung der Zeitreihe zwischen BZE I und BZE II / BioSoil zeigt größere jährliche Änderungen des Kohlenstoffvorrats insbesondere bei den sandigen Leitbodeneinheiten des Norddeutschen Tieflands. So lag die jährliche Änderungsrate der Leitbodeneinheiten 1, 5 und 6 über  $0,6 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . PRIETZEL et al. (2006) spricht hingegen von einer Kohlenstoffsequestrierung in den oberen 30 cm von  $0,2 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  auf sandigen Standorten und von  $0,4 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  auf lehmigen Standorten. Geringere positive Kohlenstoffänderungen zwischen  $0,1$  und  $0,6 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  fanden sich bei mehr als der Hälfte der gebildeten Klassen. Eine deutliche Abnahme der C-Vorräte zwischen beiden Inventurzeitpunkten zeigte die Klasse 9.

Tabelle 269: Kohlenstoffvorräte zum Zeitpunkt der BZE I und BZE II in den neugebildeten Leitbodeneinheiten

LBE	Kohlenstoffvorrat (BZE I) [MgC ha <sup>-1</sup> ]			Kohlenstoffvorrat (BZE II) [MgC ha <sup>-1</sup> ]		
	n	MW	SE	n	MW	SE
1	176	47,9	7,1	182	60,5	7,9
2	53	54,3	7,6	58	55,9	6,2
3	19	60,7	1,7	24	58,6	4,3
4	109	62,6	4,9	90	61,7	6,4
5	69	35,2	1,9	70	49,4	2,8
6	34	25,8	0,9	34	41,6	2,0
7	125	54,6	2,4	113	63,3	2,7
8	102	75,5	1,6	101	75,8	1,6
9	36	76,2	1,6	43	68,0	1,2
10	57	55,0	2,4	69	58,9	2,1
11	35	50,3	1,3	35	51,3	0,9
12	186	63,9	3,2	164	61,3	3,1
13	208	56,1	5,1	226	59,2	4,7
14	218	50,8	3,6	244	55,1	3,8
15	30	51,0	1,3	30	50,0	0,9
16	37	94,1	0,6	27	93,3	0,5

(LBE = Leitbodeneinheiten, n = Anzahl Bodenproben, MW = Mittelwert, SE = Standardfehler)

## 7.2.4.5 Organische Böden

### 7.2.4.5.1 Verbleibende Waldfläche

Die Ermittlung der Flächen der organischen Böden erfolgte georeferenziert durch Verschneidung der BÜK 1000 und der ATKIS®-Daten (siehe auch Kapitel 7.1.6). Zur Abschätzung der Emissionen drainierter organischer Böden wurden für CO<sub>2</sub> die IPCC (2003)-Werte aus Tabelle 3.2.3 und für N<sub>2</sub>O aus Tabelle 3a.2.1 verwendet. Dabei wird davon

ausgegangen, dass alle organischen Standorte von Drainage betroffen sind<sup>87</sup> und diese ausschließlich für die Veränderungen verantwortlich ist. Für organische Waldböden wurden eine Kohlenstoffemission von 0,68 (0,41–1,91) MgC ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und eine Lachgasemission von 0,6 (0,16–2,4) kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> verwendet.

#### 7.2.4.5.2 Neuwaldflächen

Für alle Neuwaldflächen wird wie bei den verbleibenden Waldflächen von einer Drainage ausgegangen (siehe Kapitel 7.1.6). Für organische Böden unter Neuwald wurden entsprechend eine Kohlenstoffemission von 0,68 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und eine Lachgasemission von 0,6 kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> verwendet. Diese jährlichen Emissionen werden für alle Jahre seit der Umwandlung berichtet.

#### 7.2.4.6 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern

Stickstoffdüngung von Wäldern findet in Deutschland nicht statt. In der CRF-Tabelle 5(l) wurde diese Aktivität daher als nicht vorkommend „NO“ (not occurring) bezeichnet.

##### 7.2.4.6.1 Kalkung

Angaben zu CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Kalkung von Waldböden werden in der Kategorie 5.G. (Other) gemacht. Sie bewegen sich zwischen 162,37 Gg a<sup>-1</sup> (1992) und 52,35 Gg a<sup>-1</sup> (2008) mit abnehmender Tendenz (siehe Abbildung 56). Für das Jahr 2012 beträgt die CO<sub>2</sub>-Emission 61,04 Gg a<sup>-1</sup>.

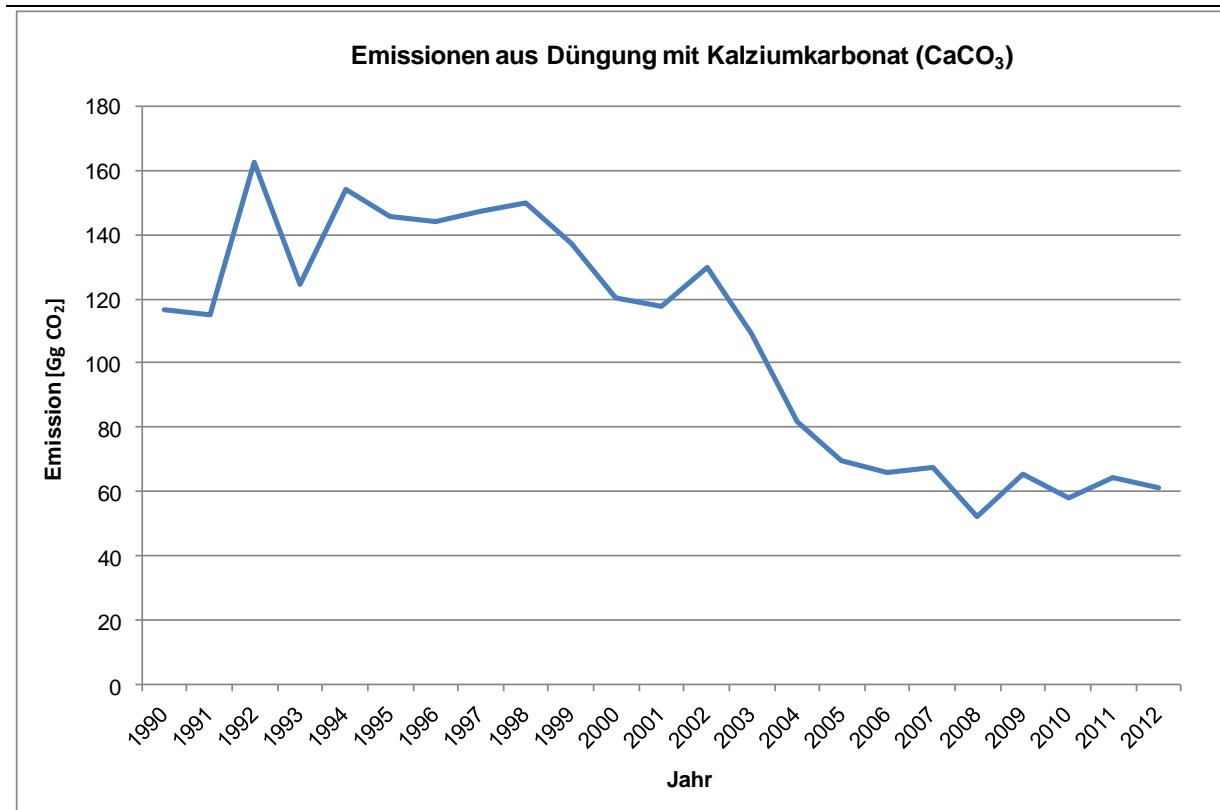


Abbildung 56: Emissionen aus der Kalkung von Wäldern

<sup>87</sup> Da keine Angaben zur Flächengröße organischer Böden, die nicht drainiert sind, vorliegen, wird konservativ der gesamte organische Boden als drainiert betrachtet.

Die Daten für die Kalkung wurden aus der Gesamtberechnung der Düngemittel abgeleitet und beschreiben die Auslieferungen von Produzenten und Importeuren an die Großhändler und Endnutzer (STATISTISCHES BUNDESAMT Fachserie 4, Reihe 8.2). Für die Berechnung wurde unterstellt, dass die Ausbringungsmenge dieser Abgabemenge entspricht. Die Herleitung der Emissionen erfolgte nach der Gleichung 3.3.6 aus der IPCC GPG-LULUCF (2003: S. 3.80). Weiterführende Informationen finden sich im Kapitel 7.3.4.5.

#### 7.2.4.6.2 Waldbrand

Während in anderen Ländern Feuer in Form von „kontrollierten Bränden“ (prescribed burning) als Methode zur Flächenberäumung dienen oder Bestandteil der Bewirtschaftung von Ökosystemen sind, findet in Deutschland im bewirtschafteten Wald keine kontrollierte Verbrennung von Biomasse statt. In der CRF-Tabelle 5 (V) wird deshalb für "Controlled Burning" NO geführt. Aufgrund der klimatischen Lage Deutschlands und der Maßnahmen zur Vorbeugung von Waldbränden sind Waldbrände ein eher seltenes Ereignis, was durch die in der Walbrandstatistik (BLE, 2011) erfassten Waldbrandflächen bestätigt wird (siehe Abbildung 57). Für den Zeitraum 1990 – 2012 lag die mittlere Waldbrandfläche bei 830 ha. In manchen Jahren führten sehr hohe Temperaturen in den Sommermonaten zu höheren Waldbrandflächen, wie z. B. 1996 und 2003. Eine überdurchschnittlich hohe Waldbrandfläche von rund 4908 ha wurde im Jahr 1992 ermittelt, das durch einen extrem warmen Sommer geprägt war.



Abbildung 57: Waldbrandflächen zwischen 1990 und 2012 (nach BLE, 2013)

Bei Waldbränden („wildfires“) werden neben CO<sub>2</sub> auch sonstige Treibhausgase (CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O und NO<sub>x</sub>) freigesetzt. Die aus der Verbrennung von Biomasse resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen werden bereits bei der Änderung der Biomassevorräte (CRF Sector 5.A.1 Forest land remaining forest land) mittels der „Stock-Change-Method“ berücksichtigt und deshalb als „IE“ (included elsewhere) angegeben. Die Emissionen sonstiger Treibhausgase wurden nach Gleichung 30 (IPCC 2003, Gleichung 3.2.20) berechnet.

Gleichung 30

$$L_{\text{fire}} = A * B * C * D * 10^{-6}$$

mit:

$L_{\text{fire}}$  = Menge des durch Feuer freigesetzten Treibhausgases [t]

A = Waldbrandfläche [ha]

B = Masse des vorhandenen Brennmaterials (Biomasse) [kgTM ha<sup>-1</sup>]

C = Verbrennungseffizienz

D = Emissionsfaktor [g(kgTM)<sup>-1</sup>]

Die Waldbrandflächen für die Jahre 1990 bis 2012 wurden aus der bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung geführten Waldbrandstatistik (BLE 2013) entnommen. Bei der Erhebung der Flächen wird nicht zwischen Neuwaldflächen und verbleibender Wald unterschieden, weshalb die Emissionen für Neuwaldflächen bei dem verbleibenden Wald berichtet und in der CRF-Tabellen 5(V) IE eingetragen wird. Für die Biomassebestimmung stehen die Daten für 1990 aus der BWI 1987 und DSWF, für 2002 aus der BWI 2002, für 2008 aus der IS08 und für 2012 aus der BWI 2012 zur Verfügung. Die durchschnittliche oberirdische Biomasse wurde für jedes Jahr durch lineare Interpolation zwischen 1990, 2002, 2008 und 2012 hergeleitet. Basierend auf der Expertenschätzung von KÖNIG (2007) sind 80 % der Waldbrände in Deutschland Bodenfeuer und 20 % Vollfeuer. Nach Tabelle 3A.1.12 (IPCC 2003) wurde eine Verbrennungseffizienz (Massenverlust durch direkte Verbrennung) von 0,15 für Bodenfeuer und 0,45 für Vollfeuer angewendet. Die Emissionsfaktoren für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O wurden aus Tabelle 3A.1.16 (IPCC 2003) entnommen.

Die Waldbrandflächen in Deutschland und damit auch die dabei entstehenden CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Gasmengen sind gering. Mit Ausnahme des Jahres 1992 liegen die CH<sub>4</sub>-Emissionen zwischen 37 Mg und 409 Mg und die N<sub>2</sub>O-Emissionen zwischen 0,57 Mg und 6,34 Mg. Überschritten wurden diese Emissionen im Jahr 1992 (CH<sub>4</sub>: 1,29 Gg, N<sub>2</sub>O: 20,05 Mg), infolge der überdurchschnittlich großen Waldbrandfläche durch den extrem warmen Sommer. Die vollständige Zeitreihe für die aus Waldbränden resultierenden Treibhausgase ist in Tabelle 270 zu finden.

Tabelle 270: Durch Waldbrände emittierte Treibhausgase im Zeitraum 1990-2012

Jahr	Oberirdische Biomasse [Mg ha <sup>-1</sup> ]	Waldbrandfläche [ha]	Emittierte Gase [Mg] CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
1990	170,9	1606	409	6,3
1991	173,8	920	238	3,7
1992	176,8	4908	1294	20,0
1993	179,8	1493	400	6,2
1994	182,8	1114	304	4,7
1995	185,8	592	164	2,5
1996	188,8	1381	389	6,0
1997	191,8	599	171	2,7
1998	194,8	397	115	1,8
1999	197,8	415	122	1,9
2000	200,8	581	174	2,7
2001	203,8	122	37	0,6
2002	206,8	122	38	0,6
2003	207,7	1315	407	6,3
2004	208,6	274	85	1,3
2005	209,5	183	57	0,9
2006	210,4	482	151	2,3
2007	211,4	256	81	1,2
2008	212,3	539	170	2,6
2009	214,4	757	242	3,7
2010	216,4	522	168	2,6
2011	218,5	214	70	1,1
2012	220,6	269	88	1,4

#### 7.2.4.6.3 Drainage

Über die Drainage von mineralischen Böden gibt es keine Flächenangaben. Es kann davon ausgegangen werden, dass Drainage auf mineralischen Böden nicht stattfindet. Deshalb wird für die N<sub>2</sub>O-Emission von mineralischen Böden „nicht vorkommend - NO“ (not occurring) angegeben.

Angaben über die Drainage von organischen Böden sowohl für CO<sub>2</sub> wie für N<sub>2</sub>O finden sich im Kapitel 7.2.4.5.

#### 7.2.4.6.4 Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland

Die Ermittlung der N<sub>2</sub>O-Emission bei Landnutzungsänderung zu Ackerland in mineralischen Böden wird im Kapitel 7.3.4.3 beschrieben.

### 7.2.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.A)

Bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte müssen verschiedene Unsicherheiten berücksichtigt werden. Zur Abschätzung der Unsicherheiten werden pragmatische Ansätze herangezogen, die lediglich eine Annäherung an die tatsächlichen Unsicherheiten ermöglichen.

Mit dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial konnten folgende Unsicherheiten quantifiziert werden:

- Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen
- Unsicherheiten bei der Schätzung der lebenden ober- und unterirdischen Biomasse
- Unsicherheiten bei der Schätzung der toten Biomasse (Totholz)
- Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden

Die in den folgenden Kapiteln vorgestellten Unsicherheiten fließen in ein Gesamtfehlerbudget für den LULUCF-Sektor ein, welches im Kapitel 19.5.4 zu finden ist.

Hinsichtlich der Unsicherheiten des Kohlenstoff-Konversionsfaktors wird an dieser Stelle auf Kapitel 7.2.4.1.6 verwiesen. Eine ausführliche statistische Untersuchung zu den Messfehlern bei der Inventurstudie 2008 ergab, dass diese Fehler vernachlässigt werden können (DUNGER et al. 2010c).

Fehlerschätzungen ( $U$ ) für Zielgrößen ( $1, \dots, i, \dots, l$ ) pflanzen sich bei deren Aggregation auf zwei unterschiedliche Arten fort. Werden zwei Zielgrößen addiert oder subtrahiert, erfolgt die Fehlerweitergabe additiv (siehe Gleichung 31):

Gleichung 31

$$U = \frac{\sqrt{\sum_i (U_i x_i)^2}}{\sum_i x_i}$$

mit:

$U$	= Gesamtunsicherheit
$U_i$	= Unsicherheit für Zielgröße
$x_i$	= Quantität der Zielgröße

Werden dagegen zwei Zielgrößen multipliziert bzw. dividiert, pflanzen sich die Fehler beider Größen multiplikativ fort (siehe Gleichung 32)

Gleichung 32

$$U = \sqrt{\sum_i (U_i)^2}$$

### 7.2.5.1 Unsicherheiten bei der Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen

Aufgrund der stichprobenbasierten Landnutzungsänderungserfassung konnten die Stichprobenfehler für jede LULUCF-Kategorie pro Jahr berechnet werden (siehe Tabelle 271). Der Stichprobenfehler wird nach den Formeln im Kapitel 7.2.5.2 berechnet. Alle anderen Fehlerquellen lassen sich nach Abschluss der Validierung ausschließen (siehe auch Kapitel 7.1.3.3). Alle Flächen sind signifikant erfasst.

# Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

**Umweltbundesamt**

Tabelle 271: Stichprobenfehler (SE) der Flächenschätzung in % für die LULUCF-Klassen zwischen 1990 und 2012

LULUCF Kategorie / Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Verbleibender Wald	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Wald-Umwandlung zu Acker	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	8,07	7,90	7,76	7,67	7,60	
Wald-Umwandlung zu Grünland	8,73	8,73	8,73	8,73	8,73	8,73	8,73	8,73	8,73	8,73	7,92	7,34	6,93	6,64	
Wald-Umwandlung zu Gehölze	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,89	7,53	7,29	7,14	7,08	
Wald-Umwandlung zu Terrestr. Feuchtgebiete	31,94	31,94	31,94	31,94	31,94	31,94	31,94	31,94	31,94	31,94	29,17	28,16	28,24	28,93	
Wald-Umwandlung zu Gewässer	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	25,41	24,31	23,46	22,81	
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	8,48	8,48	8,48	8,48	8,48	8,48	8,48	8,48	8,48	8,48	8,15	7,89	7,70	7,55	
Wald-Umwandlung zu Sonstiges Land	nd														
Acker-Umwandlung zu Wald	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61	4,51	4,43	4,37	4,32
Grünland-Umwandlung zu Wald	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,10	3,98	3,89	3,82
Gehölze-Umwandlung zu Wald	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	7,98	7,81	7,67	7,58	
Terrestr. Feuchtgebiete-Umwandlung zu Wald	16,87	16,87	16,87	16,87	16,87	16,87	16,87	16,87	16,87	16,87	16,67	16,52	16,41	16,34	
Gewässer-Umwandlung zu Wald	25,03	25,03	25,03	25,03	25,03	25,03	25,03	25,03	25,03	25,03	25,03	24,88	24,74	24,62	24,53
Siedlungen-Umwandlung zu Wald	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	10,72	9,74	9,05	8,56	8,24	
Sonstiges Land-Umwandlung zu Wald	22,58	22,58	22,58	22,58	22,58	22,58	22,58	22,58	22,58	22,58	22,24	21,94	21,69	21,48	
LULUCF Kategorie / Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012							
Verbleibender Wald	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63							
Wald-Umwandlung zu Acker	7,57	7,44	7,38	7,37	7,18	7,28	7,32	7,39							
Wald-Umwandlung zu Grünland	6,45	6,17	6,00	5,93	5,58	5,47	5,42	5,38							
Wald-Umwandlung zu Gehölze	7,08	6,95	6,95	7,08	6,91	7,16	7,28	7,44							
Wald-Umwandlung zu Terrestr. Feuchtgebiete	29,93	24,78	25,37	27,12	25,45	24,82	25,21	25,63							
Wald-Umwandlung zu Gewässer	22,34	21,27	20,41	19,74	18,37	17,96	17,73	17,53							
Wald-Umwandlung zu Siedlungen	7,46	6,97	6,74	6,69	5,93	5,84	5,85	5,88							
Wald-Umwandlung zu Sonstiges Land	nd														
Acker-Umwandlung zu Wald	4,28	4,19	4,15	4,14	3,99	3,95	3,94	3,94							
Grünland-Umwandlung zu Wald	3,78	3,62	3,53	3,48	3,25	3,21	3,20	3,19							
Gehölze-Umwandlung zu Wald	7,53	7,45	7,40	7,36	7,12	7,39	7,46	7,57							
Terrestr. Feuchtgebiete-Umwandlung zu Wald	16,31	16,09	15,95	15,87	15,38	15,10	15,05	15,02							
Gewässer-Umwandlung zu Wald	24,44	22,95	22,43	22,57	21,39	20,65	20,67	20,76							
Siedlungen-Umwandlung zu Wald	8,02	7,73	7,52	7,38	7,18	7,06	6,98	6,90							
Sonstiges Land-Umwandlung zu Wald	21,32	20,98	20,72	20,54	19,73	20,20	20,33	20,53							

(nd = nicht definiert<sup>88</sup>)

### 7.2.5.2 Unsicherheiten bei der Schätzung der Emissionsfaktoren von lebender und toter Biomasse

Die Ableitung der Biomassen und der Kohlenstoffvoräte im Wald bzw. deren Veränderungen unterliegen einer Reihe von Fehlerquellen, da sich die Biomasse nicht direkt messen lässt. In den Abschnitten 7.2.4.1.4, 7.2.4.1.5 und 7.2.4.1.6 sind die Fehler der Biomassefunktionen und des Kohlenstoffkonversionsfaktors aufgeführt und diskutiert. Für das Totholz sind die Fehler der Biomassekonversionsfaktoren nach Baumarten und Zersetzungsgeschwindigkeit in Abschnitt 7.2.4.2 gegeben.

Die Baumartengruppen-spezifischen Fehler werden zu den Unsicherheiten der ober- und unterirdischen Biomasse addiert und anschließend zu einer Fehlerangabe zur Gesamtbiomasse aggregiert. Durch die Subtraktion des Biomassevorrates des ersten Zeitpunktes vom Biomassevorrat des zweiten Zeitpunktes ergibt sich die Unsicherheit für die Biomasseveränderung durch Addition. Der Fehler für die Gesamtbiomasseveränderung wird mit dem Fehler des Kohlenstoffkonversionsfaktors und dem Stichprobenfehler multipliziert. Der Stichprobenfehler leitet sich aus der Varianz der Stichprobe her. Die Varianz der Veränderung eines Ratioschätzers (siehe Gleichung 26)  $v[\hat{G}_{R_{st}}]$  ist definiert durch:

Gleichung 33:

$$v[\hat{G}_{R_{st}}] = v[\hat{R}_{st}^{(t_2)}] + v[\hat{R}_{st}^{(t_1)}] - 2 \operatorname{cov}[\hat{R}_{st}^{(t_2)}, \hat{R}_{st}^{(t_1)}]$$

mit:

$$\operatorname{cov}\langle \hat{R}_{st}^{(2)}, \hat{R}_{st}^{(1)} \rangle = \frac{1}{\hat{X}_{st}^{(2)} \hat{X}_{st}^{(1)}} \sum_{l=1}^L \left( \frac{\lambda(U_l)}{\lambda(U)} \right)^2 \frac{1}{n_{2,l}(n_{2,l}-1)}$$

$$\sum_{x \in F_1 \cap s_2} \left( \frac{M(x)}{E(M(x))} \right)^2 \left( d_c^{(2)}(x) - \hat{d}_l^{(2)} \right) \left( d_c^{(1)}(x) - \hat{d}_l^{(1)} \right)$$

wobei

$$d_c^{(2)}(x) = (Y_c^{(2)}(x) - \hat{R}_{st}^{(2)} X_c^{(2)}(x))$$

und

$$\hat{d}_l^{(2)} = \frac{1}{n_{2,l}} \sum_{x \in F_1 \cap s_2} (Y_c^{(2)}(x) - \hat{R}_{st}^{(2)} X_c^{(2)}(x))$$

sowie  $d_c^{(1)}(x)$  und  $\hat{d}_l^{(1)}$  entsprechend.

In den folgenden Tabellen sind die Unsicherheiten für die einzelnen Fehlerquellen als auch für den resultierenden Emissionsfaktor aufgeführt.

---

<sup>88</sup> Es gibt keine Flächen in der Landnutzungskategorie *Other Land*

Tabelle 272: Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die lebende Biomasse der verbleibenden Waldfläche für unterschiedliche Perioden

FM 1987 – 2002		Error % (Biomass Conversion)					Error % (C)	SE %	RMSE%
Alte Bundesländer		spruce	pine	beech	oak	softwood	all		
above ground		7,96	11,06	13,41	8,61	35,95	6,82	2,00	2,43
below ground		24,54	18,63	34,91	35,55	17,33	13,95	2,00	2,36
emission factor							6,21	2,00	2,40
FM 1993 – 2002		Error % (Biomass Conversion)					Error % (C)	SE %	RMSE%
Neue Bundesländer		spruce	pine	beech	oak	softwood	all		
above ground		11,34	24,66	17,35	12,93	37,15	9,03	2,00	5,43
below ground		30,38	27,74	38,90	43,94	22,49	16,82	2,00	5,93
emission factor							8,16	2,00	5,51
FM 2002 – 2008		Error % (Biomass Conversion)					Error % (C)	SE %	RMSE%
Deutschland		spruce	pine	beech	oak	softwood	all		
above ground		7,95	11,04	13,30	8,57	35,38	14,44	2,00	28,66
below ground		24,47	18,60	34,67	35,39	17,14	19,29	2,00	16,35
emission factor							12,21	2,00	25,95
FM 2008 – 2012		Error % (Biomass Conversion)					Error % (C)	SE %	RMSE%
Deutschland		spruce	pine	beech	oak	softwood	all		
above ground		7,95	11,04	13,29	8,56	35,37	5,70	2,00	11,66
below ground		24,47	18,60	34,65	35,37	17,14	12,35	2,00	10,86
emission factor							5,22	2,00	11,29
									12,60

Tabelle 273: Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die lebende Biomasse auf Aufforstungsflächen für unterschiedliche Perioden

AR 1987 – 2002		Error % (Biomass Conversion)					Error % (C)	SE %	RMSE%
Alte Bundesländer		spruce	pine	beech	oak	softwood	all		
above ground		11,23	15,62	18,80	12,10	50,00	12,14	2,00	7,39
below ground		34,60	26,30	49,00	50,00	24,23	19,19	2,00	8,00
emission factor							10,59	2,00	7,41
AR 2002 – 2012		Error % (Biomass Conversion)					Error % (C)	SE %	RMSE% (Biomass Conversion)
Deutschland		spruce	pine	beech	oak	softwood	all		
above ground		11,23	15,62	18,80	12,10	50,00	11,10	2,00	6,08
below ground		34,60	26,30	49,00	50,00	24,23	17,48	2,00	5,63
emission factor							9,69	2,00	5,93
									11,53

Tabelle 274: Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die lebende Biomasse auf Entwaldungsflächen für unterschiedliche Perioden

DF 1987 – 2002		Error % (Biomass Conversion)					Error % (C)	SE %	RMSE%
Alte Bundesländer		spruce	pine	beech	oak	softwood	all		
above ground		11,23	15,62	18,80	12,10	50,00	8,29	2,00	10,00
below ground		34,60	26,30	49,00	50,00	24,23	17,38	2,00	11,05
emission factor							7,51	2,00	10,08
DF 2002 – 2012		Error % (Biomass Conversion)					Error % (C)	SE %	RMSE% (Biomass Conversion)
Deutschland		spruce	pine	beech	oak	softwood	all		
above ground		11,23	15,62	18,80	12,10	50,00	8,97	2,00	7,27
below ground		34,60	26,30	49,00	50,00	24,23	16,94	2,00	7,04
emission factor							8,04	2,00	7,17
									10,95

Tabelle 275: Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Totholz der verbleibenden Waldfläche für unterschiedliche Perioden

<b>FM 2002 – 2008</b>	<b>Error % (Biomass Convetion)</b>												<b>Error % (C)</b>	<b>SE %</b>	<b>RMSE%</b>	
	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>EI1</b>	<b>EI2</b>	<b>EI3</b>	<b>EI4</b>				
<b>Deutschland</b>																
> 20 cm	12,30	19,82	25,12	17,87	8,87	30,62	23,95	46,25	8,92	31,54	23,71	53,23	8,36	2,00	30,80	31,98
10 bis 20 cm	12,30	19,82	25,12	17,87	8,87	30,62	23,95	46,25	8,92	31,54	23,71	53,23	10,09	2,00	50,00	51,05
emission factor																27,11
<b>FM 2008 – 2012</b>	<b>Error % (Biomass Convetion)</b>												<b>Error % (C)</b>	<b>SE %</b>	<b>RMSE%</b>	
<b>Deutschland</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>EI1</b>	<b>EI2</b>	<b>EI3</b>	<b>EI4</b>				
> 20 cm	12,55	19,74	25,16	18,28	8,70	30,66	23,63	46,96	8,59	30,64	23,86	50,61	21,92	2,00	82,64	85,52
10 bis 20 cm	12,26	19,77	25,14	17,82	8,54	30,60	23,57	46,41	8,54	30,66	23,67	47,47	13,23	2,00	30,91	33,69
emission factor																54,52

mit N = Nadelholz, L = Laubholz ohne Eiche, EI = Eiche und 1 — 4 = Zersetzungsgeschwindigkeit

Tabelle 276: Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Totholz auf Aufforstungsflächen zwischen 1990 und 2012

<b>AR 1987 – 2012</b>	<b>Error % (Biomass Convetion)</b>												<b>Error % (C)</b>	<b>SE %</b>	<b>RMSE%</b>	
	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>EI1</b>	<b>EI2</b>	<b>EI3</b>	<b>EI4</b>				
<b>Deutschland</b>																
> 20 cm	17,20	27,92	35,46	25,20	12,07	43,24	33,33	65,38	12,07	43,24	33,33	65,38	10,55	2,00	35,11	36,72
10 bis 20 cm	17,20	27,92	35,46	25,20	12,07	43,24	33,33	65,38	12,07	43,24	33,33	65,38	13,05	2,00	28,37	31,30
emission factor																24,84

mit N = Nadelholz, L = Laubholz ohne Eiche, EI = Eiche und 1 — 4 = Zersetzungsgeschwindigkeit

Tabelle 277: Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Totholz auf Entwaldungsflächen für verschiedene Perioden

<b>DF 2002 – 2008</b>	<b>Error % (Biomass Convetion)</b>												<b>Error % (C)</b>	<b>SE %</b>	<b>RMSE%</b>	
	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>EI1</b>	<b>EI2</b>	<b>EI3</b>	<b>EI4</b>				
<b>Deutschland</b>																
> 20 cm	17,20	27,92	35,46	25,20	12,07								6,18	2,00	27,45	28,21
10 bis 20 cm	17,20	27,92	35,46	25,20	12,07								13,05	2,00	50,00	51,10
emission factor																24,88
<b>DF 2008 – 2012</b>	<b>Error % (Biomass Convetion)</b>												<b>Error % (C)</b>	<b>SE %</b>	<b>RMSE%</b>	
	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N4</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>EI1</b>	<b>EI2</b>	<b>EI3</b>	<b>EI4</b>				
<b>Deutschland</b>																
> 20 cm		27,92	35,46	25,20									6,18	2,00	27,45	28,21
10 bis 20 cm	17,20	27,92	35,46	25,20	12,07	43,24	33,33	65,38					16,79	2,00	41,11	44,46
emission factor																24,02

mit N = Nadelholz, L = Laubholz ohne Eiche, EI = Eiche und 1 — 4 = Zersetzungsgeschwindigkeit

## 7.2.5.3 Unsicherheiten bei der Schätzung der Streu und der mineralischen Böden

### 7.2.5.3.1 Probenahmefehler

Ein Problem der Beprobung von Böden ist die korrekte Trennung der Streu vom Mineralboden, da der Übergang zwischen beiden Kompartimenten nicht immer eindeutig identifizierbar ist. Dies ist umso problematischer, als das die Kohlenstoffkonzentration der Streu sich deutlich gegenüber dem darunter liegenden Mineralboden unterscheidet. Eine unsaubere oder unsachgemäße Abtrennung der Streu vom Mineralboden kann daher große Auswirkungen auf die Kohlenstoffvorräte des jeweiligen Horizontes bzw. Tiefenstufe haben.

### 7.2.5.3.2 Kleinräumige Variabilität

Die Beprobung von Kohlenstoffvorräten unterliegt aufgrund der hohen räumlichen Variabilität in der Streu oder im Mineralboden einer großen Unsicherheit, da Kohlenstoffvorräte nur über kurze Distanzen eine räumliche Kontinuität aufweisen. SCHÖNING et al. (2006) berechneten für die Streu eines Buchenwaldes einen Vorrat von  $4,0 \text{ MgC ha}^{-1}$  mit einem Variationskoeffizienten von 38 %. Im Mineralboden (0 - 36 cm) fanden sie Kohlenstoffvorräte von  $64,0 \text{ Mg ha}^{-1}$  mit Variationskoeffizienten zwischen 30 % und 43 %. Ähnliche Werte sind auch von LISKI (1995) dokumentiert. Er zeigte, dass Kohlenstoffvorräte unter einem Fichtenstandort innerhalb eines bestimmten Horizontes ab 8 m räumlich unabhängig voneinander waren.

### 7.2.5.3.3 Repräsentanz von Punkten innerhalb der Straten

Ein Problem der Auswertung nach den Leitbodeneinheiten ergab sich aus der unterschiedlichen Besetzung der Klassen. Kleinen Klassen fehlt die statistische Validität gegenüber einer großen Grundgesamtheit. Wenn aufgrund fehlender Daten kein Vergleich zwischen BZE I und BZE II / BioSoil möglich war, konnte die vom Wald bedeckte Fläche der Leitbodeneinheiten ebenfalls nicht in die Berechnung einfließen. Weiterhin war es nicht möglich, alle Leitbodeneinheiten zu besetzen, da einige nur auf kleinere Flächen im Bundesgebiet beschränkt sind. Insgesamt betrifft dies eine nicht berücksichtigte Waldfläche von 4,3 %.

### 7.2.5.3.4 Stichprobenfehler

Bei der Berechnung der Stichprobenfehler der Vorratsänderung für Streu und Mineralböden wurde zwischen gepaarten und ungepaarten Stichproben unterschieden und eine Stratifizierung für Mineralböden berücksichtigt. Die Varianz des mittleren Vorrats des Stratum I bzw. der unstratifizierten Gesamtstichprobe mit der Anzahl der Probepunkte  $n_l$  berechnete sich nach:

Gleichung 34

$$v\langle \bar{Y}_l \rangle = \frac{1}{n_l(n_l - 1)} \sum_{j=1}^{n_l} (Y_{lj} - \bar{Y}_l)^2$$

Die Varianz der mittleren Vorratsänderung des Stratum I zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  berechnete sich bei gepaarten Stichproben nach:

Gleichung 35

$$\nu\langle \bar{G}_l \rangle = \nu\langle \bar{Y}_{l_{t_2}} \rangle + \nu\langle \bar{Y}_{l_{t_1}} \rangle - 2r_{y^2y^1} \sqrt{\nu\langle \bar{Y}_{l_{t_2}} \rangle} \sqrt{\nu\langle \bar{Y}_{l_{t_1}} \rangle}$$

mit

$$r_{y^2y^1} = \frac{s_{y^2y^1}}{s_{y^2y^1}}$$

und

$$s_{y^2y^1} = \frac{1}{n_l(n_l-1)} \sum_{j=1}^{n_l} (Y_{lj_{t_2}} - \bar{Y}_{l_{t_2}})(Y_{lj_{t_1}} - \bar{Y}_{l_{t_1}})$$

Bei ungepaarten Stichproben berechnete sich die Varianz der Vorratsänderungen nach:

Gleichung 36

$$\nu\langle \bar{G}_l \rangle = \nu\langle \bar{Y}_{l_{t_2}} \rangle + \nu\langle \bar{Y}_{l_{t_1}} \rangle$$

Die Gesamtvarianz über alle Straten hinweg wurde unter Berücksichtigung ihres Flächenanteils  $w_l / w$  abgeschätzt nach:

Gleichung 37

$$\nu\langle \bar{Y} \rangle \approx \sum_{l=1}^L \left( \frac{w_l}{w} \right)^2 \nu[\bar{Y}_l]$$

bzw.

$$\nu\langle \bar{G} \rangle \approx \sum_{l=1}^L \left( \frac{w_l}{w} \right)^2 \nu[\bar{G}_l]$$

Die Vorratsänderung für die Streu wurde stratifiziert als ungepaarte Stichprobe berechnet. Es ergab sich dabei ein Stichprobenfehler von  $0,031 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  oder 61 %. Bei der Berechnung der Vorratsänderung für den Mineralboden wurde die Stichprobe in eine gepaarte und eine ungepaarte Stichprobe unterteilt. Weiterhin wurde nach Leitbodeneinheiten und den beiden Teilstichproben stratifiziert. Insgesamt betrug der Stichprobenfehler für Mineralböden  $0,044 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  oder 17 %.

#### **7.2.5.3.5 Quantifizierung von methodisch bedingten Unsicherheiten**

Als weitere Unsicherheit kommen zur Stichprobenvarianz messtechnisch bedingte Abweichungen bei der Einzelmessung hinzu. Sowohl die C-Konzentration als auch der Feinbodenvorrat würden bei mehreren, an einem Standort unabhängig voneinander genommenen Proben in einem durch die Genauigkeit der Messtechnik bestimmten Bereich schwanken. Um diese Schwankungsbreite bei der Messung der C-Konzentration zu quantifizieren, wurden die Ergebnisse aus den Ringanalysen herangezogen (BLUM & HEINBACH 2006, 2007). Bei den Ringanalysen zur BZE II wurden die

Wiederholstandardabweichung als mittlere laborinterne Standardabweichung (DIN ISO 5725 2) mehrerer C-Messungen innerhalb der Labore und die Sollstandardabweichung als Standardabweichung der Mittelwerte bestimmt. Daraus wurde die Vergleichsstandardabweichung berechnet. Diese eignet sich als Schätzwert für die Messunsicherheit. Die Vergleichsstandardabweichung des Mineralbodens betrug bei kalkfreien Böden  $1,0 \text{ g kg}^{-1}$  und bei kalkhaltigen Böden  $2,9 \text{ g kg}^{-1}$ , sowie bei der organischen Auflage  $20 \text{ g kg}^{-1}$ . Für die BZE I wurde auf Werte von WOLFF & RIEK (1996) zurückgegriffen, die Variationskoeffizienten für die C-Bestimmung des Mineralbodens zwischen 5 und 20 % sowie für die C-Bestimmung der organischen Auflage zwischen 5 und 10 % angaben. Davon wurde jeweils der Mittelwert eingesetzt. Bei der Berechnung der Unsicherheiten des Feinbodenvorrats konnte nicht auf Ergebnisse von Ringversuchen zurückgegriffen werden. Daher wurden alle BZE-Punkte ausgewählt, bei denen zu beiden Inventurzeitpunkten Ergebnisse für die Feinbodenbestimmung vorlagen. Es wurde die mittlere Abweichung der beiden Messungen voneinander berechnet. Die mittlere Abweichung lag bei  $193 \pm 35 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Im Sinne einer konservativen Fehlerabschätzung wurde die Annahme getroffen, dass sich die Feinbodenvorräte zwischen den beiden Inventuren nicht ändern und dass die mittlere Abweichung plus ihre Streuung ein Maß für die Messunsicherheit des Feinbodenvorrats darstellt. Die Unsicherheit der jährlichen C-Änderungsrate wurde um die Messunsicherheiten der Einzelmessung erweitert (Gleichung 38).

Gleichung 38:

$$s_{total}^2 = se^2 + \left( \frac{C_1}{(t_{II} - t_I)} MA_{FBV} \right)^2 + \left( \frac{FBV_1}{(t_{II} - t_1)} s_{C_1} \right)^2 + \left( \frac{FBV_{II}}{(t_{II} - t_1)} s_{C_{II}} \right)^2$$

Die Unsicherheiten bei der Abschätzung der jährlichen C-Änderungsrate des Mineralbodens betrugen für die Stichprobenvarianz  $0,044 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , für die Laboranalytik der C-Bestimmung zum Zeitpunkt der BZE I  $0,033 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ , zum Zeitpunkt der BZE II  $0,012 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  und für die Bestimmung des Feinbodenvorrates  $0,052 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Damit ergab sich eine Gesamtunsicherheit von  $0,09 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Die Gesamtunsicherheit bei der Abschätzung der jährlichen C-Änderungsrate der organischen Auflage betrug  $0,031 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ .

#### 7.2.5.4 Zeitreihenkonsistenz

An die Zeitreihenkonsistenz werden folgende Bedingungen geknüpft:

- die Berechnung der Emission erfolgt über die gesamte Zeitreihe mit der gleichen Methode und den selben bzw. untereinander konsistenten Datenquellen
- ergeben sich Änderungen an der Methode, sollte eine Neuberechnung mit der neuen Methode über die gesamte Zeitreihe erfolgen
- neue Daten, z.B. aus Wiederholungsinventuren, sind konsistent mit früheren Daten.
- stehen neue Daten zur Verfügung, die zu einer Verbesserung des Inventars führen, sollte eine Rekalkulation über die gesamte Zeitreihe erfolgen
- werden Fehler in den Schätzungen identifiziert müssen diese korrigiert und die gesamte Zeitreihe neu berechnet werden.

Diese Bedingungen für konsistente Zeitreihen wurden konsequent auf alle Zeitreihen der Submission angewendet. Wenn in einigen Zeitreihen in bestimmten Jahren sogenannte

Sprünge auftreten, beispielsweise bei der Biomasse (siehe Kapitel 7.2.4.1), liegt dies an der Periodizität der verfügbaren Daten in einer konsistenten Zeitreihe. Denn auch für diese Zeitreihen wurde für alle Jahre dieselbe Methode und dieselbe Datenquelle zugrunde gelegt.

## **7.2.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.A)**

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden durchgeführt. Für Details siehe Kapitel 7.1.8.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Bezuglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten ATKIS®, BÜK 1000 und der Waldbrandstatistik wird auf die Datenhalter verwiesen.

Es wurde eine vollständige Fehlerbetrachtung für den Sektor LULUCF durchgeführt, wobei versucht wurde, alle vorhandenen Fehlerquellen zu quantifizieren. Darin enthalten sind Fehlerrechnungen aus dem Forstbereich für Biomasse, Totholz, Streu, mineralische Böden, Waldbrand, Drainage und Kalkung. Zusammenfassend wurde im Kapitel 19.5.4 ein Gesamtfehlerbudget erstellt.

### **7.2.6.1 Biomasse und Totholz**

Die Schätzungen der Kohlenstoffvorräte in den Pools Biomasse und Totholz zu den jeweiligen Zeitpunkten und die Kohlenstoffveränderungen beruhen auf Hochrechnungen am Thünen-Institut für Waldökosysteme (TI-WO), die auf die Daten der Bundeswaldinventuren und der Inventurstudie 2008 zugreifen. Bezuglich der für die Bundeswaldinventur entwickelten Qualitätssicherung wird auf die Literatur zur Bundeswaldinventur verwiesen (BMELV 2005). Unabhängig von den Berechnungen am TI-WO wurden die C-Vorrats- und – Veränderungsschätzungen für die Biomasse mit einem unter PostGreSQL entwickelten Programm berechnet. Die erzielten Ergebnisse beider Berechnungen stimmen überein.

### **7.2.6.2 Streu und mineralische Böden**

Um für die Auswertung der Probenahmen, die im Rahmen der BZE- und BioSoil-Erhebungen durchgeführt wurden, einen einheitlichen Standard für die Laboranalytik zu erhalten, wurde eine Ringanalyse initiiert. Dabei wurden alle Labore einem Qualitätstest durch den Gutachterausschuss Forstliche Analytik unterzogen (BLUM & HEINBACH 2006, 2007). Um die Vergleichbarkeit der Labormethoden zu gewährleisten, haben nur die an der Ringanalyse erfolgreich teilgenommenen Labore die Analytik durchgeführt. Eine Ringanalyse wurde auch auf europäischer Ebene mit deutscher Beteiligung durchgeführt (COOLS et al. 2006).

Für die Harmonisierung der Labormessungen und Geländeerhebungen wurden im Rahmen der BZE II für die beteiligten Labore Vorschriften für die Ermittlung der zu bestimmenden Parameter erstellt, um Abweichungen aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Analysegeräte oder Analysemethoden zu vermeiden (KÖNIG et al 2005, WELLBROCK et al. 2006). Grundlage für die Zulassung der Labore für die Analytik waren vorangegangene Ringanalysen. Ähnliches wurde auch für die Außenaufnahmen durchgeführt. Aufgrund verschiedener Vorstudien wurden Methoden zur Probennahme zugelassen und in einem Handbuch für die Außenaufnahmen beschrieben (WELLBROCK et al. 2006).

### 7.2.6.3 Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten

Der Vergleich mit Ergebnissen anderer Staaten kann eine grobe Einordnung der Verhältnisse in Deutschland im Vergleich zu Nachbarstaaten geben. Gerade bei den Umwandlungskategorien zu Wald ist aber zu beachten, dass erhebliche methodische Unterschiede und unterschiedliche Verfahren zum Umgang mit der transition time bestehen, so dass die Ergebnisse nicht direkt miteinander vergleichbar sind.

Der Vergleich der Kohlenstoffvorratsänderungen der lebenden Biomasse (siehe Tabelle 278) zeigt, dass Deutschland in den Umwandlungskategorien zu Wald den zweithöchsten Wert aufweist. Lediglich die Schweiz berichtet höhere Werte. Die Niederlande, Belgien, Großbritannien und Polen liegen bei den Flächenumwandlungen zu Wald im mittleren Bereich wobei Dänemark die geringste Senkenleistung aufweist. Bei der Kategorie verbleibende Waldfläche liegt Deutschland hingegen im mittleren Bereich. Hier kann Dänemark die höchsten Senkleistungen verzeichnen, während Großbritannien und Österreich die niedrigsten Kohlenstoffsenken berichten.

Bei der toten organischen Substanz (siehe Tabelle 279) liegt Deutschland bei den Flächenumwandlungen zu Wald im mittleren Bereich und hat vergleichbare Senkenleistungen wie Frankreich. Die höchsten Senkenleistungen finden sich hier bei Österreich, gefolgt von der Schweiz. Dänemark hat als einziges Land bei den Flächenumwandlungen zu Wald sogar eine negative Bilanz zu verzeichnen. Sehr geringe Senkenleistungen zeigen Großbritannien und Polen. Bei der verbleibenden Waldfläche hat Deutschland, als einziges Land neben Frankreich, eine Kohlenstoffquelle zu verzeichnen. Die größten Kohlenstoffsenken zeigt hier Dänemark, gefolgt von Großbritannien.

Bei den mineralischen Böden (siehe Tabelle 280) liegt Deutschland in der Kategorie verbleibende Waldfläche mit Großbritannien im mittleren Bereich. Die höchste Senkenleistung zeigt Belgien; Österreich hat als einziges Land in dieser Kategorie Kohlenstoffverluste zu verzeichnen. Bei den Umwandlungskategorien zu Wald hat Deutschland überwiegend Kohlenstoffquellen zu verzeichnen, mit Ausnahme der Flächenumwandlungen von Siedlungen und sonstigem Land, wo sich geringe Senkenleistungen finden. Die größten Kohlenstoffsenken zeigen Belgien, Österreich und die Schweiz.

Bei den organischen Böden (siehe Tabelle 281) berichten neben Deutschland nur noch die Schweiz, Dänemark, Polen und Großbritannien. In allen Kategorien zeigt Deutschland hier negative Bilanz. In den Kategorien verbleibender Wald, sowie den Flächenumwandlungen von Acker, Grünland und Feuchtgebieten zu Wald berichtet die Schweiz identische Werte. Großbritannien und Polen zeigen als einzige Länder Kohlenstoffsenken in allen Kategorien.

Tabelle 278: Kohlenstoffvorratsveränderung der lebenden Biomasse verschiedener Länder  
(Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country	Forest Land remaining Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Land converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Cropland converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Grassland converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Wetlands converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Settlements converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Other Land converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
AUT	0,34	1,05	1,18	1,18	1,18	0,02	1,18
BEL	0,84	1,94	1,75	1,95	2,16	1,73	2,28
CHE	0,63	3,39	2,28	3,34	5,09	3,62	4,53
CZE	0,88	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	NA
DNK	2,68	0,31	0,16	0,50	-0,18	NA	NA, NO
FRA	0,77	1,15	1,73	1,06	1,19	1,19	0,70

## Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2014

Umweltbundesamt

<b>GBR</b>	0,26	2,40	2,31	2,42	NO	2,35	2,46
<b>GER</b>	<b>1,03</b>	<b>3,22</b>	<b>3,43</b>	<b>3,09</b>	<b>3,36</b>	<b>3,40</b>	<b>3,64</b>
<b>NLD</b>	1,52	2,64	3,49	2,59	2,94	1,60	3,07
<b>POL</b>	0,69	2,50	2,50	2,50	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2013

Tabelle 279: Kohlenstoffvorratsveränderung der toten organischen Masse verschiedener Länder  
(Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country	Forest Land remaining Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Land converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Cropland converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Grassland converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Wetlands converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Settlements converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Other Land converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
<b>AUT</b>	0,06	1,27	1,25	1,27	1,62	1,21	1,22
<b>BEL</b>	0,01	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>CHE</b>	0,04	1,52	0,13	1,56	1,20	0,47	1,29
<b>CZE</b>	NO	NA,NO	NO	NO	NO	NO	NA
<b>DNK</b>	0,54	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	NA	NA,NO
<b>FRA</b>	-0,05	0,32	0,51	0,27	0,49	0,41	0,41
<b>GBR</b>	0,22	0,09	0,09	0,09	NO	0,09	0,09
<b>GER</b>	<b>-0,10</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>
<b>NLD</b>	0,00	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>POL</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2013

Tabelle 280: Kohlenstoffvorratsveränderung der mineralischen Böden verschiedener Länder  
(Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country	Forest Land remaining Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Land converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Cropland converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Grassland converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Wetlands converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Settlements converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Other Land converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
<b>AUT</b>	-0,19	0,72	0,97	-0,49	6,56	2,17	3,18
<b>BEL</b>	0,57	1,23	2,19	0,95	0,41	1,78	2,86
<b>CHE</b>	0,01	0,62	0,59	0,52	1,19	1,47	4,27
<b>CZE</b>	NO	0,15	0,49	0,05	NO	NO	NA
<b>DNK</b>	NA	0,15	0,14	0,16	0,42	NA	NA
<b>FRA</b>	NO	0,13	0,81	-0,05	-3,06	1,57	NO
<b>GBR</b>	0,25	0,21	0,39	0,18	NO	0,31	0,20
<b>GER</b>	<b>0,27</b>	<b>-0,45</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,85</b>	<b>-0,74</b>	<b>0,05</b>	<b>0,20</b>
<b>NLD</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>POL</b>	0,11	0,11	0,11	0,12	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2012

Tabelle 281: Kohlenstoffvorratsveränderung der organischen Böden verschiedener Länder  
(Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country	Forest Land remaining Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Land converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Cropland converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Grassland converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Wetlands converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Settlements converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Other Land converted to Forest Land [MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
<b>AUT</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>BEL</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>CHE</b>	-0,68	-0,32	-0,68	-0,68	-0,68	1,95	NO
<b>CZE</b>	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	NO	NA
<b>DNK</b>	-0,34	-0,34	1,95	-3,10	1,95	NA	NA
<b>FRA</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>GBR</b>	0,55	0,48	0,45	0,48	NO	0,46	0,55
<b>GER</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,68</b>
<b>NLD</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>POL</b>	0,68	0,68	0,68	0,68	NO	NO	NO

Quelle: UNFCCC 2013

## 7.2.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5.A)

Für die aktuelle THG-Berichterstattung kamen neue Datenquellen und Methoden zur Anwendung, die für ausgewählte Zeitreihen zu einer Rückrechnung führten.

Für die Aktivitätsdaten wurden folgende neue Datensätze für die Herleitung der Flächen berücksichtigt:

- aus CIR-Daten abgeleitete Kartenwerke der Biotop- und Nutzungstypen-Kartierung für 1992 für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Umsetzung des Aktionsplans zur Lösung von Problemen, die beim In-country Review 2010 im Zusammenhang mit KP LULUCF festgestellt wurden)
- die Daten der Bundeswaldinventur 2012
- aktuelle Datensatz des Basis-DLM (2012)

Dadurch wurde eine Rekalkulation für alle Zeitreihen von 1990 bis 2012 notwendig. Die Flächenänderungen und eine Gegenüberstellung mit den Flächen der Submission 2012 ist in Tabelle 282 zu finden. Weiterführende methodische Beschreibungen zur Erstellung der Landnutzungsmatrix und der Integrierung der neuen Datenquellen finden sich im Kapitel 7.1.3.

Tabelle 282: Gegenüberstellung der Änderungen der 2013 und 2014 berichteten Landflächenmatrix für die UNFCCC-Berichterstattung [kha]

[kha]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land 2013	10.204,916	10.217,861	10.230,806	10.243,750	10.256,695	10.269,639	10.282,584	10.295,528	10.308,473	10.321,417	10.334,362
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land 2014	10.424,728	10.442,124	10.459,520	10.476,916	10.494,311	10.511,707	10.529,103	10.546,498	10.563,894	10.581,290	10.598,686
5.A.2 Land converted Forest Land 2013	561,729	561,729	561,729	561,729	561,729	561,73	561,729	561,729	561,729	561,729	561,729
5.A.2 Land converted Forest Land 2014	606,199	606,199	606,199	606,199	606,199	606,199	606,199	606,199	606,199	606,199	606,199
[kha]	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land 2013	10.358,844	10.383,327	10.407,809	10.432,292	10.456,775	10.481,479	10.506,183	10.530,887	10.557,185	10.583,483	10.609,781
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land 2014	10.621,161	10.643,637	10.666,113	10.688,589	10.711,065	10.731,428	10.751,791	10.772,154	10.791,472	10.810,790	10.830,108
5.A.2 Land converted Forest Land 2013	543,322	524,914	506,507	488,099	469,692	447,377	425,062	402,747	376,019	349,291	322,564
5.A.2 Land converted Forest Land 2014	587,744	569,289	550,834	532,379	513,924	497,582	481,240	464,898	448,718	432,537	416,357

### 7.2.7.1 Verbleibender Wald

Für die Landnutzungskategorie verbleibender Wald (5.A.1) gab es für die Emissionsfaktoren in den Pools Biomasse und Totholz sowie beim Waldbrand Rekalkulationen (siehe Tabelle 283).

Für das Jahr 2012 standen erstmals die Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012) zur Verfügung. Im Zuge der BWI 2012 wurden im Rahmen der Weiterentwicklung der Methoden die Herleitung der Biomasse auf neue Funktionen umgestellt (siehe Kapitel 7.2.4.1). Durch diese Methodenweiterentwicklung war es notwendig, die Biomasse konsistent für alle Zeitpunkte der Bundeswaldinventuren neu zu berechnen. Dies führt für den Pool Biomasse zu einer Rekalkulation der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012.

Die Rekalkulation der Biomasse hat auch Einfluss auf die Bestimmung der Emissionen aus Waldbränden. Bei der Herleitung der Emissionen nach der Gleichung 3.2.20 IPCC 2003 fließt die Masse des vorhandenen Brennmaterials (Biomasse) mit ein (siehe Kapitel 7.2.4.6.2). Durch die Änderung der Biomassewerte war eine Rekalkulation der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012 notwendig.

Auch für den Pool Totholz wurden die neuen Daten der BWI 2012 für die Berechnungen verwendet und eine Neuberechnung der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012 durchgeführt (siehe Kapitel 7.2.4.2).

Für den verbleibenden Wald sind in Tabelle 284 die Zeitreihen der Emissionen der aktuellen Submission der vorjährigen gegenübergestellt. Für alle angegebenen Pools und Emissionsquellen haben sich die Emissionswerte verändert. Außer bei den Pools Biomasse und Totholz sowie beim Waldbrand, wo eine Rekalkulation der Emissionsfaktoren durchgeführt wurde, ist dies alleinig auf die Änderungen bei den Aktivitätsdaten zurückzuführen.

Tabelle 283: Vergleich der aus den Submissions 2013 und 2014 berichteten Emissionsfaktoren aus der verbleibenden Waldfläche (5.A.1)

Mg C/ha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Biomasse 2013	1,687	1,686	1,685	1,685	1,684	1,684	1,683	1,682	1,682	1,681	1,681
Biomasse 2014	1,421	1,421	1,421	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,419
Totholz 2013	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094
Totholz 2014	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
Waldbrand 2013 (CH <sub>4</sub> )	0,269	0,270	0,272	0,273	0,274	0,275	0,276	0,277	0,278	0,279	0,280
Waldbrand 2014 (CH <sub>4</sub> )	0,255	0,259	0,264	0,268	0,273	0,277	0,282	0,286	0,290	0,295	0,299
Waldbrand 2013 (N <sub>2</sub> O)	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Waldbrand 2014 (N <sub>2</sub> O)	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Mg C/ha	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Biomasse 2013	1,680	0,428	0,427	0,427	0,427	0,426	0,426	0,426	0,425	0,425	0,425
Biomasse 2014	1,419	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	1,035	1,035	1,035	1,035
Totholz 2013	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094
Totholz 2014	0,037	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	-0,052	-0,052	-0,052	-0,052
Waldbrand 2013 (CH <sub>4</sub> )	0,282	0,283	0,284	0,285	0,286	0,287	0,288	0,289	0,290	0,292	0,293
Waldbrand 2014 (CH <sub>4</sub> )	0,304	0,308	0,310	0,311	0,312	0,314	0,315	0,317	0,320	0,323	0,326
Waldbrand 2013 (N <sub>2</sub> O)	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Waldbrand 2014 (N <sub>2</sub> O)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

Tabelle 284: Vergleich der aus den Submissions 2013 und 2012 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>] aus der verbleibenden Waldfläche (5.A.1)

[Gg CO <sub>2</sub> eq a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2013	-74.086,299	-74.160,070	-74.201,009	-74.293,684	-74.364,987	-74.437,202	-74.499,987	-74.573,837	-74.643,441	-74.711,350
Gesamt 2014	-63.385,894	-63.486,953	-63.556,339	-63.675,990	-63.775,040	-63.875,167	-63.965,857	-64.067,925	-64.165,792	-64.261,998
Mineralböden 2013	-9.905,411	-9.917,344	-9.929,277	-9.941,210	-9.953,144	-9.965,077	-9.977,010	-9.988,943	-10.000,876	-10.012,809
Mineralböden 2014	-10.128,433	-10.144,461	-10.160,490	-10.176,518	-10.192,546	-10.208,575	-10.224,603	-10.240,631	-10.256,660	-10.272,688
Organische Böden 2013	497,298	499,519	501,740	503,961	506,182	508,403	510,624	512,845	515,066	517,287
Organische Böden 2014	483,676	486,682	489,688	492,693	495,699	498,705	501,710	504,716	507,722	510,727
Biomasse 2013	-63.110,688	-63.168,191	-63.225,573	-63.282,833	-63.339,972	-63.396,988	-63.453,881	-63.510,650	-63.567,295	-63.623,816
Biomasse 2014	-54.312,326	-54.397,152	-54.481,946	-54.566,706	-54.651,434	-54.736,127	-54.820,788	-54.905,415	-54.990,008	-55.074,567
Streu 2013	1.870,901	1.873,275	1.875,648	1.878,021	1.880,394	1.882,767	1.885,140	1.887,513	1.889,887	1.892,260
Streu 2014	1.911,200	1.914,389	1.917,579	1.920,768	1.923,957	1.927,146	1.930,335	1.933,525	1.936,714	1.939,903
Totholz 2013	-3.507,857	-3.512,306	-3.516,756	-3.521,205	-3.525,655	-3.530,105	-3.534,554	-3.539,004	-3.543,453	-3.547,903
Totholz 2014	-1.407,268	-1.409,616	-1.411,964	-1.414,312	-1.416,661	-1.419,009	-1.421,357	-1.423,706	-1.426,054	-1.428,402
Waldbrand 2013	11,162	6,420	34,392	10,505	7,870	4,199	9,835	4,283	2,850	2,991
Waldbrand 2014	10,556	6,153	33,390	10,329	7,835	4,232	10,031	4,420	2,975	3,158
Drainage organischer Böden (N <sub>2</sub> O) 2013	58,297	58,557	58,817	59,078	59,338	59,599	59,859	60,119	60,380	60,640
Drainage organischer Böden (N <sub>2</sub> O) 2014	56,700	57,052	57,405	57,757	58,109	58,462	58,814	59,166	59,519	59,871

[Gg CO <sub>2</sub> eq a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2013	-74.778,060	-74.944,421	-27.429,453	-27.466,978	-27.520,780	-27.567,554	-27.613,458	-27.663,179	-27.709,042	-27.765,343
Gesamt 2014	-64.357,023	-64.489,264	-28.508,249	-28.555,229	-28.620,052	-28.677,292	-28.726,126	-28.779,210	-46.684,773	-46.762,902
Mineralböden 2013	-10.024,743	-10.047,432	-10.070,121	-10.092,810	-10.115,499	-10.138,188	-10.161,126	-10.184,065	-10.207,004	-10.231,394
Mineralböden 2014	-10.288,717	-10.309,565	-10.330,413	-10.351,261	-10.372,109	-10.392,957	-10.411,860	-10.430,762	-10.449,665	-10.467,420
Organische Böden 2013	519,508	523,409	527,310	531,211	535,111	539,012	542,836	546,660	550,484	554,627
Organische Böden 2014	513,733	517,267	520,800	524,334	527,867	531,401	534,565	537,730	540,894	544,346
Biomasse 2013	-63.680,211	-63.820,995	-16.283,773	-16.307,779	-16.331,708	-16.355,559	-16.381,055	-16.406,480	-16.431,835	-16.465,805
Biomasse 2014	-55.159,092	-55.271,988	-16.936,290	-16.972,054	-17.007,818	-17.043,581	-17.075,983	-17.108,385	-40.870,015	-40.943,309
Streu 2013	1.894,633	1.899,121	1.903,610	1.908,098	1.912,587	1.917,075	1.921,604	1.926,134	1.930,663	1.935,484
Streu 2014	1.943,092	1.947,213	1.951,334	1.955,454	1.959,575	1.963,695	1.967,428	1.971,162	1.974,895	1.978,436
Totholz 2013	-3.552,352	-3.560,768	-3.569,184	-3.577,599	-3.586,015	-3.594,431	-3.602,923	-3.611,415	-3.619,906	-3.628,946
Totholz 2014	-1.430,751	-1.433,785	-3.775,703	-3.783,676	-3.791,649	-3.799,622	-3.806,846	-3.814,069	2.051,312	2.054,991
Waldbrand 2013	4,204	0,886	0,890	9,629	2,014	1,351	3,571	1,904	4,024	5,673
Waldbrand 2014	4,488	0,956	0,971	10,507	2,201	1,478	3,903	2,078	4,398	6,242
Drainage organischer Böden (N <sub>2</sub> O) 2013	60,900	61,358	61,815	62,272	62,729	63,187	63,635	64,083	64,531	65,017
Drainage organischer Böden (N <sub>2</sub> O) 2014	60,223	60,638	61,052	61,466	61,880	62,294	62,665	63,036	63,407	63,812
[Gg CO <sub>2</sub> eq a <sup>-1</sup> ]	2010	2011								
Gesamt 2013	-27.825,002	-27.885,186								
Gesamt 2014	-46.844,772	-46.927,291								
Mineralböden 2013	-10.255,784	-10.280,174								
Mineralböden 2014	-10.485,175	-10.502,929								
Organische Böden 2013	558,770	562,913								
Organische Böden 2014	547,797	551,248								
Biomasse 2013	-16.499,737	-16.533,632								
Biomasse 2014	-41.016,603	-41.089,898								
Streu 2013	1.940,305	1.945,127								
Streu 2014	1.981,978	1.985,520								
Totholz 2013	-3.637,986	-3.647,026								
Totholz 2014	2.058,670	2.062,348								
Waldbrand 2013	3,927	1,616								
Waldbrand 2014	4,345	1,799								
Drainage organischer Böden (N <sub>2</sub> O) 2013	65,503	65,989								
Drainage organischer Böden (N <sub>2</sub> O) 2014	64,216	64,621								

### 7.2.7.2 Neuwaldfläche

Für die Umwandlung von Flächen zu Wald (5.A.2) wurden für die Emissionsfaktoren der Pools Biomasse und Totholz Rekalkulationen durchgeführt (siehe Tabelle 285).

Es standen erstmals die Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012) zur Verfügung. Im Rahmen der Methodenumstellung für die Herleitung der Biomasse (siehe Kapitel 7.2.4.1) war es notwendig, die Biomasse konsistent für alle Zeitpunkte der Bundeswaldinventuren neu zu berechnen. Dies führt für den Pool Biomasse zu einer Rekalkulation der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012.

Die neuen Daten der BWI 2012 wurden ebenfalls für die Berechnungen des Pool Totholz verwendet und eine Neuberechnung der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012 durchgeführt (siehe Kapitel 7.2.4.2).

Für die Aufforstung sind in Tabelle 286 die Zeitreihen der Emissionen der aktuellen Submission der vorjährigen gegenübergestellt. Für alle angegebenen Pools haben sich die Emissionswerte verändert. Außer bei den Pools Biomasse und Totholz, wo eine Rekalkulation der Emissionsfaktoren durchgeführt wurde, ist dies alleinig auf die Änderungen bei den Aktivitätsdaten zurückzuführen.

Tabelle 285: Vergleich der aus den Submissions 2013 und 2014 berichteten Emissionsfaktoren für Biomasse und Totholz für Neuwaldflächen (5.A.2)

MgC/ha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Biomasse 2013	-11,280	-11,359	-11,214	-11,450	-11,320	-11,382	-11,458	-11,500	-11,466	-11,535	-11,490
Biomasse 2014	-7,780	-7,865	-7,710	-7,963	-7,823	-7,890	-7,972	-8,016	-7,979	-8,053	-8,005
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Biomasse 2013	-4,319	-4,059	-3,753	-4,478	-4,304	-12,249	-12,361	-12,551	-8,222	-8,066	-8,211
Biomasse 2014	-8,391	-8,042	-7,919	-8,212	-8,141	-5,169	-5,236	-5,348	-7,530	-7,418	-7,522
Totholz 2013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Totholz 2014	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034

Tabelle 286: Vergleich der 2013 und 2014 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente] für Neuwaldflächen (5.A.2)

[Gg CO <sub>2</sub> Äqu. a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Gesamt 2013</b>	-6.485,095	-6.500,407	-6.538,766	-6.537,831	-6.574,661	-6.591,684	-6.607,232	-6.626,358	-6.653,336	-6.669,611
<b>Gesamt 2014</b>	-5.878,560	-5.894,302	-5.936,659	-5.933,640	-5.974,230	-5.991,949	-6.007,964	-6.028,111	-6.057,325	-6.074,180
<b>Mineralböden 2013</b>	1.339,780	1.313,785	1.287,791	1.261,796	1.235,801	1.209,807	1.183,812	1.157,817	1.131,822	1.105,828
<b>Mineralböden 2014</b>	1.447,002	1.419,118	1.391,234	1.363,350	1.335,466	1.307,582	1.279,698	1.251,814	1.223,930	1.196,046
<b>Organische Böden 2013</b>	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026	87,026
<b>Organische Böden 2014</b>	93,456	93,456	93,456	93,456	93,456	93,456	93,456	93,456	93,456	93,456
<b>Biomasse 2013</b>	-6.955,182	-6.947,074	-6.962,013	-6.937,658	-6.951,067	-6.944,670	-6.936,798	-6.932,504	-6.936,062	-6.928,917
<b>Biomasse 2014</b>	-6.310,147	-6.300,784	-6.318,035	-6.289,911	-6.305,395	-6.298,008	-6.288,918	-6.283,960	-6.288,068	-6.279,818
<b>Streu 2013</b>	-956,719	-954,144	-951,570	-948,995	-946,421	-943,846	-941,271	-938,697	-936,122	-933,548
<b>Streu 2014</b>	-1.032,458	-1.029,679	-1.026,901	-1.024,122	-1.021,344	-1.018,565	-1.015,787	-1.013,009	-1.010,230	-1.007,452
<b>Totholz 2013</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Totholz 2014</b>	-76,413	-76,413	-76,413	-76,413	-76,413	-76,413	-76,413	-76,413	-76,413	-76,413
[Gg CO <sub>2</sub> Äqu. a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Gesamt 2013</b>	-6.697,666	-7.755,923	-7.512,755	-7.270,533	-6.991,068	-6.742,824	-6.375,342	-6.051,696	-5.725,575	-5.624,621
<b>Gesamt 2014</b>	-6.104,637	-6.653,072	-6.958,949	-6.740,084	-6.502,466	-6.279,956	-6.138,917	-5.932,946	-5.724,006	-5.400,099
<b>Mineralböden 2013</b>	1.079,833	562,499	537,620	512,742	487,863	462,985	438,830	414,676	390,522	361,868
<b>Mineralböden 2014</b>	1.168,162	1.112,333	1.057,339	1.003,182	949,860	897,374	852,934	809,245	766,308	728,207
<b>Organische Böden 2013</b>	87,026	83,761	80,497	77,232	73,968	70,703	66,902	63,100	59,299	55,083
<b>Organische Böden 2014</b>	93,456	90,172	86,889	83,605	80,321	77,037	74,204	71,370	68,536	65,846
<b>Biomasse 2013</b>	-6.933,551	-7.964,247	-7.693,523	-7.424,803	-7.118,675	-6.844,873	-6.459,087	-6.117,250	-5.773,809	-5.674,125
<b>Biomasse 2014</b>	-6.285,169	-6.810,097	-7.093,134	-6.852,095	-6.592,969	-6.349,619	-6.192,357	-5.970,763	-5.746,803	-5.412,425
<b>Streu 2013</b>	-930,973	-942,737	-908,692	-874,795	-841,046	-807,444	-767,288	-727,311	-687,514	-640,011
<b>Streu 2014</b>	-1.004,673	-971,394	-938,283	-905,342	-872,570	-839,966	-810,976	-782,136	-753,445	-725,165
<b>Totholz 2013</b>	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Totholz 2014</b>	-76,413	-74,087	-71,760	-69,434	-67,108	-64,781	-62,722	-60,662	-58,602	-56,562
[Gg CO <sub>2</sub> Äqui. a <sup>-1</sup> ]	2010									
<b>Gesamt 2013</b>	-5.231,705	-4.836,298								
<b>Gesamt 2014</b>	-5.199,718	-4.987,599								
<b>Mineralböden 2013</b>	333,215	480,072								
<b>Mineralböden 2014</b>	690,846	654,226								
<b>Organische Böden 2013</b>	50,866	46,650								
<b>Organische Böden 2014</b>	63,157	60,467								
<b>Biomasse 2013</b>	-5.265,291	-4.844,687								
<b>Biomasse 2014</b>	-5.202,165	-4.980,758								
<b>Streu 2013</b>	-592,724	-518,333								
<b>Streu 2014</b>	-697,034	-669,050								
<b>Totholz 2013</b>	0,000	0,000								
<b>Totholz 2014</b>	-54,522	-52,483								

## 7.2.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5.A)

### 7.2.8.1 Landnutzungsänderungen

Derzeit sind, über frühere Angaben hinaus, keine weiteren Verbesserungen geplant. Aussagen über den Stand der Umsetzung der geplanten Verbesserungsmaßnahmen im LULUCF-Sektor sind in Kapitel 7.1.9 zu finden.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 7.3 Ackerland (5.B)

### 7.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (5.B)

CRF 5.B	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Cropland	CO <sub>2</sub>	L	28.117,7 (2,29%)	31.245,7 (3,34%)	11,12%		
Cropland	N <sub>2</sub> O	-	344,4 (0,03%)	444,1 (0,05%)	28,94%		
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>	
CO <sub>2</sub>		CS		RS/NS		CS <sup>89</sup>	
N <sub>2</sub> O		CS/Tier 1		RS/NS		D	

Die Quellgruppe *Ackerland* (5.B) ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

In der Kategorie „*Ackerland*“ wird über die Freisetzung/Einbindung von CO<sub>2</sub> aus mineralischen und organischen Böden, der ober- und unterirdischen Biomasse sowie der Kalkung berichtet; außerdem über Lachgasemissionen durch Humusverluste aus Mineralböden nach Landnutzungsänderung zu Acker. Das Abbrennen von Feldern und Ernterückständen ist in Deutschland per Gesetz verboten (BGBI 2004) und wird deshalb nicht berichtet (NO).

Im Jahr 2012 betragen die Gesamtemissionen aus dem Ackerland  $31.689,8 \pm 10.215,2$  Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Dabei entfielen  $25.977,6 \pm 10.369,35$  Gg CO<sub>2</sub> auf die Freisetzung aus ackerbaulich genutzten Mooren;  $3.367,5 \pm 1.218,26$  Gg CO<sub>2</sub> wurden nach Umwandlung zu Acker aus mineralischen Böden freigesetzt,  $2,8 \pm 2,5$  Gg CO<sub>2</sub> nach Umwandlung zu Acker aus der Biomasse. Durch die Zersetzung von Totholz und Streu, im Zusammenhang mit Entwaldungsmaßnahmen, fielen  $53,6 \pm 5,9$  Gg CO<sub>2</sub> an. Durch Kalkung emittierten zusätzlich  $1.844,3 \pm 106,6$  Gg CO<sub>2</sub>. Diese Summe bezieht sich unspezifisch auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, wurde aber insgesamt der Kategorie Ackerland zugeordnet (vergl. Kapitel 7.3.4.5). Die N<sub>2</sub>O-Freisetzung durch Humusverluste aus Mineralböden nach Landnutzungsänderung zu Acker betrug  $444,1 \pm 348,0$  Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

Die Zeitreihen der Summen der Emissionen aus dem Ackerland (siehe Abbildung 58 und Abbildung 59 sowie Tabelle 292 und Tabelle 293 im Kapitel 7.3.7) verdeutlichen, dass die Treibhausgasemissionen seit dem Basisjahr 1990 um  $3.228$  Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente bzw. 11,34 % zugenommen haben. Der Trend ist eindeutig gerichtet und höchstsignifikant ( $\alpha < 0,001$ ) und auf die Zunahme der Ackerfläche seit 1990 zurückzuführen ( $491.204$  ha  $\leq 3,7\%$ ), insbesondere aber auf die Zunahme der Fläche ackerbaulich genutzter organischer Böden (11 %). Diese sind gegenüber 1990 um  $2.587$  Gg CO<sub>2</sub> angestiegen und sind, absolut gesehen, die Hauptquelle für die Emissionszunahme; die relative Zunahme dieses Pools gegenüber 1990 beträgt 11,1 %. Letztere ist in den Quellgruppen Mineralböden (CO<sub>2</sub>: +816 Gg CO<sub>2</sub>  $\leq 32,0$  % (relative Zunahme der Emissionen in der Quellgruppe seit 1990); N<sub>2</sub>O: +100 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente  $\leq 28,9$  %) und Kalkung ( $685$  Gg CO<sub>2</sub>  $\leq 59,1$  %) deutlich größer, wodurch diese auch einen erheblichen Anteil zur Emissionszunahme in der Ackerlandkategorie beitragen. Dem gegenüber stehen Abnahmen der Emissionen aus der

<sup>89</sup> Die Angabe CS/M bezieht sich auf die Ermittlung der Vorratsänderung in der Biomasse und im Boden. Änderungen in Totholz, und Streu wurden nach Tier 1 auf 0 geschätzt.

Biomasse (-815 Gg CO<sub>2</sub> ≈ -99,7 % (relative Abnahme der Emissionen in der Quellgruppe seit 1990)) und der toten organischen Substanz (-146 Gg CO<sub>2</sub> ≈ -73,2 %).

Ursache für die erhöhten Emissionen aus dem Ackerland sind im Wesentlichen Landnutzungsänderungen von Grünland zu Ackerland, mit ansteigendem Trend. Während 1990 ca. 44.600 ha umgenutzt wurden, hat sich diese Fläche 2012 auf 90.300 ha verdoppelt. Insgesamt ist der Grünlandumbruch seit 1990 für ca. 90 % der Zunahme der Ackerfläche verantwortlich. Die Abnahme der Emissionen aus der Biomasse und der toten organischen Substanz ist zum größten Teil Folge des starken Rückgangs der Entwaldung (2012 wurden ca. -70 % weniger Fläche entwaldet als 1990), zum anderen auf die Abnahme von Landnutzungsänderungen von Gehölzen zu Acker (-50%) (vergl. Tabelle 251 im Kapitel 7.1.3.5). Die Kurvenverläufe der Zeitreihen, insbesondere deutliche Änderungen, haben ihre Ursache vor allem in den periodischen Erhebungsterminen der Flächendaten (siehe Kapitel 7.1.3.5, Tabelle 251). Der Erfassung von Landnutzungsänderungen anhand räumlich expliziter Daten zur Landnutzung lagen Datensätze der Jahre 1990, 2000, 2005 2008 und 2012 zugrunde (vergl. Kapitel 7.1.3). Landnutzungsänderungen, die zwischen diesen Terminen auftraten, wurden durch lineare Interpolation ermittelt, so dass die jährlichen Konversionsflächen zwischen den Zeitpunkten, zu denen räumlich explizite Daten ausgewertet wurden, konstant sind. Gründe für die Abnahme der Emissionen zwischen 2000 und 2001 sind der deutliche Rückgang der Entwaldung und die deutlich geringere Menge von kohlensauren Kalken, die in der Landwirtschaft zu diesem Zeitpunkt ausgebracht wurden.

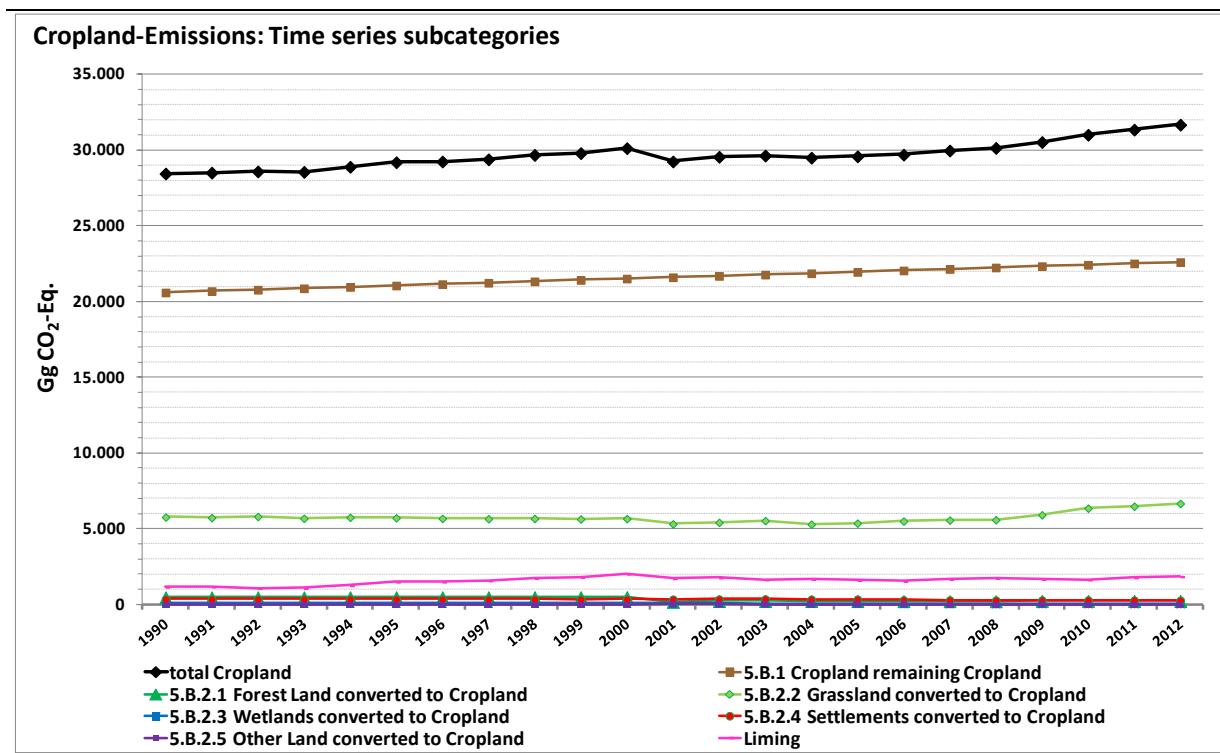


Abbildung 58: Treibhausgasemissionen (Summe aus CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O) [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2012 nach Subkategorien

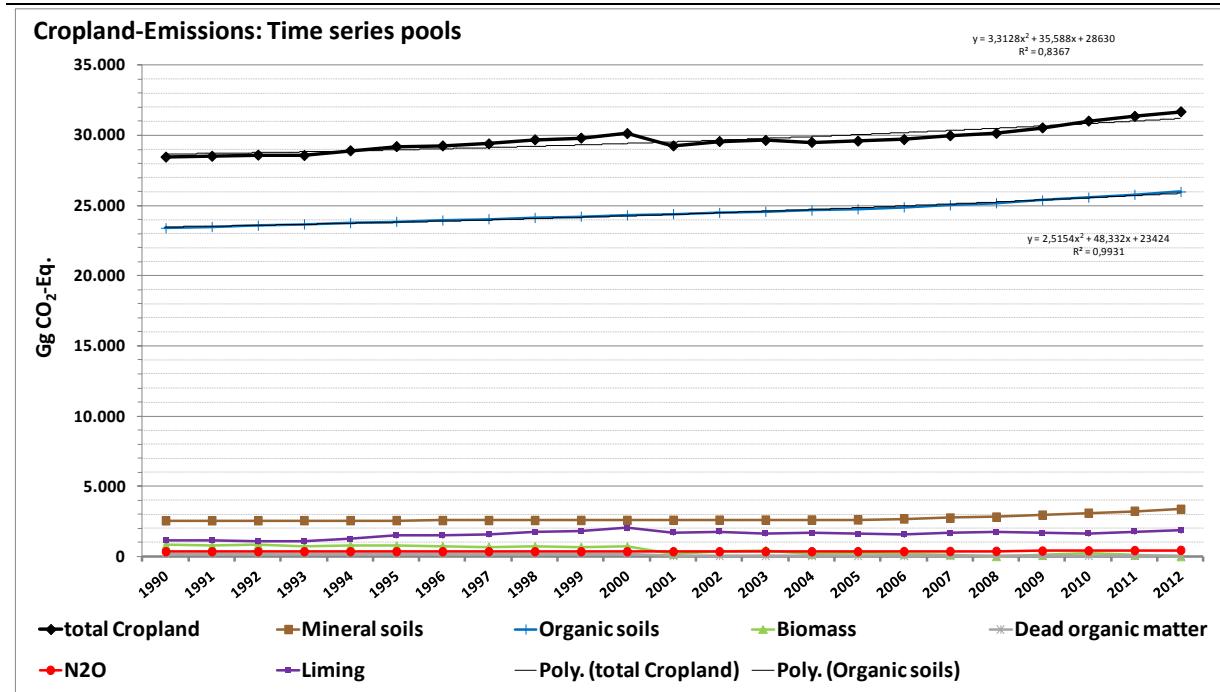


Abbildung 59: Treibhausgasemissionen (Summe aus CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O) [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Ackerland von 1990 – 2012 nach Pools

### 7.3.2 *Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.B)*

Siehe Kapitel 7.1.3.

### 7.3.3 *Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.B)*

Ackerland ist in Kapitel 0 definiert. Für die Berechnung der Emissionen wird Ackerland poolspezifisch stratifiziert:

- Berechnung der Biomassevorräte: Jährlich variable Stratifizierung nach 65 annuellen Kulturarten (Kapitel 7.3.4.2.2) und Dauerkulturen. Dauerkulturen werden unterschieden nach Wein, 8 Obstbaumkategorien und Weihnachtsbäumen (Kapitel 19.5.3.1). Der Anteil der Dauerkulturen an der Gesamtfläche des Ackerlands beträgt 1,2 %.
- Berechnung der Emissionen aus Böden: Zeitlich konstante Stratifizierung nach organischen Böden und Mineralböden. Die Mineralböden werden weiterhin nach Nutzung, Bodentyp bzw. Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimaregion stratifiziert (vergl. Kapitel 19.5.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen: Jährlich aktualisierte Stratifizierung nach Acker unter verbleibender Nutzung und Land, das in Acker umgewandelt wurde. Die Daten werden jährlich aus der Landnutzungsinformation übernommen (Kapitel 0; Kapitel 7.1.3).

## 7.3.4 Methodische Aspekte (5.B)

### 7.3.4.1 Datenquellen

#### Annuelle Kulturen

- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung (diverse Jahrgänge (div. Jgg.))
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Feldfrüchte; (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei,– Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen); (div. Jgg.)
- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use (IPCC 2006)
- BGBI (2012) „Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung –DÜV)“ („Düngeverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBI. I S. 221), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 36 vom 24. Februar 2012 (BGBI. I S. 212) geändert worden ist“)

#### Obstgehölze, Wein und Weihnachtsbaumkulturen

- „Obstanbau, Weinanbau und Weihnachtsbaumkulturen in Deutschland“; Zwischenbericht Forschungsprojekt „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Wäldern“ (PÖPKEN 2011)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei,– Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen)(vormals in Fachserie 3, Reihe 1.1.1) alte Ausgaben; (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.4, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumobstflächen; (2007)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.4, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumobstflächen; (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.5, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Grunderhebung der Rebflächen; (2009)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.5, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Rebflächen - (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Obst; (div. Jgg.)

### 7.3.4.2 Biomasse

Für die Verbleib-Kategorie von Ackerland werden keine Kohlenstoffvorratsänderungen ausgewiesen, da ein Gleichgewichtszustand für die Kohlenstoffflüsse mit der Biomasse in diesen Kategorien unterstellt wird. Entsprechend werden in der CRF-Tabelle 5.B.1 unter den Rubriken „lebende Biomasse“ und „tote organische Substanz“ die Vermerke NO (not occurring) geführt. Dies begründet sich in den für Dauerkulturen Deutschlands ermittelten repräsentativen „Gleichgewichtskohlenstoffvorräten“. Annuelle Kulturen werden

entsprechend der IPCC-Richtlinien in der Verbleib-Kategorie von Ackerland nicht berücksichtigt. Der Berechnung des durchschnittlichen Kohlenstoffvorrates für Obstgehölze liegt eine vollständige Baumzählung zugrunde, die die Gehölze unterschieden nach Art und Alter (< 1 - > 25 Jahre) erfasst. Zusammen mit Pöpken (2011) konnte ein repräsentativer Gleichgewichtskohlenstoffvorrat für alle ackerbaulich genutzten Gehölzpflanzen ermittelt werden, da über alle unterschiedlichen Altersklassen, Gehölzarten sowie Ausprägungen und Zusammensetzungen summiert wurde (Kapitel 19.5.3.1). Der jährliche Zuwachs wird bei Gehölzpflanzen in Nutzung i.d.R. vollständig weggeschnitten. Die Umtriebszeiten für die Gehölzpflanzen sind relativ kurz (ca. 10 – 15 Jahre bei Obstgehölzen), so dass es zwar häufig zu einer Erneuerung der Bestände kommt, jedoch aus dem bei der Herleitung der Emissionsfaktoren berücksichtigten Pool. Es besteht ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Pflanzung, Wachstum, Schnitt, Ernte und Erneuerung. Im Falle von Landnutzungsänderungen zu Ackerland werden die C-Vorräte durch Anpflanzung von Gehölzbiomasse daher auch vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung angerechnet. Bei Landnutzungsänderungen werden, gemäß IPCC 2003, die Kohlenstoffvorratsänderungen in der annuellen und perennierenden Biomasse erfasst und berichtet.

#### **7.3.4.2.1 Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von Dauerkulturen (perennierenden Ackerkulturen)**

Die Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von Dauerkulturen wurden nach den in Kapitel 19.5.3.1 aufgeführten Methoden hergeleitet. Dort sind auch die Datengrundlagen und Einzelfaktoren verzeichnet. Tabelle 287 zeigt als Ergebnis den Kohlenstoffvorrat für Flächen mit Dauerkulturen.

Tabelle 287: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [ $\text{Mg ha}^{-1}$ ] für Dauerkulturen ( $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Dauerkulturen	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]		
	$\text{Bio}_{\text{total}}$	$\text{Bio}_{\text{oberirdisch}}$	$\text{Bio}_{\text{unterirdisch}}$
Acker: Dauerkulturen	$11,23 \pm 2,91$	$8,23 \pm 2,24$	$2,99 \pm 1,31$

#### **7.3.4.2.2 Kohlenstoffvorräte in der Biomasse von annuellen Ackerkulturen**

Bei Landnutzungsänderungen wird die ober- und unterirdische Biomasse von annuellen Acker- und Gartenlandkulturen und Dauerkulturen als flächengewichtetes Mittel angesetzt. Dieses Vorgehen entspricht IPCC 2003. Der Kohlenstoffvorrat für die ober- und unterirdische Biomasse von annuellen Ackerkulturen wird jährlich auf Basis der Ernterhebungen des Statistischen Bundesamtes errechnet. Hieraus werden flächen- und ertragsgewichtete mittlere Kohlenstoffvorräte bezogen auf die Fläche annueller Acker- und Gartenlandkulturen berechnet.

Die Grundlage für die Ermittlung der mittleren Kohlenstoffvorräte für Feldfrüchte bilden die Erträge und Anbauflächen von 65 Feldfrüchten. Diese sind:

- Winterweizen, Sommerweizen, Roggen, Triticale, Wintermenggetreide, Wintergerste, Sommergerste, Hafer, Sommermenggetreide, Körnermais
- Futtererbsen, Ackerbohnen
- Kartoffeln, Zuckerrüben, Runkelrübe
- Winterraps
- Klee, Luzerne, Gras, Silomais

- Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Grünkohl, Kohlrabi, Rosenkohl, Rotkohl, Weißkohl, Wirsing, Eichblattsalat, Eissalat, Endiviensalat, Feldsalat, Kopfsalat, LolloSalat, Radicchio, Römischer, Rucolasalat, sonstige Salate, Spinat, Rharbarber, Spargel, Staudensellerie, Knollenfenchel, Knollensellerie, Meerrettich, Möhren, Radieschen, Rettich, Rote Rüben, Einlegegurken, Schälgerken, Speisekürbisse, Zucchini, Zuckermais, Buschbohnen, Dicke Bohnen, Stangenbohnen, Frischerbsen-Drusch, Frischerbsen, Bundzwiebeln, Speisezwiebeln, Petersilie, Porree, Schnittlauch

Die Ableitung der trockenen Biomasse einzelner Pflanzenteile aus den Ernteerträgen erfolgt nach HAENEL et al. (2012) mittels Verhältniszahlen und Wassergehaltsangaben aus unterschiedlichen Quellen. Die Daten und Methoden sind konsistent mit denen zur Berechnung des Stickstoffs in Ernterückständen (CRF 4.D).

Für die Berechnung des Kohlenstoffvorrats der Biomasse wurde, abweichend vom IPCC – Defaultwert (50 Gew-%), ein durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt derselben von 45 Gew-% angenommen, da OSOWSKI et al. (2004) Kohlenstoffgehalte für Pflanzen in Mitteleuropa von 44 – 48 Gew.-% ausweisen und PÖPKEN (2011), bei ihren Untersuchungen von Nutzgehölzpflanzen für das deutsche Inventar, ebenfalls mittlere Werte von 45 bis 46 % ermittelte. Die Ergebnisse für annuelle Ackerland- bzw. Gartenlandpflanzen sind in Tabelle 288 dargestellt.

Tabelle 288: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] von Ackerland mit annueller Vegetation ( $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Jahr	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]		
	Ackerland <sub>annuell</sub>		
	$\text{Bio}_{\text{total}}$	$\text{Bio}_{\text{oberirdisch}}$	$\text{Bio}_{\text{unterirdisch}}$
1990	6,03 $\pm$ 0,52	4,84 $\pm$ 0,41	1,19 $\pm$ 0,33
1991	6,27 $\pm$ 0,54	5,07 $\pm$ 0,43	1,21 $\pm$ 0,34
1992	5,81 $\pm$ 0,50	4,71 $\pm$ 0,40	1,10 $\pm$ 0,31
1993	6,57 $\pm$ 0,57	5,32 $\pm$ 0,45	1,25 $\pm$ 0,35
1994	6,15 $\pm$ 0,53	4,97 $\pm$ 0,42	1,18 $\pm$ 0,33
1995	6,35 $\pm$ 0,55	5,14 $\pm$ 0,43	1,21 $\pm$ 0,34
1996	6,60 $\pm$ 0,57	5,35 $\pm$ 0,45	1,24 $\pm$ 0,35
1997	6,73 $\pm$ 0,58	5,46 $\pm$ 0,46	1,27 $\pm$ 0,36
1998	6,62 $\pm$ 0,57	5,37 $\pm$ 0,45	1,25 $\pm$ 0,35
1999	6,84 $\pm$ 0,59	5,56 $\pm$ 0,47	1,29 $\pm$ 0,36
2000	6,70 $\pm$ 0,58	5,45 $\pm$ 0,46	1,25 $\pm$ 0,35
2001	6,99 $\pm$ 0,61	5,67 $\pm$ 0,48	1,31 $\pm$ 0,37
2002	6,45 $\pm$ 0,56	5,25 $\pm$ 0,44	1,21 $\pm$ 0,34
2003	5,82 $\pm$ 0,50	4,75 $\pm$ 0,40	1,07 $\pm$ 0,30
2004	7,32 $\pm$ 0,63	5,95 $\pm$ 0,50	1,36 $\pm$ 0,38
2005	6,96 $\pm$ 0,60	5,64 $\pm$ 0,48	1,32 $\pm$ 0,37
2006	6,56 $\pm$ 0,57	5,30 $\pm$ 0,45	1,26 $\pm$ 0,35
2007	6,84 $\pm$ 0,59	5,54 $\pm$ 0,47	1,31 $\pm$ 0,37
2008	7,33 $\pm$ 0,64	5,92 $\pm$ 0,50	1,40 $\pm$ 0,39
2009	7,51 $\pm$ 0,65	6,08 $\pm$ 0,51	1,43 $\pm$ 0,40
2010	7,01 $\pm$ 0,61	5,67 $\pm$ 0,48	1,35 $\pm$ 0,38
2011	7,48 $\pm$ 0,65	6,05 $\pm$ 0,51	1,43 $\pm$ 0,40
2012	7,79 $\pm$ 0,68	6,29 $\pm$ 0,53	1,50 $\pm$ 0,42

### 7.3.4.2.3 Gesamte Kohlenstoffvorräte in der Biomasse Ackerland

Die gesamte Biomasse in Ackerland wird als flächengewichteter jährlicher Kohlenstoffvorrat nach Gleichung 39 berechnet.

Gleichung 39:

$$C_{crop} = \frac{(C_{Dauerkultur} * A_{Dauerkultur} + C_{annuell} * A_{annuell})}{(A_{Dauerkultur} + A_{annuell})}$$

$C_{crop}$ : Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrats der Biomasse von annuellen und Dauerkulturen auf Ackerland [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]

$C_{Dauerkultur}$ : Durchschnittlicher Kohlenstoffvorrat in der Biomasse von Dauerkulturen (perennierenden Ackerkulturen) [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]

$C_{annuell}$ : Durchschnittlicher Kohlenstoffvorrat in der Biomasse von annuellen Ackerkulturen [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]

$A_{Dauerkultur}$ : Ackerfläche mit Dauerkulturen [ha]

$A_{annuell}$ : Ackerfläche mit annuellen Kulturen [ha]

Die in Tabelle 289 dargestellten Werte werden allen Berechnungen bezgl. Biomasse im Zusammenhang mit Landnutzungsänderungen im Ackerland- und Gartenlandbereich zugrunde gelegt.

Tabelle 289: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] in der Biomasse von Ackerland in Deutschland ( $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Jahr	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] Ackerland flächengewichtet		
	$\text{Bio}_{\text{total}}$	$\text{Bio}_{\text{oberirdisch}}$	$\text{Bio}_{\text{unterirdisch}}$
1990	6,13 $\pm$ 0,52	4,91 $\pm$ 0,40	1,22 $\pm$ 0,33
1991	6,38 $\pm$ 0,54	5,13 $\pm$ 0,42	1,24 $\pm$ 0,33
1992	5,92 $\pm$ 0,50	4,79 $\pm$ 0,39	1,14 $\pm$ 0,30
1993	6,66 $\pm$ 0,56	5,38 $\pm$ 0,44	1,29 $\pm$ 0,34
1994	6,26 $\pm$ 0,53	5,04 $\pm$ 0,41	1,22 $\pm$ 0,33
1995	6,45 $\pm$ 0,54	5,21 $\pm$ 0,43	1,24 $\pm$ 0,33
1996	6,69 $\pm$ 0,56	5,41 $\pm$ 0,45	1,28 $\pm$ 0,34
1997	6,82 $\pm$ 0,58	5,51 $\pm$ 0,45	1,31 $\pm$ 0,35
1998	6,71 $\pm$ 0,57	5,43 $\pm$ 0,45	1,29 $\pm$ 0,34
1999	6,93 $\pm$ 0,58	5,61 $\pm$ 0,46	1,32 $\pm$ 0,35
2000	6,79 $\pm$ 0,57	5,50 $\pm$ 0,45	1,29 $\pm$ 0,35
2001	7,07 $\pm$ 0,60	5,72 $\pm$ 0,47	1,35 $\pm$ 0,36
2002	6,54 $\pm$ 0,55	5,30 $\pm$ 0,44	1,24 $\pm$ 0,33
2003	5,93 $\pm$ 0,50	4,82 $\pm$ 0,40	1,11 $\pm$ 0,30
2004	7,39 $\pm$ 0,63	6,00 $\pm$ 0,49	1,39 $\pm$ 0,37
2005	7,04 $\pm$ 0,59	5,69 $\pm$ 0,47	1,35 $\pm$ 0,36
2006	6,64 $\pm$ 0,56	5,35 $\pm$ 0,44	1,29 $\pm$ 0,35
2007	6,92 $\pm$ 0,58	5,59 $\pm$ 0,46	1,34 $\pm$ 0,36
2008	7,40 $\pm$ 0,62	5,96 $\pm$ 0,49	1,43 $\pm$ 0,38
2009	7,58 $\pm$ 0,64	6,12 $\pm$ 0,50	1,46 $\pm$ 0,39
2010	7,09 $\pm$ 0,60	5,71 $\pm$ 0,47	1,38 $\pm$ 0,37
2011	7,54 $\pm$ 0,64	6,09 $\pm$ 0,50	1,46 $\pm$ 0,39
2012	7,84 $\pm$ 0,66	6,32 $\pm$ 0,52	1,52 $\pm$ 0,41

### 7.3.4.3 Mineralische Böden

Für Flächen unter verbleibender Nutzung wird keine Änderung der Kohlenstoffvorräte in Mineralböden ausgewiesen. Die Konstanz des Kohlenstoffvorrats seit Anfang der 1990er Jahre wird durch Ergebnisse auf 140 regionalen Langzeituntersuchungsflächen belegt (HÖPER und SCHÄFER 2012; FORTMANN et al. 2012 und BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2007). Auch zeigen Metastudien jüngeren Datums (BAKER et al. 2007 ; LUO et al. 2010), dass die Art der Bodenbearbeitung bei einer Betrachtungstiefe  $> 60$  cm keinen Einfluss auf den Gesamtkohlenstoffvorrat von Mineralböden hat. Des Weiteren treten großflächige und schnell wechselnde Änderungen bezüglich der Bodenbewirtschaftungs- und Managementmethoden im Bereich der landwirtschaftlichen Bodennutzung nicht auf.

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Ackerland ist in Kapitel 7.1.5, die Emissionsfaktoren auch in Tabelle 290 (Kapitel 7.3.5), die Herleitung der Emissionsfaktoren in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

Die N<sub>2</sub>O-Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Ackerland (CRF Table 5 (III)), wurden gemäß IPCC GPG (2003) ermittelt. Hierfür wurden die für die einzelnen Landnutzungsänderungsflächen ermittelten Kohlenstoffvorratsänderungen durch die flächengewichteten mittleren C/N – Verhältnisse der entsprechenden Böden dividiert, somit die absoluten Veränderungen im Stickstoffvorrat der Böden bestimmt. Diese Vorratsunterschiede wurden mit dem IPCC-Defaultwert von 0,0125 Mg N<sub>2</sub>O-N pro Mg N verrechnet (IPCC GPG 2003). Die so ermittelten N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren und ihre Unsicherheiten sind in Tabelle 290 (Kapitel 7.3.5) dargestellt. Die C/N-Verhältnisse wurden aus den Schätzprofildaten der BÜK 1000 n 2.3 (BGR 2011) abgeleitet. Die Lachgasemissionen unterliegen ebenfalls der Übergangszeit und werden analog zu den Kohlenstoffvorratsänderungen auf 20 Jahre verteilt.

#### 7.3.4.4 Organische Böden

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus organischen Böden infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung sowie die Herleitung der entsprechenden Emissionsfaktoren ist in Kapitel 7.1.6 beschrieben. Die jährlichen Emissionen nach Landnutzungsänderung werden wie die Emissionen aus verbleibender Ackernutzung berechnet.

N<sub>2</sub>O-Emissionen aus organischen Böden werden im Sektor „Landwirtschaft“ unter Kapitel 4.D.1.5 „Cultivation of Histosols“ berichtet. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden N<sub>2</sub>O-Emissionen aus organischen Böden infolge der Konversion zu Ackerland in den LULUCF-Tabellen deshalb mit dem Notationsschlüssel „IE“ versehen.

#### 7.3.4.5 Kalkung

Die Emissionen aus der Kalkung errechnen sich aus der Summe ausgebrachter Kalkdünger. Diese umfasst alle Carbonate von Calcium und Magnesium als reine Stoffe oder als Beimengungen. Berichtet wird daher über Emissionen aus der Lösung kohlensaurer, Misch-, Carbo- und Rückstandskalke sowie Kalkammonsalpeter.

Die ausgebrachten Kalkmengen werden aus den im Inland verkauften Produktmengen abgeleitet, unter der Annahme, dass verkaufter Kalkdünger im Verkaufsjahr auch ausgebracht wurde. Die Angaben zu den Produktmengen entstammen der Offizialstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 8.2). Aufgeführt wird lediglich die Düngermenge der Gesamtsumme an Kalken sowie zusammengefasst der an die Forstwirtschaft veräußerte Anteil. Im Rahmen der Inventarabschätzung wird unterstellt, dass die Menge der in den Forsten ausgebrachten Kalkdüngerarten den prozentualen Anteilen derselben an der Gesamtsumme entspricht. Die nicht explizit der Forstwirtschaft zugewiesenen Kalkmengen werden vollständig in der Ackerlandkategorie berichtet.

In der Düngemittelstatistik werden alle kalkhaltigen Dünger, auch Magnesiumcarbonate als CaO berichtet. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden aus diesen stöchiometrisch abgeleitet. Da aufgrund dieser Ausweisung nicht zwischen Dolomit (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) und Kalk (CaCO<sub>3</sub>) unterschieden werden kann, wird der Dolomit unter Kalk berichtet, in der CRF-Tabelle 5 (IV) als IE (included elsewhere) ausgewiesen.

Für Kalkammonsalpeter wird davon ausgegangen, dass der Stickstoffanteil 27 % beträgt, folglich der Anteil an Ammoniumnitrat 77,1 %, der an Calciumcarbonat 22,9 %. Auch hier erfolgt die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen stöchiometrisch.

### 7.3.5 **Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5.B)**

Die Bestimmung der Unsicherheiten für Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten erfolgten gemäß der Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2000). Nähere Erläuterungen hierzu finden sich in Kapitel 19.5.4. Tabelle 290 zeigt die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren des Ackerlandsektors, unterschieden nach Pools und Subkategorien.

Tabelle 290 unterstreicht, dass Verteilungen aus natürlichen Prozessen oft nicht symmetrisch sind, sondern mit einer logarithmischen Normalverteilung beschrieben werden müssen. So sind auch die Verteilungsfunktionen bezüglich der Emissionsfaktoren im Ackerlandbereich in der Regel lognormalverteilt. Ausnahmen bilden die Standardnormalverteilungen der Biomassewerte. Die Unsicherheiten sind hier gleichzeitig die geringsten.

Die Unsicherheiten für die Aktivitätsdaten, die Flächen, sind in Tabelle 405 in Kapitel 19.5.4 dargestellt. Diese sind normalverteilt und die Hälfte des 95 % - Konfidenzintervalls beträgt im Ackerlandbereich zwischen 1 – 102 %. Beim Rasterpunktansatz ist der Stichprobenfehler systembedingt abhängig von der Stichprobengröße, somit vom Flächenanteil der jeweiligen Subkategorie an der Gesamtfläche (vergl. Kapitel 7.1.3). So weisen lediglich die Subkategorien im Ackerlandbereich größere Unsicherheiten auf, deren Anteil an der gesamten Ackerfläche < 0,1 % beträgt. Eine flächengewichtete Ableitung einer Gesamtunsicherheit der Flächendaten in der Ackerlandkategorie ergibt eine Unsicherheit von 1,05 % [Hälfte des 95-% Konfidenzintervalls].

Tabelle 405 in Kapitel 19.5.4 zeigt, dass im Ackerlandbereich, gemessen an den Gesamtemissionen, insbesondere die Emissionen aus den organischen Böden einen erheblichen Anteil an den nationalen LULUCF-Emissionen aufweisen. Die Emissionen aus dem Mineralboden und insbesondere die in Verbindung mit der Biomasse haben nur geringen Anteil. Die Unsicherheiten für Emissionen aus der Kalkdüngung ergeben sich aus den Wirkstofftoleranzgrenzen der Düngemittelverordnung (BGBl. 2012). Diese toleriert Unsicherheiten bezüglich der Menge des Wirkstoffs von nur 2 - 4 %, je nach Art des Kalkdüngers. Aufgrund der Zusammenstellung der Kalkdüngerarten im Jahre 2012, betrug die Gesamtunsicherheit des EF 2,9 %. Die Erhebung zur Erfassung der Aktivitätsdaten bezüglich der Kalkdüngung ist eine statistische Vollerhebung. Diese ist gesetzlich verankert und für alle Betroffenen besteht Auskunftspflicht. So sind die Aktivitätsdaten als vollständig zu betrachten und i.d.R. mit keinen statistischen Unsicherheiten versehen. Um möglichen Verschiebungen durch Meldeverzögerungen sowie durch die Herleitung der im Forst ausgebrachten Mengen Rechnung zu tragen, wurde ein zusätzlicher, konservativ geschätzter Unsicherheitswert von 5 % für die AD angenommen; so ergibt sich eine Gesamtunsicherheit von 5,8 % [Hälfte des 95-% Konfidenzintervalls] für die Emissionen aus der Kalkung.

Tabelle 290: Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus dem Ackerland Deutschlands 2012, unterschieden nach Pool und Subkategorie; positiv: C-Senke bzw. N<sub>2</sub>O-Emission; negativ: C-Quelle

Ackerland Landnutzung <sub>vor</sub> Mineralboden CO <sub>2</sub> -C <sup>90</sup>	Fläche Landnutzung <sub>nach</sub>	Emissionsfaktor [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Schranken
			obere [%] untere [%]
Wald	Acker	-0,04	25 16
Grünland i.e.S.	Acker	-0,87	49 30
Gehölze	Acker	-0,66	51 28
Terr. Feuchtgebiete	Acker	-0,70	37 28
Gewässer	Acker	0,00	51 33
Siedlungen	Acker	0,07	49 28
Sonstige Fläche	Acker	0,22	52 27
<b>Mineralboden N<sub>2</sub>O-N<sup>91</sup></b>		<b>[kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]</b>	
Wald	Acker	0,012	84 82
Grünland i.e.S.	Acker	0,86	106 99
Gehölze	Acker	0,67	107 98
Terr. Feuchtgebiete	Acker	0,57	101 99
<b>Organischer Boden</b>		<b>[Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]</b>	
	Acker	-11,00	50 50
<b>Biomasse<sup>92</sup></b>		<b>[Mg C ha<sup>-1</sup> 1 a<sup>-1</sup>]</b>	
Wald	Acker	-46,82	20 20
Grünland i.e.S.	Acker	1,15	13 13
Gehölze	Acker	-39,09	163 55
Terr. Feuchtgebiete	Acker	-12,26	109 37
Gewässer	Acker	7,84	8 8
Siedlungen	Acker	-5,57	109 37
Sonstige Fläche	Acker	7,84	8 8
<b>Tote organische Substanz<sup>93</sup></b>		<b>[Mg C ha<sup>-1</sup> 1 a<sup>-1</sup>]</b>	
Wald	Acker	-19,47	6 6

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2011 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

### 7.3.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5.B)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden gemäß der „Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 - Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMEL vom 01.03.2012“ (Version 1.01, Stand vom 31.08.2012; Thünen-Institut 2012) durchgeführt, entsprechend den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen. Details zu den diesjährigen Prüfungen finden sich in Kapitel 7.1.8.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Bezuglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten

<sup>90</sup> Berechnung über 20 Jahre

<sup>91</sup> Berechnung über 20 Jahre

<sup>92</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

<sup>93</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

(ATKIS<sup>®</sup>, BÜK, Offizialstatistik, siehe Kapitel 7.1.3) wird auf die Datenhalter verwiesen (Dokumentation in Inventarbeschreibung).

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen Berichterstattung können mit anderen Datenquellen für Deutschland nicht verglichen werden, da solche flächendeckend, umfassend und unabhängig von den hier aufgeführten Methoden und Datenquellen nicht existieren. Ein innereuropäischer Vergleich der impliziten Emissionsfaktoren zeigt, insbesondere unter Berücksichtigung der großen Unsicherheiten und weiten Streuung der berichteten Werte (siehe Kapitel 7.3.5), dass die landesspezifischen Werte für Deutschland im Reigen seiner Nachbarländer keine auffälligen Unterschiede in der Größenordnung aufweisen. Deutschland verwendet den höchsten Emissionsfaktor für CO<sub>2</sub> aus der Dränage organischer Böden unter Ackernutzung. Der Wert ist aus nationalen Messungen abgeleitet und reflektiert die sehr viel höhere Intensität der Nutzung und Dränage der organischen Böden in Deutschland gegenüber vielen Nachbarstaaten (z.B. Polen); allerdings liegen die Emissionsfaktoren in benachbarten Ländern mit ähnlich intensiver Nutzung, z.B. Dänemark und Schweiz, in derselben Größenordnung. Bei Landnutzungsänderung zu Acker, gilt für organische Böden sofort der gleiche Emissionsfaktor wie bei Acker, unter gleich bleibender Nutzung.

Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden, Biomasse und toter organischer Substanz (nur aus der Umwandlung von Wald zu Acker) werden im deutschen Inventar nur bei Landnutzungsänderungen zu Acker berücksichtigt, nicht bei verbleibender Ackernutzung. Die C-Verluste aus Mineralböden und Biomasse in den deutschen Berechnungen liegen unter dem europäischen Durchschnitt, aber im Mittelfeld der impliziten Emissionsfaktoren der Nachbarländer. Gleiches gilt für die C-Verluste aus toter organischer Substanz.

Lachgasemissionen werden als Folge der Bodenkohlenstoffverluste berechnet. Der deutsche Emissionsfaktor bildet ziemlich genau das Mittel derjenigen seiner unmittelbaren Nachbarstaaten.

Tabelle 291: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Ackerlandsektor innerhalb Europas für das Jahr 2011 (Ausnahme Deutschland NIR 2014: Vergleichswert 2012)

Mittlere Emissionsfaktoren (IEF) NIR 2013	Verbleibender Acker Organische Böden	Mineralböden	Umwandlung zu Acker		
			Mg C ha <sup>-1</sup>	Biomasse	Tote org. Substanz
Österreich	NO	-1,00	0,048	-0,165	1,01
Belgien	NO	-1,64	-0,115	-0,011	1,48
Bulgarien	NO	-0,95	0,007	NO	1,07
Dänemark	-10,59	0,02	0,163	NA, NO	0,61
Estland	-5,00	-1,37	-0,368	NO	1,14
Finnland	-4,90	-0,47	-1,016	-0,001	0,36
Frankreich	NO	-0,81	-0,193	-0,020	0,78
Griechenland	-10,00	-0,116	-0,169	NO	NO
Großbritannien	-1,92	-1,16	-0,003	0	0,20
Ungarn	NO	-0,867	0,034	-0,007	0,724
Island	-5,000	0,104	-0,649	IE, NO, NE	NA, NE
Irland	NO	-0,599	-0,097	NO	0,499
Italien	-10,00	-1,070	1,164	NO	NO
Kroatien	-10,00	-1,113	0,220	IE, NO	1,391
Lettland	-1,00	-1,907	-0,262	-0,191	1,503
Liechtenstein	-9,52	-0,306	-0,077	NO	0,346
Litauen	-1,00	-1,352	-0,023	NO	0,722
Luxemburg	NO	-0,585	-0,126	-0,004	0,843
Niederlande	IE	NE	-1,895	-0,118	NE
Norwegen	-6,67	-1,117	NO	-0,761	1,268
Polen	-1,002	-0,981	NA, NO	NO	NO
Portugal	NO	-1,829	-0,660	-0,133	1,604
Rumänien	NO	-0,056	-0,005	NO	0,075
Russland	-1,00	IE, NO	IE, NO	IE, NO	NO
Slowakische Republik	NO	-0,998	-0,482	-0,006	1,106
Slowenien	NA, NO	-0,910	-0,442	-0,062	NA, NO
Spanien	NO	NO	NO	NO	NO
Schweden	-3,59	-0,287	0,159	-0,083	2,500
Schweiz	-9,52	-0,22	-0,046	-0,001	0,54
Tschechische Republik	NO	-0,346	-0,169	-0,003	0,388
Ukraine	-10,00	NO	NO	NO	NO
Europäische Union (15)	-7,411	-0,923	-0,167	-0,023	0,53
Europäische Union (27)	-5,305	-0,951	-0,148	-0,020	0,548
Deutschland NIR 2013	-11,00	-0,658	-0,006	-0,005	0,73
Deutschland NIR 2014	-11,00	-0,7895	-0,0006	-0,012	0,772

positiv: C-Senke bzw. N<sub>2</sub>O-Emission; negativ: C-Quelle bzw. N<sub>2</sub>O-Einbindung

**Fettdruck:** Nachbarstaaten mit Grenze zu Deutschland

### 7.3.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5.B)

Mit der diesjährigen Submission werden quellspezifische Rückrechnungen für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2012 vorgelegt. Ursache für die Neuberechnung der Emissionen waren neue, verbesserte Datenquellen, Methodenänderungen und Fehlerkorrekturen im Rahmen der Verbesserung des Inventars. Auswirkungen auf die Ergebnisse der Emissionsberechnungen für die Landnutzungskategorie Ackerland hatten folgende Maßnahmen:

- Änderung der Berechnungsgrundlagen für die Aktivitätsdaten (s. Kapitel 7.1.3):
  - Mittels hochauflösender Luftaufnahmen (CIR-Daten) wurde der Aktivitätsdatensatz des Basisjahres überarbeitet und aktualisiert für die

Bundesländer Schleswig-Holstein, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Umsetzung des Aktionsplans zur Lösung von Problemen, die beim In-country Review 2010 im Zusammenhang mit KP LULUCF festgestellt wurden)

- Nutzung des aktuellen Datensatzes des Basis-DLM (2012)
- Implementierung der Daten der Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012) mit Auswirkung auf Landnutzungsänderungen zu Ackerland.

Im Rahmen der Neuberechnung der Emissionsfaktoren sowie der Aktivitätsdaten wurden auch die zugehörigen Unsicherheiten neu bestimmt.

Tabelle 292 und Tabelle 293 verdeutlichen die Auswirkungen der Rückrechnungen. Die Emissionen der Verbleib-Kategorie Acker sind im Vergleich mit der Vorjahressubmission, mit der Zeit abnehmend, um 7,4 - 3,8 % geringer, zurückzuführen auf geringere Flächenanteile organischer Böden. In den Transferkategorien zu Acker sind die Emissionen infolge der Neuberechnung in der gesamten Zeitreihe deutlich größer gegenüber den Vorjahresberechnungen. Die Unterschiede steigen über die Zeit, von 24 % für das Jahr 1990, bis 94 % für 2011. Ursache hierfür sind im Wesentlichen die Emissionen aus den Böden. Die Anwendung der verbesserten Aktivitätsdatensätze führte zu mehr Landnutzungsänderungen, v.a. ab 2008, insbesondere auch zu mehr Umwandlung von Grünland zu Acker. Dies entspricht den Trends in der Praxis, wurde aber in früheren Datensätzen nicht vollständig abgebildet. Insgesamt führen die gegenläufigen Trends in der Verbleib- und den Transferkategorien zu Gesamtemissionen, die für das Jahr 1990, gegenüber der Vorjahressubmission, um 367 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente ( $\triangleq$  -1,3 %) geringer, für das Jahr 2011 um 2.525 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente ( $\triangleq$  +9,3 %) größer sind.

Tabelle 292: Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Treibhausgasemissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente] aus verbleibendem Acker (5.B.1)

[Gg a <sup>-1</sup> CO <sub>2</sub> -Äqu.]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2014	20.608	20.700	20.792	20.884	20.976	21.068	21.159	21.251	21.343	21.435
Gesamt 2013	22.256	22.323	22.391	22.458	22.526	22.594	22.661	22.729	22.796	22.864
Mineralböden 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2014	20.608	20.700	20.792	20.884	20.976	21.068	21.159	21.251	21.343	21.435
Organische Böden 2013	22.256	22.323	22.391	22.458	22.526	22.594	22.661	22.729	22.796	22.864
Biomasse 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg a <sup>-1</sup> CO <sub>2</sub> -Äqu.]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2014	21.527	21.615	21.702	21.790	21.877	21.965	22.063	22.161	22.260	22.349
Gesamt 2013	22.931	22.964	22.996	23.029	23.061	23.093	23.147	23.200	23.253	23.313
Mineralböden 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2014	21.527	21.615	21.702	21.790	21.877	21.965	22.063	22.161	22.260	22.349
Organische Böden 2013	22.931	22.964	22.996	23.029	23.061	23.093	23.147	23.200	23.253	23.313
Biomasse 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg a <sup>-1</sup> CO <sub>2</sub> -Äqu.]	2010	2011								
Gesamt 2014	22.438	22.528								
Gesamt 2013	23.373	23.433								
Mineralböden 2014	0	0								
Mineralböden 2013	0	0								
Organische Böden 2014	22.438	22.528								
Organische Böden 2013	23.373	23.433								
Biomasse 2014	0	0								
Biomasse 2013	0	0								

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 293: Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Treibhausgasemissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente] aus Landnutzungsänderungen zu Acker (5.B.2)

[Gg a <sup>-1</sup> CO <sub>2</sub> -Äqu.]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2014	6.695	6.650	6.739	6.600	6.679	6.644	6.601	6.578	6.600	6.561
Gesamt 2013	5.414	5.384	5.453	5.353	5.415	5.393	5.364	5.349	5.370	5.345
Mineralböden 2014	2.551	2.554	2.556	2.559	2.561	2.564	2.566	2.569	2.571	2.574
Mineralböden 2013	1.366	1.370	1.374	1.378	1.382	1.386	1.390	1.394	1.398	1.403
Organische Böden 2014	2.782	2.782	2.782	2.782	2.782	2.782	2.782	2.782	2.782	2.782
Organische Böden 2013	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057
Biomasse 2014	817	770	857	716	793	756	711	686	706	665
Biomasse 2013	1.473	1.438	1.502	1.397	1.455	1.428	1.394	1.375	1.391	1.360
Tote organische Substanz 2014	200	199	199	198	198	197	197	196	196	196
Tote organische Substanz 2013	322	323	324	325	325	326	327	327	328	329
N <sub>2</sub> O aus Humusverlust 2014	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344
N <sub>2</sub> O aus Humusverlust 2013	196	196	196	196	196	196	196	196	196	196
[Gg a <sup>-1</sup> CO <sub>2</sub> -Äqu.]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2014	6.590	5.931	6.097	6.218	5.954	6.025	6.100	6.150	6.151	6.510
Gesamt 2013	5.369	3.901	3.956	4.022	3.849	3.885	3.721	3.652	3.566	3.560
Mineralböden 2014	2.576	2.584	2.591	2.599	2.606	2.613	2.680	2.746	2.812	2.951
Mineralböden 2013	1.407	1.418	1.429	1.440	1.451	1.462	1.456	1.450	1.444	1.476
Organische Böden 2014	2.782	2.781	2.780	2.779	2.777	2.776	2.821	2.866	2.911	3.023
Organische Böden 2013	2.057	2.041	2.026	2.010	1.994	1.978	1.941	1.904	1.867	1.863
Biomasse 2014	692	173	332	446	176	241	198	128	10	91
Biomasse 2013	1.380	215	273	344	175	215	117	93	51	9
Tote organische Substanz 2014	195	48	48	48	47	47	45	45	46	54
Tote organische Substanz 2013	329	30	30	30	30	30	8	8	8	13
N <sub>2</sub> O aus Humusverlust 2014	344	345	346	346	347	347	356	364	372	390
N <sub>2</sub> O aus Humusverlust 2013	196	197	198	198	199	200	199	197	196	199
[Gg a <sup>-1</sup> CO <sub>2</sub> -Äqu.]	2010	2011								
Gesamt 2014	6.949	7.060								
Gesamt 2013	3.661	3.630								
Mineralböden 2014	3.090	3.229								
Mineralböden 2013	1.509	1.541								
Organische Böden 2014	3.136	3.248								
Organische Böden 2013	1.860	1.856								
Biomasse 2014	261	103								
Biomasse 2013	76	14								
Tote organische Substanz 2014	54	54								
Tote organische Substanz 2013	13	13								
N <sub>2</sub> O aus Humusverlust 2014	408	426								
N <sub>2</sub> O aus Humusverlust 2013	203	207								

### 7.3.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5.B)

Derzeit sind, über frühere Angaben hinaus, keine weiteren Verbesserungsmaßnahmen geplant. Aussagen über den Stand der Umsetzung der geplanten Verbesserungsmaßnahmen im LULUCF - Sektor sind in Kapitel 7.1.9 zu finden.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 7.4 Grünland (5.C)

### 7.4.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. C)

CRF 5.C	Gas	HK	1990		2011		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Grassland	CO <sub>2</sub>	L	T/T2	11.622,7 (0,95%)	10.117,7 (1,08%)	-12,95%	
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren		
CO <sub>2</sub>	CS		RS/NS		CS		

Die Quellgruppe *Grünland* (5.C) ist für CO<sub>2</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

Im Jahre 2012 betragen die anthropogen bedingten CO<sub>2</sub>-Nettoemissionen aus Grünland  $10.117,7 \pm 4.291,7$  Gg CO<sub>2</sub>. Durch die Entwässerung organischer Grünlandböden wurden  $10.597,2 \pm 5.988,4$  Gg CO<sub>2</sub> freigesetzt, durch Zersetzung von Totholz und Streu aus der Entwaldung  $264,5 \pm 57,1$  Gg CO<sub>2</sub>. Auch die Biomasse stellte mit Emissionen in Höhe von  $216,1 \pm 106,9$  Gg CO<sub>2</sub> eine Quelle dar. Infolge der Landnutzungsänderung zu Grünland wurden  $960,1 \pm 214,8$  Gg CO<sub>2</sub> in die Mineralböden eingebunden.

Diese Emissionen bilden die Summe aus den Subkategorien Grünland i.e.S und Gehölze, die sich bezüglich ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen sowohl quantitativ, wie auch qualitativ deutlich unterscheiden. So verdeutlichen Abbildung 60 und Abbildung 61, dass Grünland im engeren Sinne eine deutliche CO<sub>2</sub>-Quelle ist, deren absolute Größe von  $11.298,3 \pm 5.357,8$  Gg CO<sub>2</sub> im Wesentlichen von den Emissionen aus den organischen Böden der Verbleibkategorie bestimmt wird ( $10.235,6 \pm 5.091,9$  CO<sub>2</sub>). Mit Ausnahme des Mineralbodens, der anhaltend als Senke wirkt ( $-727,3 \pm 337,7$  CO<sub>2</sub>), sind die anderen Pools der Subkategorie Grünland i.e.S. CO<sub>2</sub>-Quellen (Biomasse:  $1.290,3 \pm 347,4$  CO<sub>2</sub>; Tote organische Substanz:  $195,5 \pm 35,7$  CO<sub>2</sub>). Der Verlauf der Zeitreihe zeigt einen deutlichen Trend, nämlich die Abnahme der Emissionen um  $-1.370,4$  CO<sub>2</sub> (-10,8 %) gegenüber 1990, zurückzuführen im Wesentlichen auf die kontinuierliche Abnahme der Emissionen aus den organischen Böden ( $-1.828,1$  CO<sub>2</sub>  $\leq -14,8$  %), verursacht durch eine drastische Zunahme der Überführung organischer Grünlandflächen in andere Landnutzungskategorien (gegenüber dem Basisjahr +149 %). Auch die Verluste aus der toten organischen Substanz waren rückläufig ( $-75,2$  CO<sub>2</sub>  $\leq -27,8$  %). Diesem Trend entgegen wirken die Emissionen aus den Mineralböden, deren Senkenfunktion um  $126,7$  CO<sub>2</sub>  $\leq -14,8$  % abgenommen hat. Ursache hierfür ist der Rückgang der Konversion von Wald-, Acker-, Feuchtgebiets- und sonstigen Flächen zu Grünland (-21 %). Zum anderen hat die CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus der Biomasse erheblich zugenommen, gegenüber dem Basisjahr um  $406,1$  CO<sub>2</sub>  $\leq 45,9$  %. Ursachen hierfür sind die

Zunahme der Konversion von Gehölzflächen in Wirtschaftsgrünland sowie Emissionen aus der Entwaldung, die aufgrund der größeren Biomasse des Einschlags, trotz abnehmender Einschlagsflächen, gegenüber dem Basisjahr zugenommen haben. Die Kurven der Zeitreihen, insbesondere deutliche Verlaufsänderungen, haben ihre Ursache vor allem in den sich zu den entsprechenden expliziten Erhebungsterminen ändernden Flächendaten (siehe Kapitel 7.1.3.5, Tabelle 251). Dies gilt insbesondere auch für die Subkategorie Gehölze (siehe ebd.).

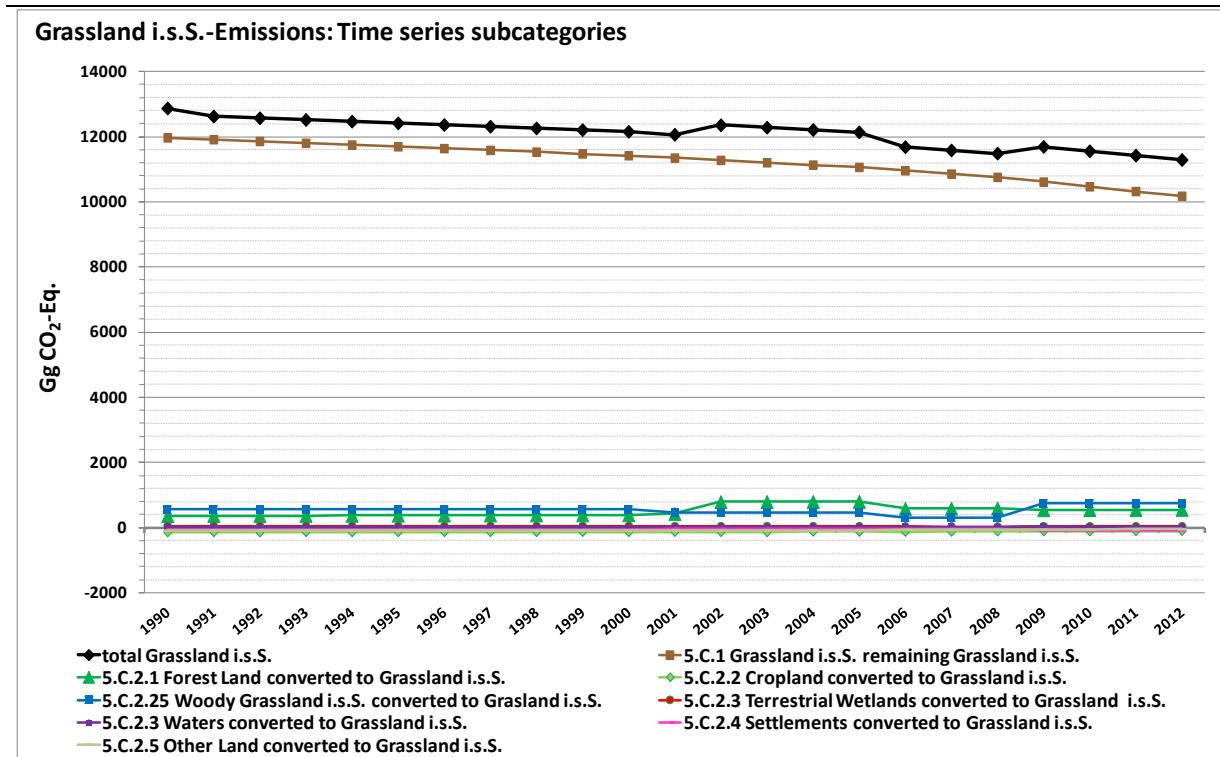


Abbildung 60: CO<sub>2</sub>-Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland i.e.S. Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Subkategorien

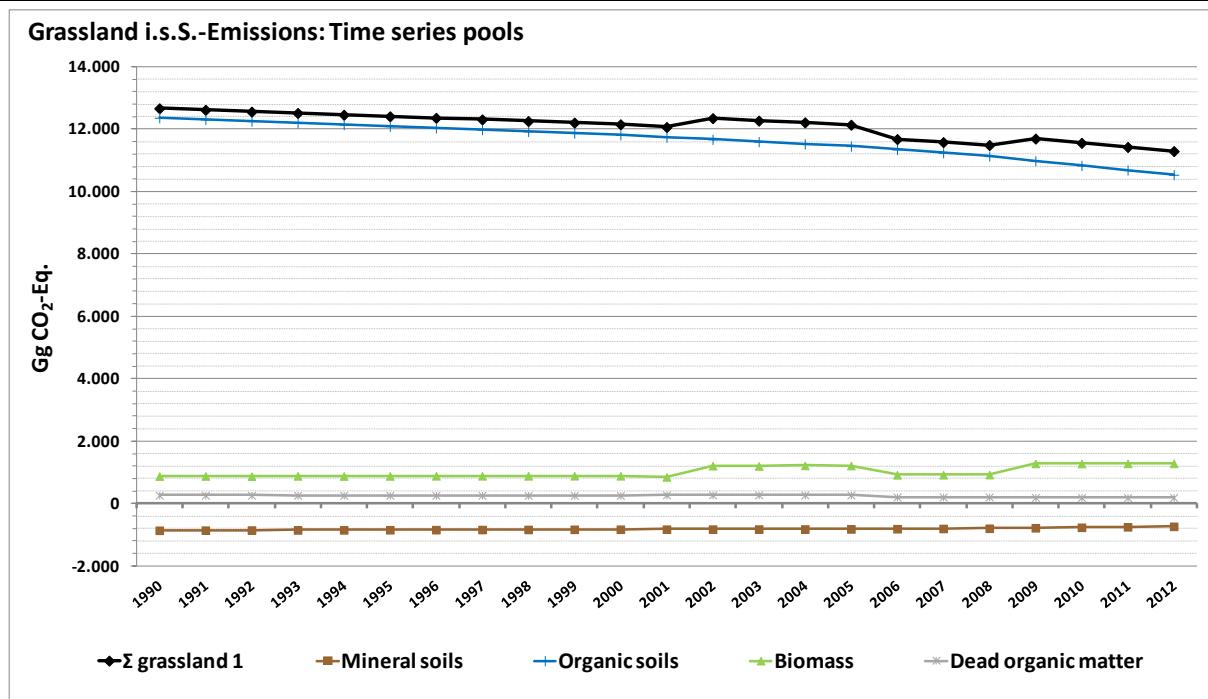


Abbildung 61: CO<sub>2</sub>-Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus dem Grünland i.e.S. Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Pools

Im Gegensatz zum Grünland im engeren Sinne, wirkt die Subkategorie Gehölze als CO<sub>2</sub>-Senke (Abbildung 63 und 64). 2012 betrug die CO<sub>2</sub>-Einbindung in die Pools dieser Kategorie 1.180,6 ± 582,5 Gg CO<sub>2</sub>. Dies ist die Summe aus der CO<sub>2</sub>-Einbindung in Mineralböden (-232,8 ± 110,8 CO<sub>2</sub>) und vor allem in die Biomasse (-1.074,2 ± 1.250,7 Gg CO<sub>2</sub>), sowie der CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus organischen Böden (57,4 ± 104,2 Gg CO<sub>2</sub>) und der toten organischen Substanz (69,0 ± 11,6 Gg CO<sub>2</sub>). Die Senkenwirkung dieser Kategorie zeigt sich gegenüber 1990 nur leicht vergrößert (-134,7 CO<sub>2</sub> ≈ 12,9 %) und weist keinen eindeutigen Trend auf. Ursache hierfür ist die in den letzten Jahren zu verzeichnende zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft, wodurch verstärkt vormals offengelassene, verbuschte Grünland i.e.S.- und Ackerflächen wieder in Nutzung genommen wurden, als auch eine zunehmende Nutzung von Gehölzflächen für Siedlzungszwecke.

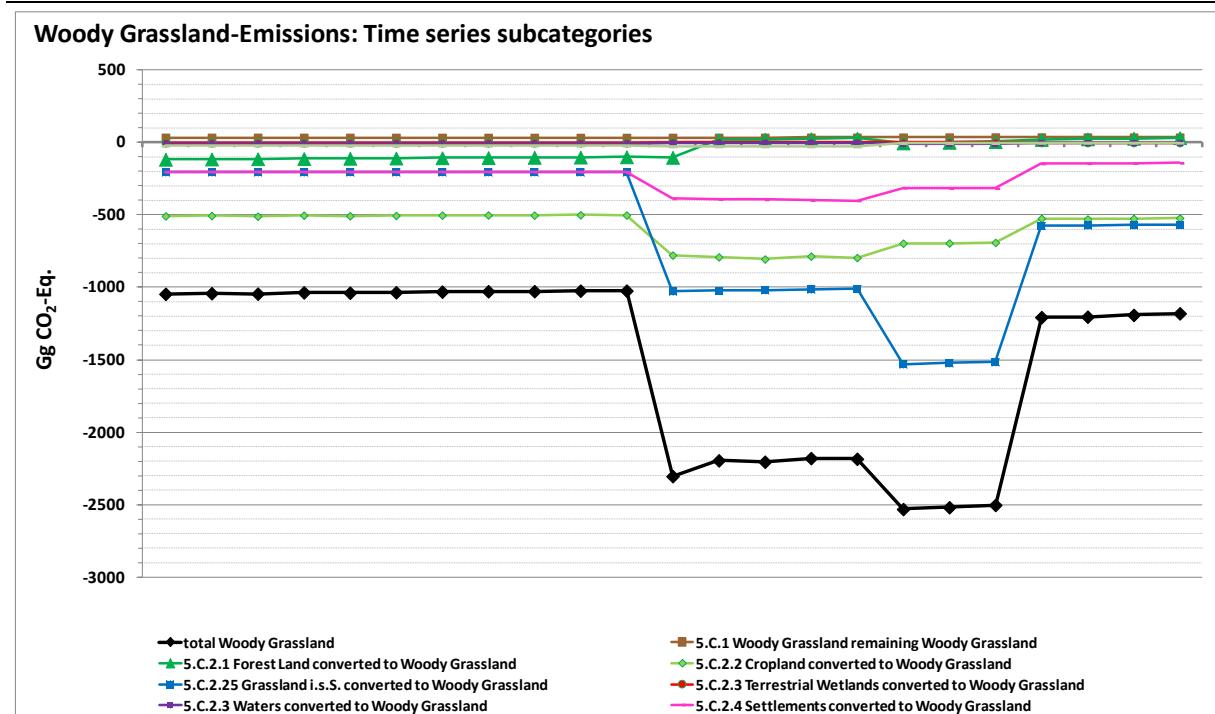


Abbildung 62: CO<sub>2</sub>-Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Gehölzflächen Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Subkategorien

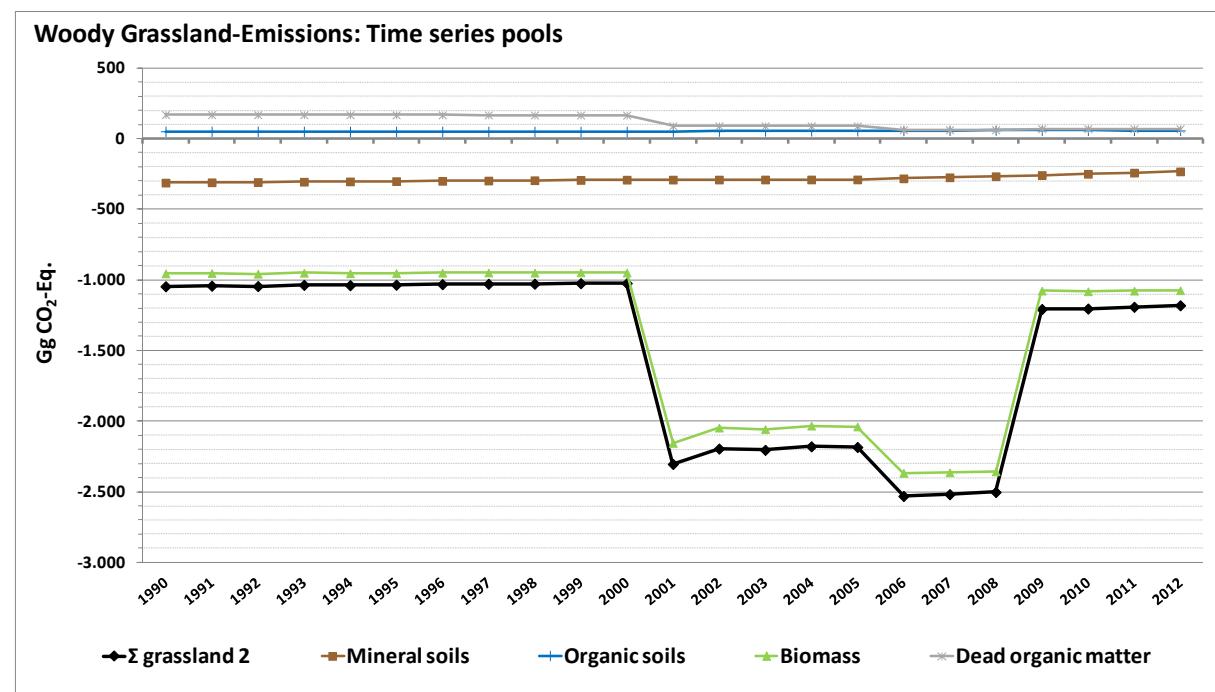


Abbildung 63: CO<sub>2</sub>-Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Gehölzflächen Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Pools

#### 7.4.2 Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.C)

Siehe Kapitel 7.4.3 und Kapitel 7.1.3

### **7.4.3 Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.C)**

Die Definition von Grünland umfasst alle grasbewachsenen Flächen. Außerdem fallen unter diese Kategorie auch mit Gehölzen bestockte Flächen, die nicht der Walddefinition unterliegen. Des Weiteren zählt die Objektart 4106 „Sumpf, Ried“ aus dem Basis-DLM (Kapitel 7.1.3.2.1) dazu, bei der es sich um nicht gedrainte organische Böden unter Grünland handelt, im Folgenden auch als Nassgrünland bezeichnet. Der Anteil von Grünland i.e.S. an der Fläche des gesamten Grünlands beträgt 93,2 % (davon sind 0,3 % Nassgrünland), der Anteil der Gehölzflächen beträgt 6,8 %.

Die Subkategorien umfassen folgende Flächennutzung und Pflanzenbestände (siehe Kapitel 0):

- Wiesen, Weiden, Almen, Hutungen, Heideflächen, naturbelassenes Grünland, Erholungsflächen sowie Sumpf/Ried wurden unter „Grünland im engeren Sinne (Grünland i. e. S.)“ zusammengefasst.
- Hecken, Feldgehölze sowie Strauchbestände bilden die Subkategorie „Gehölze“.

Übergänge zwischen diesen beiden Subkategorien werden wie Landnutzungsänderungen gehandhabt.

Für die Berechnung der Emissionen werden die beiden Subkategorien von Grünland poolspezifisch stratifiziert. Dafür werden flächengewichtete mittlere Kohlenstoffvorräte ermittelt, die im Inventar verwendet werden:

- Berechnung der Biomassevorräte: Stratifizierung innerhalb der Subkategorien nach Kulturarten. Für Grünland i.e.S. sind dies ober- und unterirdische Biomasse von Gräsern bzw. krautigen Pflanzen (Kapitel 7.4.4.2.1); für Gehölze wurde ein Kohlenstoffgleichgewichtswert für Heckenpflanzen und Feldgehölze ermittelt, stratifiziert nach Artenzusammensetzung, Alter, Wuchsdichte und -höhe (Kap. 7.4.4.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Böden: Zeitlich konstante Stratifizierung nach organischen Böden und Mineralböden. Die organischen Böden werden in nicht drainiertes Nassgrünland und gedrainte organische Böden unterschieden. Die Mineralböden werden nach Nutzung, Bodentyp bzw. Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimaregion stratifiziert (vergl. Kapitel 19.5.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen: jährlich aktualisierte Stratifizierung nach Grünland i.e.S. und Gehölze unter verbleibender Nutzung und Land, das in Grünland umgewandelt wurde. Die Daten werden jährlich aus der Landnutzungsinformation übernommen (Kapitel 0; Kapitel 7.1.3).

### **7.4.4 Methodische Aspekte (5. C)**

#### **7.4.4.1 Datenquellen**

- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung (div. Jgg.)
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Feldfrüchte; (div. Jgg.)

- Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei,– Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen); (div. Jgg.)
- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use (IPCC 2006)
- „Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung –DÜV)“ (Düngeverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBI. I S. 221), die zuletzt durch Artikel 18 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBI. I S. 2585) geändert worden ist)(BGBI 2009)
- Zwischenbericht Forschungsprojekt „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Wäldern“ (PÖPKEN 2011)

#### 7.4.4.2 Biomasse

Zur Berechnung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse bei Landnutzungsänderung von und zu Grünland wurde ein zeitlich konstanter Kohlenstoffvorrat für die Subkategorien Grünland i. e. S. und Gehölze ermittelt. Umwandlungen von Grünland i. e. S. zu Gehölzen und umgekehrt werden wie Landnutzungsänderungen behandelt und als solche in den CRF-Tabellen ausgewiesen.

Für Flächen unter verbleibender Nutzung in den Subkategorien Grünland i. e. S. bzw. Gehölze wird keine Änderung der Kohlenstoffvorräte in der Biomasse ausgewiesen, da ein Gleichgewichtszustand auch für die Kohlenstoffflüsse mit der Gehölzbiomasse in diesen Kategorien unterstellt wird. Entsprechend werden in der CRF-Tabelle 5.C.1 unter den Rubriken „lebende Biomasse“ und „tote organische Substanz“ der Vermerk NO (not occurring) für die Verbleibkategorien von Grünland i.e.S. und Gehölze ausgewiesen. Dies begründet sich in den für Feld- und Heckengehölze Deutschlands ermittelten repräsentativen „Gleichgewichtskohlenstoffvorräten“. Die Biomasse von für Deutschland repräsentativen Feld- und Heckengehölzen wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes für Hecken unterschiedlichster Zusammensetzung, Wuchsdichte, -höhe und -alter bestimmt (siehe Kapitel 7.4.4.2.2). Auf diese Art und Weise konnte ein repräsentativer Gleichgewichtskohlenstoffvorrat für Hecken und Feldgehölze ermittelt werden, da über alle unterschiedlichen Altersklassen, Gehölzarten sowie Ausprägungen und Zusammensetzungen summiert wurde. Die Umtriebszeiten für die Gehölzpflanzen sind relativ kurz (ca. 10 – 12 Jahre), so dass es zwar häufig zu einer Erneuerung der Bestände kommt, jedoch aus dem bei der Herleitung der Emissionsfaktoren berücksichtigten Pool. Es besteht ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Pflanzung, Wachstum, Schnitt und Erneuerung. Daher werden im Falle von Landnutzungsänderungen hin zu Flächen mit Gehölzen die Kohlenstoffvorräte in der Gehölzbiomasse vollständig im Jahr der Landnutzungsänderung berichtet. Dieses Gleichgewicht wird im Sinne der Veränderungen von Kohlenstoffvorräten nur durch Änderung der Bestandesflächen gestört. Diese werden als Landnutzungsänderungen erfasst und die damit in Zusammenhang stehenden Emissionen bzw. Senken berichtet.

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Biomasse infolge Landnutzungsänderung ist in Kapitel 7.1.7 und die Ermittlung der Aktivitätsdaten in Kapitel 7.1.3 dargestellt. Die

Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012 und deren Unsicherheiten zeigt Tabelle 297 und Tabelle 298 in Kapitel 7.4.5.

#### **7.4.4.2.1 Grünland im engeren Sinne (i.e.S.)**

Grünland i.e.S. ist gehölzfrei. Der Kohlenstoffvorrat für die ober- und unterirdische Biomasse von Grünland i.e.S. wurde auf Basis der Ernteerhebungen des Statistischen Bundesamtes errechnet. In die Berechnungen für Grünland i. e. S. gehen die Erträge und Flächen aller Wiesen, Mähweiden, Weiden, Almen und Hutungen ein. Da sich in den Ernteerhebungen kein signifikanter Trend in Erträgen ergab, wurde ein zeitlich konstanter Kohlenstoffvorrat berechnet. Die Ableitung der trockenen Biomasse einzelner Pflanzenteile aus den Ernteerträgen erfolgt für annuelle Kulturen nach HAENEL et al. (2012), mittels Verhältniszahlen und Wassergehaltsangaben aus diversen Quellen.

Für die Berechnung des Kohlenstoffvorrats der Biomasse wurde, abweichend vom IPCC – Defaultwert (50 Gew-%), ein durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt derselben von 45 Gew-% angenommen, da OSOWSKI et al. (2004) Kohlenstoffgehalte für Pflanzen in Mitteleuropa von 44 – 48 Gew.-% ausweisen und PÖPKEN (2011), bei ihren Untersuchungen von Nutzgehölzpflanzen für das deutsche Inventar, ebenfalls mittlere Werte von 45 – 46 % ermittelte.

Für Grünland i. e. S. ergibt sich ein flächenbezogener Kohlenstoffvorrat entsprechend Tabelle 294.

Tabelle 294: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] von Grünland im engeren Sinne ( $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Grünland i.e.S.	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]		
	$\text{Bio}_{\text{total}}$	$\text{Bio}_{\text{oberirdisch}}$	$\text{Bio}_{\text{unterirdisch}}$
Grünland i.e.S.	$6,69 \pm 1,64$	$4,36 \pm 0,21$	$2,33 \pm 1,62$

#### **7.4.4.2.2 Gehölze**

Zur Bestimmung des Kohlenstoffvorrates in Hecken wurden von PÖPKEN (2011) im Rahmen des Forschungsprojektes „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Waldflächen“ bisher 40 Hecken untersucht. Die Ausprägung der aufgenommenen Hecken variierte bezüglich:

##### **1. des Alters**

- ca. 4 – 20 Jahre

##### **2. der Ausdehnung**

- Höhe ca. 2 - 8 m
- Tiefe ca. 1 – 6 m
- Länge ca. 100 – 500 m

##### **3. der Artenzusammensetzung**

- typische Heckenpflanzen, wie Hundsrose (*Rosa canina*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Hasel (*Corylus avellana*), Holunder (*Sambucus spec.*), Rot- und Weißdorn (*Crataegus spec.*), Heckenkirschen (*Lonicera spec.*) Weiden (*Salix spec.*)
- Bäume, wie Feldahorn (*Acer campestre*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Weide (*Salix spec.*), Buche (*Fagus silvatica*), Linde (*Tilia spec.*) und Ulme (*Ulmus spec.*),

so dass ein repräsentatives Spektrum dieser Feldgehölze erfasst wurde. An diesen Gehölzproben wurden im Labor die Masse, der Wasser- und Kohlenstoffgehalt gemessen, so dass der absolute und der flächenbezogene Kohlenstoffvorrat in Verbindung mit den Feldmaßen ermittelt werden konnte (siehe Tabelle 295).

Bei der Untersuchung von PÖPKEN (2011) konnte aus Gründen des Naturschutzes lediglich die oberirdische Biomasse erfasst werden. Zur Abschätzung der unterirdischen Biomasse wurde eine von MOKANY et al. (2006) abgeleitete Regressionsgleichung herangezogen, die die Beziehung von ober- zu unterirdischer Biomasse in Gehölzbeständen beschreibt:

$$\text{Bio}_{\text{below}} = 0,489 * \text{Bio}_{\text{above}}^{0,890} \quad (\text{MOKANY et al. 2006})$$

$$R^2 = 0,93$$

$\text{Bio}_{\text{below}}$ : Unterirdische Biomasse in Mg C ha<sup>-1</sup>

$\text{Bio}_{\text{above}}$ : Oberirdische Biomasse in Mg C ha<sup>-1</sup>

Tabelle 295: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [Mg ha<sup>-1</sup>] in der Biomasse von Gehölzen (Range)

Gehölze	Kohlenstoffvorrat [Mg C ha <sup>-1</sup> ]		
	$\text{Bio}_{\text{oberirdisch}}$	$\text{Bio}_{\text{unterirdisch}}$	$\text{Bio}_{\text{total}}$
Gehölze	35,27 (4,5 - 125,8)	11,66 (1,9 - 36,1)	46,93 (6,3 – 162,0)

#### 7.4.4.3 Mineralische Böden

Für Flächen unter verbleibender Nutzung wird keine Änderung der Kohlenstoffvorräte in Mineralböden ausgewiesen. Die Konstanz der Kohlenstoffvorräte ist mit Ergebnissen von 42 deutschen Bodendauerbeobachtungsflächen belegt (HÖPER und SCHÄFER 2012, FORTMANN et al. 2012 und BLU 2011). Die Langzeitbeobachtungen umfassen einen Zeitraum von 20 - 25 Jahren. Der Großteil der Untersuchungsflächen zeigte während dieses Zeitraumes keine Veränderungen in den Kohlenstoffvorräten der Mineralböden; einige der Böden zeigten geringe Abnahmen, andere leichte Zunahmen, zahlenmäßig und absolut in etwa gleichem Umfang. In der CRF-Tabelle 5.C.1 sind die Felder „Kohlenstoffvorratsänderung in Mineralböden“ der Verbleibkategorien Grünland i.e.S. und Gehölze daher mit NO (not occurring) gekennzeichnet. Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen infolge der Umwandlung von Landflächen in Grünland i. e. S. bzw. Gehölze ist in Kapitel 7.1.5, die Emissionsfaktoren auch in den Tabelle 297 und Tabelle 298 in Kapitel 7.4.5, die Herleitung der Emissionsfaktoren in Kapitel 19.5.2 beschrieben.

#### 7.4.4.4 Organische Böden

Die jährlichen Emissionen aus verbleibendem Grünland werden mit folgenden partiellen Emissionsfaktoren berechnet:

Grünland i.e.S. ; drainierte organische Böden: EF = 5 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>

Grünland i.e.S.; Sumpf, Ried: EF = 0 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>

Gehölze: EF = 0,68 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (gleicher Wert wie bei Wald)

Die undrainierte Fläche für Nassgrünland ist in der Zeitreihe konstant, die für Grünland i. e. S. variiert dagegen. Daraus ergibt sich ein jährlich leicht variierender mittlerer Emissionsfaktor für die Subkategorie Grünland i. e. S. entsprechend Tabelle 296.

Tabelle 296: Mittlerer Emissionsfaktor für die Subkategorie Grünland i. e. S. [Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

	Implizite Emissionsfaktoren organische Böden											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	[Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
IEF	-4,875	-4,874	-4,874	-4,873	-4,872	-4,872	-4,871	-4,871	-4,870	-4,869	-4,869	
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
IEF	-4,868	-4,867	-4,866	-4,866	-4,865	-4,863	-4,862	-4,861	-4,859	-4,857	-4,855	
	<b>2012</b>											
IEF	-4,853											

Die jährlichen Emissionen nach Landnutzungsänderung zu Grünland i.e.S. werden wie die Emissionen aus organischen Böden der Subkategorie Grünland i.e.S. unter verbleibender Nutzung berechnet. Gleiches gilt für die Emissionen aus organischen Böden nach Landnutzungsänderung zu Gehölzflächen; sie werden methodisch wie die Emissionen aus Gehölzen unter verbleibender Nutzung berechnet. Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus organischen Böden infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung sowie die Herleitung der entsprechenden Emissionsfaktoren ist in Kapitel 7.1.6 beschrieben.

N<sub>2</sub>O-Emissionen aus organischen Böden unter Grünland i. e. S. werden im Sektor „Landwirtschaft“ unter 4.D.1.5 „Cultivation of Histosols“ berichtet (siehe Kapitel 6.5.2). Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden N<sub>2</sub>O-Emissionen aus organischen Böden infolge der Konversion zu Grünland i. e. S. in den LULUCF-Tabellen deshalb mit dem Notationsschlüssel „IE“ versehen.

#### 7.4.4.5 Kalkung

Kalkung von Grünland wird in der nationalen Datengrundlage nicht extra ausgewiesen, so dass Kalkung komplett dem Ackerland zugewiesen wird (siehe Kapitel 7.3.4.5).

### 7.4.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. C)

In Tabelle 297 und Tabelle 298 sind die Unsicherheiten bezüglich der Emissionsfaktoren für die Grünlandsubkategorien Grünland i. e. S. und Gehölze dargestellt. Die Verteilungsfunktionen sind in der Regel logarithmisch normalverteilt und werden durch die obere und untere Schranke charakterisiert. Die Unsicherheiten bewegen sich in den Mineralböden beider Subkategorien in der gleichen Größenordnung. Bezuglich der Biomasse sind die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in Gehölzen größer. Diese spiegeln die große Variationsbreite von derartigen Gehölzflächen in Deutschland wieder.

Die in Tabelle 405 in Kapitel 19.5.4 dargestellten Unsicherheiten für die Aktivitätsdaten sind normalverteilt, mit Werten für die Hälfte des 95 % - Konfidenzintervalls zwischen 1,6 – 139 %. Auch hier ist die Unsicherheit abhängig von der Stichprobengröße, somit dem Flächenanteil. Flächengewichtet beträgt die Gesamtunsicherheit der Aktivitätsdaten in der Grünlandkategorie 1,5 %. Gemessen an den Gesamtemissionen zeigt Tabelle 405 in Kapitel 19.5.4, dass die Emissionen aus den organischen Böden unter Grünland, wie auch die Biomasse einen deutlichen Beitrag zur Emission und Gesamtunsicherheit des LULUCF-Inventars leisten.

Tabelle 297: Emissionsfaktoren [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen 2012 aus Grünland i. e. S.

Grünland <sub>i.e.S</sub> Landnutzung <sub>vor Mineralboden</sub> CO <sub>2</sub> -C <sup>94</sup>	Fläche Landnutzung <sub>nach</sub>	Emissionsfaktor [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Grünland <sub>i.e.S</sub>	0,87	43	26
Acker	Grünland <sub>i.e.S</sub>	0,87	49	30
Gehölze	Grünland <sub>i.e.S</sub>	0,21	57	32
Terr. Feuchtgebiete	Grünland <sub>i.e.S</sub>	0,17	47	32
Gewässer	Grünland <sub>i.e.S</sub>	0,00	78	46
Siedlungen	Grünland <sub>i.e.S</sub>	0,94	57	33
Sonstige Fläche	Grünland <sub>i.e.S</sub>	1,09	60	33
<b>Organischer Boden (jährlich)</b>		[ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]	[%]	[%]
Grünlанд <sub>i.e.S</sub>		Kapitel 7.4.4.4	50	50
<b>Biomasse<sup>95</sup></b>		[ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{1 a}^{-1}$ ]	[%]	[%]
Wald	Grünland <sub>i.e.S</sub>	-47,97	21	21
Acker	Grünland <sub>i.e.S</sub>	-1,15	13	13
Gehölze	Grünland <sub>i.e.S</sub>	-40,25	163	55
Terr. Feuchtgebiete	Grünland <sub>i.e.S</sub>	-13,42	109	38
Gewässer	Grünland <sub>i.e.S</sub>	6,69	25	25
Siedlungen	Grünland <sub>i.e.S</sub>	-6,72	109	38
Sonstige Fläche	Grünland <sub>i.e.S</sub>	6,69	25	25
<b>Tote organische Substanz<sup>96</sup></b>		[ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{1 a}^{-1}$ ]	[%]	[%]
<b>Wald</b>	Grünland <sub>i.e.S</sub>	-19,47	6	6

Wald, Acker: jährlich variabel; alle anderen Faktoren sind konstant

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2011 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

<sup>94</sup> Berechnung über 20 Jahre

<sup>95</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

<sup>96</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

Tabelle 298: Emissionsfaktoren [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ] mit Unsicherheiten [% vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen 2012 aus Gehölzflächen

Gehölze Landnutzung <sub>vor</sub> Mineralboden CO <sub>2</sub> -C <sup>97</sup>	Fläche Landnutzung <sub>nach</sub>	Emissionsfaktor [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Gehölze	0,68	45	23
Acker	Gehölze	0,66	51	28
Grünland i. e. S.	Gehölze	-0,21	57	32
Terr. Feuchtgebiete	Gehölze	-0,04	49	31
Gewässer	Gehölze	0,00	83	43
Siedlungen	Gehölze	0,73	60	31
Sonstige Fläche	Gehölze	0,88	62	31
<b>Organischer Boden</b>		[ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]	[%]	[%]
	Gehölze	-0,68	181	40
<b>Biomasse<sup>98</sup></b>		[ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{1 a}^{-1}$ ]	[%]	[%]
Wald	Gehölze	-7,73	115	40
Acker	Gehölze	39,09	163	55
Grünland i. e. S.	Gehölze	40,25	163	55
Terr. Feuchtgebiete	Gehölze	26,83	116	39
Gewässer	Gehölze	46,93	186	63
Siedlungen	Gehölze	33,53	149	51
Sonstige Fläche	Gehölze	46,93	186	63
<b>Tote organische Substanz<sup>99</sup></b>		[ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{1 a}^{-1}$ ]	[%]	[%]
<b>Wald</b>	Gehölze	-19,47	6	6

Wald, Acker: jährlich variabel; alle anderen Faktoren sind konstant

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2011 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

#### 7.4.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. C)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden gemäß der "Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 - Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMEL vom 01.03.2012" (Version 1.01, Stand vom 31.08.2012; Thünen-Institut 2012) durchgeführt, entsprechend den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen. Details zu den diesjährigen spezifischen Qualitätskontrollen finden sich in Kapitel 7.1.8.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Bezüglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Offizialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen (Dokumentation in Inventarbeschreibung).

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen Berichterstattung können mit anderen Datenquellen für Deutschland nicht verglichen werden, da solche flächendeckend, umfassend und unabhängig von den hier aufgeführten Methoden und Datenquellen nicht existieren. Der in Tabelle 299 aufgeführte innereuropäische Vergleich der impliziten

<sup>97</sup> Berechnung über 20 Jahre

<sup>98</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

<sup>99</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

Emissionsfaktoren zeigt, dass Deutschland, nach der Schweiz, Liechtenstein und den Niederlanden, den vierthöchsten Emissionsfaktor für CO<sub>2</sub> aus der Dränage organischer Böden unter Grünlandnutzung verwendet. Dieser Wert ist allerdings ein flächengewichteter Mischwert aus -5 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> aus dem Grünland i.e.S. und -0,68 Mg C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> aus Gehölzflächen (Kapitel 7.4.4.4). Bei Landnutzungsänderung zu Grünland gilt bei organischen Böden sofort der gleiche Emissionsfaktor wie bei Grünland unter gleichbleibender Nutzung.

In der Kategorie „Verbleibendes Grünland“ beziehen sich Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden und Biomasse für Deutschland auf Änderungen zwischen Grünland i.e.S. und Gehölzflächen. Die mittleren Emissionsfaktoren sind sehr niedrig, da nur ein kleiner Flächenanteil betroffen ist. Diese Änderungen werden in anderen Staaten unterschiedlich gehandhabt, so dass die mittleren Emissionsfaktoren zwischen den Staaten nicht direkt vergleichbar sind. Die IEF in Deutschland für 2012 für Mineralboden und Biomasse liegen im Durchschnitt der Nachbarstaaten. In Deutschland hat sich gegenüber den IEFs der Submission 2013 in den Pools Mineralboden und Biomasse und für das Jahr 2012 das Vorzeichen geändert. Dies ist auf aktualisierte Aktivitätsdaten mit einer stärkeren Umwandlung von Gehölz- in Grünlandflächen i.e.S. zurückzuführen.

Die Landnutzungsänderung zu Grünland führt in Deutschland zu einer starken C-Senke in Mineralböden; die Werte sind vergleichbar mit den Werten der direkten Nachbarstaaten Österreich und Frankreich. Insgesamt liegt der deutsche IEF wieder sehr nah am Mittel aller in Tabelle 299 aufgeführten Werte. Für die Biomasse in den Transferkategorien gilt ähnliches, mit umgekehrtem Vorzeichen. In den Nachbarstaaten streuen die mittleren Emissionsfaktoren von C-Quellen bis C-Senken, die ohne Kenntnis der Anteile der jeweiligen Ausgangsnutzungskategorien nicht erklärt werden können.

Tabelle 299: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Grünland zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2011  
 (Ausnahme Deutschland NIR 2014: Vergleichswert 2012)

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Grünland NIR 2013	Verbleibendes Grünland			Landnutzungsänderung zu Grünland			
	Organische Böden	Mineralböden	Biomasse	Organische Böden	Mineralböden	Biomasse	Tote org. Substanz
	Mg C ha <sup>-1</sup>						
Österreich	NO	0	NO	NO	0,73	-0,88	-1,00
Belgien	NO	<b>-0,16</b>	NO	NO	<b>1,53</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,02</b>
Bulgarien	NO	NO	NO	NO	0,93	-0,07	NO
Dänemark	<b>-0,88</b>	IE,NA	<b>-0,04</b>	IE,NA	<b>-0,02</b>	<b>-0,21</b>	<b>-0,01</b>
Estland	-0,85	NO	-0,28	-1,60	0,87	0,09	-0,08
Finnland	-3,20	0,67	NE	-2,67	0,92	0,27	NO,NE
Frankreich	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,73</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,01</b>
Griechenland	NO	NO	NO	NO	-0,005	NO	NO
Großbritannien	IE,NO	0,112	NO	-0,250	0,651	-0,022	-0,002
Ungarn	NO	-0,107	NO	NO	0,749	-0,070	-0,003
Island	-0,25	0,0005	0,0005	-0,833	0,478	0,0898	IE,NO
Irland	-0,250	0,003	NO	-0,243	0,483	NO	IE,NO
Italien	NO	NO,NE	0,044	NO	1,070	NO	NO
Kroatien	-2,500	NO	NO	NO	1,071	-0,407	NO
Lettland	-0,250	NO	NE	IE,NO	NO	NO	NO
Liechtenstein	-8,174	0,007	0,006	-9,520	0,063	-1,153	-0,038
Litauen	-0,250	NO	NO	-0,250	1,294	0,015	NO
Luxemburg	NO	NO	NO	NO	<b>1,213</b>	<b>-1,815</b>	<b>-0,026</b>
Niederlande	<b>-5,919</b>	NO,NE	NE	NE	NE	<b>-0,851</b>	<b>-1,324</b>
Norwegen	NO	-0,081	0,104	NO,NE	-0,523	-1,060	-1,093
Polen	<b>-0,253</b>	<b>-0,017</b>	NO	IE,NO	<b>0,995</b>	NO	NO
Portugal	NO	0,198	NO	NO	-0,158	-0,221	-0,039
Rumänien	NO	NO	NO	NO	-0,120	NO	NO
Russland	-0,250	0,007	NA	IE,NO,NE	0,603	NO,NE	NA,NO,NE
Slowakische Republik	NO	NO	NO	NO	0,986	0,003	-0,011
Slowenien	NA	NA	NA	NA,NO	0,446	-1,191	-0,226
Spanien	NO	NE	NE	NO	2,086	NO,NE	NO
Schweden	-1,768	-0,244	0,070	-1,600	0,377	0,522	-0,257
Schweiz	<b>-8,855</b>	<b>0,010</b>	<b>0,002</b>	<b>-8,555</b>	<b>0,582</b>	<b>-1,038</b>	<b>-0,409</b>
Tschechische Republik	NO	<b>0,001</b>	NO	NA,NO	<b>0,484</b>	<b>0,012</b>	<b>-0,001</b>
Ukraine	-2,500	0,005	NO	NO	NO	NO	NO
Europäische Union (15)	-3,695	0,025	0,008	-2,375	0,689	-0,043	-0,027
Europäische Union (27)	-2,764	0,017	0,005	-1,209	0,676	-0,052	-0,025
<b>Deutschland</b>	<b>-4,747</b>	<b>0,001</b>	<b>0,019</b>	<b>-3,644</b>	<b>0,791</b>	<b>0,592</b>	<b>-0,044</b>
<b>Deutschland NIR 2014</b>	<b>-4,731</b>	<b>-0,001</b>	<b>-0,004</b>	<b>-3,905</b>	<b>0,778</b>	<b>-0,095</b>	<b>-0,197</b>

positiv: C-Senke bzw. N<sub>2</sub>O-Emission; negativ: C-Quelle bzw. N<sub>2</sub>O-Einbindung

Fettdruck: Nachbarstaaten mit Grenze zu Deutschland

#### 7.4.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. C)

Mit der diesjährigen Submission werden quellspezifische Rückrechnungen für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2012 vorgelegt. Ursache für die Neuberechnung der Emissionen waren neue, verbesserte Datenquellen, Methodenänderungen und Fehlerkorrekturen im Rahmen der Verbesserung des Inventars. Auswirkungen auf die Ergebnisse der Emissionsberechnungen für die Landnutzungskategorie Grünland hatten folgende Maßnahmen:

- Änderung der Berechnungsgrundlagen für die Aktivitätsdaten (s. Kapitel 7.1.3):

- Mittels hochauflösender Luftaufnahmen (CIR-Daten) wurde der Aktivitätsdatensatz des Basisjahres überarbeitet und aktualisiert für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Umsetzung des Aktionsplans zur Lösung von Problemen, die beim In-country Review 2010 im Zusammenhang mit KP LULUCF festgestellt wurden)
  - Nutzung des aktuellen Datensatzes des Basis-DLM (2012)
  - Implementierung der Daten der Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012)
2. Methodenänderung zur Herleitung der Waldbiomasse (s. Kap. 7.2.7.1)
  3. Neue EF für Totholz aufgrund neuer Messergebnisse durch BWI 2012 (s. Kap. 7.2.7.1)

Tabelle 300 und Tabelle 301 verdeutlichen die Auswirkungen der Rückrechnungen im Grünlandsektor. Im Vergleich der Submissionen zeigen sich bezüglich der Gesamtemissionen zum einen deutliche quantitative Unterschiede, die mit der Zeit zugenommen haben; so ergab die Rückrechnung folgende Unterschiede bei den Emissionen gegenüber der Vorjahressubmission: für die Periode 1990 - 2000, durchschnittlich 0,88 % [ $\pm$  0,68 % (Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls)], für die Periode 2000 - 2005 10,24 % [ $\pm$  1,82 %], für 2005 - 2008 8,21 % [ $\pm$  0,92 %], für 2008 - 2011 17,9 % [ $\pm$  1,25 %]. Zum anderen bewirken die neuen Datenquellen aber auch qualitative Unterschiede im Verlauf der Emissionskurven einzelner Pools und der Gesamtemission gegenüber dem Vorjahr; dies zeigt sich besonders deutlich bei der Biomasse sowohl in der Verbleib- als auch in der Transferkategorie, in denen die vormalig berichtete Senke 2009 in eine Quelle umschlägt; gleiches gilt für den Mineralboden der Verbleibkategorie.

Tabelle 300: Vergleich der 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>] aus verbleibendem Grünland (5.C.1)

[Gg CO <sub>2</sub> a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2014	12.352	12.297	12.242	12.187	12.133	12.078	12.023	11.968	11.913	11.859
Gesamt 2013	11.707	11.689	11.670	11.651	11.632	11.614	11.595	11.576	11.557	11.538
Mineralböden 2014	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32
Mineralböden 2013	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49	-49
Organische Böden 2014	12.064	12.009	11.954	11.900	11.845	11.790	11.735	11.681	11.626	11.571
Organische Böden 2013	11.270	11.252	11.233	11.214	11.195	11.177	11.158	11.139	11.120	11.101
Biomasse 2014	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
Biomasse 2013	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486
[Gg CO <sub>2</sub> - a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2014	11.804	10.820	10.753	10.686	10.619	10.552	9.781	9.687	9.594	10.815
Gesamt 2013	11.520	10.990	10.962	10.934	10.904	10.876	10.535	10.518	10.500	10.393
Mineralböden 2014	-32	-28	-23	-18	-14	-9	-1	7	15	16
Mineralböden 2013	-49	-47	-44	-41	-39	-36	-32	-28	-24	-19
Organische Böden 2014	11.516	11.445	11.373	11.301	11.230	11.158	11.057	10.955	10.854	10.710
Organische Böden 2013	11.083	11.051	11.020	10.989	10.957	10.926	10.905	10.884	10.862	10.824
Biomasse 2014	320	-597	-597	-597	-597	-597	-1.275	-1.275	-1.275	89
Biomasse 2013	486	-14	-14	-14	-14	-14	-338	-338	-338	-412
[Gg CO <sub>2</sub> - a-1]	2010	2011								
Gesamt 2014	10.673	10.530								
Gesamt 2013	10.359	10.325								
Mineralböden 2014	18	19								
Mineralböden 2013	-15	-10								
Organische Böden 2014	10.566	10.423								
Organische Böden 2013	10.786	10.748								
Biomasse 2014	89	89								
Biomasse 2013	-412	-412								

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 301: Vergleich der 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>] aus Landnutzungsänderungen zu Grünland (5.C.2)

[Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2014	-729	-719	-725	-704	-709	-700	-690	-683	-681	-672
Gesamt 2013	-380	-369	-365	-350	-345	-335	-324	-315	-307	-297
Mineralböden 2014	-1.134	-1.128	-1.123	-1.118	-1.112	-1.107	-1.101	-1.096	-1.090	-1.085
Mineralböden 2013	-1.182	-1.175	-1.167	-1.160	-1.153	-1.146	-1.139	-1.131	-1.124	-1.117
Organische Böden 2014	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
Organische Böden 2013	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383
Biomasse 2014	-391	-385	-395	-379	-388	-384	-378	-376	-378	-373
Biomasse 2013	-158	-156	-160	-153	-157	-155	-153	-152	-153	-151
Tote organische Substanz 2014	441	439	438	437	436	435	434	433	432	431
Tote organische Substanz 2013	577	578	579	580	582	583	584	585	587	588
[Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2014	-671	-1.055	-595	-615	-579	-593	-629	-620	-605	-323
Gesamt 2013	-290	-1.831	-1.868	-1.893	-1.852	-1.869	-2.141	-2.139	-2.130	-1.575
Mineralböden 2014	-1.079	-1.082	-1.084	-1.087	-1.090	-1.092	-1.086	-1.079	-1.072	-1.049
Mineralböden 2013	-1.110	-1.114	-1.119	-1.124	-1.130	-1.135	-1.138	-1.142	-1.145	-1.125
Organische Böden 2014	355	355	354	354	354	353	350	346	342	336
Organische Böden 2013	383	383	383	382	382	381	375	369	363	353
Biomasse 2014	-376	-700	-234	-251	-211	-220	-168	-161	-151	123
Biomasse 2013	-152	-1.242	-1.274	-1.293	-1.247	-1.258	-1.530	-1.519	-1.501	-866
Tote organische Substanz 2014	430	371	369	368	367	366	275	274	276	267
Tote organische Substanz 2013	589	142	142	142	142	143	152	152	153	64
[Gg CO <sub>2</sub> a-1]	2010	2011								
Gesamt 2014	-315	-291								
Gesamt 2013	-1.576	-1.557								
Mineralböden 2014	-1.026	-1.003								
Mineralböden 2013	-1.105	-1.086								
Organische Böden 2014	330	324								
Organische Böden 2013	342	332								
Biomasse 2014	115	122								
Biomasse 2013	-877	-867								
Tote organische Substanz 2014	266	265								
Tote organische Substanz 2013	64	64								

positiv: Emission; negativ: Senke

#### 7.4.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. C)

Siehe Kapitel 7.3.8.

Derzeit sind, über frühere Angaben hinaus, keine weiteren Verbesserungsmaßnahmen geplant. Aussagen über den Stand der Umsetzung der geplanten Verbesserungsmaßnahmen im LULUCF - Sektor sind in Kapitel 7.1.9 zu finden.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 7.5 Wetland (5.D)

### 7.5.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. D)

CRF 5.D	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Wetlands (5.D)	CO <sub>2</sub>	-	-/T2	2.209,3 (0,18%)	2.277,9 (0,24%)		3,11%
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren		
CO <sub>2</sub>	CS/Tier 1		RS/NS		CS/D		

Die Quellgruppe Wetlands ist eine Hauptkategorie nach der Tier-2-Analyse für CO<sub>2</sub>-Emissionen. Methan- und Lachgasemissionen finden nicht statt. In den CRF Tabellen, Summary3s2, von 1990 bis 2012 wurde durch einen Softwarefehler der Eintrag „T2,D“ für Lachgas unter Methoden und Emissionsfaktoren automatisch geschrieben. Der Eintrag lautet aber jeweils „NA“.

In der Kategorie Feuchtgebiete finden sich für Deutschland im Wesentlichen die wenigen, kaum vom Menschen beeinflussten, nicht drainierten, naturnahen Moorstandorte, sonstige Feuchtgebiete und Gewässer ohne anthropogene Treibhausgasemissionen sowie die Torfabbauflächen zur Gewinnung von Gartenbautorfen.

CO<sub>2</sub>-Emissionen aus regulierten Gewässern mit starken Wasserstandsschwankungen (flooded lands) werden gemäß der IPCC-Guidelines 2006 berichtet, folglich nur Emissionen aus der Biomasse infolge von Landnutzungsänderungen. Methanemissionen sind demnach nicht berichtspflichtig. Über Emissionen aus dem Torfabbau wird ausschließlich unter verbleibenden Feuchtgebieten berichtet; über die Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der ober- und unterirdischen Biomasse sowie der Böden, in den Landnutzungsänderungskategorien.

Aus Feuchtgebieten wurden im Jahr 2012 2.277,9 ± 755,0 Gg CO<sub>2</sub> freigesetzt. Dies ist die Summe der Emissionen aus der Verbleibkategorie (2.105,8 ± 817,3 Gg CO<sub>2</sub>) und 172,1 ± 74,4 Gg CO<sub>2</sub> aus Landnutzungsänderungen hin zu Feuchtgebieten. Bei letzteren fungieren die Mineralböden mit 6,3 ± 2,5 Gg CO<sub>2</sub> als leichte Senke, die Biomasse (124,5 ± 60,6 Gg CO<sub>2</sub>) und die tote organische Substanz (39,2 ± 16,3 Gg CO<sub>2</sub>) als Quellen. In der Verbleibkategorie werden zum einen die Emissionen aus dem industriellen Torfabbau berichtet (2.120,5 ± 828,4 Gg CO<sub>2</sub>), die sich unterteilen in die Emissionen, die auf den Abbauflächen während der Torfgewinnung entstanden sind (on-site-Emissionen: 14,6 Gg CO<sub>2</sub>), sowie diejenigen, welche durch Ausbringung der gewonnenen Torfprodukte für den Gartenbau freigesetzt wurden (off-site-Emissionen: 2.105,9 Gg CO<sub>2</sub>); zum anderen Emissionen aus der Biomasse durch Landnutzungsänderungen von Gewässern zu terrestrischen Feuchtgebieten (-14,7 ± 25,4 Gg CO<sub>2</sub>).

Der Verlauf der Zeitreihen in Abbildung 64 und Abbildung 65 verdeutlicht, dass die Gesamtemissionen im Jahr 2012 gegenüber dem Basisjahr um 3 % zugenommen haben, aber insgesamt nur schwache zeitliche Änderungen auftraten. Der Trend wird vom Torfabbau, insbesondere von den jährlichen Torfabaumengen (off-site-Emissionen), sowie den Emissionen aus der Biomasse dominiert. Die absolute Größe der Veränderungen im Jahre 2012 gegenüber dem Basisjahr ist in allen Quellgruppen der Feuchtgebietskategorie sehr gering (max. 3 %), obschon eine Betrachtung der prozentualen Unterschiede in den

einzelnen Subkategorien z.T. deutliche qualitative Veränderungen offenlegt. So hat die Senkenfunktion der Biomasse in der Subkategorie „Terrestrische Feuchtgebiete“ um 128 % zugenommen; gleichermaßen ist eine deutliche Abnahme der Senkenfunktion (-50 %) im Pool der Mineralböden zu verzeichnen. Ursächlich hierfür sind verstärkte Landnutzungsänderungen von Grünland i.e.S. zu Terrestrischen Feuchtgebieten (+250 %).

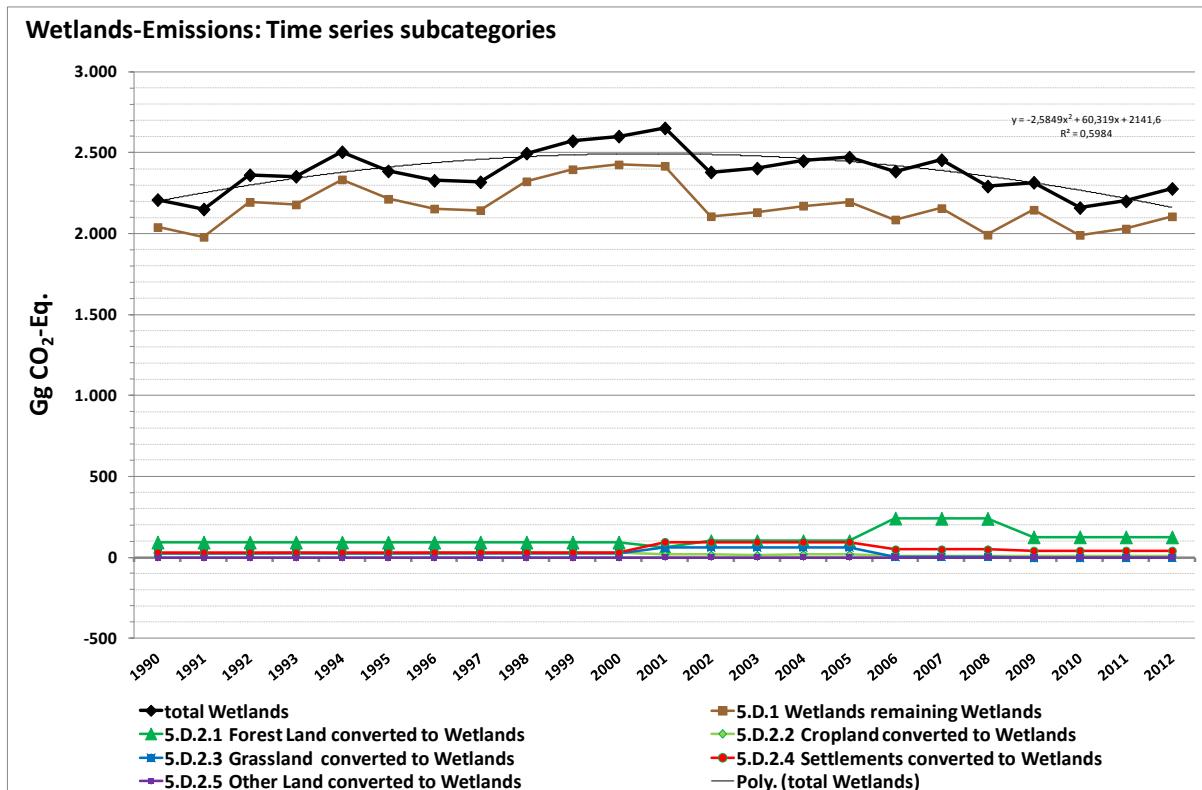


Abbildung 64: CO<sub>2</sub>-Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Subkategorien

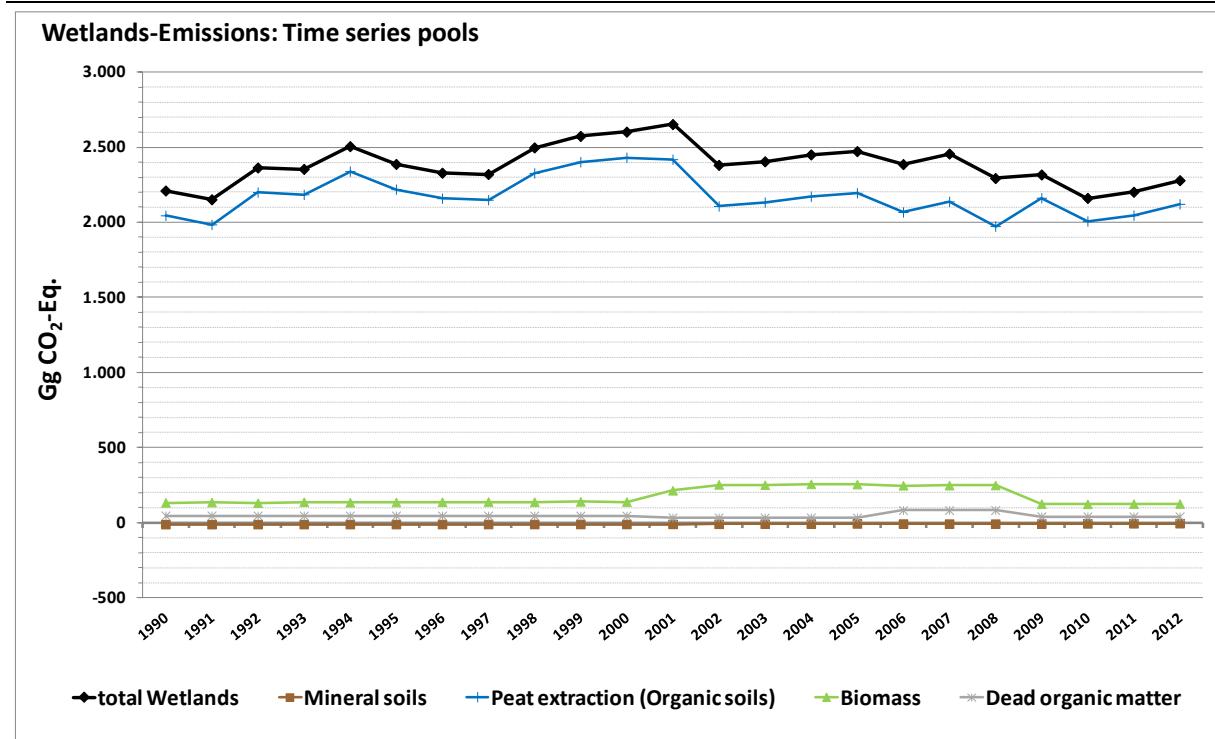


Abbildung 65: CO<sub>2</sub>-Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus den Feuchtgebieten Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Pools

### 7.5.2 **Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken**

Siehe Kapitel 7.1.3.

### 7.5.3 **Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.D)**

Nach GPG 2003 müssen in der Landnutzungskategorie Feuchtgebiete alle Landflächen subsummiert werden, deren Böden zeitweise oder das ganze Jahr wassergesättigt oder mit Wasser bedeckt sind und die nicht unter die Landnutzungskategorien 5.A, 5.B, 5.C und 5.E fallen (IPCC GPG-LULUCF 2003, S. 3.135). Dies betrifft folglich terrestrische Feuchtgebiete und Gewässer, welche wiederum in Subkategorien „bewirtschaftet/reguliert“ bzw. „nicht bewirtschaftet/ nicht anthropogen reguliert“ unterteilt werden können.

In Deutschland ist der Großteil der ehemaligen Feuchtgebietsflächen drainiert, unterliegt hauptsächlich land- und forstwirtschaftlicher Nutzung (1.504 kha ≈ 86 %) und wird gemäß IPCC GPG-LULUCF 2003 somit in den entsprechenden Landnutzungskategorien (5.A - 5.C) berichtet. In der Subkategorie „Terrestrische Feuchtgebiete“ finden sich daher nur die wenigen, kaum vom Menschen beeinflussten, nicht drainierten, naturnahen Moorstandorte und sonstigen Feuchtgebiete auf mineralischen Böden sowie die Torfabbauflächen. In der Subkategorie Gewässer wird ebenfalls nach dem Grad der anthropogenen Beeinflussung zwischen „überflutetem Land“<sup>100</sup>), sowie nicht regulierte und regulierte natürliche Gewässer unterschieden (nicht berichtspflichtig). Abbildung 66a verdeutlicht die nach diesen Vorgaben

<sup>100</sup> Wasserkörper, die durch menschliche Aktivitäten reguliert werden und starke Wasserstandsschwankungen bzw. Änderungen im Flächenbedeckungsgrad aufweisen (Stauseen usw.) IPCC GPG-LULUCF 2003, S. 3.135

ermittelte Zuordnung der unter die Kategorie Feuchtgebiete fallenden Flächen Deutschlands für das Jahr 2012.

<b>5.D Wetlands</b> [703.649 ha]						
<b>Terrestrial Wetlands</b> [98.447 ha]					<b>Waters</b> [605.202 ha]	
<b>undrained</b> [78.590 ha]				<b>drained</b> [19.857 ha ]	<b>remaining</b> [601.530 ha]	<b>converted</b> [3.672 ha]
<b>Mineral soils</b> [35.037 ha]		<b>Organic soils</b> [43.553 ha]		<b>Organic soils</b> [19.857 ha ]		
<b>remaining</b> [33.447 ha]	<b>converted</b> [1.590 ha]	<b>remaining</b> [42.350 ha]	<b>converted</b> [1.203 ha]	<b>remaining</b> [19.857 ha]	<b>remaining</b> [601.530 ha]	<b>converted</b> [3.672 ha]
<b>Natural and semi-natural wetlands (e.g. marsh areas, marsh districts, banks watersides, riversides)</b>		<b>Natural and semi-natural wetlands (e.g. fens, bogs)</b>	<b>Rewetted peatlands</b>	<b>Peat extraction</b> [19.857 ha]		
<b>no emissions</b>	<b>Emissions:</b> <b>Mineral soils</b> <b>Biomass</b>	<b>no emissions</b>	<b>Emissions:</b> <b>Biomass</b>	<b>Emissions:</b> <b>on-site</b> <b>off-site</b>	<b>no emissions</b>	<b>Emissions:</b> <b>Biomass</b>

Abbildung 66: Zuordnung der Gewässer- und terrestrischen Feuchtgebietsflächen [ha] Deutschlands für das Jahr 2012 in die Landnutzungskategorie Feuchtgebiete gemäß IPCC GPG-LULUCF 2003

Das Emissionsverhalten der Subkategorien „Terrestrische Feuchtgebiete“ sowie „Gewässer“ ist unterschiedlich ausgeprägt. Während die Emissionen aus dem Torfabbau in den CRF-Tabellen ausschließlich in der Verbleibkategorie der „Terrestrischen Feuchtgebiete“ berichtet werden, wird die Kategorie „Gewässer“ gegenüber anderen Landnutzungskategorien als eigenständige Subkategorie geführt und in den CRF-Tabellen getrennt berichtet (Details siehe Kapitel 0). Der Anteil von Terrestrischen Feuchtgebieten an der gesamten Feuchtgebietsfläche beträgt 14% und setzt sich zusammen aus knapp 3% Torfabbaufläche und 11% Terrestrischen Feuchtgebieten; der Anteil der Gewässerfläche beträgt demnach 86%. Die Berechnung der Landflächen erfolgt für die Landnutzungskategorie Feuchtgebiete durch eine jährlich aktualisierte Stratifizierung nach Terrestrischen Feuchtgebieten und Gewässern unter verbleibender Nutzung und Land, das in Gewässer oder Terrestrische Feuchtgebiete umgewandelt wurde. Die Daten werden jährlich aus der

Landnutzungsinformation übernommen (Kapitel 0; Kapitel 7.1.3). Für die Torfabbaufläche wird ein konstanter Wert von 19.857 ha unterstellt.

Für die Berechnung der Emissionen werden die beiden Feuchtgebietssubkategorien, Terrestrische Feuchtgebiete und Gewässer, poolspezifisch stratifiziert. Dafür werden flächengewichtete mittlere Kohlenstoffvorräte ermittelt, die im Inventar verwendet werden:

Verbleibkategorie:

- Berechnung der Biomassevorräte: Für die Subkategorie Gewässer wird keine Biomasse berichtet. Für die Subkategorie Terrestrische Feuchtgebiete wurde die Biomasse aus den Werten für Grünland i.e.S. und Gehölzen hergeleitet (Kapitel 7.5.4.2, vergl. Kap. 7.4.4.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Mineralböden: Für beide Subkategorien keine Emissionen
- Berechnung der Emissionen aus organischen Böden: Für die Torfabbauflächen werden on-site- und off-site-Emissionen (Kapitel 7.5.4.4) berechnet. Für die restlichen naturnahen Flächen der Subkategorie Terrestrische Feuchtgebiete sowie die Subkategorie Gewässer werden keine Emissionen berichtet.

Transferkategorien:

- Berechnung der Biomassevorräte: Für die Subkategorie Gewässer wird keine Biomasse berichtet. Für die Subkategorie Terrestrische Feuchtgebiete wurde die Biomasse aus den Werten für Grünland i.e.S. und Gehölzen hergeleitet (Kapitel 7.5.4.2, vergl. Kap. 7.4.4.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Böden: Für die Subkategorie Gewässer werden keine Emissionen veranschlagt; für die Terrestrischen Feuchtgebiete wird zeitlich konstant nach organischen Böden und Mineralböden unterschieden. Für organische Böden werden, da naturnah, keine Emissionen berichtet. Die Mineralböden werden nach Nutzung, Bodentyp bzw. Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimaregion stratifiziert (vergl. Kapitel 19.5.2.2).

## 7.5.4 Methodische Aspekte (5. D)

### 7.5.4.1 Datenquellen

Die Produktionsmengen für Torf aus industriellem Torfabbau entstammen der deutschen Offizialstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 3.1).

Weitere Quellen siehe Kapitel 7.1.3.2, 0 und 19.5.2.

### 7.5.4.2 Biomasse

Gewässerflächen sind vegetationslos, so dass der Kohlenstoffvorrat in der Biomasse Null ist und in den CRF-Tabellen immer mit NO (not occurring) ausgewiesen wird. Für die Subkategorie „terrestrische Feuchtgebiete“ erfolgt die Berechnung der Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der Biomasse infolge von Landnutzungsänderungen mittels der in Kapitel 7.1.7 beschriebenen Verfahren und Methoden.

Terrestrische Feuchtgebiete sind in der Regel mit Gehölzen (einzelne Büsche bis Wälder), Moosen und Gräsern bewachsen, von denen letztere überwiegen. Aufgrund dessen wird im

Inventar folgende Annahme für die Flächenverteilung der Kohlenstoffvorräte in der Biomasse unterstellt: 1/3 Gehölzanteil und 2/3 Moos-/Grasanteil.

Da für derartige Flächen keine Biomasseerhebungen in Deutschland vorliegen, werden die Werte für Gehölze (Kapitel 7.4.4.2.2) und Grünland i.e. S. (Kapitel 7.4.4.2.1) näherungsweise zugrunde gelegt. Daher wird methodisch im Sinne von Kap. 7.4.4.2 berichtet.

Der Kohlenstoffvorrat terrestrischer Feuchtgebiete berechnet sich dann nach Gleichung 40. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 302.

Gleichung 40:

$$\text{C-Vorrat}_{\text{terr. Feuchtgebiete}} = \text{C-Vorrat}_{\text{Gehölze}} * 0,333 + \text{C-Vorrat}_{\text{Grünland i.e.S.}} * 0,667$$

Tabelle 302: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg ha}^{-1}$ ] für Biomasse in terrestrischen Feuchtgebieten Deutschlands (95%-Konfidenzintervall)

Terr. Feuchtgebiete	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]		
	<b>Bio<sub>oberirdisch</sub></b>	<b>Bio<sub>unterirdisch</sub></b>	<b>Bio<sub>total</sub></b>
Terr. Feuchtgebiete	14,67 (5,2 - 42,7)	5,44 (2,3 – 13,1)	20,10 (10,2 - 49,2)

Die Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten sind in Tabelle 304 (Kapitel 7.5.5) dargestellt.

Im Sinne der Aussagen von Kapitel 7.4.4.2 wird daher auch für die lebende Biomasse und tote organische Substanz in den jeweiligen Verbleibkategorien der CRF-Tabelle 5.D.1 NO (not occurring) berichtet.

### 7.5.4.3 Mineralböden

Bei Landnutzungsänderungen zu Gewässern werden keine Änderungen im Kohlenstoffvorrat von Mineralböden angenommen (NO in CRF-Tabelle 5.D.1).

Für die Subkategorie „Terrestrische Feuchtgebiete“ erfolgt die Berechnung der Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der Mineralböden infolge von Landnutzungsänderungen mittels der in Kapitel 7.1.5 beschriebenen Verfahren und Methoden.

Die Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten werden in Tabelle 304 (Kapitel 7.5.5) gezeigt.

### 7.5.4.4 Organische Böden

Drainage organischer Böden findet in der Kategorie Terrestrische Feuchtgebiete außer auf Torfabbauflächen nicht statt (NO in CRF-Tabelle 5.D.1 und 5 (II)). Landnutzungsänderung zu Feuchtgebieten entspricht einer Umwandlung zu naturnahen Wasserstandsverhältnissen. Daher werden in der Subkategorie Terrestrische Feuchtgebiete für Standorte auf organischen Böden keine Emissionen unterstellt (NO in CRF-Tabelle 5.D.1 und 5 (II)) abgesehen von den Torfabbauflächen.

#### 7.5.4.4.1 Torfabbau

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Torfabbau erfolgte nach den Vorgaben der IPCC-Guidelines 2006, mit dem Tier-1-Verfahren und den entsprechenden Default-Faktoren der IPCC (2006). Berechnet werden die Gesamtemissionen aus den on-site- und off-site-Emissionen nach folgenden Formeln:

$$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{Torfabbau}} = \text{CO}_2\text{-C}_{\text{on-site}} + \text{CO}_2\text{-C}_{\text{off-site}}$$

CO<sub>2</sub>-C<sub>Torfabbau</sub>: CO<sub>2</sub>-C-Emissionen aus dem Torfabbau [ $\text{Mg C a}^{-1}$ ]

CO<sub>2</sub>-C<sub>on-site</sub>: CO<sub>2</sub>-C-Emissionen, die während der Produktion vor Ort entstehen [ $\text{Mg C a}^{-1}$ ]

$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{off-site}}$ :  $\text{CO}_2\text{-C}$ -Emissionen durch produzierte, zu Gartenbauzwecken ausgebrachten Torfen [ $\text{Mg C a}^{-1}$ ]

$$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{on-site}} = A_{\text{Torf-nährstoffarm}} \times EF_{\text{Torf-nährstoffarm}}$$

$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{on-site}}$ :  $\text{CO}_2\text{-C}$ -Emissionen, die während der Produktion vor Ort entstehen [ $\text{Mg C a}^{-1}$ ]

$A_{\text{Torf-nährstoffarm}}$ : Torfabbaufäche für Hochmoortorfe [ha]

$EF_{\text{Torf-nährstoffarm}}$ : Emissionsfaktor für Hochmoortorfe im Abbau [ $0,2 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (IPCC-Guidelines 2006, Table 7.4)]

$$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{off-site}} = Vol_{\text{Torf_trocken}} \times C_{\text{fraction}_{\text{vol_Torf}}}$$

$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{off-site}}$ :  $\text{CO}_2\text{-C}$ -Emissionen durch produzierte, zu Gartenbauzwecken ausgebrachten Torfen [ $\text{Mg C a}^{-1}$ ]

$Vol_{\text{Torf_trocken}}$ : Volumen des lufttrockenen Torfes [ $\text{m}^3$ ]

$C_{\text{fraction}_{\text{vol_Torf}}}$ : Kohlenstoffanteil bezogen auf das Volumen luftgetrockneten Torfs [ $0,07 \text{ Mg C m}^{-3}$  luftgetrockneter Torf (IPCC-Guidelines 2006, Table 7.5)]

Als Aktivitätsdaten liegen der Abschätzung zugrunde:

- Berechnung der on-site - Emissionen: Torfabbaufächen, die anhand des B-DLM ermittelt wurden (siehe Kap. 7.1.3)
- Berechnung der off-site - Emissionen: Die jährlichen Produktionsmengen; diese entstammen der deutschen Offizialstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 3.1).

Die Emissionsfaktoren für den Zeitraum 1990 bis 2012 sind in Tabelle 303 zusammengefasst. Die Flächenermittlung der industriellen Torfabbaufächen erfolgte mittels des B-DLM, da nun mehr in dieses entsprechende Daten übernommen wurden. Da dies für Datensätze des B-DLM vor 2011 gar nicht, bzw. noch nicht vollständig geschehen war, wird die für 2011 ermittelte Torfabbaufäche für alle Jahre zur Berechnung der on-site-Emissionen herangezogen. Die Abbaufäche beträgt konstant 19.857 ha.

$\text{CH}_4$ -Emissionen aus dem Torfabbau werden nicht berichtet (nach IPCC GPG-LULUCF 2003 und IPCC-Guidelines 2006 nicht berichtspflichtig, da vernachlässigbar (IPCC-Guidelines 2006, Table 7.1, S. 7.5).

$\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen durch Torfabbau werden nicht berichtet. Da in Deutschland nahezu ausschließlich Hochmoortorfe abgebaut werden, die C/N-Verhältnisse > 25 aufweisen, sind diese Emissionen nach IPCC-Guidelines 2006, Kapitel 7.2.1.2 vernachlässigbar. In Tabelle 304 (Kapitel 7.5.5) wird ein mittlerer künstlicher Emissionsfaktor dargestellt, der die  $\text{CO}_2$ -Emissionen aus der industriellen Torfproduktion bezogen auf die Abbaufäche zeigt. Er setzt sich zusammen aus dem konstanten Wert für die On-site-Emissionen und dem jährlich variablen Wert der Produktionsmengen.

Tabelle 303: Implizite Emissionsfaktoren für den Torfabbau [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ] in Deutschland

	Implizite Emissionsfaktoren Torfabbau [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ]										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
IEF [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ]	-28,07	-27,24	-30,20	-29,99	-32,12	-30,47	-29,64	-29,50	-31,95	-32,98	-33,39
Emission <sub>on-site</sub> [ $\text{Gg C}$ ]	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97
Emission <sub>off-site</sub> [ $\text{Gg C}$ ]	553,51	537,03	595,78	591,60	633,79	601,06	584,63	581,91	630,54	650,87	658,97
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
IEF [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ]	-33,21	-28,93	-29,28	-29,82	-30,14	-28,38	-29,35	-27,09	-29,68	-27,55	-28,09
Emission <sub>on-site</sub> [ $\text{Gg C}$ ]	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97
Emission <sub>off-site</sub> [ $\text{Gg C}$ ]	655,50	570,53	577,48	588,23	594,43	559,62	578,80	534,03	585,48	543,13	553,77

2012	
IEF [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ $\text{a}^{-1}$ ]	-29,12
Emission <sub>on-site</sub> [Gg C]	3,97
Emission <sub>off-site</sub> [Gg C]	574,35

### 7.5.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. D)

Die Zeitreihen für die Aktivitätsdaten zum Torfabbau vom Statistischen Bundesamt sind konsistent und für die gesamte Berichtsperiode verfügbar. Die Unsicherheiten dieses Aktivitätsdatums sind laut Statistischem Bundesamt 0, da es sich bei diesen Daten um eine Vollerhebung mit Auskunftspflicht handelt. Nichtsdestotrotz wird nach den IPCC-Guidelines 2006 eine Unsicherheit von 20 % unterstellt, die im Wesentlichen auf der Unsicherheit der Umrechnung von Volumen- auf Masseneinheiten für Torfe beruht. Die in Tabelle 304 aufgeführten Unsicherheiten bis 40 % für den Torfabbau sind Ergebnis der Unsicherheitsfortpflanzungsrechnung und insbesondere auf die großen Unsicherheiten der IPCC-Default-Faktoren zurückzuführen. Die großen Unsicherheiten der EF in Bezug auf die Biomasse gründen in dem erheblichen Anteil der Gehölze.

Die Aktivitäts- bzw. Flächendaten sind normalverteilt und weisen je nach Flächen- bzw. Stichprobengröße Unsicherheiten von 2 – 197 % auf (siehe Tabelle 405 in Kapitel 19.5.4). Die Gesamtunsicherheit für die Flächendaten der Kategorie Feuchtgebiete beträgt 5,1 %. Der Beitrag der Feuchtgebietpools zur Gesamtemission bzw. -unsicherheit des LULUCF-Sektors ist sehr gering. Lediglich die Werte im Zusammenhang mit dem Torfabbau sind wahrnehmbar (siehe Tabelle 405 in Kapitel 19.5.4).

Tabelle 304: Emissionsfaktoren mit Unsicherheiten [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der THG-Emissionen aus Feuchtgebieten 2012, unterschieden nach Pool und Subkategorie

Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub> Landnutzung <sub>vor</sub> Mineralboden CO <sub>2</sub> -C <sup>101</sup>	Fläche Landnutzung <sub>nach</sub>	Emissionsfaktor [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Schranken		Gewässer Landnutzungnach	Emissionsfaktoren [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]			untere [%]	obere [%]
Wald	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	0,66	29	24	Gewässer		keine Emission	
Acker	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	0,70	37	28	Gewässer		keine Emission	
Grünland i. e. S.	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	-0,17	47	32	Gewässer		keine Emission	
Gehölze	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	0,04	49	31	Gewässer		keine Emission	
Siedlungen	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	0,77	48	32	Gewässer		keine Emission	
Gewässer	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	0	52	44	Gewässer		keine Emission	
Sonstiges Land	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	0,92	50	32	Gewässer		keine Emission	
<b>Organischer Boden</b>		[Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]		[Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]
	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	-12,00	39	39				
<b>Biomasse<sup>102</sup></b>		[Mg C ha <sup>-1</sup> 1 a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]		[Mg C ha <sup>-1</sup> 1 a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]
Wald	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	-34,56	61	25	Gewässer	-54,66	25	25
Acker	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	12,26	109	37	Gewässer	-7,84	8	8
Grünland i. e. S.	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	13,42	109	38	Gewässer	-6,69	25	25
Gehölze	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	-26,83	116	39	Gewässer	-46,93	186	63
Terr. Feuchtgebiete	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	0	0	0	Gewässer	-20,10	145	49
Gewässer	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	20,10	145	49	Gewässer	0	0	0
Siedlungen	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	6,70	109	37	Gewässer	-13,40	163	55
Sonstiges Land	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	20,10	145	49	Gewässer	-0	0	0
<b>Tote organische Substanz<sup>103</sup></b>		[Mg C ha <sup>-1</sup> 1 a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]		[Mg C ha <sup>-1</sup> 1 a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]
Wald	Feuchtgebiete <sub>terrestrisch</sub>	-19,36	6	6	Gewässer	-19,36	6	6

positiv: Senke; negativ: Quelle

Die Berechnungen sind für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2012 räumlich und zeitlich konsistent und vollständig.

<sup>101</sup> Berechnung über 20 Jahre

<sup>102</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

<sup>103</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

### **7.5.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. D)**

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden gemäß der "Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 - Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMEL vom 01.03.2012" (Version 1.01, Stand vom 31.08.2012; Thünen-Institut 2012) durchgeführt, entsprechend den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen. Details zu den diesjährigen Qualitätskontrollen finden sich in Kapitel 7.1.8.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Bezuglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Offizialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen (Dokumentation in Inventarbeschreibung).

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen Berichterstattung können mit anderen Datenquellen für Deutschland nicht verglichen werden, da solche flächendeckend, umfassend und unabhängig von den hier aufgeführten Methoden und Datenquellen nicht existieren. Der Vergleich der mittleren Emissionsfaktoren Deutschlands in der Kategorie Feuchtgebiete mit denen der europäischen Nachbarstaaten zeigt, dass die IEF aufgrund der Zusammenfassung der Bodentypen nur schwer zu vergleichen sind. So weist Deutschland in der Verbleibkategorie den größten Emissionsfaktor auf, was darauf zurückzuführen ist, dass hier der Torfabbau einschließlich der off-site Emissionen einfließt. Die Kategorie Feuchtgebiete ist stark von der nationalen Definition abhängig, so dass die nationalen Verhältnisse und daher auch die mittleren Emissionsfaktoren eine große Streuung zeigen. In der Transferkategorie weist Deutschland die Böden als geringe Kohlenstoffsenke und die Biomasse als Kohlenstoffquelle aus und liegt bei beiden Quellgruppen ungefähr im Mittel der Nachbarstaaten (Tabelle 305). Die tote organische Substanz wird ebenfalls in nahezu allen Nachbarstaaten als Kohlenstoffquelle bei der Umwandlung zu Feuchtgebieten ausgewiesen. Deutschland weist hierbei nach den Niederlanden den zweithöchsten IEF auf; nur die Werte von Norwegen und der Schweiz zeigen eine ähnliche Größenordnung.

Tabelle 305: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools im Feuchtgebietssektor zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2011 (Ausnahme Deutschland NIR 2014: Vergleichswert 2012)

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Feuchtgebiete NIR 2013	Verbleibende Feuchtgebiete Böden	Landnutzungsänderung zu Feuchtgebieten			Tote org. Substanz
		Böden	Biomasse	Mg C ha <sup>-1</sup>	
<b>Österreich</b>	NE	<b>-3,649</b>	<b>-0,456</b>	<b>-0,164</b>	
<b>Belgien</b>	NO	<b>1,178</b>	NO	NO	
Bulgarien	NE	-3,113	-2,069	0,111	
<b>Dänemark</b>	<b>-0,094</b>	<b>0,334</b>	<b>-0,766</b>	<b>-0,132</b>	
Estland	-0,056	-0,633	-1,100	-0,047	
Finnland	NE	-3,677	-0,547	-0,009	
<b>Frankreich</b>	NO	<b>4,433</b>	<b>-0,422</b>	<b>-0,046</b>	
Griechenland	NO	-0,027	NO	IE,NO	
Großbritannien	-0,639	-0,200	NO,NE	NO	
Ungarn	NE	NA,NO	-0,075	NA,NO	
Island	NA	-0,100	IE,NO	IE,NO	
Irland	-0,009	NO	0,121	NO	
Italien	NE	NO	NO	NO	
Kroatien	NE	-2,475	-0,081	NO	
Lettland	-0,012	NO	NO	NO	
Liechtenstein	NO	<b>-0,113</b>	<b>-0,590</b>	<b>-0,015</b>	
Litauen	-0,012	NO	NO	NO	
<b>Luxemburg</b>	NE	<b>-3,943</b>	<b>-1,244</b>	<b>-0,014</b>	
<b>Niederlande</b>	NE	NE	<b>-9,178</b>	<b>-1,540</b>	
Norwegen	0,0002	0,702	NO	-0,749	
<b>Polen</b>	NA	NA,NO	<b>-1,200</b>	NA,NO	
Portugal	NO	-2,714	-0,170	-0,075	
Rumänien	NO	0,242	NO	NO	
Russland	0,000	NA,NO	NA,NO	NA,NO	
Slowakische Republik	NO	NO	NO	NO	
Slowenien	NE	-4,533	-2,397	-0,248	
Spanien	NE	NO	NO	NO	
Schweden	-0,002	NA	NA	NA	
<b>Schweiz</b>	<b>0,001</b>	<b>-3,542</b>	<b>-4,178</b>	<b>-0,679</b>	
<b>Tschechische Republik</b>	NO	NA,NO	<b>-0,758</b>	<b>-0,010</b>	
Ukraine	-0,0005	NO	NO	NO	
Europäische Union (15)	-0,039	0,564	-0,345	-0,034	
Europäische Union (27)	-0,034	0,391	-0,372	-0,026	
<b>Deutschland</b>	<b>-0,942</b>	<b>0,011</b>	<b>-0,337</b>	NO	
<b>Deutschland NIR 2014</b>	<b>-0,991</b>	<b>0,018</b>	<b>-0,404</b>	<b>-0,845</b>	

positiv: Senke; negativ: Quelle

Fettdruck: Nachbarstaaten mit Grenze zu Deutschland

### 7.5.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. D)

Mit der diesjährigen Submission werden quellspezifische Rückrechnungen für den gesamten Berichtszeitraum 1990 – 2012 vorgelegt. Ursache für die Neuberechnung der Emissionen waren neue, verbesserte Datenquellen, Methodenänderungen und Fehlerkorrekturen im Rahmen der Verbesserung des Inventars. Auswirkungen auf die Ergebnisse der Emissionsberechnungen für die Landnutzungskategorie Feuchtgebiete hatten folgende Maßnahmen:

- Änderung der Berechnungsgrundlagen für die Aktivitätsdaten (s. Kap. 7.1.3):

- Mittels hochauflösender Luftaufnahmen (CIR-Daten) wurde der Aktivitätsdatensatz des Basisjahres überarbeitet und aktualisiert für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Umsetzung des Aktionsplans zur Lösung von Problemen, die beim In-country Review 2010 im Zusammenhang mit KP LULUCF festgestellt wurden)
- Nutzung des aktuellen Datensatzes des Basis-DLM (2012)
- Implementierung der Daten der Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012)

2. Methodenänderung zur Herleitung der Waldbiomasse (s. Kapitel 7.2.7.1)

3. Neue EF für Totholz aufgrund neuer Messergebnisse durch BWI 2012 (s. Kapitel 7.2.7.1)

4. Aktivitätsdaten Torfabbau: Korrektur eines Übertragungsfehlers für das Jahr 2010; Korrektur der Produktionsstatistik bezgl. der Torfproduktionsmengen durch das Statistische Bundesamt für das Jahr 2011

Im Rahmen der Neuberechnung der Emissionsfaktoren sowie der Aktivitätsdaten wurden auch die zugehörigen Unsicherheiten neu bestimmt.

Tabelle 306 und Tabelle 307 verdeutlichen die Auswirkungen der Rückrechnungen. Der Vergleich wird für die gesamte Kategorie Feuchtgebiete gezeigt. Die Unterschiede bezüglich der Gesamtemissionen aus dem Feuchtgebietssektor gegenüber der Vorjahressubmission betragen für das Jahr 1990 -1,0 %, für 2011 3,4 %. Tabelle 306 verdeutlicht, dass die in die Rückrechnung eingeflossenen Korrekturen der Produktionsstatistik für Torfe gegenüber der Vorjahressubmission zu geringfügig höheren Emissionen für die Jahre 2010 (0,6 %) und 2011 (1,2 %) im Pool organische Böden geführt haben. Der Großteil der Unterschiede findet sich in den Quellgruppen Biomasse und tote organische Substanz, zurückzuführen auf die verbesserte Datengrundlage bezüglich der Aktivitätsdaten bzw. neuer Emissionsfaktoren für die tote organische Substanz.

Tabelle 306: Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub> a<sup>-1</sup>] aus verbleibenden Feuchtgebieten (5.D.1)

[Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2014	2.040	1.979	2.195	2.179	2.334	2.214	2.154	2.144	2.322	2.397
Gesamt 2013	2.051	1.990	2.206	2.190	2.345	2.225	2.165	2.155	2.333	2.408
Mineralböden 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2014	2.044	1.984	2.199	2.184	2.338	2.218	2.158	2.148	2.327	2.401
Organische Böden 2013	2.044	1.984	2.199	2.184	2.338	2.218	2.158	2.148	2.327	2.401
Biomasse 2014	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
Biomasse 2013	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
[Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2014	2.426	2.418	2.107	2.132	2.171	2.194	2.086	2.157	1.992	2.147
Gesamt 2013	2.437	2.418	2.107	2.132	2.171	2.194	2.066	2.137	1.973	2.161
Mineralböden 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2014	2.431	2.418	2.107	2.132	2.171	2.194	2.066	2.137	1.973	2.161
Organische Böden 2013	2.431	2.418	2.107	2.132	2.171	2.194	2.066	2.137	1.973	2.161
Biomasse 2014	-4	0	0	0	0	0	20	20	20	-15
Biomasse 2013	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ]	2010	2011								
Gesamt 2014	1.991	2.030								
Gesamt 2013	1.995	2.021								
Mineralböden 2014	0	0								
Mineralböden 2013	0	0								
Organische Böden 2014	2.006	2.045								
Organische Böden 2013	1.995	2.021								
Biomasse 2014	-15	-15								
Biomasse 2013	0	0								

Tabelle 307: Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>a<sup>-1</sup>] aus Landnutzungsänderungen zu Feuchtgebieten (5.D.2)

[Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2014	170	172	168	174	171	172	174	175	174	176
Gesamt 2013	182	184	182	186	184	185	186	187	187	188
Mineralböden 2014	-13	-13	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12
Mineralböden 2013	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-10	-10	-10
Organische Böden 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2014	137	139	135	141	138	139	141	142	141	143
Biomasse 2013	157	158	156	159	157	158	159	160	160	161
Tote organische Substanz 2014	46	46	45	45	45	45	45	45	45	45
Tote organische Substanz 2013	37	37	37	37	37	37	37	37	38	38
[Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2014	175	234	274	272	278	277	299	299	300	169
Gesamt 2013	188	229	223	218	231	229	156	158	160	106
Mineralböden 2014	-12	-11	-10	-10	-9	-8	-9	-9	-9	-9
Mineralböden 2013	-10	-9	-9	-8	-8	-7	-7	-6	-6	-5
Organische Böden 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2014	142	213	252	250	255	254	227	227	228	139
Biomasse 2013	160	216	209	204	216	213	132	134	136	111
Tote organische Substanz 2014	45	32	32	32	32	32	81	81	81	39
Tote organische Substanz 2013	38	23	23	23	23	23	30	30	31	0
[Gg CO <sub>2</sub> a <sup>-1</sup> ]	2010	2011								
Gesamt 2014	169	171								
Gesamt 2013	105	107								
Mineralböden 2014	-8	-7								
Mineralböden 2013	-4	-4								
Organische Böden 2014	0	0								
Organische Böden 2013	0	0								
Biomasse 2014	137	138								
Biomasse 2013	110	111								
Tote organische Substanz 2014	39	39								
Tote organische Substanz 2013	0	0								

### 7.5.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. D)

Derzeit sind, über frühere Angaben hinaus, keine weiteren Verbesserungen geplant. Aussagen über den Stand der Umsetzung der geplanten Verbesserungsmaßnahmen im LULUCF - Sektor sind in Kapitel 7.1.9 zu finden.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 7.6 Siedlungen (5.E)

### 7.6.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. E)

CRF 5.E	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
<b>Settlements (CRF 5.E)</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>L T/T2</b>	<b>2.335,4</b>	<b>(0,19%)</b>	<b>4.149,4</b>	<b>(0,44%)</b>	<b>77,67%</b>
<b>Gas</b>	<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>		
CO <sub>2</sub>	CS/Tier 1		RS/NS		CS		

Die Quellgruppe *Siedlungen* ist für CO<sub>2</sub> eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend, sowie nach der Tier-2-Analyse.

In der Landnutzungskategorie Siedlungen wird über CO<sub>2</sub>-Emissionen/-Festlegung der Pools Boden, Biomasse und tote organische Substanz berichtet, die auf Flächen liegen, die zu Siedlungs- und Verkehrszwecken ausgewiesen sind. Genaue Definitionen und Kategoriezuzuordnungen sind in Kapitel 0 aufgeführt.

Im Jahr 2012 betragen die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus den Siedlungs- und Verkehrsgebieten Deutschlands infolge von Landnutzung und Landnutzungsänderung 4.149,4 ± 1.176,3 Gg CO<sub>2</sub>; der Großteil hiervon, nämlich 2.273,6 ± 838,8 Gg CO<sub>2</sub>, wird durch die Drainage organischer Böden verursacht und hauptsächlich in der Verbleibkategorie berichtet (1632,0 ± 825,8 Gg CO<sub>2</sub>). Die restlichen Emissionen sind Folge von Landnutzungsänderungen hin zu Siedlungen und sind die Summe von 1.333,3 ± 644,7 Gg CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Mineralböden, 427,3 ± 76,2 Gg CO<sub>2</sub> aus der Zersetzung toter organischer Substanz sowie -115,1 ± 62,80 Gg CO<sub>2</sub> aus der Biomasse.

Gegenüber dem Basisjahr ergibt sich eine Nettozunahme der Emissionen von 1.814 Gg CO<sub>2</sub> (78 %) im Jahr 2012 (siehe Abbildung 67 und Abbildung 68). Eine Zunahme der Emissionen ist für alle Quellgruppen zu verzeichnen, insbesondere aber im Pool Mineralboden mit 225 % (923 Gg CO<sub>2</sub>) und dem Pool Biomasse mit einer Abnahme der Senkenfunktion um 142 % (387 Gg CO<sub>2</sub>) und dem Transfer zu einer Quelle. Der Trend ist eindeutig gerichtet und wird vor allem durch die Umwidmung von Wald- und Grünlandflächen zu Siedlungszwecken getrieben, was neben der verstärkten CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus Mineralböden und Biomasse (Entwaldung) auch zu einem deutlichen Anstieg der Emissionen mit der toten organischen Substanz führte (144 Gg CO<sub>2</sub> ± +51 %). Die Kurvenverläufe der Zeitreihen, insbesondere die deutlichen Änderungen, sind vor allem auf die sich zu den entsprechenden expliziten Erhebungsterminen ändernden Flächendaten zurückzuführen (siehe Kapitel 7.1.3.5, Tabelle 251).

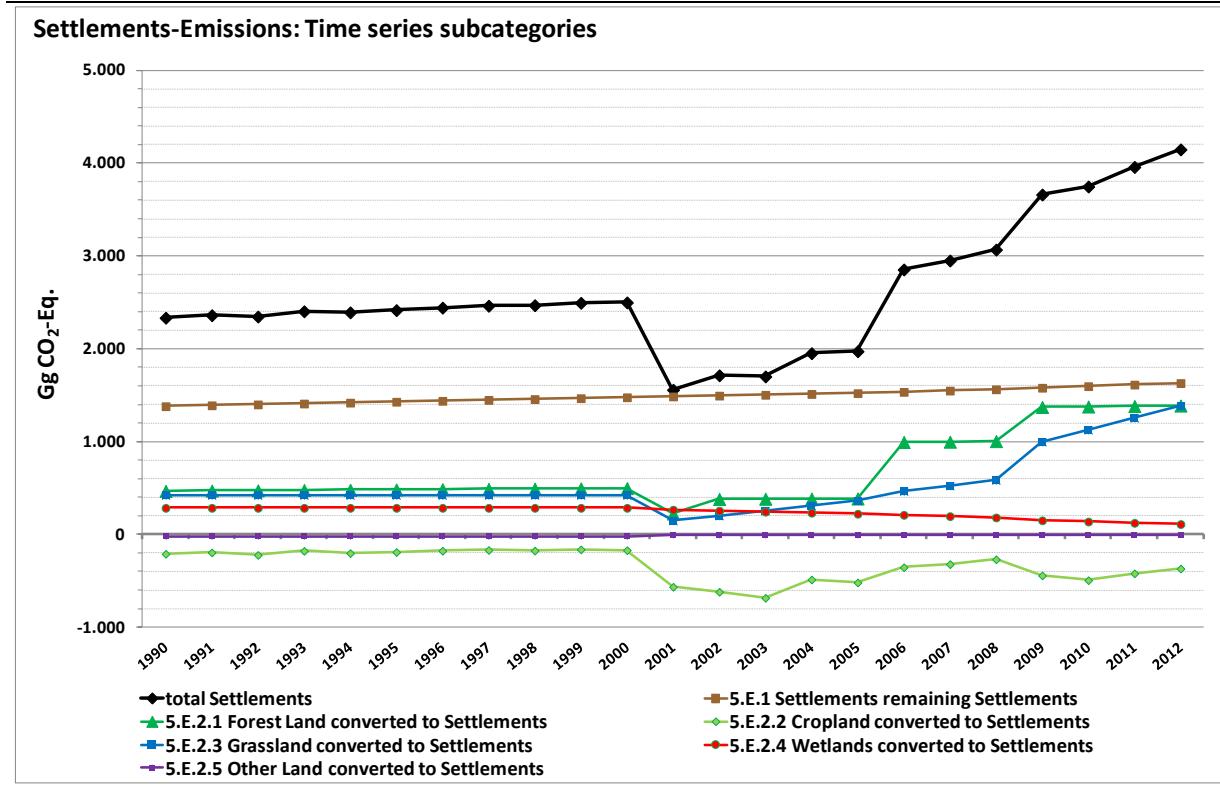


Abbildung 67: CO<sub>2</sub>-Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen von 1990 – 2012, dargestellt nach Subkategorien

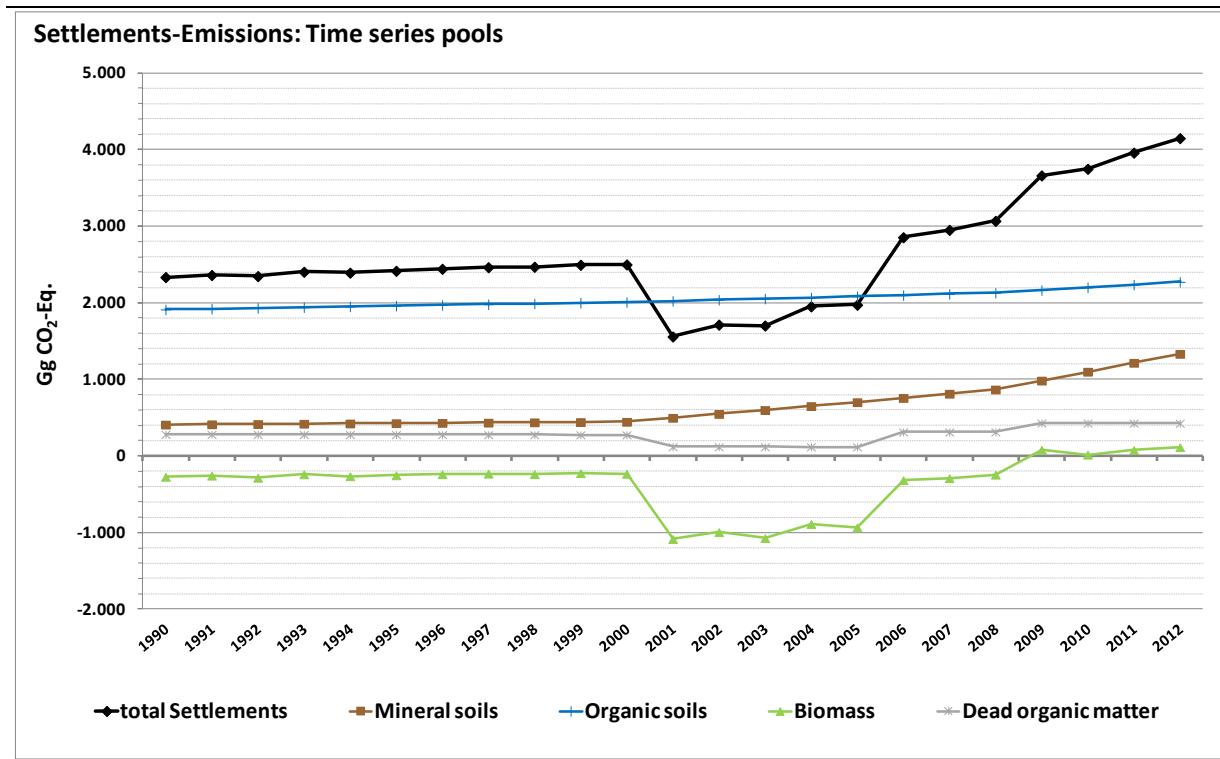


Abbildung 68: CO<sub>2</sub>-Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Eq.] infolge Landnutzung und Landnutzungsänderung aus Siedlungen Deutschlands von 1990 – 2012, dargestellt nach Pools

## **7.6.2 *Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.E)***

Siehe Kapitel 7.1.3

## **7.6.3 *Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.E)***

Die gesamte Siedlungsfläche wurde in einer Kategorie zusammengefasst; Definitionen und Beschreibungen siehe Kapitel 0.

Für die Berechnung der Emissionen wird in der Siedlungskategorie poolspezifisch stratifiziert. Dafür werden flächengewichtete mittlere Kohlenstoffvorräte ermittelt, die im Inventar verwendet werden:

- Berechnung der Biomassevorräte: Für die Kategorie Siedlungen wurde die Biomasse aus den Werten für Grünland i.e.S. und Gehölzen hergeleitet (Kapitel 7.6.4.2, vergl. Kapitel 7.4.4.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Böden: Zeitlich konstante Unterscheidung nach organischen und mineralischen Böden. Die Mineralböden werden nach Bodentyp bzw. Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimaregion stratifiziert (vergl. Kapitel 19.5.2.2).
- Berechnung der Emissionen aus Landnutzungsänderungen: Jährlich aktualisierte Stratifizierung nach verbleibender Nutzung und Land, das in Siedlung umgewandelt wurde. Die Daten werden jährlich aus der Landnutzungsinformation übernommen (Kapitel 0; Kapitel 7.1.3).

## **7.6.4 *Methodische Aspekte (5. E)***

Bei verbleibenden Siedlungen wird unterstellt, dass keine Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden (vergl. Kapitel 7.3.4.3 sowie Kapitel 7.4.4.3) und Biomasse (vergl. Kapitel 7.4.4.2) auftreten. Für organische Böden in Siedlungsgebieten wird davon ausgegangen, dass sie drainiert sind.

Bei Landnutzungsänderungen zu Siedlungen werden alle fünf Kohlenstoffpools berichtet.

Siehe auch Kapitel 7.3.4.

### **7.6.4.1 *Datenquellen***

Siehe Kapitel 7.1.3.2.

### **7.6.4.2 *Biomasse***

Flächen im Siedlungs- und Verkehrsbereich weisen erhebliche Anteile an unversiegelten, mit Vegetation bedeckten Flächen auf. Stichprobenuntersuchungen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung haben ergeben, dass der Anteil der überbauten und versiegelten Fläche an der ausgewiesenen Siedlungs- und Verkehrsfläche zwischen 40 – 50 % beträgt (EINIG et al. 2009). Die begrünte Fläche wird im deutschen Inventar im Mittel auf 50 % der Siedlungsfläche festgelegt.

Da über die Biomasse bzw. den Kohlenstoffvorrat auf diesen Flächen in den Siedlungs- und Verkehrsbereichen Deutschlands keine spezifisch erhobenen Daten vorliegen, wird

angenommen, dass die begrünte Fläche zur Hälfte aus Gehölzen, zur anderen Hälfte aus Grünflächen vergleichbar mit Grünland i. e. S. besteht. Diese Annahmen entsprechen in etwa den Werten, die in der Schweiz diesbezüglich zugrunde gelegt werden. Mit Methoden der Fernerkundung wurde hier der Anteil an Bäumen (32,1 %) und Büschen (15,3 %) am Pflanzenbedeckungsgrad mit 47,4 % ermittelt (FOEN 2010). Da im Siedlungs- und Verkehrsbereich die Variation der anzutreffenden Gehölze sehr groß ist - vom Kleingartengehölz über Hecken jeglicher Ausstattung bis zu Straßen- und Waldbäumen, wurde bezüglich der Biomasse dieser Gehölze in dieser Landnutzungskategorie der landesspezifische Wert für Gehölze zugrunde gelegt. Daher werden für die Verbleibkategorie von Siedlungsflächen keine Kohlenstoffvorratsänderungen in der Gehölzmasse berichtet (NO in CRF-Tabelle 5.E.1 für lebende Biomasse und tote organische Substanz). Auch gelten die Berechnungsregeln im Sinne von Kapitel 7.4.4.2. Der Kohlenstoffvorrat einer Siedlungsfläche ergibt sich dann nach Gleichung 41. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 308.

Gleichung 41:

$$\text{C-Vorrat}_{\text{Siedlungen}} = (\text{C-Vorrat}_{\text{Gehölze}} * 0,5 + \text{C-Vorrat}_{\text{Grünland i.e.S.}} * 0,5) * 0,5$$

Tabelle 308: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg ha}^{-1}$ ] von Biomasse auf Siedlungsflächen (95%-Konfidenzintervall)

Siedlungen	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]		
	<b>Bio<sub>oberirdisch</sub></b>	<b>Bio<sub>unterirdisch</sub></b>	<b>Bio<sub>total</sub></b>
Siedlungen	9,909 (2,84 - 30,96)	3,495 (1,24 - 9,23)	13,404 (5,98 - 35,22)

#### 7.6.4.3 Mineralische Böden

Siehe Kapitel 7.1.5 und 19.5.2.

#### 7.6.4.4 Organische Böden

Da über die Dränage von organischen Böden in Siedlungen keine spezifisch erhobenen Daten vorliegen, wird angenommen, dass die Böden wie Wirtschaftsgrünland gedraint werden und der entsprechende Emissionsfaktor von  $5 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  verwendet (Kapitel 7.4.4.4).

Bei Landnutzungsänderung zu Siedlungen wird sofort der Wert für verbleibende Siedlungen verwendet.

### 7.6.5 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. E)

Die Zeitreihenkonsistenz ist bezüglich der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren gesichert.

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren sind relativ hoch, die Werte lognormalverteilt (siehe Tabelle 309). Tabelle 405 in Kapitel 19.5.4 weist für die Aktivitätsdaten in Abhängigkeit von der Flächengröße Unsicherheiten von 2,5 – 71 % aus. Die Gesamtunsicherheit für die Aktivitätsdaten der Siedlungskategorie beträgt 2,6 %. Der Beitrag der Emissionen zur Unsicherheit des Gesamtinventars ist bezüglich der Emissionen aus den organischen Böden, der Biomasse und den Mineralböden wahrnehmbar.

Tabelle 309: Unsicherheiten von Emissionsfaktoren [in % vom Lagemaß] zur Berechnung der Treibhausgasemissionen aus Siedlungs- und Verkehrsflächen Deutschlands 2012, unterschieden nach Pool und Subkategorie

Siedlungen Landnutzung <sup>vor</sup> Mineralboden CO <sub>2</sub> -C <sup>104</sup>	Fläche Landnutzung <sup>nach</sup>	Emissionsfaktor [Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	Schranken	
			obere [%]	untere [%]
Wald	Siedlungen	-0,09	41	22
Acker	Siedlungen	-0,07	49	28
Grünland i. e. S.	Siedlungen	-0,94	57	33
Gehölze	Siedlungen	-0,73	60	31
Terr. Feuchtgebiete	Siedlungen	-0,77	48	32
Gewässer	Siedlungen	0,00	85	45
Sonstige Flächen	Siedlungen	0,15	63	32
<b>Organischer Boden</b>		[Mg C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]
	Siedlungen	-5,00	50	50
<b>Biomasse<sup>105</sup></b>		[Mg C ha <sup>-1</sup> 1 a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]
Wald	Siedlungen	-41,25	54	25
Acker	Siedlungen	5,57	109	37
Grünland i. e. S.	Siedlungen	6,72	109	38
Gehölze	Siedlungen	-33,53	149	51
Terr. Feuchtgebiete	Siedlungen	-6,70	109	37
Gewässer	Siedlungen	13,40	163	55
Sonstige Flächen	Siedlungen	13,40	163	55
<b>Tote organische Substanz<sup>106</sup></b>		[Mg C ha <sup>-1</sup> 1 a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]
Wald	Siedlungen	-19,36	6	6

## 7.6.6 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. E)

Eine Qualitätskontrolle (nach Tier 1 + 2) und eine Qualitätssicherung, die den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen entsprechen, wurden gemäß der „Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5 - Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMEL vom 01.03.2012“ (Version 1.01, Stand vom 31.08.2012; Thünen-Institut 2012) durchgeführt, entsprechend den Anforderungen des QSE-Handbuchs bzw. dessen mitgeltenden Unterlagen.

Die zur Erstellung dieses Inventars verwendeten Datenquellen erfüllen die Prüfkriterien des QSE – Handbuchs für Datenquellen. Intern wird die Prozessierung von Daten nach Thünen-Institut (2012) überprüft. Bezuglich der Qualitätssicherung der Eingangsdaten (ATKIS®, BÜK, Offizialstatistik) wird auf die Datenhalter verwiesen (Dokumentation in der Inventarbeschreibung).

Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen Berichterstattung können mit anderen Datenquellen für Deutschland nicht verglichen werden, da solche flächendeckend, umfassend und unabhängig von den hier aufgeführten Methoden und Datenquellen nicht existieren.

Tabelle 310 vergleicht die mittleren Emissionsfaktoren der Kategorie Siedlungen mit denen europäischer Nachbarländer.

<sup>104</sup> Berechnung über 20 Jahre

<sup>105</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

<sup>106</sup> Berechnung nur im ersten Jahr der Landnutzungsänderung

Nur Deutschland, Liechtenstein und die Schweiz berichten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus gedränten organischen Böden in Siedlungsflächen. Die mittleren Emissionsfaktoren sind auf die Gesamtsiedlungsfläche bezogen, so dass sie u.a. den Flächenanteil organischer Böden wiederspiegeln. Weitere C-Pools werden im deutschen Inventar nur bei Landnutzungsänderungen zu Siedlungsflächen berechnet. Diese stellen nun mehr alle, wie bei fast allen aufgeführten Staaten, Quellen dar; am deutlichsten ausgeprägt bezüglich der Böden. Während andere direkte Nachbarstaaten (z.B. Frankreich, Schweiz, Belgien) eine deutlich höhere Quellfunktion für Mineralböden aufweisen, liegt der Wert von Österreich in der Größenordnung des deutschen Wertes, am unteren Ende des Spektrums. Die IEF der Biomasse und der DOM liegen unauffällig im Mittel der europäischen Nachbarstaaten, sieht man von den extrem hohen Werte der Niederlande ab. Die mittleren Emissionsfaktoren der drei Pools werden stark von der Ausgangsnutzung bestimmt, so dass die weite Streuung innerhalb der europäischen Staaten ohne Kenntnis der Ausgangsnutzungen nicht interpretiert werden kann.

Tabelle 310: Vergleich impliziter Emissionsfaktoren (IEF) unterschiedlicher Pools in Siedlungen zwischen Deutschland und europäischen Nachbarstaaten für das Jahr 2011  
 (Ausnahme Deutschland NIR 2014: Vergleichswert 2012)

Implizite Emissionsfaktoren (IEF) Siedlungen NIR 2012	Verbleibende Siedlungen Organische Böden	Landnutzungsänderung zu Siedlungen		
		Böden	Biomasse	Tote org. Substanz
		Mg C ha <sup>-1</sup>		
<b>Österreich</b>	NE	<b>-0,431</b>	<b>0,187</b>	<b>-0,1499</b>
<b>Belgien</b>	NO	<b>-1,117</b>	<b>-0,210</b>	<b>-0,021</b>
Bulgarien	NE	-3,289	-0,666	0,009
<b>Dänemark</b>	NA	<b>-0,297</b>	<b>-0,270</b>	<b>-0,011</b>
Estland	NE	-1,797	-2,028	-0,772
Finnland	NE	-0,204	-1,609	-0,025
<b>Frankreich</b>	NO	<b>-1,547</b>	<b>-0,428</b>	<b>-0,044</b>
Griechenland	NO	-0,193	-0,144	-0,012
Großbritannien	-0,717	-3,043	-0,054	-0,012
Ungarn	NE	-0,545	-0,470	-0,046
Island	NE	-0,610	-1,442	-0,540
Irland	NO	-0,004	-0,133	-0,013
Italien	NE	-4,454	-0,198	-0,018
Kroatien	NE	-3,223	-0,826	IE, NO
Lettland	NA	-12,211	-2,448	-1,780
Liechtenstein	<b>-0,049</b>	<b>-1,307</b>	<b>-1,062</b>	<b>-0,023</b>
Litauen	NO	NO	NO, NE	NO, NE
<b>Luxemburg</b>	NE	<b>-2,309</b>	<b>-1,068</b>	<b>-0,012</b>
<b>Niederlande</b>	NE	NE	<b>-15,772</b>	<b>-2,879</b>
Norwegen	NO	-5,098	-1,172	-0,882
<b>Polen</b>	NA	<b>-0,122</b>	<b>-0,174</b>	<b>-0,004</b>
Portugal	NO	-3,073	-0,446	-0,068
Rumänien	NO	-0,704	-0,022	-0,003
Russland	NE	-0,893	-0,371	-0,142
Slowakische Republik	NO	-0,118	-0,083	-0,005
Slowenien	NA	-2,370	-2,252	-0,213
Spanien	NE	-0,407	-6,819	-0,245
Schweden	NE	-1,788	0,019	-0,752
<b>Schweiz</b>	<b>-0,021</b>	<b>-1,200</b>	<b>-0,496</b>	<b>-0,056</b>
<b>Tschechische Republik</b>	NO	NA, NO	<b>-0,349</b>	<b>-0,007</b>
Ukraine	NO	-0,0002	-0,0046	-0,0001
Europäische Union (15)	-0,072	-1,494	-0,346	-0,093
Europäische Union (27)	-0,052	-1,393	-0,352	-0,090
<b>Deutschland</b>	<b>-0,155</b>	<b>-0,389</b>	<b>0,206</b>	<b>-0,021</b>
<b>Deutschland NIR 2014</b>	<b>-0,152</b>	<b>-0,549</b>	<b>-0,032</b>	<b>-0,119</b>

positiv: Senke; negativ: Quelle

## 7.6.7 Quellspezifische Rückrechnungen (5. E)

Mit der diesjährigen Submission werden quellspezifische Rückrechnungen für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 – 2012 vorgelegt. Ursache für die Neuberechnung der Emissionen waren neue, verbesserte Datenquellen, Methodenänderungen und Fehlerkorrekturen im Rahmen der Verbesserung des Inventars. Auswirkungen auf die Ergebnisse der Emissionsberechnungen für die Landnutzungskategorie Ackerland hatten folgende Maßnahmen:

- Änderung der Berechnungsgrundlagen für die Aktivitätsdaten (s. Kapitel 7.1.3):

- Mittels hochauflösender Luftaufnahmen (CIR-Daten) wurde der Aktivitätsdatensatz des Basisjahres überarbeitet und aktualisiert für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Umsetzung des Aktionsplans zur Lösung von Problemen, die beim In-country Review 2010 im Zusammenhang mit KP LULUCF festgestellt wurden)
- Nutzung des aktuellen Datensatzes des Basis-DLM (2012)
- Implementierung der Daten der Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012)

2. Methodenänderung zur Herleitung der Waldbiomasse (s. Kapitel 7.2.7.1)

3. Neue EF für Totholz aufgrund neuer Messergebnisse durch BWI 2012 (s. Kapitel 7.2.7.1)

Im Rahmen der Neuberechnung der Emissionsfaktoren sowie der Aktivitätsdaten wurden auch die zugehörigen Unsicherheiten neu bestimmt.

Tabelle 311 und Tabelle 312 verdeutlichen die Auswirkungen der Rückrechnungen. Die Unterschiede zwischen den Gesamtemissionen der beiden Submissionen nehmen mit der Zeit drastisch zu. Sie betragen im Siedlungsbereich für das Jahr 1990 1,5 %, für 2011 76 %. Ursache sind die o.a. Gründe, wobei neben den neuen Aktivitätsdaten insbesondere auch die methodischen Änderungen im Rahmen der BWI 2012 bei der Berechnung der EF der Biomasse (+67 %) erhebliche Unterschiede zeigten.

Tabelle 311: Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>] aus verbleibender Siedlungsfläche (5.E.1)

[Gg CO <sub>2</sub> a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2014	1.382	1.392	1.402	1.411	1.421	1.431	1.440	1.450	1.459	1.469
Gesamt 2013	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.599	1.599	1.599
Mineralböden 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2014	1.382	1.392	1.402	1.411	1.421	1.431	1.440	1.450	1.459	1.469
Organische Böden 2013	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.599	1.599	1.599
Biomasse 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg CO <sub>2</sub> - a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2014	1.479	1.488	1.496	1.505	1.514	1.523	1.537	1.551	1.565	1.581
Gesamt 2013	1.599	1.601	1.602	1.604	1.606	1.607	1.615	1.623	1.630	1.642
Mineralböden 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineralböden 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organische Böden 2014	1.479	1.488	1.496	1.505	1.514	1.523	1.537	1.551	1.565	1.581
Organische Böden 2013	1.599	1.601	1.602	1.604	1.606	1.607	1.615	1.623	1.630	1.642
Biomasse 2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Gg CO <sub>2</sub> - a-1]	2010	2011								
Gesamt 2014	1.598	1.615								
Gesamt 2013	1.654	1.665								
Mineralböden 2014	0	0								
Mineralböden 2013	0	0								
Organische Böden 2014	1.598	1.615								
Organische Böden 2013	1.654	1.665								
Biomasse 2014	0	0								
Biomasse 2013	0	0								

positiv: Emission; negativ: Senke

Tabelle 312: Vergleich der in den Submissionen 2014 und 2013 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente] aus Landnutzungsänderung zu Siedlungsfläche (5.E.2)

[Gg CO <sub>2</sub> a-1]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gesamt 2014	953	971	947	994	972	987	1.004	1.015	1.011	1.027
Gesamt 2013	707	726	700	749	726	742	759	771	766	783
Mineralböden 2014	410	414	417	421	425	428	432	436	439	443
Mineralböden 2013	347	350	352	355	357	359	362	364	367	369
Organische Böden 2014	531	531	531	531	531	531	531	531	531	531
Organische Böden 2013	456	456	456	456	456	456	456	456	456	456
Biomasse 2014	-271	-257	-284	-240	-264	-252	-238	-230	-237	-224
Biomasse 2013	-279	-263	-292	-245	-271	-259	-243	-235	-242	-228
Tote org. Substanz 2014	283	282	282	281	280	280	279	278	277	277
Tote org. Substanz 2013	182	183	183	183	184	184	185	185	185	186
[Gg CO <sub>2</sub> a-1]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Gesamt 2014	1.022	72	219	198	439	452	1.319	1.401	1.505	2.082
Gesamt 2013	777	-149	-213	-285	12	-13	328	375	445	550
Mineralböden 2014	447	498	549	601	652	703	758	813	868	984
Mineralböden 2013	371	399	426	453	480	507	524	541	558	581
Organische Böden 2014	531	538	544	550	556	562	563	565	566	585
Organische Böden 2013	456	467	477	487	497	507	505	502	500	500
Biomasse 2014	-232	-1.084	-994	-1.072	-887	-932	-316	-289	-244	81
Biomasse 2013	-237	-1.092	-1.194	-1.303	-1.044	-1.106	-769	-737	-682	-592
Tote org. Substanz 2014	276	121	120	120	119	119	313	313	314	431
Tote org. Substanz 2013	186	78	78	79	79	79	68	69	69	61
[Gg CO <sub>2</sub> a-1]	2010	2011								
Gesamt 2014	2.151	2.345								
Gesamt 2013	512	591								
Mineralböden 2014	1.101	1.217								
Mineralböden 2013	603	625								
Organische Böden 2014	604	623								
Organische Böden 2013	500	500								
Biomasse 2014	17	77								
Biomasse 2013	-652	-596								
Tote org. Substanz 2014	430	428								
Tote org. Substanz 2013	61	61								

positiv: Emission; negativ: Senke

## 7.6.8 Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. E)

Derzeit sind, über frühere Angaben hinaus, keine weiteren Verbesserungen geplant. Aussagen über den Stand der Umsetzung der geplanten Verbesserungsmaßnahmen im LULUCF - Sektor sind in Kapitel 7.1.9 zu finden.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 7.7 Sonstiges Land (5.F)

### 7.7.1 Beschreibung der Quellgruppe (5. F)

Da es sich bei den unter der Kategorie „Sonstiges Land“ geführten Flächen per Definition um vom Menschen nicht bewirtschaftetes Land handelt, werden nur die Flächengrößen zur Vervollständigung der Flächenmatrix aufgeführt. Emissionen im Sinne von IPCC-LULUCF können nicht auftreten und damit nicht berichtet werden. Daher findet sich der Vermerk NO in allen Rubriken der CRF-Tabelle 5.F mit Ausnahme des Feldes für die Fläche der Verbleibkategorie.

## **7.7.2 *Informationen zu den für die Ermittlung der Landflächen gewählten Ansätzen und zu den verwendeten Landnutzungs-Datenbanken (5.F)***

Siehe Kapitel 7.1.3.

## **7.7.3 *Definitionen von Landnutzung, Klassifizierungssysteme und ihre Widerspiegelung in den LULUCF-Kategorien (5.F)***

Folgende im ATKIS® ausgewiesenen Objektarten werden im deutschen Berichtssystem LULUCF der Kategorie „Other Land“ zugeordnet: „Fläche z.Z. unbestimmtbar“ (Ob.-Nr. 4199) und „vegetationslose Fläche“ (Ob.-Nr. 4120). Identifizierung und Zuordnung der Flächen erfolgte nach den in Kapitel 0 beschriebenen Algorithmen.

## **7.7.4 *Methodische Aspekte (5. F)***

Sonstige Flächen werden nur als Ausgangskategorie von Landnutzungsänderungen zu anderen Kategorien in der Emissionsberechnung berücksichtigt. Rückumwandlungen zu Sonstigen Flächen finden nicht statt, da definitionsgemäß einmal genutztes Land nicht mehr in eine ungenutzte Landnutzungskategorie überführt werden kann.

Die Kohlenstoffvorräte in Biomasse, Totholz und toter organischer Substanz in Sonstigen Flächen sind Null.

Die Kohlenstoffvorräte in Mineralböden in Sonstigen Flächen sind in Kapitel 7.1.5 und 19.5.2 gezeigt.

Organische Böden in Sonstigen Flächen sind nicht gedrained.

## **7.7.5 *Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (5. F)***

Die Bestimmung der Unsicherheiten für Emissionsfaktoren und Aktivitätsdaten erfolgten gemäß der Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2000) (siehe Kapitel 19.5.4).

Die Zeitreihe ist vollständig und konsistent.

## **7.7.6 *Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (5. F)***

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

## **7.7.7 *Quellspezifische Rückrechnungen (5. F)***

Entfällt, da in dieser Kategorie keine Treibhausgasquellen und -senken berichtet werden.

## **7.7.8 *Geplante Verbesserungen, quellspezifisch (5. F)***

Entfällt, da in dieser Kategorie keine Treibhausgasquellen und -senken berichtet werden.

## 7.8 Andere Bereiche (5.G)

CRF 5.G	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)	Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
Other (CRF 5.G)	CO <sub>2</sub>	-	-/-	116,8 (0,01%)	61,0 (0,01%)	-47,73%	
Gas	Angewandte Methode		Quelle der Aktivitätsdaten		genutzte Emissionsfaktoren		
CO <sub>2</sub>	CS		NS		CS		

Die folgenden Emissionen werden unter 5.G berichtet:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Kalkung von Wäldern (siehe Kapitel 7.2.4.6.1). Für die Kalkung von Wäldern gibt es keine Möglichkeit diese Werte in den CRF-Tabellen unter 5.A einzugeben. Deshalb wurde in der CRF-Tabelle 5 (IV), unter 5.G „Other“, die Kalkung von Wäldern eingetragen.

## 8 ABFALL UND ABWASSER (CRF SEKTOR 6)

### 8.1 Übersicht (CRF Sektor 6)

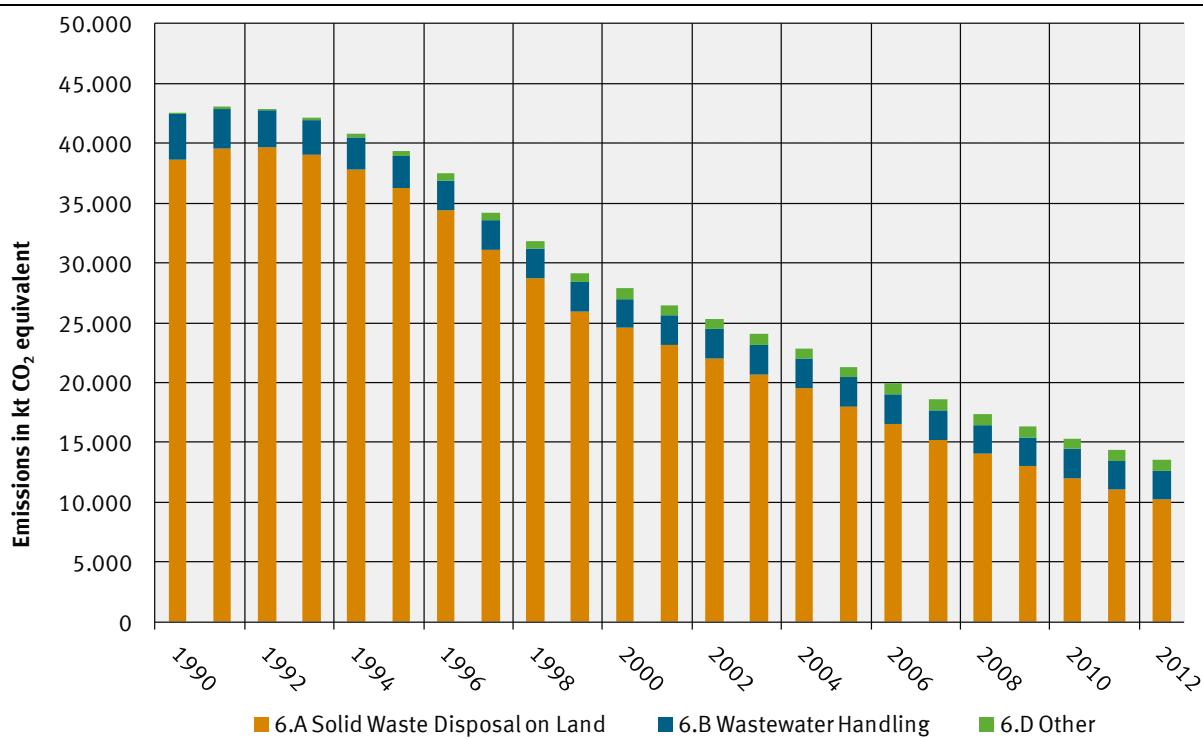


Abbildung 69: Übersicht über die Treibhausgas-Emissionen des CRF-Sektors 6

## 8.2 Abfalldeponie (6.A)

CRF 6.A	Gas	HK	1990		2012		Trend	
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)			
<b>solid waste disposal on land (managed) (CRF 6.A.1)</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>L</b>	<b>T/T2</b>	<b>38.598,0</b>	<b>(3,15%)</b>	<b>10.206,0</b>	<b>(1,09%)</b>	<b>-73,56%</b>
<b>Gas</b>		<b>Angewandte Methode</b>		<b>Quelle der Aktivitätsdaten</b>		<b>genutzte Emissionsfaktoren</b>		
CH <sub>4</sub>		Tier 2		NS		CS/D		

Die Quellgruppe *Abfalldeponie* ist für CH<sub>4</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach der Emissionshöhe und dem Trend sowie der Tier-2-Analyse.

Für die deutsche Emissionsberichterstattung unter CRF 6.A ist nur die geordnete Deponierung (6.A.1) von Relevanz. Die so genannte wilde Deponierung (CRF 6.A.2) ist in Deutschland gesetzlich verboten.

Nachdem andere Abfallbehandlungsmethoden für biologisch abbaubare Anteile des Mülls zunehmend an Bedeutung gewinnen, werden seit 2004 die Emissionen aus der Kompostierung und der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlung (MBA) berichtet. Diese werden unter der Kategorie 6.D Andere berichtet.

Der Quellgruppe 6.A Festmülldeponierung an Land sind im ZSE der deponierte Hausmüll und Klärschlamm zugeordnet.

### 8.2.1 Geordnete Deponierung – Deponierung von Siedlungsabfällen (6.A.1)

#### 8.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.A.1)

In der Zeit seit 1990 und auch schon davor wurden in der Abfallwirtschaft in Deutschland eine Reihe von gesetzlichen Regelungen erlassen und organisatorische Maßnahmen in die Wege geleitet, welche die Entwicklung der Emissionen aus der Abfalldeponierung stark beeinflusst haben. Hierzu gehören die verstärkte Sammlung von Bioabfällen aus Haushalten und Gewerbe, die verstärkte Sammlung von anderen Wertstoffen wie Glas, Papier/Pappe, Metalle und Kunststoffe und die getrennte Sammlung von Verpackungen und deren Verwertung. Daneben wurde die Verbrennung von Siedlungsabfällen ausgeweitet sowie die mechanisch-biologische Behandlung von Restabfällen eingeführt. Diese Maßnahmen hatten zur Folge, dass sich die Menge der deponierten Siedlungsabfälle von 1990 bis 2006 sehr stark reduziert und seit 2006 auf einen niedrigen Niveau eingependelt hat (siehe Abbildung 70). Aus der Abbildung wird deutlich, dass in Deutschland heute mehr als die Hälfte der anfallenden Siedlungsabfälle getrennt gesammelt und stofflich verwertet wird (getrennte Wertstoffe und Bioabfallsammlung). Offizielle statistische Daten (STATISTISCHES BUNDESAMT Fachserie 19, Reihe 1 Abfallentsorgung 2011 vom 05. Juli 2013) existieren bis zum Jahr 2010. Für die Aktivitätsraten für das Jahr 2011 wurden die Daten von 2010 unverändert fortgeschrieben. Dies gilt auch für die Quellgruppe 6A und 6.D.

In der Bundesrepublik Deutschland wurden im Jahre 2004 etwa 330 Deponien für Siedlungsabfall betrieben. Strenge rechtliche Anforderungen verlangen bereits zu diesem Zeitpunkt technische Einrichtungen zur Fassung und Behandlung des Deponiegases und gewährleisteten eine weitgehende Minderung der Methanemissionen dieser Anlagen. Durch

die neuen, weitergehenden Anforderungen der Abfallablagerungs- und der Deponieverordnung wurden im Juni 2005 mehr als die Hälfte der Deponien geschlossen, so dass gegenwärtig nur noch etwa 150 Siedlungsabfalldeponien betrieben werden. Seit Juni 2005 ist die Deponierung von biologisch abbaubaren Abfällen nicht mehr zugelassen. Mit anderen Worten eine Deponierung von Abfällen mit signifikanter Methanbildung ist seit Juni 2005 nicht mehr möglich. Zur Einhaltung dieser Anforderungen ist eine Vorbehandlung der Siedlungsabfälle und anderer biologisch abbaubarer Abfälle durch thermische oder mechanisch-biologischen Verfahren erforderlich. Aus der Ablagerung nach dem Jahr 2006 tragen nur noch wenige Abfallkomponenten mit sehr geringem Methanbildungspotenzial (z.B. Behandlungsrückstände der MBA, geringe Holzgehalte aus aufbereitetem Bauschutt) zur Deponiegasbildung bei. Mit dem Abklingen der Deponiegasbildung älterer Ablagerungen werden sich die Methanemissionen aus Deponien nochmals sehr weitgehend mindern und langfristig auf einem sehr niedrigen Niveau stabilisieren.

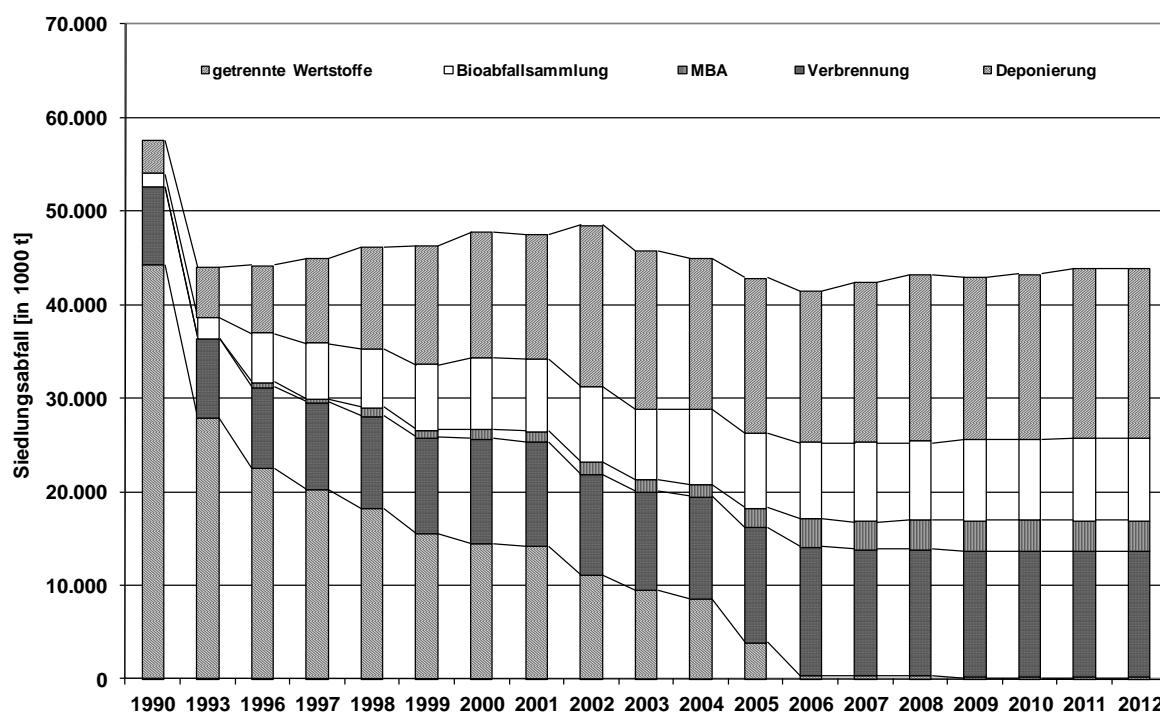


Abbildung 70: Die Veränderung der Entsorgungspfade des Haushmülls zwischen 1990 und 2012 mit Zwischenjahren

Mit der Minderung der Methanemissionen aus Deponien von 1,8 Mio. Mg im Jahr 1990 auf 0,5 Mio. Mg im Jahr 2012 leistete die Abfallwirtschaft in Deutschland einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz. Diese rückläufigen Methanemissionen der Quellgruppe 6.A.1 entsprechen 30 Mio. Jahrestonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente und damit einer Minderung der gesamten Treibhausgasemissionen Deutschlands um ca. 3 %. Die Erfahrungen der deutschen Abfallwirtschaft zeigen, dass die Reduktion der abgelagerten Mengen biologisch abbaubarer Abfälle deutlich höhere Beiträge zum Klimaschutz erbringen kann als Fassung und Behandlung des Deponiegases.

### 8.2.1.2 Methodische Aspekte (6.A.1)

In den *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC 1996b) werden zwei Methoden zur Bestimmung von Methanemissionen auf Abfalldeponien

vorgegeben, die sog. Default Methode (Tier 1) „Massenbilanz-Ansatz“ und die „First Order Decay Methode“ (kurz: FOD-Methode bzw. Tier 2). Während bei der Default Methode davon ausgegangen wird, dass Methan sich vollständig in dem Jahr bildet, in dem der Abfall deponiert wird, bildet die FOD-Methode durch den kinetischen Ansatz die realitätsnahe zeitliche Entwicklung der Methanbildung über mehrere Jahre ab.

Die Tier 1 Methode ist aus mehreren Gründen für die Bestimmung der Emissionen in Deutschland unzureichend:

IPCC *Good Practice Guidance* (IPCC, 2000) gibt vor, dass die First Order Decay Methode angewandt werden sollte, wenn die Quellgruppe 6.A eine Hauptkategorie darstellt. Derzeit ist in Deutschland diese Quellgruppe hinsichtlich der Emissionshöhe und dem Trend eine Hauptkategorie.

Die Default Methode führt insbesondere dann zu einer Unterschätzung der Emissionen, wenn die deponierten Abfallmengen rückläufig sind, was in Deutschland der Fall ist. Daher wurden die CH<sub>4</sub>-Emissionen im Folgenden mit der FOD-Methode (Tier 2) berechnet.

Im Folgenden wird die FOD-Methode zur Bestimmung der Methanerzeugung auf Deponien und die verwendeten Parameter näher erläutert. Die FOD-Methode wird nach Gleichung 42 berechnet:<sup>107</sup>

Gleichung 42: (*IPCC 2000 Good Practice Guidance, Gleichung 5.1*)

$$\text{CH}_4 \text{ erzeugt im Jahr } t (\text{Gg / Jahr}) = \sum_x [(A * k * \text{MSW}_T(x) * \text{MSW}_F(x) * L_0(x) * e^{-k(t-x)} ]$$

$$\text{mit : } L_0(\text{GgCH}_4 / \text{kgAbfall}) = \text{MCF} * \text{DOC} * \text{DOC}_F * F * 16/12$$

für  $x = \text{erstes Jahr bis } t$

mit:

$t$	= Inventarjahr
$x$	= Jahr, ab welchem die Betrachtung beginnt und Mengendaten erfasst wurden
$\text{MSW}_T(x)$	= Gesamtmenge Siedlungsabfall
$\text{MSW}_F(x)$	= Anteil des deponierten Siedlungsabfalls
$A$	= $(1-e^{-k})/k$ = Normalisierungsfaktor, der die Summe korrigiert
$k$	= konstante Methanerzeugungsrate (1/Jahr)
$L_0$	= Methanerzeugungspotential
$\text{MCF}(x)$	= Methankorrekturfaktor für das Jahr $x$
$\text{DOC}(x)$	= abbaubarer organischer Kohlenstoff im Jahr $x$ (Anteil)
$\text{DOC}_F$	= Anteil des in Deponiegas umgewandelten DOC
$F$	= Anteil des CH <sub>4</sub> am Deponiegas
16/12	= Umrechnung von C zu CH <sub>4</sub>

Es wurde ein Multi-Phasen-Modell verwendet, das für die einzelnen Abfallfraktionen nach Gleichung 42 mit verschiedenen Halbwertszeiten rechnet und anschließend summiert.

Für das Endergebnis der CH<sub>4</sub>-Emissionen wird dann das erfasste und abgefackelte oder energetisch genutzte Methan abgezogen, außerdem wird ein Korrekturfaktor angewandt, der die Oxidierung des Methans in den Deckschichten der Deponien berücksichtigt, wie Gleichung 43 widerspiegelt:

107 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).

Gleichung 43 (*IPCC Guidelines, Gleichung 5.1*):

$$\text{CH}_4 \text{ emittiert in Jahr } t (\text{Gg/Jahr}) = (\text{CH}_4 \text{ erzeugt in Jahr } t - R(t)) \cdot (1 - OX)$$

Wobei:

- R(t) = CH<sub>4</sub>-Erfassung im Jahr t
- OX = Oxidationsfaktor (Anteil)

Sowohl für Tier 1 als auch Tier 2 müssen die Mengen an Siedlungsabfall (MSW<sub>T</sub>) sowie der Anteil des deponierten Siedlungsabfalls (MSW<sub>F</sub>) bestimmt werden, für Tier 2 muss das Aufkommen an Siedlungsabfall für die letzten Dekaden ermittelt werden. Der deponierte Siedlungsabfall soll nach IPCC Good Practice Guidance (2000) differenziert nach Abfallarten abgeschätzt werden, da im Weiteren berücksichtigt werden muss, dass die einzelnen Abfallarten unterschiedliche DOC-Werte aufweisen.

### **8.2.1.2.1 Deponierte Abfallmengen**

Das FOD-Modell berechnet die Emissionen aus dem deponierten Siedlungsabfall, dem deponierten Industrieabfall und dem deponierten Klärschlamm.

Das Aufkommen an deponierten Siedlungsabfällen (Haus- und Gewerbemüll) werden den Statistiken des Statistischen Bundesamtes entnommen, die auf jährlichen Erhebungen der Art, Herkunft und Verbleib der Abfälle und auf zweijährigen Erhebungen bestimmter Ausstattungsmerkmale der befragten Abfallanlagen beruhen. Die Erhebungen der deponierten Mengen an Siedlungsabfällen in den alten Bundesländern begannen auf Grundlage des Umweltstatistikgesetzes von 1974 im Jahr 1975. Die Abfallmengen für den Zeitraum von 1950 bis 1975 wurden auf Grundlage der Bevölkerungsdaten extrapoliert.

Für die neuen Bundesländer liegen für die Jahre 1990 und 1993 nach Bundesländern differenzierte Daten zu den deponierten Siedlungsabfallmengen vor. Für die 80er Jahre der DDR hat LALE (2000) Daten vorgelegt, die Aufschluss über die deponierten Abfallmengen pro Kopf, die Abfallzusammensetzung, die Deponietypen und die Art der Ablagerung gibt. Die deponierten Abfallmengen pro Kopf lagen mit 190 kg/Person in der ehemaligen DDR deutlich niedriger als in den alten Bundesländern (330 kg/Person, Jahr). Dies hängt mit einem hohen Verwertungsgrad der Abfälle in der ehemaligen DDR zusammen. 1990, im Jahr der Wiedervereinigung, stiegen die deponierten Abfallmengen in den neuen Bundesländern sehr stark und die Pro-Kopf-Mengen lagen sogar über den alten Bundesländern, weil in diesem Jahr einerseits die bestehenden Verwertungssysteme zusammenbrachen, andererseits eine Flut neuer Produkte verfügbar war, die zu hohen Ersatzkäufen und zu einer stark erhöhten Menge an Verpackungsabfällen führte. Nach 1990 nähern sich dann die Abfallmengen pro Person in beiden Teilen Deutschlands langsam an. Die nicht verwerteten Abfallmengen wurden in der ehemaligen DDR vollständig deponiert.

Seit 1996 veröffentlicht das Statistische Bundesamt differenzierte Daten zur Abfalldeponierung in der Industrie. Im Inventar werden die deponierten Abfallmengen aus folgenden Industriebranchen berücksichtigt:

- Abfälle aus der Landwirtschaft, Gartenbau, Forstwirtschaft, Fischerei und der Verarbeitung von Nahrungsmitteln
- Abfälle aus der Holzverarbeitung
- Abfälle aus der Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton
- Abfälle aus der Textilindustrie
- Verpackungsabfälle

- Die Holzanteile aus Bau- und Abbruchabfällen (Daten seit 1975)

Die deponierten Abfallmengen aus der Industrie zwischen 1975 und 1996 wurden auf Basis der gesamten deponierten Abfallmengen abgeleitet. Die Gesamtmengen umfassen die Industrieabfälle, weisen diese allerdings nicht gesondert aus. Extrapolationen zwischen Abfallaufkommen und Produktionsdaten der betroffenen Sektoren für den Zeitraum 1996 bis 2002 ergaben keine befriedigenden statistischen Zusammenhänge. Während die Produktionsdaten steigen, sank das Abfallaufkommen teilweise deutlich, weil Veränderungen in den Produktionsprozessen stattfanden. Aufgrund des fehlenden statistischen Zusammenhangs 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 Klärschlamm 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 Klärschlams auf Deponieren durch eine kurze Halbwertszeit von 4 Jahren gekennzeichnet ist.

### **8.2.1.2.2 Abfallzusammensetzung**

Für die Inventarberechnungen wurden zahlreiche Studien zur Abfallzusammensetzung ausgewertet, um die Abfallfraktionen im historischen Verlauf zu bestimmen. In den Jahren 1980 und 1985 wurde die Abfallzusammensetzung für das gesamte Gebiet der ehemaligen Bundesrepublik ermittelt (UBA 1983, 1986). Für den nachfolgenden Zeitraum gibt es eine sehr große Zahl an einzelnen Studien einzelner Städte, Landkreise oder Bundesländer, die teilweise bereits in übergreifenden Studien ausgewertet und zusammengefasst wurden. Aus diesen Angaben wurden Zeitreihen der Abfallzusammensetzung zwischen 1980 und 2005 bestimmt (siehe Abbildung 71). Eine solche Auswertung vorhandener Studien wurde sowohl für Hausmüll, als auch für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle und für Sperrmüll durchgeführt, die in den nationalen Statistiken getrennt ausgewiesen werden. Für die Abfallzusammensetzung der neuen Bundesländer wurden die Angaben aus LALE (2000) für die 80er Jahre der ehemaligen DDR übernommen (Zusammensetzung des Hausmülls: 28 % Vegetabilien, 14 % Papier/Pappe, 2.3 % Holz, Gummi, Verbundstoffe, 3 % Textilien; der Hausmüll machte aber nur 16 % der gesamten deponierten Abfallmengen aus). Die deponierten Siedlungsabfälle in der ehemaligen DDR sind durch einen geringeren Anteil an biologisch abbaubaren Materialien und durch hohe anorganische Fraktionen (vor allem Asche aus dem Hausbrand) charakterisiert. Nahrungsmittelabfälle wurden gesammelt und als Futtermittel verwertet, deren Verfügbarkeit während bestimmter Zeiträume knapp war. Papier wurde gesammelt und war ebenfalls eine knappe Ressource. Holz und Papier wurden häufig in Öfen zu Heiz- und Kochzwecken verfeuert. Das SERO-Verwertungssystem erfasste effizient den relativ geringen Anteil an Kunststoffverpackungen, Glas gab es in Pfandsystemen bzw. wurde ebenfalls gesammelt. Insgesamt war die Ökonomie der ehemaligen DDR vor allem durch die Knappheit von Ressourcen gekennzeichnet, was zu einer effizienten Abfallverwertung führte. Die deponierten Abfallmengen der Haushalte bestanden zu großen Anteilen aus Asche aus dem Hausbrand.

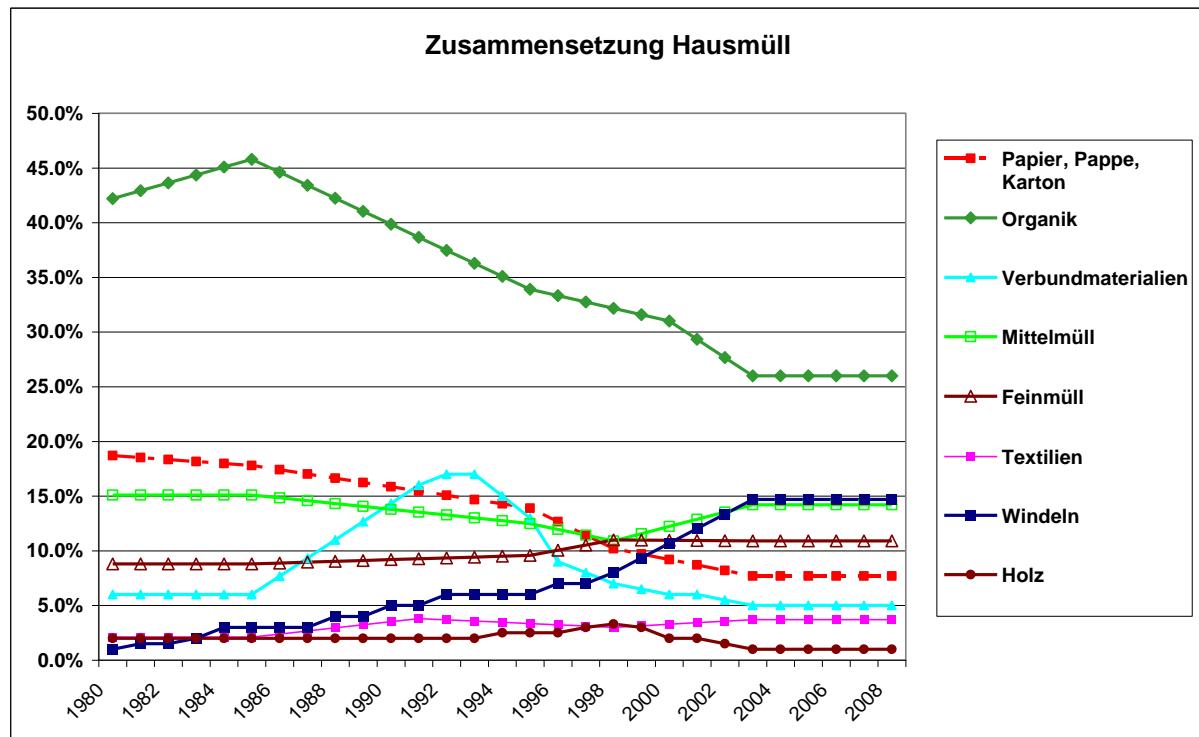


Abbildung 71: Trend in der Zusammensetzung des Hausmülls (ABL) zwischen 1980 und 2009

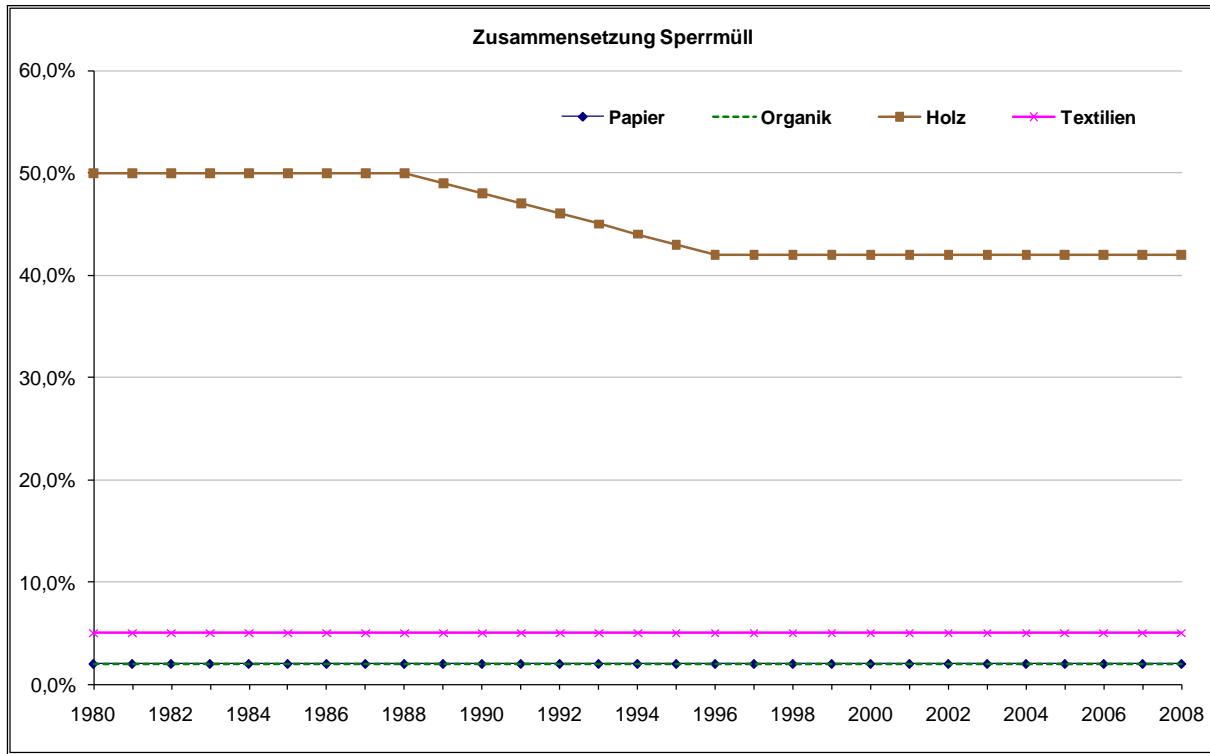


Abbildung 72: Trend in der Zusammensetzung des Sperrmülls (ABL) zwischen 1980 und 2008

Seit dem 1. Juni 2005 dürfen in Deutschland nur noch Abfälle mit einem Gesamtkohlenstoffgehalt < 3 % und mechanisch-biologisch behandelte Siedlungsabfälle abgelagert werden. Die nach diesem Zeitpunkt abgelagerten Abfallmengen sind stark zurückgegangen und tragen nur noch in sehr geringem Maße zur Gasbildung bei. Tabelle 313 beschreibt die Entwicklung der Mengen der biologisch abbaubaren Abfälle, die deponiert wurden. Gegenüber 2009 verringern sich die biologisch abbaubaren Abfallfraktionen weiter. In der

offiziellen Abfallstatistik (DESTATIS, Fachserie 19, Reihe 1, 2010) werden für 2010 keine Abfälle aus dem Bereich Klärschlamm gelistet. Für 2012 liegen noch keine Daten vor. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Abfallmengen und –zusammensetzungen gegenüber 2011 konstant sind.

Tabelle 313: Mengen an biologisch abbaubaren Abfällen, die zwischen 2002 und 2012 deponiert wurden, aufgeteilt nach Abfallfraktionen

Abfallfraktion	Einheit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Organik	1000 t	2.050	2.227	1.667	785	1	0	0	0
Garten- und Parkabfälle	1000 t	186	137	211	160	94	116	134	98
Papier	1000 t	1.448	1.515	995	499	26	12	9	3
Textilien	1000 t	336	376	293	135	5	3	2	1
Holz	1000 t	687	529	438	199	20	24	18	13
Windeln	1000 t	920	1.215	906	429	0	0	0	0
Windeln + Textilien	1000 t	1.256	1.592	1.199	564	5	3	2	1
Verbundstoffe	1000 t	379	414	309	146	7	5	4	2
Klärschlamm	1000 t TM	413	398	348	634	130	129	133	661
MBA Output	1000 t	0	0	743	1.092	665	545	616	647
Abfallfraktion	Einheit	2010	2011	2012					
Organik	1000 t	1	0	0					
Garten- und Parkabfälle	1000 t	1	0,4	0,4					
Papier	1000 t	5	7,3	7,3					
Textilien	1000 t	2	1,9	1,9					
Holz	1000 t	1	0,6	0,6					
Windeln	1000 t	0	0	0					
Windeln + Textilien	1000 t	1	2	2					
Verbundstoffe	1000 t	3	3	3					
Klärschlamm	1000 t TM	0	0	0					
MBA Output	1000 t	538	460	460					

In der Inventarüberprüfung in 2010 verlangte das Überprüfungsteam, dass auch CH<sub>4</sub> – Emissionen aus deponierten MBA-Reststoffen in die Berechnung der Emissionen aus der Deponierung einbezogen werden sollten. Diese Fraktion wurde inzwischen einbezogen, es gibt jedoch weder eine eindeutige Methode, noch geeignete nationale Parameter für diese Abfallkategorie. Es liegen auch noch keine Ergebnisse über das Verhalten von deponierten MBA-Abfällen aus der realen Deponierung vor, sondern lediglich Laborergebnisse, so dass diese Ergebnisse mit sehr hohen Unsicherheiten behaftet sind.

2011/12 wurde die Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologische behandelter Abfälle in einem Sachverständigengutachten (IFAS, 2012) quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, die bislang in der Emissionsberechnung angesetzten geringen Emissionsbeiträge aus der Ablagerung der MBA Abfälle. Entsprechend der Empfehlungen aus der Inventarüberprüfung 2010 (Paragraph 146, FCCC/ARR/2010/DEU) werden seit der Berichterstattung 2011 zusätzliche Informationen zur Verfügung gestellt. Tabelle 314 stellt die deponierte Abfallmenge pro Kopf und Tag zwischen 1990 und 2012 dar. Diese Werte entsprechen nicht der Pro-Kopf-Rate des Abfallaufkommens, die als weitere Information in den CRF-Tabellen berichtet werden soll. Letztere umfasst das Gesamtaufkommen des Hausmülls unter Berücksichtigung aller Entsorgungspfade und wird für die kommende Berichterstattung berechnet werden.

In Deutschland hat die Deponierung von Siedlungsabfällen seit 2005 sehr stark abgenommen; dieser Trend spiegelt sich auch in der Pro-Kopf-Rate wider.

Tabelle 314: Pro-Kopf-Mengen an deponierten Hausmüll

	Einheit	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Deponierte Abfallmenge pro Kopf	kg/Kopf/Tag	1,389	0,655	0,284	0,327	0,211	0,226	0,196
	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Deponierte Abfallmenge pro Kopf	kg/Kopf/Tag	0,135	0,031	0,027	0,030	0,048	0,019	0,016

Einheit	2012
Deponierte Abfallmenge pro Kopf	kg/Kopf/Tag      0,016

### 8.2.1.2.3 $F$ (*Methankorrekturfaktor*)

Abfälle wurden bis zur Schaffung des ersten Abfallgesetzes 1972 zumeist auf ungeordnete Deponien gebracht, die nach 1972 geschlossen wurden. Nach 1972 wurden die Abfälle auf geordnete Deponien verbracht. Für den MCF wurde daher für die ABL der Default-Wert von 0.6 für „nicht zugeordnete Deponien“ angenommen, nach 1972 ein MCF von 1.

Für das Gebiet der ehemaligen DDR liegt eine Erhebung aus dem Jahre 1989 vor, nach der 120 geordnete Deponien, ca. 1000 kontrollierte Ablagerungen und ca. 10.000 wilde Müllkippen erfasst wurden (MNUW, 1990). Von den rund 13.000 Ablagerungsstandorten waren 11.000 für Hausmüll und 2.000 für industrielle Abfälle, letztere waren überwiegend betriebseigene Anlagen (BMU, 1990: S. 28). Für das Gebiet der ehemaligen DDR wurde daher für den Zeitraum von 1970 bis 1990 ein MCF von 0.6 (Default für nicht zugeordnete Deponien) angenommen. Mit der Wiedervereinigung wurde das bundesdeutsche Abfallgesetz auf die Gebiete der NBL ausgedehnt und Übergangsregelungen stellten sicher, dass sowohl stillgelegte als auch in Betrieb befindliche Anlagen, in denen Abfälle erzeugt oder entsorgt wurden bzw. werden, erfasst wurden und dass erforderliche Sanierungsmaßnahmen eingeleitet wurden. (BMU, 1990: S. 46) Wilde Mülldeponien wurden 1990 geschlossen, weiter zu betreibende Anlagen wurden gesichert, saniert und nach Standard des bundesdeutschen Abfallrechtes ausgebaut sowie neue Standorte für neu zu errichtende Anlagen gesucht. Ab dem Jahr 1990 erfasst das Statistische Bundesamt beide Gebietsteile. Für die Berechnung wird nach 1990 ein MCF von 1 für das gesamte Bundesgebiet angenommen.

### 8.2.1.2.4 $DOC$

Für  $DOC$ , den Anteil des abbaubaren organischen Kohlenstoffs im Abfall, werden nationale Daten sowie Default-Faktoren des IPCC verwendet. Eine Übersicht über die verwendeten  $DOC$ -Werte ist in folgender Tabelle 315 enthalten.

Tabelle 315: Verwendete  $DOC$ -Werte

Fraktion	DOC	Quelle
Organik	18%	Verschiedene nationale Studien weisen höhere DOC- Gehalte als der IPCC default aus
Garten- und Parkabfälle	20%	Nationaler Wert
Papier und Pappe	40%	IPCC Default
Holz und Stroh	43%	Nationaler Wert liegt etwas höher als IPCC default
Textilien	24%	Nationaler Wert
Windeln	24%	Nationaler Wert
Verbundstoffe	10%	Nationaler Wert
Klärschlamm	50%	IPCC default für Klärschlamm bezogen auf Trockenmasse
MBA Abfälle	2,3%	Nationaler Wert

### 8.2.1.2.5 $DOC_F$

$DOC_F$ , der Anteil des in Deponiegas umwandelbaren  $DOC$ , wird für Siedlungsabfall mit 50 % angenommen, was auf einer nationalen Studie (RETTENBERGER et al, 1997: S. 277) basiert. Dieser Wert liegt im Rahmen der IPCC Defaults von 0.5-0.6.

### **8.2.1.2.6 $F = \text{Anteil des CH}_4 \text{ am Deponiegas}$**

Für F wird 50%, der Mittelwert aus der Bandbreite des IPCC Default-Wertes, angenommen. Dieser Wert basiert auf Daten des Statistischen Bundesamtes für die Jahre 2004, 2006 und 2008 (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 1).

### **8.2.1.2.7 Halbwertszeit**

Das Berechnungsmodell ist ein Multi-Phasen-Modell, das die unterschiedlichen Halbwertszeiten der verschiedenen Abfallfraktionen berücksichtigt. Tabelle 316 dokumentiert die verwendeten Halbwertszeiten sowie die Methanerzeugungsrate für die Abfallfraktionen. Um der Empfehlung aus der Inventarüberprüfung in 2010 zu entsprechen (Paragraph 146, FCCC/ARR/2010/DEU), wurden für die Berichterstattung ab 2011 zusätzliche Informationen aufbereitet. Die konstante Methanerzeugungsrate, die in der FOD-Methode auftaucht, entspricht der Zeit, die für die Zersetzung des abbaubaren organischen Kohlenstoffs im Abfall auf die Hälfte seiner Ausgangsmasse benötigt wird. Sie kann daher aus den jeweiligen Halbwertszeiten der unterschiedlichen Fraktionen entsprechend Gleichung 44 abgeleitet werden.

Gleichung 44:\_\_(IPCC 2000 Good Practice Guidance, Kapitel 5.1.1.2)

$$k = \ln 2 / t_{1/2}$$

Da die konstante Methanerzeugungsrate, bzw. die Halbwertszeiten für die einzelnen Abfallarten separat berücksichtigt werden, wurde in der CRF-Tabelle ,Table6.A,C' kein universeller Wert angegeben, sondern der Notation key ,IE' verwendet.

Tabelle 316: Halbwertszeiten und konstante Methanerzeugungsrate der Abfallfraktionen

Abfallart	Halbwertszeit (Jahre)	CH <sub>4</sub> Erzeugungsrate (k-Wert)
Nahrungsmittelabfälle	4	0,173
Garten/Parkabfälle	7	0,099
Papier / Pappe	12	0,058
Holz	23	0,030
Textilien / Windeln	12	0,058
Verbundstoffe	12	0,058
Klärschlamm	4	0,173
MBA-Abfälle	12	0,058

### **8.2.1.2.8 Deponiegasnutzung**

Mit der TA Siedlungsabfall von 1993<sup>108</sup> wurde die Gasfassung auf den Siedlungsabfalldeponien Teil der Genehmigungsvoraussetzung. In der Neufassung des Umweltstatistikgesetztes in 2005 wurde verankert, dass das Statistische Bundesamt künftig die Deponiegaserfassung in seinen Umfragen berücksichtigt und veröffentlicht. Für die Jahre 2004, 2006 und 2008 wurden in der Fachserie 19 vom 12.07.2012 nur Daten zur DeponiegASFassung und -nutzung auf Deponien in der Ablagerungs- und Stilllegungsphase veröffentlicht. Daten zur Gasfassung für den gesamten Deponiebestand, d.h. einschließlich der Deponien in der Nachsorgephase wurden erstmals für das Jahr 2010 erhoben.

In der Berichtserstattung der letzten Jahre wurden bei der Ermittlung der gesamten gefassten Deponiegasmengen - aufgrund der oben beschriebenen Datenlücken - Daten aus

<sup>108</sup> Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von >Siedlungsabfälle (Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz) vom 14. Mai 1993

dem Energiesektor und der Fachserie 19 zusammengeführt. Die Ergebnisse für den gesamten Deponiebestand für das Jahr 2010 zeigen, dass hierbei die gefassten Deponiegasmengen der Deponien der Nachsorgephase deutlich überschätzt wurden. Daher mussten die gefassten Deponiegasmengen und damit verbundenen Methanemissionen der Deponien für die vergangenen Jahre in einer Rückrechnung korrigiert werden.

Tabelle 317: Methanfassung auf Deponien

Jahr	Gasbildung	NIR 2012		NIR 2013			Erfassungs-rate in %
		Gefasste Gasmenge in Gg	Erfassungs- rate in %	Ablagerungs- u. Stilllegungsphase	Gefasste Gasmenge in Gg	Nachsorge- phase	
1990	2.169	126	5,8			126	5,8
1991	2.228	136	6,1			136	6,1
1992	2.246	146	6,5			146	6,5
1993	2.223	156	7,0			156	7,0
1994	2.167	166	7,7			166	7,7
1995	2.095	176	8,4			176	8,4
1996	2.008	190	9,5			190	9,5
1997	1.906	260	13,6			260	13,6
1998	1.801	280	15,5			280	15,5
1999	1.703	349	20,5			328	19,3
2000	1.611	352	21,8			311	19,3
2001	1.520	356	23,4			293	19,3
2002	1.441	360	25,0			278	19,3
2003	1.355	363	26,8			261	19,3
2004	1.280	425	33,2	236 <sup>(1)</sup>	11 <sup>(2)</sup>	247	19,3
2005	1.202	447	37,2			252	19,3
2006	1.120	460	41,1	231 <sup>(1)</sup>	11 <sup>(2)</sup>	242	21,6
2007	1.026	445	43,4			221	21,6
2008	943	374	39,7	190 <sup>(1)</sup>	11 <sup>(2)</sup>	201	21,3
2009	874	358	41,0			186	21,3
2010	816	347	42,5	171 <sup>(1)</sup>	11 <sup>(1)</sup>	181 <sup>(1)</sup>	22,2
2011	752					167	22,2
2012	694					154	22,2

(1) Daten aus DESTATIS, Fachserie 19, Reihe 1 vom 12. Juni 2012

(2) Schätzung auf Grundlage der Daten des Statistischen Bundesamtes für 2010

Da nur für einzelne Jahre offizielle statistische Daten vorliegen mussten für die Rückrechnung Datenlücken durch Extrapolation und qualifizierte Schätzungen geschlossen werden. Für die Jahre bis einschließlich 1998 wurden Gaserfassungsraten aus früheren Schätzungen weiter verwendet (Quellen und Datenherleitung siehe NIR 2012). Für die Jahre 1999 bis 2005 wurde eine Erfassungsrate von 19,3 % angenommen; diese Erfassungsrate ergibt sich aus der Gasbildung und den gefassten Deponiegasmengen des Jahres 2004. Die Erfassungsraten der Jahre 2006 und 2007 wurden aus Daten für 2006, der Jahre 2008 und 2009 aus den Daten für 2008 und der Jahre 2010 und 2011 aus den Daten für 2008 nach gleichem Ansatz ermittelt. Die gefassten Deponiegasmengen werden vom Statistischen Bundesamt im 2-jährigen Turnus erhoben, so dass 2014 neue Daten für das Jahr 2012 vorliegen werden.

### 8.2.1.2.9 Oxidationsfaktor

Für den Faktor zur Bestimmung des Anteils an CH<sub>4</sub>, 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<sub>4</sub>-Bildungspotential nachgewiesen, so dass für diesen Zeitraum ebenfalls der Faktor 0,1 verwendet wurde (BMBF, 1997).

### **8.2.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.A.1)**

Die Unsicherheiten der Methode wurden für den NIR 2006 erstmals abgeschätzt.

Über den langen Zeitraum von dreißig Jahren der Aktivitätsdaten entstehen zwangsläufig Inkonsistenzen der Zeitreihen, da im Laufe der Zeit mehrfach die Abfallkategorien und die Art der Befragung verändert wurde, da die Gesetzgebung und die Abfallstatistik weiterentwickelt wurden. In Deutschland ergeben sich besondere Probleme vor allem durch die deutsche Wiedervereinigung und die Zusammenführung zweier verschiedener Wirtschafts- und statistischer Systeme. Daher mussten mit erheblichem Aufwand die Konsistenz der Daten und die Zuordnung zu den berichteten Kategorien überprüft werden, um einen möglichst konsistenten Zeitverlauf zu erhalten.

### **8.2.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.A.1)**

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

Die gewählten Parameter wurden mit den Daten anderer Staaten verglichen.

Der Pro-Kopf-Rate der Deponierung von Siedlungsabfällen (Tabelle Tabelle 314) wurde mit dem Default-Wert der Revised 1996 IPCC Guidelines verglichen (Tabelle 6-1 im Kapitel 6.2.4). Für das Jahr 1995 entspricht der Default-Wert dem nationalen Wert. In den folgenden Jahren nahmen die nationalen Werte deutlich ab – mit einer drastischen Abnahme nach 2005. Dieser Rückgang wird durch die Implementierung der weitgehenden Anforderungen der Abfallablagerungs- und der Deponieverordnung im Juni 2005 hervorgerufen.

Bei der Dateneingabe wurde die korrekte Eingabe unter anderem über die Kontrolle der Summenwerte überprüft, verschiedene Abfallkategorien wurden nur zu Zwecken der Überprüfung der korrekten Dateneingabe mitgeführt.

Das bisher verwendete nationale Berechnungsmodell wurde durch das FOD-Modell des IPCC überprüft, indem dort die gleichen Parameter und nationalen Daten eingegeben wurden. Es wurde das gleiche Ergebnis erzielt.

### **8.2.1.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.A.1)**

Bei der Erarbeitung des NIR 2013 lagen statistische Daten für die abgelagerten Abfallmengen nur bis zum Jahr 2010 vor. Für die Rückrechnung der Emissionen des Jahres 2011 wurden daher, die mit der Fachserie 19 vom 05.07.2013 veröffentlichten aktuellen Daten genutzt.

### **8.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.A.1)**

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## 8.3 Abwasserbehandlung (6.B)

CRF 6.B	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Domestic and Commercial Wastewater	N <sub>2</sub> O	-	-/T2	2.358,7 (0,19%)	2.389,2 (0,26%)		1,29%
Domestic and Commercial Wastewater	CH <sub>4</sub>	-	T	1.483,2 (0,12%)	22,5 (0,00%)		-98,48%

Die Quellgruppe *Abwasserbehandlung* ist für CH<sub>4</sub>-Emissionen eine Hauptkategorie nach dem Trend (siehe Tabelle 7) sowie für N<sub>2</sub>O nach der Tier-2-Analyse. Aufgrund der seit 1990 sehr stark fallenden Emissionen und des dadurch erreichten sehr geringen Emissionsniveaus hat die Nationale Koordinierungsstelle aus Gründen der Ressourcenpriorisierung entschieden, die für Hauptkategorien vorgesehenen höheren Ansprüche an die Methodik für diese Quellgruppe nicht umzusetzen.

### 8.3.1 Industrielle Abwasserbehandlung

#### 8.3.1.1 Methanemissionen der industriellen Abwasserbehandlung (6.B.1)

##### 8.3.1.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub> ,	NA	NA	NA
CH <sub>4</sub>	NA	NA	NA
N <sub>2</sub> O	D	NS	D/CS

Die Methanemissionen der industriellen Abwasserbehandlung sind nur über die aggregierte kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2) eine Hauptkategorie. CH<sub>4</sub>-Emissionen werden derzeit nicht berechnet.

Das STATISTISCHE BUNDESAMT weist in „Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zur Umweltökologischen Gesamtrechnung, Teil 4“ sowie in Fachserie 19 Reihe 2.2 den Abwasseranfall sowie die Struktur des Abwassersektors aus. Bei rund 75 % des Abwassers handelt es sich um Kühlwasser, welches nicht weiter behandelt wird. Etwa 96 % des Nicht-Kühlwassers wird biologisch behandelt (aerob und/ oder anaerob). Über 65 % des behandelten industriellen Abwassers wird in kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen gereinigt, der Rest wird in eigenen Abwasseranlagen behandelt.

Die folgende Tabelle zeigt die abwasserrelevanten Industriebereiche auf. Die dargestellten Branchen haben einen Anteil von rund 90 % am entstehenden Abwasser. Die zugrunde liegende Statistik wird 3-jährig erhoben. Fehlende Jahre werden interpoliert bzw. fortgeschrieben.

Tabelle 318: Direkt eingeleitetes Abwasser mit Behandlung im Jahr 2010

Produktionsbereich	Mio m <sup>3</sup> Abwasser
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	282
Herstellung von Papier und Pappe	224
Erzeugung und Verteilung von Energie	141
Herstellung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	68
Herstellung von Nahrungsmittel- und Getränken, Tabakwaren	62
Sonstige	87
<b>Gesamt</b>	<b>864</b>

Quelle: nach Statistisches Bundesamt, Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zur Umweltökologischen Gesamtrechnung, Teil 4, Tabelle 7.8

Im Gegensatz zum häuslichen Abwasser ist die Zusammensetzung des industriellen Abwassers wenig homogen und stark von den einzelnen Industriezweigen abhängig. Je nach Branche unterscheiden sich die Parameter CSB und BSB<sub>5</sub>, das Verhältnis Stickstoff / Phosphor (N:P) und Stickstoff / Phosphor / Schwefel (N:P:S) signifikant. Mögliche Bandbreiten für CSB werden in IPCC 2006c dargestellt. Die dort beschriebenen Bandbreiten bilden jedoch nur teilweise den Stand in Deutschland ab.

Die biologische Stufe der industriellen Abwasserreinigung wird in Deutschland teils aerob teils anaerob durchgeführt. Das Statistische Bundesamt (Fachserie 19, Reihe 2.2) beschreibt den Anteil der biologischen Abwasserbehandlungsanlagen in der Industrie, es wird jedoch nicht zwischen verschiedenen Techniken wie aerob und anaerob unterschieden. Insbesondere in Industrien mit hohen organischen Frachten bietet sich eine anaerobe Abwasserbehandlung an. Vorteile dieser Behandlungsart sind, dass keine großen Mengen an Sauerstoff benötigt werden, deutlich weniger Schlamm entsorgt werden muss und das entstehende Methan noch energetisch genutzt werden kann. Nach KORRESPONDENZ ABWASSER, ABFALL 2009 (S. 1147 ff) sind in Deutschland im industriellen Bereich ca. 205 Anaerobanlagen in Betrieb, die meisten davon im Bereich Nahrungsmittelproduktion und der Papier- und Pappeproduktion (Stand 2008). Ein Zuwachs an Anaerobanlagen erfolgt nur langsam. Korrelationen zwischen BSB<sub>5</sub>, CSB und den Abwassermengen in den Anaerobanlagen liegen noch nicht vor, werden aber aktuell in einem Forschungsprojekt ermittelt. Aus diesem Grund können noch keine Aussagen über die entstehenden und über die möglicherweise freigesetzten Methanmengen getroffen werden. Für Abwasser aus der Nahrungsmittelindustrie wird von einem durchschnittlichen BSB<sub>5</sub>-Gehalt von 3 kg/m<sup>3</sup> Abwasser ausgegangen, allerdings ist auf Grund von fehlenden Daten noch keine Aussage möglich, wie viel Abwasser aus der Nahrungsmittelindustrie anaerob behandelt wird.

Ähnlich wie in der Behandlung kommunaler Abwässer treten auch bei der industriellen Abwasserbehandlung keine Methanemissionen auf, die in die Umwelt gelangen.

Bei den aeroben Verfahren entstehen aufgrund der Biologie keine Methanemissionen. Methan entsteht nur bei der anaeroben Reinigung industrieller Abwässer. Methanemissionen sind jedoch vernachlässigbar gering, da anaerobe Abwasserreinigungsanlagen in Deutschland immer als geschlossene Systeme arbeiten. Das dort entstehende Methan wird vollständig gefasst und energetisch genutzt. Zusätzlich sind Sicherheitsgasfackeln installiert. Methanemissionen in die Umwelt werden dadurch vermieden. Emissionen treten lediglich bei Fehlfunktionen auf. Informationen über Leckageraten liegen nicht vor und werden dementsprechend nicht berichtet.

Die energetische Nutzung und die damit verbundenen Methanverluste werden unter CRF 1.A.1 berichtet. Bei beiden Behandlungsarten gelangen keine Methanemissionen in nennenswertem Umfang in die Umwelt.

Die industriellen Schlammbehandlung bzw. -stabilisierung erfolgt wie die industrielle Abwasserbehandlung entweder aerob oder anaerob mit Faulgasnutzung.

### **8.3.1.1.2 Geplante Verbesserungen (6.B.1 CH<sub>4</sub> industriell)**

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **8.3.1.2 Lachgasemissionen der industriellen Abwasserbehandlung (6.B.1)**

#### **8.3.1.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)**

Lachgasemissionen können als Nebenprodukt bei der biologischen Abwasserreinigung mit gezielter Stickstoffelimination, hauptsächlich bei der Denitrifikation, aber vermutlich auch bei der Nitrifikation, entstehen. Es wird vermutet, dass der Reduktionsschritt von N<sub>2</sub>O zu N<sub>2</sub> durch verschiedene Einflussfaktoren, wie z.B. freiem Sauerstoff, hohen Nitrit-, Ammonium- und/oder Sulfidgehalten, gehemmt wird und dadurch N<sub>2</sub>O entsteht.

Da zur Abschätzung der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der kommunalen Abwasserreinigung (6.B.2) die N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren auf Basis der durchschnittlichen Pro-Kopf-Eiweißzufuhr pro Einwohner ermittelt werden, kann das Industrieabwasser komplett separat betrachtet werden. Da das Abwasser in Deutschland immer einer biologischen Abwasserreinigung unterzogen wird, ist es unerheblich, ob das Industrieabwasser in einer betrieblichen oder kommunalen Kläranlage behandelt wird.

#### **8.3.1.2.2 Methodische Aspekte (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)**

Zur Ermittlung der Lachgasemissionen aus der industriellen Abwasserbehandlung wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes Daten zum produktiven Abwasseranfall, zur Stickstoffkonzentration und zum CSB-Gehalt (Chemischer Sauerstoffbedarf) aller Industriebereiche zusammengetragen und anhand der Jahresproduktionszahlen jährliche Stickstofffrachten errechnet. Die genaue Vorgehensweise ist in UBA 2011b dokumentiert. Ein CSB:N-Verhältnis < 40 war das Entscheidungskriterium dafür, einen Stickstoffüberschuss im Abwasser der Branche anzunehmen, der in der anschließenden biologischen Abwasserbehandlung Lachgasemissionen verursachen kann. Erst wenn so viel Stickstoff im Abwasser vorliegt, dass nach Einbau in die Biomasse noch ein Rest vorhanden ist, der durch die biologische Stickstoffelimination entfernt werden muss, kann davon ausgegangen werden, dass möglicherweise Lachgas bei der biologischen Abwasserreinigung emittiert wird. Der Wert wurde verifiziert durch das ATV-DVKK-Arbeitsblatt A 131, worin die Stickstofffracht vereinfacht mit 2 bis 2,5 % der CSB-Konzentration berücksichtigt wird (2,5 % entspricht einem CSB:N-Verhältnis von 40:1). Durch die Zusammenstellung der Daten konnten die 4 relevantesten Industriebereiche identifiziert werden, die gemeinsam ca. 68 % der Stickstofffracht aus der industriellen Abwasserbehandlung liefern. Diese sind:

- Schlachten und Fleischverarbeitung,

- Milchverarbeitung,
- Verarbeitung tierischer Nebenprodukte,
- Herstellung von Bier.

Zusätzlich wurde in diesem Jahr die Zuckerherstellung und die Weizenstärkeherstellung aufgenommen, die im oben genannten Forschungsbericht mit rund 4,5 bzw. 3 % Anteil zu den Stickstofffrachten beitragen. Auf die Aufnahme der Textilindustrie (7,5 % an Gesamtstickstofffracht) und Kartoffelverarbeitung (2,6 % Anteil an der Gesamtstickstofffracht) wurde verzichtet, da das Abwasser ein CSB:N Verhältnis größer als 40 aufweist und somit eine Lachgasbildung nicht erfolgt. Die Herstellung von Kartoffelstärke wird als nicht Lachgas-relevant angesehen – der Anteil an der Gesamtstickstofffracht im Abwasser liegt bei unter 0,4 %.

Nachfolgende Tabelle enthält die mittlere produktspezifische Stickstofffracht der 6 genannten Industriebereiche und die anhand der jährlichen Produktionszahlen ermittelte Jahresstickstofffracht, die ins Rohwasser emittiert wird. Die Daten sind für 2010 gültig. Dabei wird angenommen, dass auf Grund von organisatorischen und technischen Maßnahmen eine schrittweise Reduktion auf den heutigen Stand erfolgte und die ins Abwasser abgegebene Stickstoffmenge im Jahr 1990 um 30 % höher lag (Expertenschätzung). Dabei wird für die Jahre von 1990 bis 2000 eine jährliche Reduktion der Stickstofffracht um 2 Prozentpunkte angenommen, von 2000 bis 2010 um einen Prozentpunkt (Expertenschätzung). Ab 2010 wird die Stickstofffracht pro Kubikmeter Abwasser als konstant angenommen (Expertenschätzung).

Tabelle 319: Spezifische Stickstofffracht, Produktionszahlen und im Jahr 2010 ins Rohabwasser emittierte Stickstofffracht der 4 relevantesten Industriebereiche

Branche	Untereinteilung	NF Mittlere spez. N-Fracht pro Einheit	PZ Produktionszahlen im Jahr 2012	AR Im Jahr 2012 ins Rohabwasser emittierte mittlere Stickstoff-Fracht [t NZ/a]
		[g N pro Einheit]		
<b>Schlachten und Fleischverarbeitung</b>	Schweine	56 g N pro geschlachtetes Tier	58.349.687 Tiere	3.268
	Schafe	56 g N pro geschlachtetes Tier	1.084.658 Tiere	61
	Ziegen	56 g N pro geschlachtetes Tier	28.787 Tiere	2
	Rinder	224 g N pro geschlachtetes Tier	3.654.794 Tiere	819
	Pferde	224 g N pro geschlachtetes Tier	11.499 Tiere	3
	Geflügel	4,5 g N pro geschlachtetes Tier	691.627.188 Tiere	3.112
<b>Fleischverarbeitung</b>		552,5 g N pro t erzeugte Fleischware	4.070.042 t erzeugte Fleischware	2.249
<b>Verarbeitung tierischer Nebenprodukte</b>		1.555 g N pro t verarbeitetes Rohmaterial	2.672.823 t verarbeitetes Rohmaterial	4.156
<b>Milchverarbeitung</b>		198 g N pro t verarbeitete Milch	29.716 t verarbeitete Milch	5.884
<b>Herstellung von Bier</b>		27,6 g N pro hL Verkaufsbier	92.417.921 hL Verkaufsbier	2.551
<b>Herstellung von Zucker</b>		69 g N pro t verarbeitete Rüben	24.610.000 t verarbeitet Rüben	1.698
<b>Herstellung von Weizenstärke</b>		2,5 kg N pro t Weizenstärke	435.040 t Weizenstärke	1.088
			<b>Summe</b>	<b>22.443</b>

Die in Tabelle 319 dargestellte Berechnung der Aktivitätsrate AR erfolgte folgendermaßen:

$$AR = NF \times PZ \times 10^{-6}$$

mit:

- AR = Aktivitätsrate [t NZ/a]
- NF = mittlere spez. N-Fracht [g N pro Einheit]
- PZ = Produktionszahlen für das Jahr 2010 [Anzahl Einheiten/a]
- 10-6 = Faktor zur Umrechnung von g in t
- N<sub>Z</sub> = Stickstoff im Zulauf der Kläranlage

Zur Ermittlung des N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktors wurden im oben genannten Forschungsprojekt verschiedene Daten aus der Literatur ausgewertet. Aus den dort angegebenen Daten wurde ein gewichteter Mittelwert gebildet. Das Ergebnis war, dass 1 % der Stickstofffracht im Zulauf einer Kläranlage als N<sub>2</sub>O-N emittiert wird.

Emission = Emissionsfaktor x Summe Aktivitätsraten

N<sub>2</sub>O-N = 0,010 [t N<sub>2</sub>O-N<sub>emittiert</sub>/t N<sub>Z</sub>] x 24.888 [t NZ/a]

N<sub>2</sub>O-N = 248,8 [t N<sub>2</sub>O-N<sub>emittiert</sub>/a]

N<sub>2</sub>O = N<sub>2</sub>O-N [t N<sub>2</sub>O-N<sub>emittiert</sub>/a] x 44/28

N<sub>2</sub>O = 391,1 [t N<sub>2</sub>O-emittiert/a]

### **8.3.1.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)**

Die Unsicherheiten der Produktionszahlen entstammen der Bundesstatistik bzw. anderen Statistiken, denen eine Vollerhebung zugrunde liegt. Die Daten sind somit voraussichtlich mit sehr geringen Unsicherheiten behaftet.

Der N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktor wurde durch Expertenschätzung im Rahmen des oben genannten Forschungsprojektes mit einer sehr hohen Unsicherheit von - 100 %/+ 300 % bewertet.

Die mittleren spezifischen Stickstofffrachten aus Tabelle 319 besitzen nachfolgende Unsicherheiten (Tabelle 320), die durch Expertenschätzung ermittel wurden. Als Unsicherheit für die Gesamtstickstofffracht (Aktivitätsrate) werden unter konservativen Gesichtspunkten - 50 %/+50 % angenommen (Expertenschätzung).

Tabelle 320: Unsicherheiten der mittleren spezifischen Stickstofffracht der 4 relevantesten Industriebereiche

Mittlere spez. N-Fracht des Industriebereichs	Unsicherheit obere Schranke	Unsicherheit untere Schranke
Schlachtung von Schweinen	40	40
Schlachtung von Schafen	50	50
Schlachtung von Ziegen	50	50
Schlachtung von Rindern	40	40
Schlachtung von Pferden	50	50
Schlachtung von Geflügel	40	40
Fleischverarbeitung	40	40
Verarbeitung tierischer Nebenprodukte	20	20
Milchverarbeitung	15	15
Herstellung von Bier	30	30
Herstellung von Zucker	30	30
Herstellung von Weizenstärke	30	30

### **8.3.1.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)**

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

Ein Abgleich der Ergebnisse mit Daten aus dem ETS ist nicht möglich, da die beschriebenen Anlagen nicht dem Emissionshandel unterliegen. Die beschriebenen Aktivitätsdaten entstammen der öffentlichen Statistik des Statistischen Bundesamtes bzw. im Falle der Verarbeitung tierischer Nebenprodukte dem Bericht der „Servicegesellschaft tierische Nebenprodukte“. Weitere Aktivitätsdaten zur Plausibilisierung liegen nicht vor.

Es wurde versucht Vergleichsdaten aus den Inventarberichten anderer Länder zur Plausibilisierung heranzuziehen. In den Niederlanden und in Österreich wurden die N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der industriellen Abwasserreinigung als irrelevant eingestuft, somit war ein Vergleich nicht möglich.

Die zu Grunde liegenden Stickstofffrachten entstammen aus Merkblättern der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) und stellen den anerkannten Stand der Wissenschaft dar.

In [UBA 2011b] wird eine Literaturstudie zu Lachgasemissionen aus der Abwasserreinigung durchgeführt. Die hier verwendeten Emissionsfaktoren wurden aus dieser Literaturstudie abgeleitet. Diese sind in Übereinstimmung mit IPCC 2006c, wonach 0,5 Prozent (0,05 – 25

Prozent) der Stickstofffracht in Lachgas umgewandelt wird. Weitere Emissionsfaktoren liegen nicht vor.

### **8.3.1.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)**

Rückrechnungen sind erforderlich, da die Herstellung von Zucker und die Herstellung von Weizenstärke zusätzlich in die Berechnung aufgenommen wurde.

In der folgenden Tabelle sind exemplarisch die Daten für 1990 bis 2010 in 5-Jahresschritten und von 2010-2012 in Jahresschritten angegeben. Dargestellt ist die Aktivitätsrate (Stickstofffracht) in Mg/a sowie die Lachgasemission in Mg/a.

Tabelle 321 Rückrechnung der Stickstoff-Aktivitätsraten und der N<sub>2</sub>O-Emissionen für die Abwasserreinigung in industriellen Kläranlagen

NIR-Bericht			1990	1995	2000	2005	2010	2011
2013	<b>N-Fracht (AR)</b>	Mg/a	24.365	22.679	21.688	20.741	22.442	22.481
2014	<b>N-Fracht (AR)</b>	Mg/a	27.745	25.442	24.526	23.362	25.048	25.426
	<b>Änderung</b>	<b>Mg/a</b>	<b>3.380</b>	<b>2.763</b>	<b>2.838</b>	<b>2.621</b>	<b>2.606</b>	<b>2.945</b>
2013	<b>N<sub>2</sub>O-Emission (EM)</b>	Mg/a	383	356	341	326	353	353
2014	<b>N<sub>2</sub>O-Emission (EM)</b>	Mg/a	436	400	385	367	394	400
	<b>Änderung</b>	<b>Mg/a</b>	<b>+53</b>	<b>+43</b>	<b>+45</b>	<b>+41</b>	<b>+41</b>	<b>+46</b>

### **8.3.1.2.6 Geplante Verbesserungen (6.B.1 N<sub>2</sub>O industriell)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## **8.3.2 Kommunale Abwasserbehandlung (6.B.2)**

### **8.3.2.1 Methanemissionen der kommunalen Abwasserbehandlung (6.B.2 Abwasserbehandlung)**

#### **8.3.2.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Abwasserbehandlung)**

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CO <sub>2</sub>	NA	NA	NA
CH <sub>4</sub>	D	NS	D/CS
N <sub>2</sub> O	D	NS	D/CS

Die CH<sub>4</sub>-Emissionen der kommunalen Abwasserbehandlung sind eine Hauptkategorie nach dem Trend.

Die kommunale *Abwasserbehandlung* erfolgt in Deutschland unter aeroben Bedingungen (kommunale Kläranlagen, Kleinkläranlagen) d. h. es treten keine Methanemissionen auf (Default Wert MCF = 0). Methanemissionen können nur unter anaeroben Bedingungen entstehen.

Eine Ausnahme bildet die Behandlung der Abwassermengen von Einwohnern (*human sewage*), die nicht an die Kanalisation bzw. Kleinkläranlagen angeschlossen sind und das Abwasser in abflusslosen Gruben bis zum Abtransport in ein Klärwerk sammeln. In

abflusslosen Gruben können teilweise unkontrollierte Prozesse (teils aerob, teils anaerob) ablaufen, die zur Methanbildung führen. Die organische Fracht, die in abflusslose Gruben geleitet wird, reduzierte sich jedoch seit 1990 drastisch; da sich der Anschlussgrad an Kläranlagen stetig erhöht hat. Aus dieser Konstellation resultiert ein stark abfallender Trend der CH<sub>4</sub>-Emissionen dieses Sektors.

Zusätzlich wurde die bis Anfang der 90er Jahre in den Neuen Bundesländern durchgeführte offene Schlammfaulung zur Schlammstabilisierung schrittweise reduziert und 1994 eingestellt (siehe Kapitel 8.3.2.2.1).

### **8.3.2.1.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Abwasserbehandlung)**

Die organische Fracht der abflusslosen Gruben wird entsprechend der IPCC-Methode ermittelt, indem die Einwohnerzahl (EW) mit der durchschnittlichen organischen Fracht pro Einwohner multipliziert wird. Für die durchschnittliche tägliche organische Fracht wird 60 g BSB<sub>5</sub> pro Einwohner angenommen (Gujer, W.; 2007). Dabei handelt es sich einerseits um den IPCC Default Wert (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006, Kapitel 6, Table 6.4, Seite 6.14). Andererseits wird dieser Wert aber auch in Deutschland und europaweit als statistischer Mittelwert verwendet (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, Nr. L 135/40 , 30 S. 91, Artikel 2 Nr. 6).

Die Methanemissionen aus abflusslosen Gruben werden entsprechend der IPCC Methode ermittelt. Es wird der IPCC Default-Wert für das Methanbildungspotenzial (0,6 kg CH<sub>4</sub>/kg BSB5) angenommen.

Gemäß IPCC 1996 (Reference Manual, Kapitel 6.3.2, Seite 6.14) ist die Höhe des Methan-Konversions-Faktor (MCF) temperaturabhängig. Bei Temperaturen unterhalb von 15°C findet demgemäß keine Methanproduktion statt.

Ausgehend von der langjährigen mittleren Bodentemperatur in Deutschland (DWD; 2013) in 1m Tiefe liegt in den Sommermonaten die gemittelte Bodentemperatur bei Werten zwischen 15 und 18°C. Eine Methanbildung ist in dieser Zeit somit möglich, da die Gruben durchschnittlich in einer Tiefe von etwa 0,5 - 2,5m liegen. Der MCF für diesen Zeitraum (etwa 3,5 Monate) wird in Anlehnung an STEINLECHNER et al. (1994) konservativ auf 0,35 geschätzt. Für den Rest des Jahres liegen die Temperaturen teilweise signifikant unter der 15°C-Grenze des IPCC. Sie sinken bis auf etwa 3,8 °C. Der MCF für diesen Zeitraum (etwa 8,5 Monate) wird in Anlehnung an STEINLECHNER et al. (1994) auf 0,1 geschätzt. Da die Gruben zusätzlich regelmäßig geleert werden und demzufolge keine Sedimentation oder Schlammanreicherung stattfindet, wird davon ausgegangen, dass die verwendeten Werte realistisch bis konservativ einzuschätzen sind. Die beschriebenen Verhältnisse und die Temperaturverteilung im Boden ergeben einen mathematisch gemittelten MCF für Deutschland von 0,173.

Der MCF wird folgendermaßen ermittelt:

$$\text{MCF} = (0,35 * 3,5 \text{ Monate} + 0,1 * 8,5 \text{ Monate}) / 12 \text{ Monate},$$

Die Emissionen werden folgendermaßen ermittelt:

$$\text{CH}_4(\text{abflusslose Gruben}) = \text{kg BSB}_5 / \text{Jahr} \times \text{Bo} \times \text{MCF}$$

Wobei:

$$\text{MCF} = \text{Methankonversionsfaktor, } 0,173$$

*Bo = Default – max. CH<sub>4</sub> Bildungskapazität, 0,6 kg CH<sub>4</sub> / kg BSB<sub>5</sub>*

Eine Berechnung gemäß Tier 3, wie für Hauptkategorien gefordert, ist nicht möglich, da die Stoffströme der abflusslosen Gruben nicht separat erfasst werden.

### **8.3.2.1.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Abwasserbehandlung)**

Der MCF-Wert wurde an die klimatischen Verhältnisse (langjährige mittlere Bodentemperatur in Deutschland) in Deutschland angepasst. Die Unsicherheit des Wertes beträgt ± 20 % (Expertenschätzung).

Des Weiteren werden folgende Unsicherheiten verwendet (alle Expertenschätzung):

Einwohner an abflusslosen Gruben = ± 3 %

BSB<sub>5</sub> = ± 30 %

Bo = ± 30 %

Die Aktivitätsraten der organischen Fracht in abflusslosen Gruben basieren auf Angaben des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 19 Reihe 2.1 und Fachserie 19 Reihe 2.1.3). Die Anzahl der Einwohner, die nicht an die öffentliche Kanalisation angeschlossen sind und deren Abwasser über abflusslose Gruben entsorgt wird, wird vom Statistischen Bundesamt alle drei Jahre, ohne Angabe von Unsicherheiten, erhoben. Fehlende Jahre werden linear interpoliert, bzw. extrapoliert. Eine andere Datenquelle existiert nicht. Die Ergebnisse dieser Erhebungen sind, da es sich um eine Totalerhebung handelt, als sehr genau einzustufen.

Bis zum Jahr 1995 wurden die Daten für die alten und neuen Bundesländer getrennt ermittelt, seither wird ein gesamtdeutscher Wert bestimmt. Dies hat aber auf die Zeitreihenkonsistenz keine Auswirkung.

### **8.3.2.1.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Abwasserbehandlung)**

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

Die Tatsache, dass bei der aeroben Abwasserbehandlung in Kläranlagen keine Methanemissionen in nennenswertem Umfang entstehen, kann auch in anderen Ländern beobachtet werden

### **8.3.2.1.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)**

Es wurden Rückrechnungen für die Jahre 1990 – 2011 durchgeführt (siehe Tabelle ). Anlass hierfür ist die Anpassung des MCF an die klimatischen Verhältnisse in Deutschland. Im Ergebnis führt dies zu einer Reduktion der Methanemissionen um annähernd 2/3.

Tabelle 322: Rückrechnung der CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem kommunalen Abwasser für die Jahre 1990 -2011 und Auswirkung auf die Treibhausgaskonzentration

Einheit	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Submission 2013	54,10	42,28	8,32	5,75	3,38	2,90
Submission 2014 [kt CH <sub>4</sub> ]	18,72	14,63	2,88	1,99	1,31	1,19
Differenz absolut	-35,38	-27,65	-5,44	-3,76	-2,07	-1,71
Differenz relativ %	-65,4	-65,4	-65,4	-65,4	-61,3	-59,0

Die Abweichung der relativen Differenz in den Jahren 2010 und 2011 ist darauf zurückzuführen, dass im Gegensatz zur vorjährigen Berichterstattung für 2010 aktuelle Daten vom Statistischen Bundesamt vorliegen. Die Zahlen der Berichterstattung 2013 basieren noch auf einer inzwischen veralteten Extrapolation für die Jahre ab 2008. Für die diesjährige Berichterstattung wurden die aktuellen Zahlen für 2010 verwendet. Zwischen den Jahren 2007 und 2010 konnte somit eine Interpolation und für die Jahre ab 2011 eine Extrapolation (basierend auf der Zeitreihe 2007 – 2010) durchgeführt werden. Die Ursache für die auch 2011 abnehmende relative Differenz liegt an den mathematischen Gesetzmäßigkeiten einer Extrapolation.

### 8.3.2.1.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Abwasserbehandlung)

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 8.3.2.2 Methanemissionen der kommunalen Schlammbehandlung (6.B.2 Schlammbehandlung)

#### 8.3.2.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Schlammbehandlung)

Die Behandlung von kommunalem Schlamm besteht in aller Regel aus zwei Behandlungsschritten:

- a) Entwässerung maschinelle Verfahren (Kammerfilterpresse, Zyklon), Verdunstung in Schlammentwässerungsbecken oder Trockenbeeten
- b) Stabilisierung: Aerobe Stabilisierung (offenes Becken mit Sauerstoffeinleitung) oder anaerobe Stabilisierung im Faulturm; 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 Schlamm vor der weiteren Verwendung zumeist mit Kalk versetzt und damit noch 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 Schlamms, der Temperatur sowie den Reaktionsbedingungen ab. Das entstehende Gas wird in der Regel energetisch in Blockheizkraftwerken (BHKW) genutzt und unter 1.A.1 berichtet. 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. Dabei gelangen keine Methanemissionen in nennenswertem Umfang in die Umwelt.

Bis Anfang der 90er Jahre wurde jedoch in den neuen Bundesländern zur Schlammstabilisierung offene Schlammfaulung betrieben, die zur Emission von Methan führte. Die offene Schlammfaulung hat aber heutzutage keine Relevanz mehr. Sie wurde schrittweise reduziert und 1994 eingestellt.

Die Emissionen der offenen Schlammfaulung sind jedoch auch heute noch der Grund, weshalb in den CRF unter diesem Punkt NO berichtet wird, anstelle von IE (für die energetische Nutzung unter 1.A.1 – siehe oben), denn bis einschließlich 1993 gab es diese Technik und die damit verbundenen Emissionen. Heutzutage gibt es sie nicht mehr – deshalb NO.

Der bei der Abwasserbehandlung entstehende Überschussschlamm sowie der Primärschlamm werden gemeinsam im Faulturm anaerob behandelt (ausgefault; siehe oben). Dabei entsteht Faulschlamm. Nach weiterer Aufbereitung verlässt er als Klärschlamm die Kläranlage. Mit diesem Verfahren ist sichergestellt, dass der Klärschlamm keine leicht biologisch abbaubaren Stoffe ( $BSB_5$ ) mehr enthält. Der Klärschlamm sowie das behandelte Abwasser sind die Endprodukte der Abwasserbehandlung.

Der nach der biologischen Abwasserbehandlung anfallende Klärschlamm wird in Deutschland (ggf. nach der Entwässerung und Stabilisierung) den folgenden Entsorgungswegen zugeführt:

- Thermische Entsorgung: Es entstehen keine Methanemissionen. Die thermische Entsorgung erfolgt unter energetischer Nutzung und geht daher in CRF 1 ein.
- Stoffliche Verwertung: Zur stofflichen Verwertung des Klärschlammes zählen insbesondere die Verwertung in der Landwirtschaft laut Klärschlammverordnung sowie Nutzung bei landschaftsbaulichen Maßnahmen und Sonstigem. Die Emissionen der stofflichen Verwertung werden nicht unter der Abwasser- und Schlammbehandlung berichtet.

Tabelle 323: Verwertung von Klärschlamm

Klärschlamm	t Trockenmasse									
	1998	2001	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Gesamtmenge	2459177	2429403	2260846	2048507	2055906	2054102	1956447	1887408	1950126	
Thermische Entsorgung	395859	554924	711170	965115	1015014	1077624	1028034	1003749	1067431	
stoffliche Verwertung	1490074	1399456	1175694	1078264	1036844	973997	927516	883659	882695	
- Landwirtschaft	783662	754837	627989	611598	592561	587832	589149	566295	567187	
- Landschaftsbauliche										
Maßnahmen	175659	190025	170643	399712	368912	331556	282455	259312	254402	
- Kompostierung	452891	393244	322125							
- Sonstiges	77862	61350	54937	66954	75371	54609	55912	58052	61106	
- Deponie	205140	159673	79052	5128	4048	2481	897	-	-	

Quelle: (Statistisches Bundesamt 2013a und Statistisches Bundesamt 2011d)

Die Aktivitätsraten der Klärschlammverwertung basieren auf Angaben des Statistischen Bundesamtes (Umwelt - Abwasserbehandlung – Klärschlamm – Ergebnisbericht 2010). Dieser Bericht erscheint 3-Jährlich. Für die Zwischenjahre wird auf die Veröffentlichung „Wasserwirtschaft Öffentliche Abwasserentsorgung Klärschlammverwertung aus der biologischen Abwasserbehandlung“ (Statistisches Bundesamt, jährlich) zurückgegriffen. Für die Zeit vor 1998 existieren keine Daten. Zahlen für das aktuelle Inventarjahr liegen zurzeit nicht vor.

### **8.3.2.2.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Schlammbehandlung)**

Die Emissionsfaktoren der offenen Schlammfaulung und die daraus ermittelten Methanemissionen sind in Tabelle 324 aufgeführt.

Tabelle 324: Methanemissionen der offenen Schlammfaulung in den neuen Bundesländern

	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994
<b>Emissionsfaktor</b>	[kg CH <sub>4</sub> /t TS]	210	210	210	210	210
<b>Klärschlammfall</b>	[t TS]	247.190	140.952	72.762	37.524	0
<b>Methanemissionen</b>	[t]	51.910	29.600	15.280	7.880	0

Emissionsfaktoren abgeleitet aus (UBA, 1993)

Für die offene Schlammfaulung in den neuen Bundesländern wird ein Emissionsfaktor von 210 kg CH<sub>4</sub>/t TS angesetzt, basierend auf Ergebnissen der Studie FHG ISI (UBA, 1993: S.15)<sup>109</sup>. 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 diese Art der Behandlung in den neuen Bundesländern bis 1994 schrittweise zurückgeführt und ab dem Jahr 1994 eingestellt.

### **8.3.2.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Schlammbehandlung)**

Die Unsicherheiten der Methode wurden bislang noch nicht abgeschätzt, weshalb auf die Default-Werte (Conservative-Faktoren) der UNFCCC Decision 20/CMP.1 (S. 39ff) zurückgegriffen wird. Die Aktivitätsraten zwischen 1990 und 1992 basieren auf einer persönlichen Mitteilung, die für 1993 hingegen auf einer Abschätzung des Umweltbundesamtes. Daher ist eine hohe Konsistenz der Zeitreihe nicht gesichert.

### **8.3.2.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Schlammbehandlung)**

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

### **8.3.2.2.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Schlammbehandlung)**

Rückrechnungen sind nicht erforderlich.

### **8.3.2.2.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Schlammbehandlung)**

Zurzeit erscheinen Verbesserungen als nicht notwendig oder möglich, da keine weiteren Aktivitätsdaten mehr zu erhalten sind.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

<sup>109</sup> Der Emissionsfaktor wurde ermittelt indem die Differenz aus den Methanemissionen der psychrophilen Schlammstabilisierung in den neuen Bundesländern und der anfallenden Klärschlammmenge gebildet worden ist.

### **8.3.2.3 Lachgasemissionen aus dem kommunalen Abwasser (6.B.2 Lachgas kommunal)**

#### **8.3.2.3.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.B.2 Lachgas kommunal)**

Lachgasemissionen können als Nebenprodukt in der kommunalen Abwasserbehandlung insbesondere bei der Denitrifikation entstehen, bei der aus Nitrat gasförmige Endprodukte, hauptsächlich aber molekularer Stickstoff gebildet wird.

Der Trend der Emissionen ist stabil stagnierend.

#### **8.3.2.3.2 Methodische Aspekte (6.B.2 Lachgas kommunal)**

Lachgasemissionen aus dem häuslichen Abwasser können nach der IPCC-Methode grob über die durchschnittliche Pro-Kopf Eiweißzufuhr ermittelt werden. Während für den Lachgasemissionsfaktor pro kg Stickstoff im Abwasser sowie für den Stickstoffanteil im Eiweiß die IPCC Default-Werte verwendet werden, müssen die durchschnittliche Pro-Kopf Eiweißzufuhr sowie die Zahl der Einwohner länderspezifisch für Deutschland ermittelt werden.

Für die Ermittlung der durchschnittlichen Eiweißzufuhr pro Person und Tag werden die Angaben der FAO verwendet:

- Von der FAO (FAO Statistical Yearbook 2004) wird für Deutschland für die Jahre 1989-91 eine durchschnittliche Eiweißzufuhr pro Person und Tag von 99 g angegeben.<sup>110</sup>
- Entsprechend dem FAO Statistical Yearbook 2007-2008(2010)<sup>111</sup> werden für Deutschland durchschnittliche Eiweißzufuhren pro Person und Tag von 95 g (1994-1996), 97 g (1999 – 2001), 99 g (2003-2005) und 99 g (2005 - 2007) im FAO Statistical Yearbook 2010<sup>112</sup> angegeben.
- Werte für die Jahre 1992-1993 und 2002 werden interpoliert.
- Werte für 1997-1998 bilden das arithmetischen Mittel aus 1996-1999 ab.
- Werte für die Jahre ab 2008 werden extrapoliert (mit Basis 2003-2007).

Mit Hilfe der durchschnittlichen Eiweißzufuhr und den Bevölkerungszahlen (STATISTISCHES BUNDESAMT, Statistisches Jahrbuch sowie STATISTISCHES BUNDESAMT 2013b) sowie der IPCC-Methode werden die Lachgasemissionen ermittelt.

$$N_2O_{(s)} = \text{Protein} \times \text{Frac}_{NPR} \times \text{NR}_{PEOPLE} \times EF_6$$

wobei:

<sup>110</sup> [www.fao.org/docrep/008/y5473m/y5473m00.HTM#Contents\\_en](http://www.fao.org/docrep/008/y5473m/y5473m00.HTM#Contents_en)

FAO Statistical Yearbook 2004; Table D1 - Dietary energy protein and fat consumption 2004

<sup>111</sup> [www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/d-consumption/en/](http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/d-consumption/en/); FAO Statistical Yearbook 2007-2008; Table D1 - Dietary energy protein and fat consumption

<sup>112</sup> [www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-d-consumption/en/](http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-d-consumption/en/)

FAO Statistical Yearbook 2010; Table [D1 - Dietary energy protein and fat consumption](#)

$N_2O_{(s)} = N_2O$  Emissionen des menschlichen Abwassers (kg  $N_2O - N / a$ )

Protein = jährliche Eiweisszufuhr (kg / person / a)

$NR_{PEOPLE}$  = Zahl der Einwohner im Land

$EF_6$  = Emissionsfaktor (Default 0,01 (0,002 – 0,12) kg  $N_2O - N / kg$  produziertes Abwasser – N)

$Frac_{NPR}$  = Anteil an Stickstoff im Eiweiß (Default = 0,16 kg N / kg Eiweiß )

### 8.3.2.3.3 Unsicherheit und Zeitreihenkonsistenz (6.B.2 Lachgas kommunal)

Die Aktivitätsraten für 1989–1991 wurden dem FAO Statistical Yearbook 2004 entnommen. Die Daten für 1994–1996 und 1999–2001 sowie für 2003–2007 wurden dem FAO Statistical Yearbook 2007-2008 und 2010 Table D.1 entnommen. Fehlende Werte wurden wie unter Kapitel 8.3.2.3.2 beschrieben inter- bzw. extrapoliert oder durch Bildung des arithmetischen Mittel berechnet.

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. Es wird von einer Unsicherheit von ± 15 % ausgegangen (Expertenschätzung).

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors  $EF_6$  liegt bei ± 20 % (Expertenschätzung).

Der Anteil an Stickstoff im Eiweiß ( $Frac_{NPR}$ ) beträgt im Mittel 16 % ± 1%. Dieser Wert bezieht sich auf Rinderserumalbumin (Bovine serum albumin) als Standardprotein. Die Unsicherheit läge entsprechend der oben genannten Standardabweichung (± 1%) bei rund ± 6 % (bezogen auf den 16%-Anteil), wird aber auf insgesamt ± 7 % geschätzt, da im Abwasser ein breiteres Eiweißspektrum enthalten ist (Expertenschätzung).

Die Unsicherheiten bei den Bevölkerungszahlen werden, wie auch schon weiter oben beschrieben, auf ± 3 % geschätzt (Expertenschätzung).

### 8.3.2.3.4 Quellgruppenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.B.2 Lachgas kommunal)

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

Eine Auswertung der Nationalen Inventarberichte anderer Länder zeigt, dass die, auch in Deutschland angewandte IPCC Methode zur Bestimmung der  $N_2O$ - Emissionen in den meisten Annex I Staaten zur Anwendung kommt.

Alternative Datenquellen für die durchschnittliche Eiweisszufuhr pro Person und Tag sind:

- In der Lebensmitteltabelle für die Praxis von 1991 (SENSER et al, 1991) wird eine durchschnittliche Eiweisszufuhr von 94 g/ Einwohner und Tag angegeben.
- Im Ernährungsbericht der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE, 2008)<sup>113</sup> wurde anhand der geschätzten Lebensmittelverzehrsdaten für das Jahr 2005/ 2006 u.a. die mittlere tägliche Zufuhr an Proteinen abgeschätzt. Aus diesen Daten konnte ein gemittelter Wert von ca. 79 g Eiweiß/ Person und Tag<sup>114</sup> abgeleitet werden.

<sup>113</sup> Der Ernährungsbericht wird im vierjährigen Rhythmus herausgegeben.

<sup>114</sup> Der Wert wurde ermittelt mit der groben Abschätzung, dass es sich jeweils um 50% Männer (90,8 g/Tag) und Frauen (66,7 g/Tag) in Deutschland handelt.

Zur Bestimmung der N<sub>2</sub>O-Emissionen des Abwassers wird auf die FAO-Datenbasis der Statistical Yearbooks 2004 (Vol.1/1), 2007–2008 und 2010 (table D.1) zurückgegriffen, da es sich bei diesen um eine konsistente Zeitreihe handelt. Sie ist international vergleichbar und wird regelmäßig aktualisiert. Zudem erklärte die FAO, dass mit dem Jahrbuch 2007-2008 die bisherigen vier FAO-Veröffentlichungen ersetzt werden. Es liegen dem Umweltbundesamt keine Hinweise vor, dass die länderspezifischen Werte der Lebensmitteltabelle sowie des Ernährungsberichtes 2000 eine höhere Genauigkeit bzw. nationale Akzeptanz aufweisen. Darüber hinaus wird in vielen Ländern auf die Datenbasis der FAO zurückgegriffen, so dass die Emissionsermittlung in Deutschland international vergleichbar ist. Der angenommene tägliche Eiweißbedarf liegt im internationalen Vergleich im Mittelfeld.

Die Datenquelle und die Art der Qualitätskontrolle und -sicherung der FAO sind nicht bekannt, da FAO auch auf mehrfache Anfragen des UBA nicht reagierte. Der nationale Datenlieferant der FAO konnte nicht ermittelt werden. Die zuständigen nationalen Behörden konnten ebenfalls keinen Datenlieferanten benennen.

#### **8.3.2.3.5 Quellgruppenspezifische Rückrechnungen (6.B.2 Lachgas kommunal)**

Für das Jahr 2011 wurde in Deutschland eine Volkszählung durchgeführt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2013c, Pressemitteilung, Zensus 2011). Die Bevölkerungszahl musste im Ergebnis für das Jahr 2011 angepasst werden. Sie reduzierte sich von 81.843 Mio auf 80.328 Mio und damit um ca. 1,5 Mio. Einwohner. Dementsprechend verringerten sich die Emissionen von 7,44 Gg N<sub>2</sub>O auf 7,3 Gg N<sub>2</sub>O.

#### **8.3.2.3.6 Geplante Verbesserungen (6.B.2 Lachgas kommunal)**

Derzeit sind keine Verbesserungen geplant.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **8.4 Abfallverbrennung (6.C)**

Die Abfallverbrennung erfolgt in Deutschland vollständig unter energetischer Nutzung, weshalb die entstehenden Emissionen zur Vermeidung von Doppelzählungen im Energieteil (CRF 1.A.1.a, Kapitel 3.2.6.2) berichtet werden. Aufgrund der energetischen Nutzung fallen somit unter 6.C keine Emissionen aus der Abfallverbrennung an (NO). Lediglich die Emissionen von NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> und NMVOC aus Krematorien werden an dieser Stelle berichtet. Zur Berechnung dieser Emissionen werden die EF Default-Werte aus dem „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013“ verwendet.

### **8.5 Andere Bereiche (6.D)**

In der Quellgruppe 6.D werden die Emissionen aus Kompostierungsanlagen (6.D.1) und der Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (6.D.2) berichtet.

CRF 6.D	Gas	HK	1990		2012		Trend
			Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		Gesamtemission (Gg) & Anteil (%)		
Other	CH <sub>4</sub>	-	49,8	(0,00%)	580,5	(0,06%)	1066,2%
Other	N <sub>2</sub> O	-	14,0	(0,00%)	354,4	(0,04%)	2434,4%

## 8.5.1 Andere Bereiche - Kompostierungsanlagen (6.D.1)

### 8.5.1.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.1)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	/CS	NS	CS

In der Bundesrepublik werden jährlich zunehmende Anteile der biologisch abbaubaren Abfälle in Kompostierungsanlagen verwertet. Daher wurden im Inventarbericht 2006 erstmals CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der Kompostierung von Siedlungsabfällen in Kompostierungsanlagen berichtet und eine vollständige Zeitreihe dieser Emissionen berechnet. Diese Kategorie umfasst nicht die Kompostierung von Garten- oder Bioabfällen einzelner Haushalte im eigenen Garten. Diese Emissionen werden als vernachlässigbar eingeschätzt und es liegen auch keine Daten über die kompostierten Mengen vor.

### 8.5.1.2 Methodische Aspekte (6.D.1)

Weder die „1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“, noch der IPCC-Bericht zu „Good Practice Guidance“ (2000) geben eine Methode für die Berechnung der Emissionen aus der Bioabfallkompostierung an. Daher wurde eine nationale Methode entwickelt, bei welcher die kompostierten Abfallmengen mit Emissionsfaktoren aus einer nationalen Studie (siehe unten) multipliziert werden.

#### Aktivitätsdaten

Die in Kompostierungsanlagen verwerteten Abfallmengen werden seit 1980 regelmäßig vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht. Seit dem Jahr 2000 werden dabei die eingesetzten Mengen an Bioabfällen und Grünabfällen (Garten- und Parkabfälle) sowie die in Kompostierungs- und Vergärungsanlagen eingesetzten Abfallmengen getrennt erfasst und veröffentlicht.

Die Aktivitätsdaten für das aktuelle Berichtsjahr müssen geschätzt werden, da die offizielle Abfallstatistik mit einem Jahr Verzug erscheint. Zur Abschätzung wird die Abfallmenge vom vorhergehenden Jahr unverändert fortgeschrieben.

Tabelle 325: In der Kompostierung eingesetzte Abfallmengen

[in 1000 t]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Abfallmenge</b>	724	1.515	1.956	2.397	3.783	5.168	6.554	7.214	7.320	7.964
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Abfallmenge</b>	9.030	9.244	9.459	9.304	9.191	9.207	8.960	9.329	9.089	8.860
	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>							
<b>Abfallmenge</b>	8.699	9.532	9.532							

#### Emissionsfaktoren

Für die Kompostierung wurde in einem Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes (IFEU 2003a) eine Berechnungsmethode zur Ermittlung von

Emissionsfaktoren für die Substanzen CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O und NH<sub>3</sub> abgeleitet. Als Datengrundlage diente dabei eine Studie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU 2002). Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren wurden bei dieser Methode mittlere Gehalte an Kohlenstoff und Stickstoff in Bioabfall und Grünabfall angenommen. Außerdem wurden durchschnittliche Abbauraten während der Kompostierung sowie eine Verteilung des Kohlenstoffs und des Stickstoffs auf die relevanten emittierten Abbauprodukte geschätzt.

Für Bioabfall aus Haushalten ergaben sich folgende Emissionsfaktoren:

$$\begin{aligned} \text{EF-N}_2\text{O} &= 83 \text{ g N}_2\text{O/Mg Bioabfall} \\ \text{EF-CH}_4 &= 2,5 \text{ kg CH}_4/\text{Mg Bioabfall} \end{aligned}$$

Für Grünabfälle ermittelte die gleiche Studie die folgenden Emissionsfaktoren:

$$\begin{aligned} \text{EF-N}_2\text{O} &= 60,3 \text{ g N}_2\text{O/Mg Grünabfall} \\ \text{EF-CH}_4 &= 3,36 \text{ kg CH}_4/\text{Mg Grünabfall} \end{aligned}$$

Diese nationalen Emissionsfaktoren wurden für die Inventarberechnungen verwendet.

### 8.5.1.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.1)

#### Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der kompostierten Abfallmengen werden als sehr gering (2 %) geschätzt, da es sich um eine Totalerhebung handelt, das Niveau der Berichterstattung gut ist und die Betreiber an einer guten Berichterstattung interessiert sind.

#### Emissionsfaktoren

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren liegen hoch und hängen von der Art der Anlage der Zusammensetzung der Abfälle und der Wirkung der eingesetzten Biofilter ab. Die Angaben aus der Literatur und aus anderen Staaten schwanken sehr stark, so dass hier von einer Unsicherheit von +60 % bis -30 % für CH<sub>4</sub> und von mindestens +100 % bis -50 % für N<sub>2</sub>O ausgegangen wird.

### 8.5.1.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.1)

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

### 8.5.1.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (6.D.1)

Rückrechnungen sind jährlich für das vorvergangene Jahr, in diesem NIR für das Jahr 2011 erforderlich, da die Aktivitätsdaten des Statistischen Bundesamtes mit einem Jahr Verzug erscheinen und das aktuelle Berichtsjahr deshalb geschätzt werden muss. Die Schätzung wird im jeweils folgenden Jahr durch die statistisch erhobene Zahl ersetzt. Aufgrund der deutlichen Steigerung der kompostierten Bioabfallmenge von 2010 nach 2011 ergibt die aktuelle Rückrechnung eine Erhöhung der Treibhausgasemissionen um etwa 9%. Die Gesamtemissionen in der Berichterstattung 2014 für das Jahr 2011 mussten für diesen Bereich gegenüber dem NIR 2013 von 726 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente auf 791 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente korrigiert werden.

### 8.5.1.6 Geplante Verbesserungen (6.D.1)

Im Rahmen der Anpassung an die Guidelines von 2006 ist für die kommende Berichterstattung geplant, neue Emissionsfaktoren für die Bioabfallverwertung einzuführen. Das Forschungsprojekt zur Ermittlung dieser Faktoren steht kurz vor dem Abschluss.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### 8.5.2 Andere Bereiche - Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) (6.D.2)

#### 8.5.2.1 Beschreibung der Quellgruppe (6.D.2)

Gas	Angewandte Methode	Quelle der Aktivitätsdaten	genutzte Emissionsfaktoren
CH <sub>4</sub>	CS	NS	CS
N <sub>2</sub> O	CS	NS	CS

In der Bundesrepublik ist seit dem 1. Juni 2005 die Ablagerung von organischen und biologisch abbaubaren Abfällen nicht mehr zulässig. Restsiedlungsabfälle und ähnlich zusammengesetzte Abfälle können daher nur nach einer Vorbehandlung abgelagert werden. Neben den thermischen Abfallbehandlungsverfahren (Müllverbrennung) kommen hierbei auch verstärkt mechanisch-biologische Verfahren zum Einsatz.

Seit den 90er Jahren werden in Deutschland mechanisch-biologische Verfahren im größeren Umfang zur Restabfallbehandlung eingesetzt. Anfangs dominierten technisch einfache Anlagenkonzepte ohne Abgasfassung und -behandlung. Im Zuge verfahrenstechnischer Weiterentwicklungen setzten sich jedoch verstärkt geschlossene Anlagen mit Biofilter als Abgasreinigung durch. Diese Abgasreinigungsverfahren konnten die Geruchsemissionen der Anlagen deutlich reduzieren, führten aber zu keiner Minderung der Treibhausgasemissionen.

Mit der Beendigung der Ablagerung unbehandelter Abfälle im Jahr 2005 wurden die Kapazitäten zur mechanisch-biologischen Behandlung deutlich ausgebaut. Nach den Anforderungen der 30. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (30. BlmSchV) müssen MBA-Neuanlagen seit dem 1. März 2001 strenge technische Anforderungen erfüllen und anspruchsvolle Grenzwerte einhalten. Die Übergangsregelungen für Altanlagen fordern eine Nachrüstung bis spätestens zum 1. März 2006.

Nahezu alle in den letzten errichteten Neuanlagen wurde im Laufe des Jahres 2005 in Betrieb genommen. Aufgrund von Erweiterungen und technischen Anpassungen der Aufbereitungstechnik wurden auch nahezu alle Altanlagen bereits im Jahr 2005 an die Anforderungen der 30. BlmSchV 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.

In Deutschland werden derzeit etwa 4,5 Mio. Mg Abfälle in mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen entsorgt. Als Behandlungsrückstände fallen hierbei etwa 0,5 Mio

Mg Abfälle zur Deponierung an. Des Weiteren werden etwa 2,5 Mio. Mg heizwertreiche Abfallbestandteile abgetrennt, die in industriellen Feuerungsanlagen als Ersatzbrennstoffe genutzt werden. Im Abfall enthaltene Metalle werden abgetrennt und als Sekundärrohstoffe verwertet. Die restlichen 1,5 Mio. Mg sind Masseverluste im Behandlungsprozess durch biologischen Abbau organischer Bestandteile und Verdunstung oder Auschleusung (Abwasser) des Wassergehaltes des Abfalls.

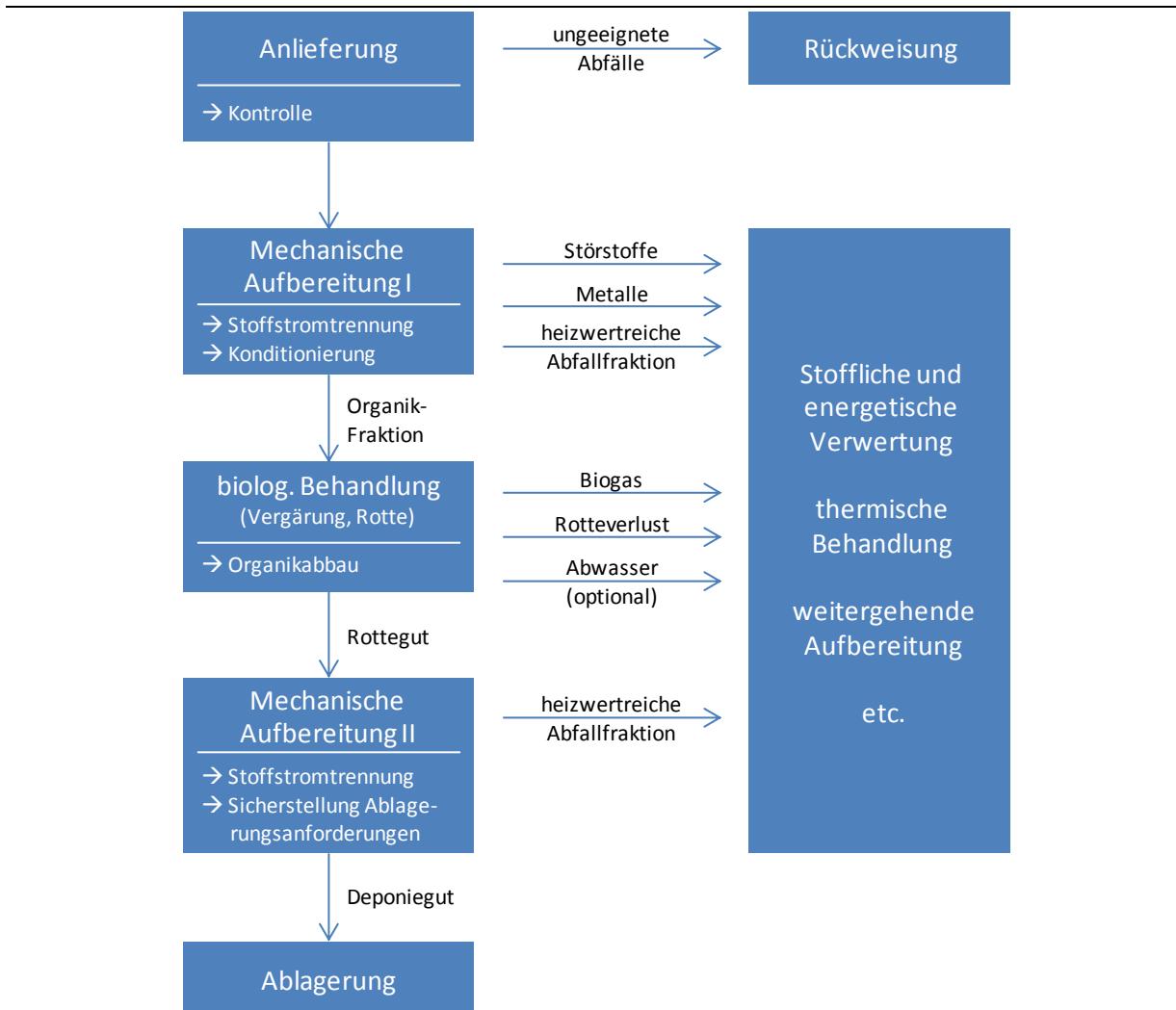


Abbildung 73: Stoffstromschema Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung<sup>115</sup>

### 8.5.2.2 Methodische Aspekte (6.D.2)

Die in MBA behandelten Abfallmengen werden seit 1995 regelmäßig vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht. In der Berichterstattung der letzten Jahre wurden für 2007 bis 2010 Daten aus dem Forschungsprojekt „Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung“ (UBA, 2007) übernommen. Zum damaligen Zeitpunkt bestanden Zweifel, ob die Daten des *Statistischen Bundesamtes* alle Anlagenvarianten erfassen, die vom Emissionsverhalten her der MBA entsprechen. Als konservativer Ansatz wurden daher die höheren Abfallmengen des Forschungsprojektes für die Emissionsberechnung herangezogen. In mehreren Gesprächen mit dem *Statistischen Bundesamt* konnten die

<sup>115</sup> Quelle: VDI 3475 Blatt 3, Emissionsminderung - Anlagen zur mechanisch-biologischen Behandlung von Siedlungsabfällen, 2006-12 (verändert)

Bedenken ausgeräumt werden. Für die Jahre 2007 bis 2010 erfolgt eine Rückrechnung mit Daten des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS, Fachserie 19, Reihe 1 vom 12. Juli 2012). Für die weitere Berichterstattung werden die aktuellen Daten des Statistischen Bundesamtes genutzt.

### Aktivitätsdaten

Die in MBA behandelten Abfallmengen werden seit 1995 regelmäßig vom Statistischen Bundesamt erhoben und veröffentlicht.

### Emissionsfaktoren

In den 90er Jahren wurden die Emissionen der mechanisch-biologischen Behandlung mit Förderung des BMBF in einem umfangreichen Verbundforschungsvorhaben untersucht. In einem Vorhaben im Jahre 2003 wurden vom Institut für Energie und Umwelt (IFEU) aus den Ergebnissen des Verbundvorhabens Emissionsfaktoren entwickelt. Dabei wurde zwischen offenen (keine Abgasfassung und –behandlung) und geschlossenen (Abgasfassung mit Behandlung im Biofilter) MBA-Verfahren differenziert. Bei Methan wurden die Emissionsfaktoren für beide Varianten in gleicher Höhe angesetzt, da dieser Stoff im Biofilter praktisch nicht abgebaut wird. Der Emissionsfaktor für N<sub>2</sub>O wurde bei geschlossenen Anlagen höher als offenen Anlagen angesetzt, da auch im Biofilter N<sub>2</sub>O durch die Oxidation Ammoniumstickstoff gebildet wird.

Seit Juni 2005 werden aufgrund neuer rechtlicher Anforderungen (30. BlmSchV) nur noch geschlossene MBA betrieben, die mit effektiveren Abgasreinigungsverfahren ausgestattet sind. Ab 2006 werden daher als Emissionsfaktoren die Emissionsgrenzwerte der 30. BlmSchV angesetzt.

Für die Offene MBA ergaben sich folgende Emissionsfaktoren:

$$\begin{aligned} \text{EF-N}_2\text{O} &= 190 \text{ g N}_2\text{O/Mg Abfall} \\ \text{EF-CH}_4 &= 150 \text{ g CH}_4/\text{Mg Abfall} \end{aligned}$$

Für die geschlossenen MBA mit Biofilter ermittelte die gleiche Studie die folgenden Emissionsfaktoren:

$$\begin{aligned} \text{EF-N}_2\text{O} &= 375 \text{ g N}_2\text{O/Mg Abfall} \\ \text{EF-CH}_4 &= 150 \text{ g CH}_4/\text{Mg Abfall} \end{aligned}$$

Für Zeitraum ab 2006 werden die Begrenzungen der Emissionsfrachten der 30. BlmSchV als Emissionsfaktoren übernommen:

$$\begin{aligned} \text{EF-N}_2\text{O} &= 100 \text{ g N}_2\text{O/Mg Abfall} \\ \text{EF-CH}_4 &= 55 \text{ g CH}_4/\text{Mg Abfall} \end{aligned}$$

Diese Emissionswerte werden von allen deutschen MBA sicher eingehalten und zum Teil sogar deutlich unterschritten. Da im Jahre 2005 die Mehrzahl der MBA über Abgasreinigungsverfahren zur Minimierung der N<sub>2</sub>O-Emission verfügte, wurde der Emissionsfaktor für das Jahr 2005 auf 169 g geschätzt.

Diese nationalen Emissionsfaktoren wurden für die Inventarberechnungen verwendet.

### 8.5.2.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (6.D.2)

Die Unsicherheiten der mechanisch-biologisch behandelten Abfallmengen werden theoretisch als sehr gering (2 %) geschätzt, da es sich um eine Totalerhebung handelt, das

Niveau der Berichterstattung gut ist und die Betreiber an einer guten Berichterstattung interessiert sind. Jedoch muss noch mit dem Statistischen Bundesamt abgestimmt werden, welche Varianten der „kalten“ Abfallbehandlungsverfahren in der offiziellen Statistik der MBA zugeordnet werden, um Minderbefunde der Abfallmengen auszuschließen. Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für den Zeitraum vor 2005 liegen hoch und hängen von der Art der Anlage, der zum Zeitpunkt eingesetzten Anlagentechnik und der Wirkung der eingesetzten Biofilter ab. Die Angaben aus der Literatur schwanken hierbei sehr stark. Für den Zeitraum nach 2005 ist davon auszugehen, dass die Grenzwerte der 30. BImSchV sicher eingehalten werden, bzw. deutlich unterschritten werden. Unsicherheiten bestehen lediglich darin, in welchem Maße diese Grenzwerte im praktischen Anlagenbetrieb unterschritten werden.

#### **8.5.2.4 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (6.D.2)**

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

#### **8.5.2.5 Quellspezifische Rückrechnungen (6.D.2)**

Bei der Erarbeitung des NIR 2013 lagen statistische Daten für die abgelagerten Abfallmengen nur bis zum Jahr 2010 vor. Die behandelten Abfallmengen für 2010 und 2011 wurden daher als konstant angesetzt. Für die der Emissionen des Jahres 2011 erfolgte daher eine Rückrechnung, wobei die mit der Fachserie 19 vom 05.07.2013 veröffentlichten aktuellen Daten genutzt wurden.

#### **8.5.2.6 Geplante Verbesserungen (6.D.2)**

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

## **9 ANDERE (CRF SEKTOR 7)**

Gegenwärtig werden für Deutschland keine Treibhausgasemissionen berechnet, die sich nicht einer der anderen vorgesehenen Quellgruppen zuordnen lassen.

## 10 RÜCKRECHNUNGEN UND VERBESSERUNGEN

Im Folgenden werden Rückrechnungen aufgrund quantitativ wirksamer Verbesserungen der Inventare dokumentiert, die zwischen der Submission 2013 und der vorliegenden Submission 2014 erfolgt sind. Weitere Angaben zu den Rückrechnungen erfolgen in den CRF-Tabellen Table 8(a) und 8(b) und in den Kapiteln zu quellspezifischen Rückrechnungen in diesem Bericht.

Nach der Zielsetzung der *Good Practice Guidance* sind bei der Emissionsberechnung die qualitativ besten verfügbaren Daten zugrunde zu legen und die Inventare kontinuierlich zu verbessern. Damit ergeben sich jährliche Rückrechnungen als Ergebnis des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses. Sie werden unter anderem erforderlich, wenn Statistiken rückwirkend aktualisiert werden und diese Änderungen in den Inventaren ebenfalls übernommen werden. Weitere Gründe für Rückrechnungen bestehen, wenn genauere Daten übernommen oder wenn manuelle Übertragungsfehler revidiert werden bzw. wenn im Ergebnis der Hauptkategorienanalyse methodische Änderungen für einzelne Quellgruppen erforderlich werden. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von fachlichen Gründen, die eine Rückrechnung erforderlich machen können.

Basis der im Folgenden beschriebenen Rekalkulationen sind die mit der Submission 2013 übermittelten Inventardaten.

### 10.1 Erklärung und Rechtfertigung der Rückrechnungen

#### 10.1.1 Treibhausgas-Inventar

##### 10.1.1.1 Generelles Vorgehen

Neben Korrekturen gibt es eine Reihe von fachlichen Gründen für Rückrechnungen und Verbesserungen:

- Ergänzende Daten sind verfügbar, die zur Schließung von Fehlstellen des Inventars beitragen.
- Die Datenquelle hat sich geändert.
- Die für die Quellgruppe genutzte 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 derselben 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 für alle Jahre 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 Anleitung zur Verwendung der vorgenannten Rückrechnungsverfahren findet sich nebst Beispielen im QSE-Handbuch.

### 10.1.1.2 Rückrechnungen im Inventar 2014 nach Quellgruppen

Die Rückrechnungen begründen sich diesjährig durch verschiedene methodische Anpassungen, die teilweise erhebliche Veränderungen in den betroffenen Quellgruppen nach sich zogen, sowie weiteren Detailverbesserungen. Für die Jahre ab 2003 erfolgte zudem eine Revision der nationalen Energiebilanzen vor allem hinsichtlich der Angaben zu Erdgas.

Die Inventare enthalten dabei Verbesserungen in folgenden Bereichen:

#### Energie (auszugsweise):

- Aktualisierung von Aktivitätsdaten infolge Revision der nationalen Energiebilanzen (NEB) 2003-2010 (1.A)
- Anpassung der Aktivitätsdaten an die Angaben der finalen NEB 2011 (1.A)
- Revision der EF(CH<sub>4</sub>) aufgrund neuer Messergebnisse (ab 1990) (1.A.1)
- Anpassung der EF(N<sub>2</sub>O) zur Beseitigung von Zeitreihenbrüchen (teilweise ab 1990) (1.A.1)
- Aktualisierung Rechenmodell TREMOD-AV (1.A.3.a, 1.C.1.a)
- Korrektur EF(CO<sub>2</sub>) für Flugbenzin (ab 1990) (1.A.3.a, 1.A.5.b)
- routinemäßige Revision Rechenmodell TREMOD (1.A.3 b, c, d)
- Revision Menge mitverbrannte Schmierstoffe (ab 2006) (1.A.3.b)
- Fortführung Revision Rechenmodell TREMOD hinsichtlich LPG und CNG (1.A.3.b)
- Revision EF(CH<sub>4</sub>) gemäß TREMOD (2011) (1.A.3.c)
- Neuerfassung Biokraftstoffe und Anpassung der AR für Otto- und Dieselkraftstoff (ab 2004) (1.A.3.e ii, 1.A.4.b ii, 1.A.4.c ii, 1.A.5.b)
- Anpassung der Methanemissionen infolge eines Forschungsvorhabens (1.B.2.a)

#### Industrieprozesse:

- Korrektur Sodaeeinsatz in Glasindustrie (ab 1990) (2.A.4.b)
- Aktualisierung AR Glasindustrie (2011) (2.A.7.a)
- Korrektur AR Keramikindustrie (2009) (2.A.7.b)
- Aktualisierung statistischer Eingangsdaten (2008-2011) (2.C.2)
- Revision AR und EF Calciumcarbidproduktion (ab 1997) (2.B.4)
- Revision Neuzulassungen Kühlfahrzeuge und klimatisierte Nutzfahrzeuge (2009-2011) (2.F.1.c, 2.F.1.f)
- Fehlerkorrektur Berechnungsverfahren und Eingangsdaten Industrikälte (ab 1993) (2.F.1.d)
- Korrektur Rundungsfehler Kaltwassersätze (ab 2001) (2.F.1.e)
- Revision produzierte Wärmepumpen (ab 1995) und Wärmepumpen-Wäschetrockner (ab 2008) (2.F.1.e)

- Erhöhung Befüllungsemmissionsfaktor Klimaanlagen in Schienenfahrzeugen (ab 1992) (2.F.1.f)
- Korrektur Anzahl Pkw-Klimaanlagen (ab 1994) und Zahl in D entsorgte Fahrzeuge (2010, 2011) (2.F.1.f)
- Revision AR PU-Hartschaum und PU-Integralschaum (ab 2005) (2.F.2)
- Anpassung AR Dosieraerosole an Angaben des Statistischen Bundesamts (2011) (2.F.4.a)
- Korrektur Produktionsmenge (1992-1995) und Verkaufszahlen (ab 2007) allgemeine Aerosole (2.F.4.b)
- Neuerhebung ORC-Anlagen (ab 2003) (2.F.9)

#### **Lösemittel und andere Produktverwendung:**

- quellenspezifische Rückrechnungen (ab 2010) (CRF 3)

#### **Landwirtschaft:**

- Rinder: Harmonisierung Stickstoffgehalte der Tierkörper (4.B, 4.D)
- Milchkühe: Aktualisierung Futterkennwerte und Kraftfutteraufnahme (4.A, 4.B, 4.D)
- Milchkühe, Färsen, Mastbullen und Schweine: verbesserte Berechnung der effektiven Futtermitteleigenschaft „Verdaulichkeit organischer Substanz“ (4.B, 4.D)
- Sauen: Wegfall der Modellierung der N-reduzierten Fütterung (4.A, 4.B, 4.D)
- Mastschweine: Überarbeitung Fütterungsberechnung (N-Gehalte, Phasenfütterung) und Aktualisierung Durchgangszahlen von 2010 (4.A, 4.B, 4.D)
- Schafe: Aktualisierung Weidedauer-Daten (4.B, 4.D)
- Geflügel: Aktualisierung Gewichts- und Zuwachsdaten für Masthähnchen, Jung- und Legehennen, Putenhähnen und Putenhennen (2010, 2011) (4.B, 4.D)
- Aktualisierung Flächen organische Böden (4.D)
- Aktualisierung Klärschlamm-Menge (ab 2007) (4.D)

#### **Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft:**

- Verbesserung LUM für das Basisjahr mittels CIR-Luftbildern (ab1990) (5.A-5.F; KP)
- Änderung Berechnungsgrundlage für die Aktivitätsdaten (Flächen) durch neue ATKIS-Daten für 2012 und BWI 2012 Landinformationen (ab 2009) (5.A-5.F, KP)
- vollständige Implementierung der Daten der BWI 2012 (5.A-5-F; KP)
- neue EF für Totholz (5.A-5.F; KP)
- Methodenänderung Bestimmung der Waldbiomasse und Änderung EF für Waldbrand (5. A-5.F; KP)
- Korrektur Torfabbaumengen (2010, 2011) (5.D)

#### **Abfall und Abwasser:**

- Aufnahme weiterer Emissionsquellen (6.B.1)
- Anpassung MCF an klimatische Verhältnisse in D (ab 1990) (6.B.2)
- Reduzierung Bevölkerungszahl infolge Zensus 2011 (2011) (6.B.2)
- Aktualisierung statistische Eingangsdaten (2010 und 2011) (6.A; 6.B; 6.D)

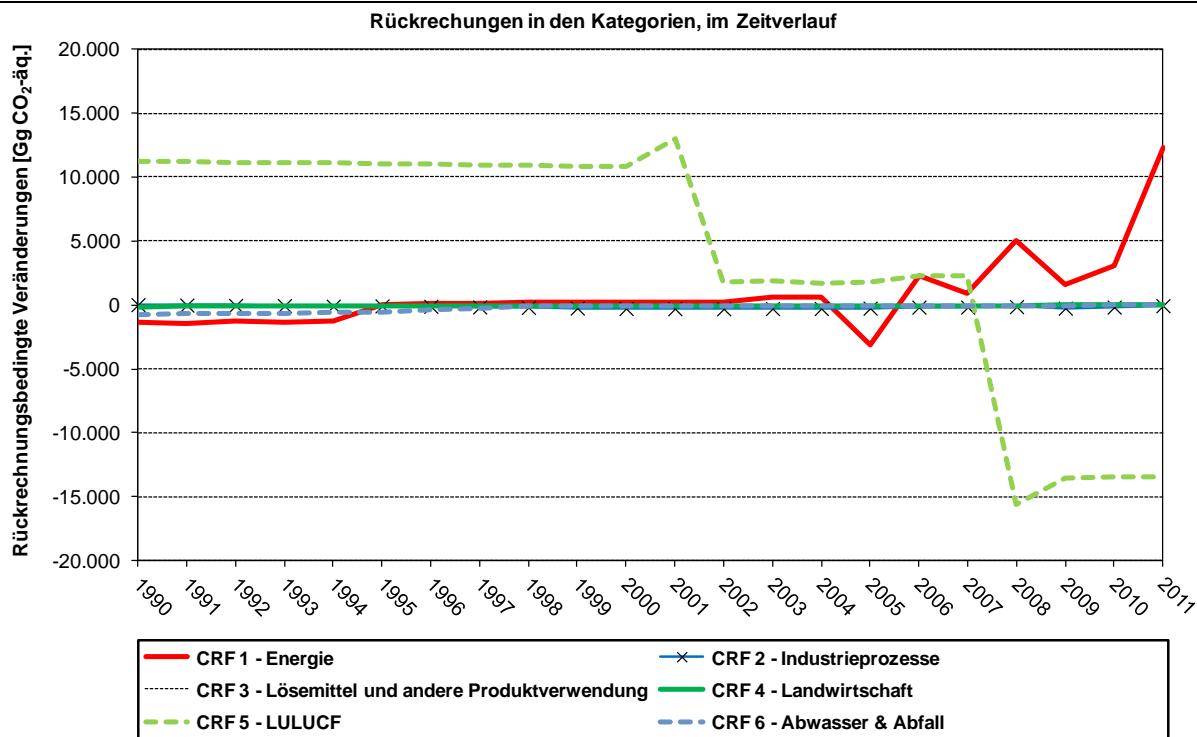


Abbildung 74: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien im Vergleich zur Submission 2012 für die gesamte Zeitreihe

### 10.1.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2014 nach Substanzen

Rückrechnungen erfolgten in folgenden Quellgruppen (siehe auch Nennungen unter 10.1.1.2):

Tabelle 326: Übersicht der von Rückrechnungen betroffenen CRF-Oberkategorien

CRF	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	F-Gase
<b>1 – Energie</b>	X	X	X	
<b>2 – Industrieprozesse</b>	X			X
<b>3 – Lösemittel und andere Produktverwendung</b>			X	
<b>4 – Landwirtschaft</b>	X	X	X	
<b>5 – LULUCF</b>	X	X	X	
<b>6 – Abfall &amp; Abwasser</b>			X	

Tabelle 327: durch Rückrechnungen bedingte relative Änderungen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Basisjahr (1990/1995)	2011
	relative Veränderung	
<b>Gesamt (CO<sub>2</sub>-äquiv.)</b>	-0,17 %	1,35 %
CO <sub>2</sub>	0,01 %	1,55 %
CH <sub>4</sub>	-1,04 %	-0,30 %
N <sub>2</sub> O	-1,24 %	0,34 %
HFC, PFC, SF <sub>6</sub>	0,05 %	-0,09 %

Emissionen ohne LULUCF; Quelle: eigene Berechnungen,

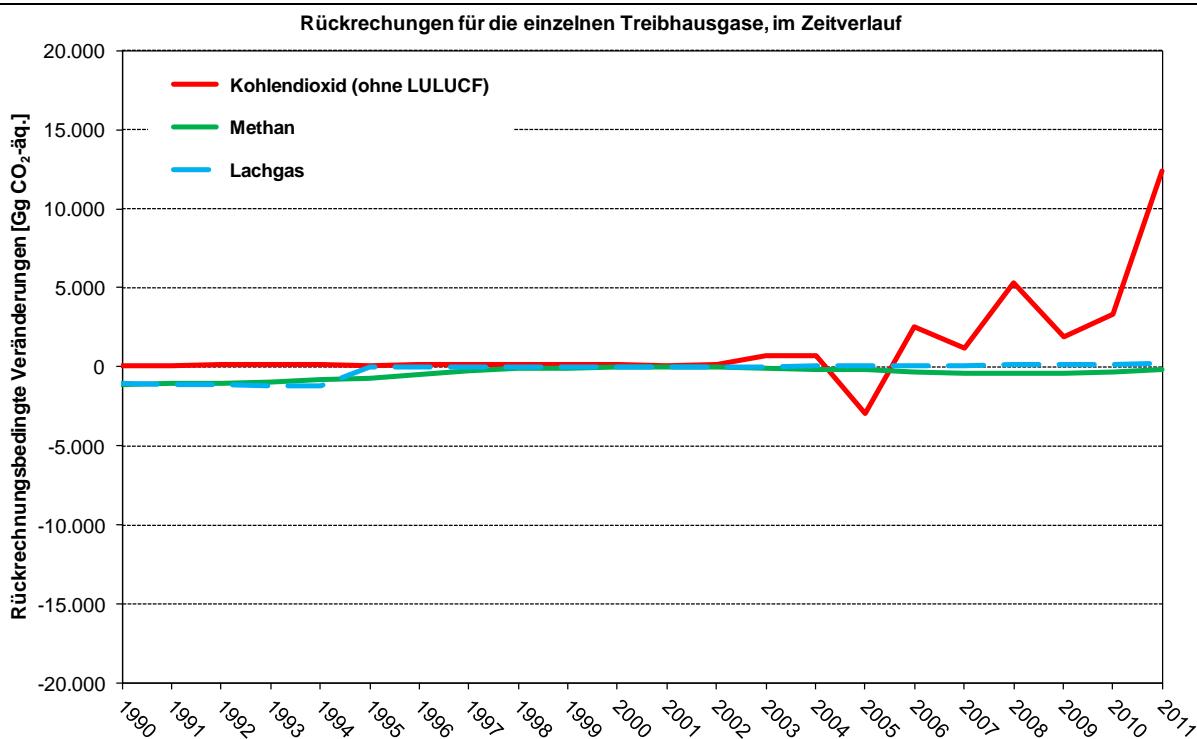


Abbildung 75: Rückrechnung der Gesamtemission der einzelnen Treibhausgase über alle Quellgruppen gegenüber Submission 2013

#### 10.1.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

Gegenüber der vorjährigen Submission erfolgten folgende Rückrechnungen als Ergebnis des Review-Prozesses sowohl unter UNFCCC als auch UNECE:

- Verbesserung LUM für das Basisjahr mittels CIR-Luftbildern (ab1990) (5.A–5.F; KP)
- Änderung Berechnungsgrundlage für die Aktivitätsdaten (Flächen) durch neue ATKIS-Daten für 2012 und BWI 2012 Landinformationen (ab 2009) (5.A–5.F, KP)
- vollständige Implementierung der Daten der BWI 2012 (5.A–5.F; KP)
- neue Emissionsfaktoren für Totholz (5.A–5.F; KP)
- Methodenänderung zur Bestimmung der Waldbiomasse und Änderung der EF für Waldbrand (5. A–5.F; KP)
- Korrektur bei Torfabbaumengen 2010 u. 2011 (5. D)
- Anpassung MCF an klimatische Verhältnisse in D (ab 1990) (6.B.2)

#### 10.1.2 KP-LULUCF-Inventar

##### 10.1.2.1 Generelles Vorgehen

Das methodische Vorgehen bei Rückrechnungen unter dem Kyoto Protokoll entspricht dem bei der Konvention angewendeten. Ausführliche Informationen zum generellen Vorgehen finden sich im Kapitel 10.1.1.1.

##### 10.1.2.2 Rückrechnungen im Inventar 2014 nach Quellgruppen

- Für die Aktivitätsdaten wurde eine Rekalkulation für alle Zeitreihen von 1990 bis 2012 notwendig, da folgende neue Datensätze für die Herleitung der Flächen berücksichtigt wurden:

- aus CIR-Daten abgeleitete Kartenwerke der Biotop- und Nutzungstypen-Kartierung für 1992 für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Sachsen und Sachsen-Anhalt
- die Daten der Bundeswaldinventur 2012
- der aktuelle Datensatz des Basis-DLM (2012)
- Für die Biomasse wurde durch die Verwendung der Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur (BWI 2012) veränderte EF für die Aufforstung und Entwaldung (KP 3.3) sowie für die Waldbewirtschaftung (KP 3.4) hergeleitet. Weiterführende Informationen sind im Kapitel 7.2.4.1. zu finden.
- Beim Totholz wurde ebenfalls durch die Daten der BWI 2012 andere Emissionsfaktoren (EF) für die Aufforstung und Entwaldung (KP 3.3) sowie für die Waldbewirtschaftung (KP 3.4) hergeleitet (siehe Kapitel 7.2.4.2).
- Die Rekalkulation der Biomasse hat auch Einfluss auf die Bestimmung der Emissionen aus Waldbränden. Bei der Herleitung der Emissionen fließt die Masse des vorhandenen Brennmaterials (Biomasse) mit ein (siehe Kapitel 7.2.4.6.2). Durch die Änderung der Biomassewerte war eine Rekalkulation der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012 notwendig.

#### 10.1.2.3 Rückrechnungen im Inventar 2014 nach Substanzen

CO<sub>2</sub>-Rückrechnungen erfolgten für die Biomasse, das Totholz und für Waldbrände. Die Rekalkulation bei den Waldbränden führt auch für Lachgas (N<sub>2</sub>O ) und Methan (CH<sub>4</sub>) zu Rückrechnungen.

#### 10.1.2.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

- Gegenüber Submission 2013 erfolgten keine Review-bedingten Rückrechnungen.

### 10.2 Auswirkung auf die Höhe der Emissionen

#### 10.2.1 Treibhausgas-Inventar

Die Veränderungen gegenüber der Submission 2013 fallen mit -0,17 % für 1990 und +1,35 % für das Jahr 2011 recht unterschiedlich aus.

Für die einzelnen CRF-Sektoren sind die Veränderungen innerhalb der für 1990 bzw. 2011 berichteten Emissionen in Tabelle 330 und Tabelle 331 dargestellt.

Das Inventar wurde in Bezug auf Vollständigkeit und Genauigkeit verbessert.

Tabelle 328: durch Rückrechnungen bedingte absolute und prozentuale Veränderungen der nationalen Gesamtemissionen ohne CO<sub>2</sub> aus LULUCF gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	Submission 2013	Submission 2014	Veränderung	Veränderung
	[Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]			relativ
<b>1990</b>	<b>1.250.529</b>	<b>1.248.460</b>	<b>-2.069</b>	<b>-0,17%</b>
<b>1991</b>	1.203.512	1.201.442	-2.070	-0,17%
<b>1992</b>	1.153.405	1.151.416	-1.989	-0,17%
<b>1993</b>	1.144.075	1.142.100	-1.976	-0,17%
<b>1994</b>	1.124.201	1.122.290	-1.911	-0,17%
<b>1995</b>	1.118.588	1.117.987	-601	-0,05%
<b>1996</b>	1.137.527	1.137.132	-395	-0,03%
<b>1997</b>	1.101.613	1.101.386	-227	-0,02%
<b>1998</b>	1.075.665	1.075.587	-78	-0,01%
<b>1999</b>	1.041.792	1.041.711	-81	-0,01%
<b>2000</b>	1.040.857	1.040.776	-81	-0,01%
<b>2001</b>	1.055.681	1.055.580	-101	-0,01%
<b>2002</b>	1.034.424	1.034.353	-72	-0,01%
<b>2003</b>	1.032.353	1.032.716	363	0,04%
<b>2004</b>	1.019.838	1.020.217	379	0,04%
<b>2005</b>	998.194	994.871	-3.323	-0,33%
<b>2006</b>	1.000.653	1.002.849	2.195	0,22%
<b>2007</b>	976.209	977.013	804	0,08%
<b>2008</b>	975.257	980.243	4.986	0,51%
<b>2009</b>	911.578	913.066	1.488	0,16%
<b>2010</b>	943.791	946.865	3.074	0,33%
<b>2011</b>	<b>916.769</b>	<b>929.187</b>	<b>12.418</b>	<b>1,35%</b>

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 329: durch Rückrechnungen bedingte prozentuale Veränderungen der nachrichtlichen Inventardaten gegenüber der vorjährigen Berichterstattung

	relative Veränderung	
	1990	2011
<b>Emissionen aus dem internationalen Verkehr</b>	0,00 %	0,00 %
Luftverkehr	0,00 %	0,00 %
Seeverkehr	0,00 %	0,00 %
<b>Multilaterale Einsätze</b>	NE	NE
<b>CO<sub>2</sub> Emissionen aus Biomasse</b>	0,00 %	-0,04 %

Quelle: eigene Berechnungen

### 10.2.1.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtemissionen (ohne CO<sub>2</sub> aus LULUCF) für 1990 werden um insgesamt etwa 0,17 % bzw. 2.069 Gg nach unten korrigiert (siehe Tabelle 330).

Die absolut größte Veränderung erfolgt dabei mit -1.297 Gg bzw. -0,13 % im Sektor *Energie*.

Die im Sektor *Industrieprozesse* erfolgten Neuberechnungen haben mit -50 Gg bzw. 0,004 % kaum Auswirkungen auf das Gesamtinventar.

Mit -727 Gg (-1,68 %) sowie -141 Gg (-0,16 %) entfallen weitere nennenswerte absolute Veränderungen auf die Bereiche *Abfall* und *Abwasser* sowie *Landwirtschaft*.

Die für den Bereich *Lösemittel und andere Produktverwendung* berichteten Emissionen bleiben unverändert.

Hinzu kommt eine aus eingangs beschriebenen Gründen erfolgte deutliche Anhebung der für den Sektor *LULUCF* berichteten CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen um knapp 146 Gg oder 55 %.

Weitere wesentliche, jedoch nicht in das Inventar einfließende Änderungen erfolgen für die CO<sub>2</sub>-Einbindungen und -Emissionen dieses Sektors. Hier führen neuerliche grundlegende methodische Überarbeitung zu einer Abnahme der für 1990 berichteten Einbindungen um rund 11.000 Gg oder fast 31 %.

Detailliertere Informationen sind, in Ergänzung zu nachfolgender Tabelle, in den CRF-Tabellen 8(a)s1 und 8(a)s2 verfügbar.

Tabelle 330: Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990

	Submission 2013	Submission 2014	Veränderung	Veränderung
	[Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]			relativ
<b>Nationale Gesamtemissionen (ohne CO<sub>2</sub> aus LULUCF)</b>	<b>1.250.529</b>	<b>1.248.460</b>	<b>-2.069</b>	<b>-0,17%</b>
1. Energie	1.020.323	1.019.026	-1.297	-0,13%
2. Industrieprozesse	94.271	94.221	-50	-0,05%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	4.477	4.477	0	0,00%
4. Landwirtschaft	87.963	87.821	-141	-0,16%
5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	-35.758	-24.518	11.240	31,43%
CO <sub>2</sub> (Netto-Emissionen/Einbindung)	-36.024	-24.930	11.094	30,80%
N <sub>2</sub> O + CH <sub>4</sub> (Emissionen)	266	412	146	55,03%
<b>6. Abfall und Abwasser</b>	<b>43.230</b>	<b>42.504</b>	<b>-727</b>	<b>-1,68%</b>

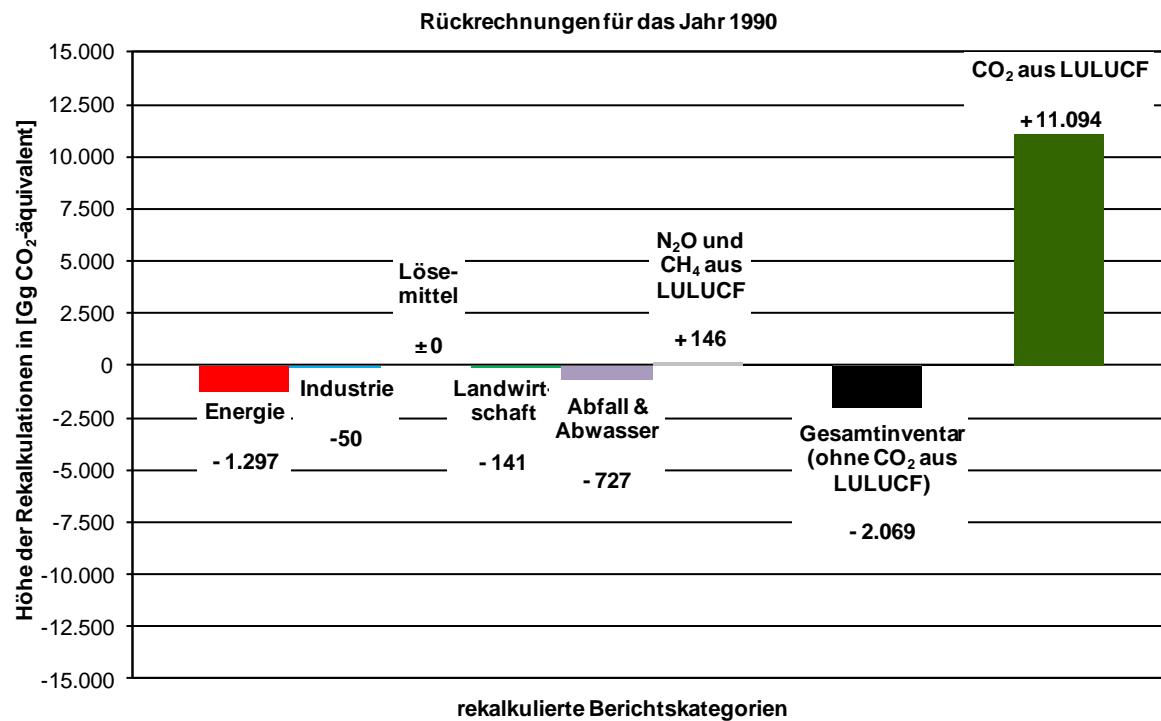


Abbildung 76: Rückrechnungen aller Treibhausgase 1990

### 10.2.1.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2011

Die für das Jahr 2011 berichteten Gesamtemissionen ohne CO<sub>2</sub> aus LULUCF erhöhen sich im Vergleich zur Submission 2013 um 12.418 Gg bzw. 1,35 % (siehe Tabelle 331).

Die maßgebliche Veränderung erfolgt dabei mit +12.253 Gg bzw. +1,16 % im Sektor *Energie* insbesondere als Folge der Überarbeitung der Energiebilanz 2011 zurückzuführen.

Die im Sektor *Industrieprozesse* erfolgten Neuberechnungen haben mit -44 Gg bzw. 0,006 % kaum Auswirkungen auf das Gesamtinventar.

Die für den Bereich *Lösemittel und andere Produktverwendung* berichteten Emissionen werden mit -23 Gg bzw. -1,30 % geringfügig nach unten angepasst.

Die für den Bereich *Landwirtschaft* berichteten Emissionen bleiben mit +3 Gg nahezu unverändert.

Eine weitere marginale Erhöhung erfolgte mit +11 Gg bzw. +0,08 % für den Sektor *Abfall und Abwasser*.

Die deutliche Erhöhung der für den Sektor *LULUCF* berichteten CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen um knapp 80 % bzw. 218 Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente wirkt sich ebenfalls nur geringfügig auf das Gesamtinventar aus.

Zusätzliche, jedoch nicht in das Inventar einfließende Änderungen erfolgten für die CO<sub>2</sub>-Einbindungen und -Emissionen dieses Sektors. Hier führt die oben erwähnte methodische Überarbeitung zu einer Veränderung um -14.000 Gg bzw. mehr als 150 %.

Ergänzende Informationen enthalten die CRF-Tabellen 8(a) und 8(b) und nachfolgende Zusammenstellung.

Tabelle 331: Rückrechnung der CRF-spezifischen Gesamtemission über alle Treibhausgase 2011

	Submission 2013	Submission 2014	Veränderung	Veränderung
	[Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]			relativ
<b>Nationale Gesamtemissionen (ohne CO<sub>2</sub> aus LULUCF)</b>	<b>916.769</b>	<b>929.187</b>	<b>12.418</b>	<b>1,35%</b>
<b>1. Energie</b>	760.572	772.825	12.253	1,61%
<b>2. Industrieprozesse</b>	69.388	69.344	-44	-0,06%
<b>3. Lösemittel und andere Produktverwendung</b>	1.794	1.771	-23	-1,30%
<b>4. Landwirtschaft</b>	70.360	70.363	3	0,00%
<b>5. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft</b>	9.335	-4.087	-13.421	143,78%
CO <sub>2</sub> (Netto-Emissionen/Einbindung)	9.060	-4.579	-13.639	150,54%
N <sub>2</sub> O + CH <sub>4</sub> (Emissionen)	274	493	218	79,56%
<b>6. Abfall</b>	<b>14.381</b>	<b>14.392</b>	<b>11</b>	<b>0,08%</b>

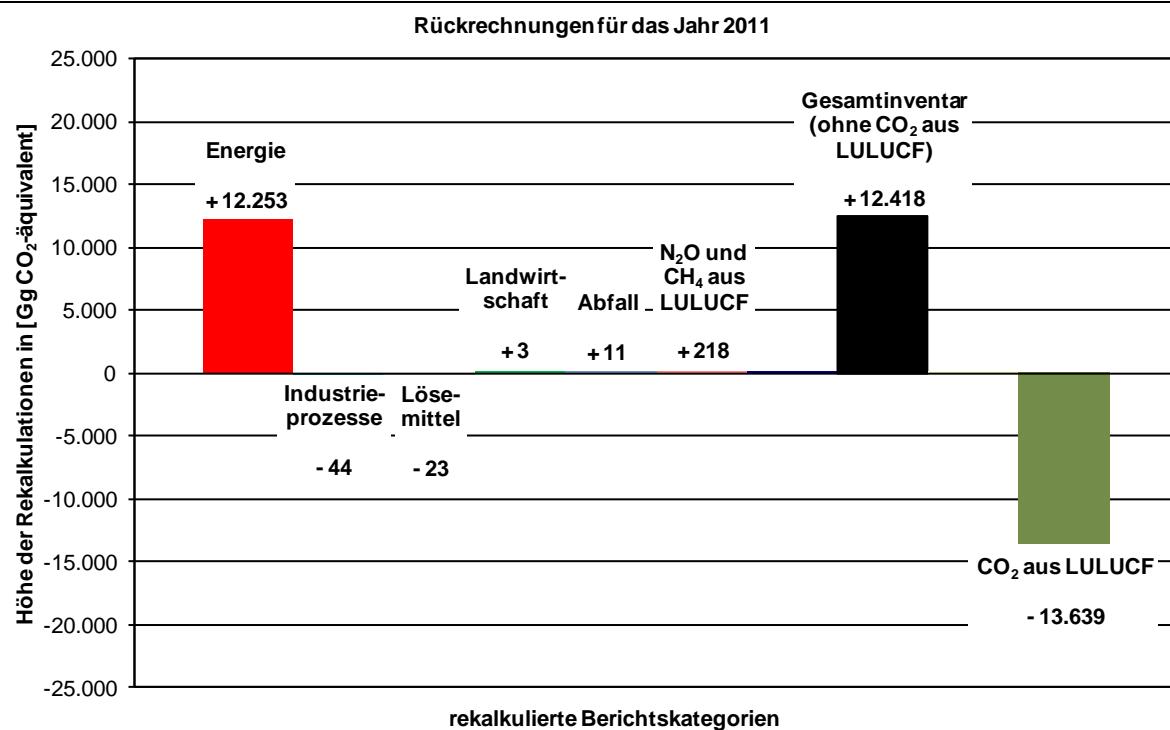


Abbildung 77: Rückrechnungen aller Treibhausgase 2011

## 10.2.2 KP-LULUCF-Inventar

### 10.2.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtsenke für 1990 verringert sich durch methodische Korrekturen und die Verwendung der Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur (BWI 2012) um insgesamt ca. 14 % (siehe Tabelle 332). Dies ist zu 94 % auf die Veränderung bei der Waldbewirtschaftung und zu 6 % auf erfolgte Aufforstung oder Entwaldung zurückzuführen.

Tabelle 332: Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 1990

	Submission 2013 [Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Submission 2014 [Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Veränderung absolut [Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Veränderung relativ [%]
Aufforstung (KP3.3)	1.173	873	-300	-25,57%
Entwaldung (KP3.3)	2.038	1.595	-443	-21,74%
Waldbewirtschaftung (KP3.4)	-77.758	-66.677	11.081	14,25%
gesamt	<b>-74.547</b>	<b>-64.209</b>	<b>10.338</b>	<b>13,87%</b>

### 10.2.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2011

Die Gesamtsenkenleistung steigt für das Jahr 2011 im Vergleich zur Submission 2013 um 51 %. Dies ist vor allem auf die Verwendung der Ergebnisse der BWI 2012 zurückzuführen.

Tabelle 333: Rückrechnung der KP-LULUCF-Gesamtemission über alle Treibhausgase 2010

	Submission 2013 [Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Submission 2014 [Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Veränderung absolut [Gg CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Veränderung relativ [%]
Aufforstung (KP3.3)	-5.700	-5.893	-193	-3,39%
Entwaldung (KP3.3)	112	2.346	2.234	1994,64%
Waldbewirtschaftung (KP3.4)	-27.697	-46.610	-18.913	-68,28%
gesamt	<b>-33.285</b>	<b>-50.157</b>	<b>-16.872</b>	<b>-50,69%</b>

## 10.3 Auswirkung auf die Emissionstrends und die Konsistenz der Zeitreihe

### 10.3.1 Treibhausgas-Inventar

Die Konsistenz der Zeitreihen hat sich auf Grund der Rückrechnungen verbessert.

Im Ergebnis stellt sich der Trend der nationalen Gesamtemissionen (ohne CO<sub>2</sub> aus LULUCF) gegenüber dem aktuellen Basisjahr in einer Reduktion von 23,8 % dar.

Nach dem zuletzt deutlichen Anstieg liegen die reinen CO<sub>2</sub>-Emissionen mit +1,4 % deutlich über den Werten des Vorjahrs. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen blieben dagegen nahezu unverändert während die Lachgas-Emissionen um 1,8 % absinken. Die HFC-, PFC- und SF<sub>6</sub>-Emissionen entwickeln sich dagegen traditionell uneinheitlich: Gegenüber 2011 werden 2,1 % mehr HFCs, dafür aber 12,5 % weniger PFCs sowie 0,3 % weniger SF<sub>6</sub> freigesetzt.

### 10.3.2 KP-LULUCF-Inventar

Die Konsistenz der Zeitreihen blieben durch die Rückrechnung gewahrt. Vor allem durch die Verwendung der Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur konnte eine wesentliche Verbesserung der Emissionsschätzung erfolgen. Insgesamt führte das für Aufforstungs-, Entwaldungs- und bewirtschaftete Flächen zu einer Anpassung der Emissionen (siehe Kapitel 10.2.2).

## 10.4 Verbesserungen des Inventars

### 10.4.1 Treibhausgas-Inventar

Die folgende Tabelle fasst die durchgeführten Verbesserungen der THG-Emissionsberichterstattung aufgrund der Hinweise und Anmerkungen des ERT aus den zurückliegenden Überprüfungen unter der Klimarahmenkonvention und unter dem Kyoto Protokoll zusammen. Die Tabelle nennt nur Aspekte, die nicht bereits während der Überprüfung gelöst wurden.

Tabelle 334: Zusammenstellung der im IP dokumentierten erledigten Review-Empfehlungen

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
0.	The ERT welcomes these improvements of the national system for the LULUCF sector and recommends that Germany continue the implementation of all components of the action plan for the preparation of future inventories. In response to the draft review report, Germany informed the ERT that the recommendation is addressed in its 2012 submission.	Implementation of action plan complete	2011	ARR	§ 15
0.	During the review, Germany informed the ERT that it is planning to include qualitative criteria in its next annual submission. The ERT welcomes this plan to improve the key category analysis in Germany and recommends that Germany document the criteria the key category analysis it uses in its next annual submission.	Key category analysis has been improved	2011	ARR	§ 18
0.	Germany has also conducted a key category assessment for activities under Article 3, paragraphs 3 and 4, of the Kyoto Protocol, following the IPCC good practice guidance for LULUCF. However, all KP-LULUCF activities (CO2) are identified as key categories according to CRF table NIR 3, while annex 1 to the NIR included only afforestation/reforestation and forest management (CO2) as key categories. The ERT recommends that Germany ensure consistency of its reported key category analysis results in its next annual submission.	Inconsistency has been resolved.	2011	ARR	§ 19
0.	The ERT noted some inconsistencies in the NIR explaining the tier applied. The tier 2 analysis is performed every three years (most recently for the 2010 submission). However, in some places in the NIR it is mentioned that tier 1 is applied for the 2011 submission, and elsewhere references are made to tier 2. The ERT recommends that Germany enhance the QC of the NIR before submission in order to avoid inconsistencies of information.	Inconsistencies have been resolved	2011	ARR	§ 21
0.	The rationale and impact of these recalculations is generally provided in the NIR and in CRF table 8(b). However, the ERT noted that in some cases further documentation of the recalculations is needed (see paras. 36, 55, 63, 67 and 79 below) and recommends that Germany improve the transparency of its recalculations at the category level in its next annual submission.	Documentation and transparency of recalculation has been improved	2011	ARR	§ 22
0.	There are two parts to the rationale for the recalculations outlined in the NIR. Firstly, the recalculations make use of updated, revised or corrected statistical data. Secondly, there has been a transition in the AD from the early release evaluation tables and the provisional 2009 energy balance to the revised 2009 energy balance. The impacts of these and other recalculations on the overall inventory are described in some detail in the NIR. The ERT encourages Germany to continue improving the transparency of the inventory in its next annual submission.	Detailed information included in the NIR. See chapter 10: Recalculations	2012	ARR	§ 33
0.	The ERT noted inconsistencies between the information included in the CRF tables and in the tables of the NIR, which specify the method and EFs used in all sectors except solvent and other product use. Germany explained that it has implemented a tier 1 QC procedure for checking the consistency of information between the text in the NIR and CRF table summary 3. The ERT recommends that Germany enhance the effective implementation of the tier 1 QC check for transcription errors.	Resolved with an additional NIR-CRF-check after completion of the NIR. With emission reporting 2015 new check routine will be added to the checklist of the NIR-Coordinator.	2013	ARR	§ 8, Table 3
0.	The ERT recommends that Germany improve transparency of the inventory by ensuring that the notation keys are used correctly and that the information is consistent between the NIR and the CRF tables for all sectors.	Resolved with an additional NIR-CRF-check after completion of the NIR. With emission reporting 2015 new check routine will be added to the checklist of the NIR-Coordinator.	2013	ARR	§ 8, Table 3
1.	ERT noted that Germany has not yet followed up on the recommendation from previous er to improve the timeliness of the national energy balance	Timeliness of the ENB has been improved to the possible maximum. Chapter 18.4.2.8	2008	ARR	§ 19
1.	ERT noted some instances where the implied emission factors (IEFs) for Germany show significant changes over time or large discrepancies compared with other countries and there are insufficient explanations in the NIR (see para. 51below). The ERT recommends that Germany increase the transparency and comparability of its inventory in its next annual submission by including brief descriptions of the main drivers behind the changes in AD including, among other things, information on the nuclear and renewable energy shares and trends. The ERT also recommends that the Party further improve the description of the underlying rationale for country-specific EFs applied, especially for key categories, in its next annual submission.	Chapter 3.2.6 provides a more detailed trend discussion. An information on nuclear share is not necessary for the trend explanation.	2011	ARR	§ 38

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
1.	The ERT reiterates the previous review report's encouragement that Germany continue to use the EU ETS data to verify country-specific EFs and/or emission estimates, and to analyse significant differences between the two data sources and report on this in its next annual submission.	ETS-Data are in use, to the extend possible. Research project has been finalised.	2011	ARR	§ 41
1.	Quantitative uncertainties for AD and EFs for several subcategories in manufacturing industries and construction (e.g. iron and steel) are not available in the NIR, but are available only as combined uncertainties reported as per cent of national total emissions. During the review, Germany provided the ERT with the underlying spreadsheets, including category uncertainties for AD and EFs. To increase the transparency of the inventory, the ERT recommends that Germany include this information in its next annual submission, preferably briefly in the category sections, but also as a whole in an annex to the NIR	Done	2011	ARR	§ 43
1.	The ERT strongly reiterates the recommendation in the previous review report that Germany improve, in its next annual submission, the transparency of its reporting by providing more detail on the methods and EFs used, so that reviewers can fully assess the underlying assumptions and rationale for choices of data, methods and other inventory parameters, together with disaggregated information at the primary fuel level in the energy sector (reference approach).	Chapter 3.2.6, 3.2.7, 3.2.8 more detailed description of EF used, chapter 20 explanation of differences between reference and sectoral approach at fuel level	2012	ARR	§ 24
1.	The ERT encourages Germany to include primary fuel-type detail in the time-series analysis and noted that EU ETS data on primary fuel-type may be of use in this context. The ERT reiterates the encouragement of previous ERTs that the Party make more use of EU ETS data to verify country-specific EFs and/or emission estimates, and analyse significant differences between the two data sources. The ERT noted that the NIR summary of planned improvements includes ongoing arrangements to compare AD with EU ETS data.	Chapter 18.7.4 comparison of ETS emission factors and NCVs with inventory data	2012	ARR	§ 35
1.	During the review, the ERT identified discrepancies between final energy use as reported in the sectoral and reference approaches, where significant differences exist between reported energy in the sectoral and reference approach for each primary fuel type (see paras. 38–41 below). The ERT reiterates the concerns of previous ERTs in relation to the timeliness of reporting and differences between the preliminary and subsequent national energy balances.	Timeliness of the ENB has been improved to the possible maximum. Chapter 18.4.2.8	2012	ARR	§ 36
1.	The aggregate level of CO2 emissions from fuel combustion estimated using the reference approach is only 0.6 per cent lower than the level estimated using the sectoral approach. However, at the primary fuel-type level the comparison reveals much larger differences, as shown in CRF table 1.A(c). These disparities in emissions exist for all years since 1990. For many inventory years the difference between the level of CO2 emissions from the reference and sectoral approaches for solid fuels has been approximately –7 per cent. For liquid fuels the difference has been consistently close to 10 per cent. According to the NIR, a significant proportion of oil is involved in non-energy-related use of fuels (about 20 per cent in 2007 was used as feedstock for production processes). However, in its comparison of the sectoral and reference approaches, the NIR does not include details of the differences at the primary fuel level. The ERT recommends that Germany include a detailed analysis of emission discrepancies at the primary solid, liquid and gaseous fuel levels in the next annual submission.	Detailed information and comparison of Sectoral and Reference Approach (including a sankey chart) given in the NIR. - NIR 2014, chapter 20, Annex 4	2012	ARR	§ 38
1.	With respect to energy consumption, the aggregate level of energy consumption estimated using the reference approach is 2.8 per cent lower than the level estimated using the sectoral approach. However, a comparison at the primary fuel-type level reveals other differences. The difference in energy consumption between the reference and sectoral approach for liquid fuel AD is –2.4 per cent, while the difference for solid fuel AD is 2.4 per cent. For liquid fuels, in particular, these disparities exist for all years since 1990. As discussed with the Party during the review week, the percentage discrepancies between the sectoral and reference approaches at the fuel-type level are of the same magnitude for emitted CO2 and AD (at least for liquid and solid fuels), but have the opposite signs (i.e. +/–2.4 per cent). Germany agreed that this issue needs to be investigated further and explained in greater detail in future annual submissions. The ERT recommends that the Party outline a more detailed elaboration of its reference approach, including the AD used, and provide a detailed comparison of the differences in the resulting emissions by each primary fuel in its next annual submission.	Detailed information and comparison of Sectoral and Reference Approach (including a sankey chart) given in the NIR. - see NIR 2014, chapter 20, Annex 4	2012	ARR	§ 39
1.	The NIR states that to determine whether an activity listed in the national energy balance as "non-energy use" is reported as the relevant feedstock quantities, the fossil-fuel- related carbon stored in relevant products is assessed. Even so, differences between the carbon quantities reported and the relevant emissions are explained as being due to different carbon content factors. While NIR table 312 allows comparison of discrepancy between the carbon quantities reported in line 43 and the relevant emissions, the ERT considers that the NIR section on CO2 emissions from non-energy-related use of fuels could be more transparent in relation to its explanation of the difference in the amount of the carbon stored in products compared with the carbon in non-energy-related fuel consumption. Therefore, the ERT reiterates the recommendation in previous review reports that Germany provide justification for the carbon storage fractions used in its next annual submission.	All fractions of carbon stored have been reset to IPCC defaults. - see NIR 2014, chapter 20, Annex 4	2012	ARR	§ 45

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
1.	As noted in recommendations in previous review reports, additional information for feedstocks and non-energy use of fuels in CRF table 1.A(d) is missing for all years. The ERT considers that inclusion of this information would increase the transparency of the reporting and facilitate understanding of the overall energy balance. The ERT reiterates the recommendation in previous review reports that Germany include this additional information in CRF table 1.A(d) in its next annual submission.	Additional information has been included in the respective table of CRF table 1.A(d).	2012	ARR	§ 46
1.	The ERT noted that Germany has used EU ETS data for the verification of some emission estimates. According to the NIR, a formalized procedure has been agreed for the relevant annual data exchange. The ERT reiterates the encouragements made in the previous review reports that Germany continue to use the EU ETS data to verify EFs and/or emission estimates and to analyse any significant differences between the two data sources and report on this in the NIR.	Chapter 18.7.4 comparison of ETS emission factors and NCVs with inventory data	2013	ARR	§ 23
1.	In 2011, total CO <sub>2</sub> emissions estimated using the reference approach were 0.8 per cent lower than those estimated using the sectoral approach. However, at the primary fuel level the comparison results in larger differences, as presented in CRF table 1.A(c), especially for liquid fuels (10.5 per cent) and solid fuels (-7.4 per cent). Similar differences in emissions exist for all years since 1990. There are no explanations for the differences at the fuel level provided in the NIR. Therefore, the ERT reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany include a detailed analysis of emission differences at the primary solid, liquid and gaseous fuel levels in the NIR.	chapter 20 explanation of differences between reference and sectoral approach at fuel level	2013	ARR	§ 27
1.	The ERT noted that Germany continues to use carbon storage fractions for natural gas (0.90) and liquefied petroleum gas (0.55) that differ significantly from the defaults contained in the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (hereinafter referred to as the Revised 1996 IPCC Guidelines) (0.33 and 0.80, respectively) and the NIR did not provide proper justifications for these differences. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany explained that the values have not yet been changed to IPCC defaults owing to a mistake and also explained that for the 2014 annual submission, the Party will revise the carbon storage fractions. The ERT welcomes the planned improvement and reiterates the recommendation made in the previous review report that the Party provide justifications for the carbon storage fractions and for any recalculations performed.	The named fractions of carbon stored have been reset to IPCC defaults. - see NIR 2014, chapter 20, Annex 4	2013	ARR	§ 30
1.	As noted in the previous review reports, additional information for feedstocks and non-energy use of fuels in CRF table 1.A(d) has not been reported for any of the years. The ERT considers that inclusion of this information would increase the transparency of the reporting and facilitate understanding of the overall energy balance. The ERT reiterates the recommendation made in previous review reports that Germany include this additional information in CRF table 1.A(d).	Additional information has been included in the respective table of CRF table 1.A(d).	2013	ARR	§ 31
1.A	The ERT identifies the following cross-cutting issues for improvement. The Party should: (c) Improve the timeliness of the national energy balances	Timeliness of the ENB has been improved to the possible maximum. Chapter 18.4.2.8	2006	IRR	§ 22
1.A	Nevertheless, further improvement is needed and the ERT reiterates the recommendation of previous review reports that Germany continue to improve the timeliness and quality of the national energy balance (NEB)	Done	2010	ARR	§ 9, 16b, 23, 46b
1.A	The institutional arrangements for compiling the NEB are complex, resulting in problems both in the timelines and the quality of the data. The ERT reiterates the recommendation of previous review reports that Germany ensure timely provision of the NEB in support of robust and accurate preparation and reporting of emissions from the energy and industrial processes sectors. The ERT encourages Germany to explore options for improving the institutional arrangements for the NEB or the use of alternative data sources in the inventory preparation to achieve this goal.	Timeliness of the NEB has been optimised to the extend possible.	2011	ARR	§ 29, 39
1.A	The ERT identified significant statistical differences reported in the NEB data. During the in-country review, the Party was not able to demonstrate or indicate to the ERT how it managed these statistical differences in the emission estimates. Hence the ERT concluded that this may cause significant over- or underestimation of emissions. The ERT also identified problematic data in the NEB. ... ERT recommends that Germany prepare a plan addressing the abovementioned issues and to report thereon in its next annual submission. The ERT also recommends that Germany assess whether improved institutional arrangements in compiling the NEB could reduce its current complexity.	Since 2010 several specific actions were undertaken to improve the quality of the natural gas balance. Discussions with the Working Group on Energy Balances and the gas industry as well as the change of some data sources led to a significant reduction of the statistical differences in the National Energy Balance. Now statistical differences are in the range of the uncertainties.	2010	ARR	§§ 23, 51, 53

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
1.A	The ERT understands, on the basis of the NIR and responses to questions raised during the review, that the differences between the national energy balance and international reporting to IEA are subject to ongoing discussions between UBA and AGEB, and that, in general, inconsistencies occur due to different state jurisdiction data sets. In response to questions raised by the ERT during the review, Germany informed the ERT of the agreement between AGEB and UBA to address these differences within the national action plan and report on this in the next NIR. The ERT recommends that the Party make comparisons with IEA data at the primary fuel-type level, and reiterates the recommendation in the previous review report that Germany explain the reasons for differences between its inventory data and the corresponding IEA data in the next annual submission.	Chapter 3.2.1.2.1 provides an explanation for the reasons.	2012	ARR	§ 41
1.A	The ERT has identified that the overall trend in the CH4 IEF increased significantly between 1990 (9.79 kg/TJ) and 2010 (148.50 kg/TJ), an increase of 1,416.2 per cent. The CH4 IEF in 2010 is among the highest of all Parties (ranging from 1.00 kg/TJ to 483.99 kg/TJ). The NIR (p. 130) mentions that "more and more" solid biomass (scrap wood and processed settlement waste) is being used for energy generation. The ERT recognizes that significant changes in fuel activity can have a significant impact on IEFs because EFs change with scale. The ERT reiterates the recommendation in the previous review report that the Party provide descriptions of the main drivers behind the changes in AD, as well as the underlying rationale for the country-specific EFs applied for each biomass fuel. Information on the increased use of biomass would contribute to understanding the changes in the AD and related combustion technologies, and would assist with explaining the overall trends in IEFs.	Chapter 3.2.6.2 provides an additional trend explanation for N2O and CH4 and a more comprehensive list of emission factors	2012	ARR	§ 48
1.A	As in the previous review report, this ERT noted the overall increasing trend in the N2O IEF for manufacture of solid fuels and other energy industries. The N2O IEF increased from 0.90 kg/TJ in 1990 to 13.61 kg/TJ in 2010, a 1,411.7 per cent increase. In particular, the ERT noted a large inter-annual change between 2007 (2.26 kg/TJ) and 2008 (8.00 kg/TJ), a 254.1 per cent increase. In response to a request from the ERT during the review for the Party to provide information to explain the increasing trend, Germany explained that the use of sewage gas ended in 2007 and there has since been an increased co-firing of waste at a fluidized bed combustion plant, which causes high N2O emissions. The ERT recommends that Germany provide a brief explanation of these changes in its next annual submission.	Chapter 3.2.6.2 provides an additional trend explanation for N2O and CH4 and a more comprehensive list of emission factors	2012	ARR	§ 49
1.A	The ERT noted that in 2011, the total apparent consumption reported in the CRF tables is 3 per cent lower than that reported to IEA. The ERT reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany compare the inventory data with the corresponding IEA data at the primary fuel type level and explain the differences in the NIR.	Chapter 3.2.1.2.1 provides an explanation for the reasons.	2013	ARR	§ 28
1.A	The ERT also noted differences between the inventory data and the corresponding IEA data ... The ERT considers that the differences cause no underestimation of emissions, but reiterates the recommendation of the previous review report that Germany explain the reasons for these differences between its inventory data and the corresponding IEA data in its next annual submission.	Reasons for the reasons for these differences have been better explained	2011	ARR	§ 45
1.A	The ERT commends Germany for its efforts to improve its reporting on feedstocks and non-energy use of fuels (e.g. the use of table 283 in the NIR for verification purposes) and reiterates the recommendation of the previous review report that the Party provide justifications of the methodology used and on any recalculations performed in its next annual submission.	Description has been improved	2011	ARR	§ 47
1.A	Additional information for feedstocks and non-energy use of fuels in CRF table 1.A(d) is missing for all years. In order to increase the transparency of the reporting and to facilitate future reviews, the ERT encourages Germany to include the additional information in CRF table 1.A(d) in its next annual submission.	More detailed information on feedstocks is given in CRF-table 1.A.(d)	2011	ARR	§ 48
1.A.1	The ERT noted that there is not enough information in the NIR describing the new method and the NIR lacks information on what QA/QC activities are in place to ensure that no emissions or double counting of emissions occurs. In response to questions raised by the ERT during the review, Germany explained that to avoid double counting or underestimation of emissions the Party compiles a carbon balance and compares and analyses the EU ETS data with the inventory data in the frame of an ongoing project. The ERT recommends that Germany, in its next annual submission, improve the methodological information	Description has been improved See <u>also</u> chap. 4.4.1	2011	ARR	§ 49
1.A.1	The ERT recommends that Germany increase the transparency and comparability of its inventory in its next annual submission by including brief descriptions of the main drivers behind the changes in AD as well as the underlying rationale for the country-specific EFs applied and improve the time-series consistency by investigating whether additional data are available to make a revision of the time series, or if not, the ERT recommends that the Party use the splicing techniques provided in the IPCC good practice guidance.	Description has been improved	2011	ARR	§ 50

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
1.A.1	<p>Germany included information on the EFs for several fuels included under other fuels and the relevant combustion technologies. However, such information was not provided for the CH4 and N2O EFs for other fuels for public electricity and heat production and thus the ERT has not been able to review them properly.</p> <p>During the review, Germany provided the ERT with some underlying figures for the 2009 EFs. The ERT recommends that, in its next annual submission, Germany include the EFs in the NIR together with the relevant documentation</p>	Description has been improved	2011	ARR	§ 52
1.A.1.a	<p>Recalculations are listed in the NIR by category but are in some cases not transparently explained and quantified. For example, in the NIR (page 159) it is stated that a recalculation for public electricity and heat production was required "for the period as of 2004 as a result of revision of the applicable waste model". The ERT further noted that this issue was not mentioned in CRF table 8(b). In response to a question raised by the ERT during the review, Germany explained that previously a comparison between the energy and the waste statistics was possible only at an aggregated level. For the 2013 annual submission, very detailed waste incineration data according to the classification of the European Waste Catalogue became available. Additional data on the amount of waste combusted in co-incineration plants (hard coal and lignite fired power plants) were also available from the coal association and the European Union emissions trading scheme (EU ETS). The ERT commends the Party for the improvements but recommends that the Party include sufficient explanatory information justifying recalculations in the NIR to improve transparency.</p>	Issue has been resolved	2013	ARR	§ 21
1.A.1.b	<p>The solid fuel category for petroleum refining comprises coal as well as derived fuels such as coke oven gas, each of which have very different carbon contents. The ERT has identified that the overall trend in the CO2 implied emission factor (IEF) has decreased between 1990 and 2010. The 2010 IEF for this category (40.00 t/TJ) is 57.0 per cent lower than the 1990 value (93.09 t/TJ) and is the lowest reported by Parties (range of 40.00–261.00 t/TJ). The CO2 IEF has been constant at 40.00 t/TJ since 1997. Following questions raised by previous ERTs, Germany has provided an explanation that this trend can be explained by the use of coke oven gas. The ERT recommends that Germany provide a brief explanation of this issue in its next annual submission.</p>	Chapter 3.2.7.1 improved trend description	2012	ARR	§ 47
1.A.1.b	<p>The ERT noted that the overall trend of the CO2 implied emission factor (IEF) in the solid fuel category for petroleum refining has decreased between 1990 (93.09 t/TJ) and 2011 (40.00 t/TJ) by 57.0 per cent. The CO2 IEF has been constant since 1997. In 2011, the CO2 IEF was the lowest among the reporting Parties (40.00–262.48 t/TJ) and below the range of the IPCC default values (94.60–106.70 t/TJ). In response to a question raised by the ERT during the previous stages of the review, Germany stated that this decrease can be explained by the use of coke oven gas in 2011 instead of lignite, which was used in 1990. The ERT reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany provide a brief explanation of this issue to improve transparency.</p>	Chapter 3.2.7.1 improved trend description	2013	ARR	§ 32
1.A.2	<p>The NEB does not provide AD at the same level of disaggregation as the CRF tables and hence the Party is not able to report estimates of emissions at the disaggregated level of the CRF for all categories. ... The ERT found that this decreases the transparency and comparability of the annual submission. The ERT recommends that, with a view to improving transparency and comparability, Germany assess whether available statistical data could be used to prepare emissions data at the same level of disaggregation as required for reporting in the energy CRF tables, which is in line with the UNFCCC reporting guidelines.</p>	The possibility of preparing emissions data for manufacturing industries and construction at the level of disaggregation in the CRF tables has been assessed. For an explanation of the reasons see Chapter 3.2.9.11.1	2010	ARR	§ 41b, 55
1.A.2	<p>In addition, Germany continues to report AD and emissions under manufacturing industries and construction in an aggregated manner and approximately 80 per cent of the total CO2 emissions from manufacturing industries and construction in 2009 are reported under the subcategory other (manufacturing industries and construction). During the review, Germany informed the ERT that there is an ongoing discussion on the matter of trying to enable disaggregated reporting (e.g. by the use of EU ETS data). Germany further stated that ensuring time-series consistency for such disaggregated reporting is difficult. The ERT commends Germany for its effort to try to resolve the problem and reiterates the recommendation in the previous review report that Germany continue to assess the possibility to prepare emissions data at the same level of disaggregation as required for reporting in the energy CRF tables, and report on progress in its next annual submission.</p>	The possibility of preparing emissions data for manufacturing industries and construction at the level of disaggregation in the CRF tables has been assessed. For an explanation of the reasons see Chapter 3.2.9.11.1	2011	ARR	§ 42
1.A.2	<p>The ERT noted that Germany continues to report emissions under manufacturing industries and construction in an aggregated manner: 69.7 per cent of the total emissions from manufacturing industries and construction in 2011 are reported in the subcategory other. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany explained that QA/QC is easier at an aggregated level and a further disaggregation would increase the complexity of the inventory but not improve the quality. However, the Party mentioned that it is continuing to work on that issue. The ERT reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany continue to assess the possibility of preparing emissions data at the level of disaggregation in the CRF tables, and report on progress in its next annual submission.</p>	The possibility of preparing emissions data for manufacturing industries and construction at the level of disaggregation in the CRF tables has been assessed. See Chapter 3.2.9.11.1	2013	ARR	§ 24

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
1.A.3.b	The N2O IEF for diesel oil in road transportation has an increasing trend (0.54 to 2.79 kg/TJ between 1990 and 2011), and there are several large inter-annual changes in the time series, such as a 22.0 per cent increase from 2007 (1.64 kg/TJ) to 2008 (2.00 kg/TJ); a 14.2 per cent increase from 2008 to 2009 (2.28 kg/TJ); a 12.0 per cent increase from 2009 to 2010 (2.56 kg/TJ) and a 9.3 per cent increase from 2010 to 2011 (2.79 kg/TJ). In response to a question raised by the ERT during the review, Germany explained that the development of the N2O IEF strongly reflects the increasing share of diesel vehicles and the ongoing implementation of mitigation technologies (European emission standards) for these vehicles, especially in order to reduce nitrogen oxides emissions, resulting in higher N2O emissions. The ERT recommends that Germany provide a brief explanation of this issue in its NIR to increase transparency.	A brief explanation for the development of the N2O IEF for diesel oil in road transportation provided in NIR. - see NIR 2014, chapter 3.2.10.2 Transport – Road transport (1.A.3.b)	2013	ARR	§ 37
1.B.2.b	The ERT found a significant amount of flaring/losses of natural gas in the NEB that were not transparently accounted for in the 2010 annual submission. ... The ERT recommends that Germany provide this information in its next annual submission. The ERT also recommends that the Party further assess the nature of the flaring/losses reported in the NEB, especially in relation to the significant statistical differences reported, and to report thereon in its next annual submission.	After the revision of the NEB in 2013, data of flares (line 41) is consistent with activity data used in source category 1.B.2.b	2010	ARR	§ 52, 75b
2.	The ERT noted that for some recalculations (e.g. SF6 from other (industrial processes), CO2 from other (chemical industry)), CRF table 8(b) does not provide explanatory information. The ERT recommends that the Party improve the transparency of its reporting by providing information on all undertaken recalculation in CRF table 8(b) in its next annual submission.	Transparency has been improved	2011	ARR	§§ 55, 67
2.B.1	It is not clearly described in the NIR in which category or categories emissions from ammonia production are reported. In response to questions raised by the ERT during the review, Germany clarified that the reported emissions in the industrial processes sector include emissions from raw materials (natural gas and heavy fuel oil) and recovered CO2 that is used in, for example, the production of urea. The ERT recommends that the Party clearly explain this in its next annual submission.	In NIR chapter 4.3.1.2 Methods (2.B.1) Germany clearly explains that the process emissions and the revered amounts of CO2 are reported in this category.	2012	ARR	§ 62
2.B.1	The amount of recovered CO2 is reported as not occurring ("NO") in the CRF tables and the ERT recommends that the Party change the notation key used to "IE".	See CRF table 2014 2(l).A-Gs1 Germany changed the notation key from NO to IE and added an explanation that the recovered amounts according the guidelines 19906 are reported at the emissions in CRF 2.B.1	2012	ARR	§ 62
2.B.1	During the review, the ERT asked Germany to explain how the carbon content of natural gas and heavy fuel oil is determined. In response to questions raised by the ERT during the review, the Party submitted data on produced ammonia, emissions of CO2 and the amount of recovered CO2. Given this information, the ERT concluded that the IEF seems to be reasonable. The ERT recommends that the Party include in the NIR of its next annual submission information on how the carbon content of heavy fuel oil is determined.	In NIR chapter 4.3.1.2 Methods (2.B.1) Germany delivers the explanation for each plant how the carbon content factor is developed.	2012	ARR	§ 64
2.B.1	Germany estimated the emissions based on the carbon content of the raw materials (natural gas and heavy fuel oil). In line with the Revised 1996 IPCC Guidelines, the Party included in the emissions the recovered CO2 that is used in, for example, the production of urea. The amount of recovered CO2 is reported as "NO" (not occurring) in the CRF tables. The ERT reiterates the recommendation made in the previous review report that the Party change the notation key to "IE". The ERT also reiterates the recommendation made in the previous review report that the Party include in the NIR information on how the carbon content of heavy fuel oil used in ammonia production is determined, to improve transparency.	See CRF table 2014 2(l).A-Gs1 Germany changed the notation key from NO to IE and added an explanation that the recovered amounts according the guidelines 19906 are reported at the emissions in CRF 2.B.1 and in NIR chapter 4.3.1.2 Methods (2.B.1) Germany delivers the explanation for each plant how the carbon content factor is developed.	2013	ARR	§ 45

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
2.B.3	The emissions from adipic acid production included in the inventory for 1990 until the mid-1990s are based on IPCC default EFs and the amount of adipic acid produced from the producers. Thereafter, the emission estimates reported are based upon emission data reported by the plants. Production data and IEFs are reported as confidential. In response to a request from the ERT during the review for Germany to provide additional information on the methods and frequency of measurement at these plants, Germany provided the confidential production data and the time series for the calculated IEFs based on reported total emissions and production for the category. The three facilities producing adipic acid have installed abatement technologies. The frequency that each facility uses to estimate the reported N2O emissions (e.g. continuous measurement, periodically or monthly) is not described in the NIR. The ERT recommends that Germany improve the description of methodological issues for the calculation of the reported N2O emissions (e.g. precisely for what years the IPCC default EF is used, and the methods used to calculate N2O emissions at each plant) in its next annual submission.	In NIR chapter 4.3.3.2 methods (2.B.3) Germany added the information that the emissions are measured continuously in all plants and that the default EF is used for one plant until 1993 and the other plant until 1997.	2012	ARR	§ 65
2.B.3	The emissions from adipic acid production included in the inventory for 1990 until the mid-1990s are based on IPCC default EFs and the amount of adipic acid produced, obtained from the producers. Thereafter, the emission estimates reported are based upon emission data reported by the plants. Production data and IEFs are reported as confidential. In response to a question raised by the ERT during the previous review, Germany provided the confidential production data and the time series for the calculated IEFs based on reported total emissions and production for the category. The three facilities producing adipic acid have installed abatement technologies. The ERT reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany improve the description of the methodological issues for the calculation of the N2O emissions (e.g. precisely for which years the IPCC default EF is used, and the methods used to calculate N2O emissions at each plant) in its NIR, to improve transparency.	In NIR chapter 4.3.3.2 methods (2.B.3) Germany added the information that the emissions are measured continuously in all plants and that the default EF is used for one plant until 1993 and the other plant until 1997.	2013	ARR	§ 46
2.B.5.(f)	In 2010, CO2 emissions from other (chemical industry) contributed 12.2 per cent of the total GHG emissions from the industrial processes sector. The main contributors to CO2 emissions were: burn-off of coke as a catalyst at oil refineries; production of carbon black and methanol; and transformation processes. The methodology used to estimate emissions from coke burn-off in catalyst regeneration is not well described in the NIR. The ERT recommends that Germany include a more detailed description of methodological issues in its next annual submission, including explanations of whether the emissions are the result of fuel use for the production of energy.	In NIR chapter 4.3.5.2 Methods 2.B.5 Germany added informations about the method how the emissions from catalytic reduction were estimated.	2012	ARR	§ 66
2.B.5.(f)	In 2011, CO2 emissions from other (chemical industry) contributed 13.3 per cent of the total GHG emissions from the industrial processes sector. The main contributors to CO2 emissions were: burn-off of coke as a catalyst at oil refineries; production of carbon black and methanol; and transformation processes. The methodology used to estimate emissions from coke burn-off in catalyst regeneration is not clearly described in the NIR. The ERT reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany include a more detailed description of methodological issues in the NIR, including explanations of whether the emissions are the result of fuel use for the production of energy, to improve transparency.	In NIR chapter 4.3.5.2 Methods 2.B.5 Germany added informations about the method how the emissions from catalytic reduction were estimated.	2013	ARR	§ 47
2.E	Germany reported in the NIR that up to mid-2010 there were two HCFC-22 production plants. Since production was terminated in 2010, the emissions did not occur in 2011. The ERT noted that in the CRF tables, Germany reported AD as "NE" (not estimated) and emissions as "C" (confidential). In response to a question raised by the ERT during the review, the Party explained that the correct notation key is "NO". The ERT recommends that the Party correct the use of notation keys.	In the CRF tables for 2011 and 2012 the notation key was changed from NE for AD and C for emissions to NO for both.	2013	ARR	§ 48
2.F	The ERT reiterates the recommendation in the previous review report that Germany provide some details from the trilateral review of the F-gas inventories, including a summary of the rationale for the conclusions, in its next annual submission.	At the end of NIR chapter 4.7.10 about quality tasks Germany provides a detailed description about what was the aim of the trilateral review and what was the result for Germany.	2012	ARR	§ 71
2.F	During the review week, the ERT questioned the Party regarding the ratio of potential to actual emissions. The Party responded that the ratio reported in the 2012 NIR is wrong and will be corrected in the next annual submission. The ERT recommends that Germany correct the ratio in its next annual submission.	Ratio of potential to actual emissions was corrected.	2012	ARR	§ 72

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
2.F.1	In the 2013 annual submission, Germany recalculated the emissions from this category due to the introduction of a new model and data for calculating HFC emissions from commercial refrigeration, industrial refrigeration, stationary air-conditioning systems and mobile air-conditioning systems. The ERT noted that the specific refrigerant quantity (coefficient) for commercial refrigeration was changed from the unit of kg refrigerant per installed kW to the unit of kg refrigerant per m <sup>2</sup> of sales floor area (for medium-sized supermarkets) and to the unit of kg refrigerant per store (for discount stores). During the review the ERT asked the Party to explain the rationale for this change in specific refrigerant quantity and provide technical information on how these new coefficients were determined. In response to the question, the Party explained that the approach of estimating the refrigerant quantity in supermarkets based on sales floor area is more realistic because it accounts for the growing refrigeration area and explained that this approach is also applied by some other EU countries and in the EU fluorinated gas model AnaFgas. The Party further explained that in the case of discount stores, the coefficient is expressed in units of kg per discount store, instead of per sales floor area. This is because the discount stores are homogeneously the same size (~ 800 m <sup>2</sup> ), resulting in the coefficient of 80 kg refrigerant per store. The ERT concluded that the approach taken by the Party is in line with good practice and improves the accuracy of the inventory. The ERT commends the Party for its detailed explanation and recommends that the Party include this information in the NIR to improve the transparency.	In NIR chapter 4.7.1.2.2 the new model for the emissions calculation from commercial refrigeration is detailed described.	2013	ARR	§ 49
3.	The ERT commends Germany for reporting indirect CO <sub>2</sub> emissions for this category. The ERT noted that the Party has changed the EF for converting NMVOCs to CO <sub>2</sub> from 75 per cent carbon in NMVOCs to 60 per cent carbon, without justifying that the recalculation reflects its national conditions. Even though this is a minor issue, the ERT considers that it is not good practice to change from one EF to a new and lower one without justifying the change. The ERT therefore encourages the Party to justify in its next NIR that the new EF better reflects the NMVOC species in Germany.	In NIR chapter 5.2.2 it is explained that Germany wants to use the same method as the EU for the conversion of NMVOC emissions to CO <sub>2</sub> emissions and because of this Germany uses the default factor of the IPCC GL 2006.	2012	ARR	§ 75
3.D.4	The ERT noted that AD and/or GHG emissions are reported as included elsewhere ("IE") for some activities, such as limestone and dolomite use, pig iron and N <sub>2</sub> O from aerosol cans. Generally, the Party has explained under which categories the emissions are reported, but the ERT encourages the Party to decrease the number of instances where the notation key "IE" is used in the next annual submission.	Information is adequate.	2012	ARR	§ 54
4.	The ERT considered that the information provided on the parameters, EFs and assumptions for subcategories was not sufficiently detailed. In response to the questions raised by the ERT during the review on providing disaggregated parameters, EFs and calculation models, as well as the process of data aggregation and related background documents, Germany provided a report, "Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2011. Report on methods and data (RMD) Submission 2013". The report described in detail the inventory calculation for the agriculture sector, including the model descriptions and rationale for the selection of parameters for each subcategory. The ERT noted that in 2012, Germany included as part of its annual submission a separate report and Excel files describing the inventory calculations for the agriculture sector. The ERT recommends that the Party follow a similar approach in the next annual submission, or provide the parameters and EFs by subcategory, as well as information on the process to aggregate data, in its NIR to improve transparency.	The additional report and the Excel tables should always be part of the annual reporting and the NIR.	2013	ARR	§ 52
4.	The NIR stated that the Federal Statistical Office carries out surveys on cattle and swine twice a year (3 May and 3 November) and that the May data were used in the inventory. The data for sheep were collected in May up to 2010, but as of 2011, November reference data have been applied. However, there is no explanation or justification in the NIR regarding the change from May to November data. In response to a question raised by the ERT during the review, the Party explained that November reference data were used to be consistent with the EU statistics on German animal populations (Eurostat). Based on EU regulation 1165/2008, Article 4, the reference date was fixed to 3 November and, therefore, the November data correspond to the officially accepted annual animal number statistics. The ERT recommends that the Party ensure time-series consistency and report on this in a transparent manner in the NIR.	More explanation is given in chapter 6.1.3.2.1 paragraph 2, p. 419.	2013	ARR	§ 53
4.A.(b)	Germany recalculated the gross energy intake values because of updated animal performance data, allocation of cows for fattening and slaughter to the suckler cows category instead of the heifers category, and due to a new national calculation method applied in the dairy cow model. The ERT noted that the table on gross energy intake was not updated in the NIR. In response to a request by the ERT during the review to provide detailed information on the parameters used in the calculations, Germany provided an updated table on gross energy intake. The ERT welcomes the improvements in the estimation of the emissions from enteric fermentation and recommends that the Party include the updated table on gross energy intake in the NIR.	Table 164 includes the updated gross energy intake.	2013	ARR	§ 54
4.B	In response to the recommendation in the previous review report to update stable type distribution of manure management systems, Germany has evaluated animal housing systems under the 2010 Agricultural Census and developed a time series for the proportions for the main categories of animal housing systems. The ERT welcomes the improvements made by the Party. However, the ERT reiterates the recommendation in the previous review report that the Party provide detailed information on the amount of treated manure used as biogas and encourages Germany to present this information in its next annual submission.	More information is given under chapter 6.1.3.6.5.	2012	ARR	§ 82

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
4.B.	The N excretion rate for dairy cattle (131.5 kg N/head/year) for 2009 is the highest reported by Parties (range 68–131.5 kg N/head/year) and above the IPCC default range (60–100 kg N/head/year). During an internal review, Germany found that the N excretion rates used for dairy cattle are too high due to an overestimation of the N content in the feed. The ERT recommends that Germany correct this in its next annual submission.	Issue has been resolved	2011	ARR	§75
4.B.	The ERT recommends that Germany, in its next annual submission, apply well-documented country-specific EFs based on the results from the national studies or recalculate the emissions by using the EFs from the Revised 1996 IPCC Guidelines (table 4-22) following the methodology outlined in the IPCC good practice guidance until it is able to apply the country-specific EFs.	Issue has been resolved	2011	ARR	§76
4.B.(b)	Germany uses a N2O EF of 0.005 kg N2O–N/kg N to estimate the N2O emissions from solid manure systems, which is lower than that presented in the Revised 1996 IPCC Guidelines (0.02 kg N2O–N/kg N) and is the lowest among the reporting Parties (range 0.015–0.02 kg N2O–N/kg N). In response to a request from the ERT during the review for the Party to provide the rationale for the selected value, Germany explained that the value of the N2O EF was determined based on measurements made at the plant level and at special test arrays in Germany and central Europe, and provided the reference to two studies in the inventory report. <sup>10</sup> The ERT reiterates the recommendation in the previous review report that Germany, in its next annual submission, provide well-documented information on the housing systems of cattle and swine and herd size, and detailed descriptions of manure systems (e.g. to specify how often cattle and swine faeces and urine are removed from the floors of pig and cattle housing) to justify the EF used or recalculate the emissions by using the N2O EF from the Revised 1996 IPCC Guidelines.	The method is described in detail in reference "VANDRÉ et al. (2013): Vandré R, Wulf S, Häußermann U, Horlacher D: N2O emissions from solid manure storage – Calculation of a national emission factor. Landtechnik 68(1), 38 – 42."	2012	ARR	§ 85
4.B.(b)	In response to the recommendation made in the previous review report to provide detailed information on the amount of treated manure used for biogas production, Germany included anaerobic digestion of cattle and swine manure in the calculation model GAS-EM. In the NIR, a table of the percentage of slurry digested in biogas plants is provided. The ERT welcomes this improvement in transparency. However, there was no information in the NIR on how the data on the amount of slurry digested in biogas plants were collected. The ERT also noted that the estimated leakage rate of the digesters (1 per cent) is low. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany provided a background document regarding data used to estimate emissions from biogas plants (KTBL, 2012a), explained the data sources used to estimate the percentage of slurry digested in biogas plants, and clarified that the choice of a 1 per cent leakage rate is based on measurement results described in literature. The ERT recommends that Germany provide in the NIR a description of the data from which the percentage of slurry manure digested in biogas plants is derived, as well as a description of how the leakage rate is determined.	More information is given under chapter 6.1.3.6.5, p. 438.	2013	ARR	§ 55
4.B.(b)	In the previous review report, it was recommended that the Party either provide well-documented information on the herd size and housing systems of cattle and swine and detailed descriptions of manure management systems to justify the low EF value (0.005 kg N2O–N/kg N) for solid manure; or recalculate the emissions by using the default N2O EF from the Revised 1996 IPCC Guidelines. In response to that recommendation, a new national EF of 0.013 kg N2O–N/kg nitrogen (N) for solid manure was applied in the 2013 annual submission. The NIR provided information in an annex on the distribution of housing systems, storage systems and application techniques, as well as on the N excretion rates, which were updated for all animal types in the 2013 annual submission based on improved animal performance. However, the ERT considered that the information in the NIR was not sufficiently transparent to justify the updated EF. In response to a question raised by the ERT during the review, the Party provided a background report, "N2O emissions from solid manure storage. Calculation of a national emission factor", to justify the new EF. In order to improve transparency, the ERT recommends that Germany summarize in the NIR the information provided in the above-mentioned report.	The method is described in detail in reference "VANDRÉ et al. (2013): Vandré R, Wulf S, Häußermann U, Horlacher D: N2O emissions from solid manure storage – Calculation of a national emission factor. Landtechnik 68(1), 38 – 42."	2013	ARR	§ 56
4.D	The ERT noted that Germany has used the amount of mineral fertilizer sold instead of the applied amount as AD to estimate N2O emissions from N fertilization. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany explained that no data are available on the application of mineral fertilizer in Germany. However, data are available on the amount of fertilizer sold (annually on federal-state level from July of year n to June of year n+1). For the emission calculations it is assumed that the total amount of fertilizer sold in that period is applied in the year n+1 as there is no information on storage of mineral fertilizers. This assumption is in line with German farming practice, where most of the mineral fertilizer is applied in spring and early summer. The ERT considers that the approach of Germany is in line with good practice. The ERT recommends that Germany improve transparency by including the explanation on fertilizer data used in the NIR.	More information is given under chapter 6.1.4.1.1, paragraph 2, p. 441.,	2013	ARR	§ 57
5.	Most of the recalculations are well justified. However, the information was considered insufficient in the case of grassland. The ERT recommends that Germany transparently document the reasons for and impact of any recalculations in all categories in its next annual submission.	Transparency has been improved	2011	ARR	§79

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
5.	some categories are reported as "not estimated" ("NE"), such as emissions of N2O from drainage of mineral soils and flooded wetlands. In response to questions raised by the ERT during the review, Germany explained that it is not good practice to drain forest soils and this is not practised in the country. The ERT recommends that Germany consider the use of the notation key "not occurring" ("NO") for mineral soils and provide relevant background information in its next annual submission.	Issue has been resolved	2011	ARR	§ 80
5.	The ERT strongly reiterates the recommendation in the previous review report that Germany improve, in its next annual submission, the transparency of its reporting by providing more detail on the methods and EFs used, so that reviewers can fully assess the underlying assumptions and rationale for choices of data, methods and other inventory parameters, together with disaggregated information at the primary fuel level in the energy sector (reference approach).	In the LULUCF chapters more information is given about the applied methods and EF. The chapters will be adjusted annually.	2012	ARR	§ 24
5.	Although the NIR provides some information on recalculations, the ERT considers that it lacks transparency on some key elements. In particular, there is lack of transparent information on the reallocation of areas among different land-use categories and the change in IEFs following the adoption of the new land-use change matrix based on a 20-year transition period. The ERT recommends that Germany provide detailed and transparent information on how areas under different land-use categories have been reallocated as a result of the change in transition period, and the impact on the IEFs for different land -use categories, in its next annual submission.	In the chapter 7.1.2 more description is given.	2012	ARR	§ 89
5.	Germany has reported many carbon pools (e.g. dead organic matter for land converted to settlements and land converted to wetlands) as "NO". The ERT noted that, although it is not mandatory to report these because the IPCC good practice guidance for LULUCF does not provide methods for them, they should instead be reported as "NE", as it is unlikely that there will not be any loss of dead organic matter in these conversions. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany clarified that this has been done because dead organic matter only occurs on forest land and not in the other land- use categories. The Party also explained that the biomass estimates for woody grassland and wood in wetlands and settlements include the whole plant, including leaves and roots, so that an extra dead organic matter pool could lead to double counting. However, the ERT noted that the estimation methodology provided in the IPCC good practice guidance for LULUCF involves estimating the changes in different carbon pools as a result of land-use management and conversion and not the absolute level of carbon stocks. The ERT further noted that, in the case of woody grasslands and wood in wetlands and settlements, if the dead organic matter pool is included in the living biomass pool, the changes in those pools could alternatively be reported as "IE" instead of "NO". The ERT therefore recommends that the Party examine all cases where changes in pools for different land uses have been reported as "NO" and report them using other appropriate notation keys as necessary in the next annual submission.	The notations keys were updated in the respective CRF tables 5.B - 5.F. The information is given in the NIR chapters ( e.g. chapter 7.3.4.2).	2012	ARR	§ 90
5.	For agricultural lime application in the category cropland, Germany has assumed that the uncertainties of liming EFs are zero, as these are determined stoichiometrically. However, the ERT has determined that this is not true because there are other sources (e.g. impurities) that could potentially cause uncertainty in the EFs. Similarly, AD for liming application to agricultural soils has been assumed to have zero uncertainty as it is based on an exhaustive statistical survey mandated by law. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany provided additional information from the Federal Statistical Office clarifying that impurities are allowed within the boundaries defined by the Fertilizer Act (Düngemittelverordnung), which allows impurities between 2 per cent and 4 per cent, depending on the lime type. Based on weighting by the lime type, the uncertainty of the liming EF was thus estimated at 2.9 per cent. The ERT recommends that the Party revise the uncertainty assessment including this information in its next annual submission.	More information about the methodology is given in Chapter 7.3.5, 4 paragraph.	2012	ARR	§ 91
5.	Germany has provided information on QA/QC in the NIR. The NIR refers to tier 1 and tier 2 QA/QC procedures being implemented for the LULUCF sector in accordance with the provisions of the Quality System for Emissions Inventories manual and associated documents. However, aside from the comparison of IEFs with those of other European countries, the NIR lacks transparent information on category-specific QC checks for different land-use categories. For example, category-specific QC checks could involve specific measures to ensure reasonableness, consistency and completeness of AD, EFs and other parameters used for specific land-use categories. The ERT recommends that Germany provide more detailed transparent information on the category-specific QC checks performed for all categories in the LULUCF sector in its next annual submission.	The chapter 7.1.8 und the subchapters of the different land-use categories were updated.	2012	ARR	§ 93
5.	The ERT acknowledges the improvements in the NIR, in particular the inclusion of information on annual areas subject to land-use changes among different categories for the periods 1990–2000, 2000–2005, 2005–2008 and 2008–2011. The ERT considers that inclusion of this information in the NIR improves the transparency regarding the reallocation of areas among different land-use change categories following the adoption of the new land-use change matrix based on a 20-year transition period. However, the ERT recommends that the Party include information in the NIR on how these changes in areas affect the IEFs for different land-use categories.	In the chapter 7.1.2 more description is given.	2013	ARR	§ 59

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
5.	<p>As noted in the previous review report, the notation key "NO" is used for reporting many carbon pools and categories. For example, in the 2013 annual submission, "NO" is reported for dead organic matter for: wetlands; settlements remaining settlements; and cropland, grassland, wetlands and other land converted to settlements. The ERT noted that the IPCC good practice guidance for LULUCF does not include methods for these pools. In response to a question raised by the ERT during the previous review, the Party explained that the notation key "NE" has not been used because dead organic matter only occurs on forest land and not in the other land-use categories. The Party further explained that the biomass estimates for woody grassland and wood in wetlands and settlements include the whole plant, including leaves and roots, so that an extra dead organic matter pool could lead to double counting. The previous ERT noted that the estimation methodology provided in the IPCC good practice guidance for LULUCF involves estimating the changes in different carbon pools as a result of land-use management and conversion and not the absolute level of carbon stocks. The previous ERT further noted that, in the case of woody grasslands and wood in wetlands and settlements, if the dead organic matter pool is included in the living biomass pool, the changes in those pools could alternatively be reported as "IE" instead of "NO". The present ERT also noted that "NO" is reported for emissions from biomass burning for all categories except forest land and settlements. The ERT recommends that Germany examine all cases where "NO" is reported in the LULUCF sector, and provide a transparent explanation justifying the selection of the notation key. The ERT also reiterates the recommendation made in the previous review report that the Party use other notation keys, if appropriate.</p>	The notations keys were updated in the respective CRF tables 5.B - 5.F. The information is given in the NIR chapters ( e.g. chapter 7.3.4.2).	2013	ARR	§ 60
5.	<p>In response to questions raised by the ERT during the review, the Party explained that new data from BWI III (2012) will provide updated values for biomass increment in land converted to forest land for the period 2002–2012, and that the data will be used in the 2015 annual submission. The Party also explained that in future inventories the values for 2008 onwards for dead wood in forest land remaining forest land will be recalculated, allowing a comparable calculation using the Inventory Study (2008) and BWI III (2012). The ERT welcomes the planned improvements and reiterates the recommendation made in the previous review report that, in order to ensure time-series consistency, Germany evaluate the inventory methodologies with regard to the use of data from a variety of sources that differ in their coverage and methods, and transparently document how the time-series consistency issues have been addressed.</p>	In the chapter 7.1.3.2.1 more description is given.	2013	ARR	§ 62
5.	<p>Germany has provided information on QA/QC in the NIR. The NIR refers to tier 1 and tier 2 QA/QC procedures being implemented for the LULUCF sector in accordance with the provisions of the QSE manual and associated documents. However, aside from the comparison of the Party's IEFs with those of other European countries, the NIR lacks transparent information on category-specific QC checks for different land-use categories. The ERT reiterates the recommendation made in the previous report that Germany provide more detailed, transparent information on the category-specific QC checks performed for all categories in the LULUCF sector.</p>	The chapter 7.1.8 und the subchapters of the different land-use categories were updated.	2013	ARR	§ 63
5.A.	<p>The net CO2 sink over the time series for forest land remaining forest land shows a marked decrease in removals from –70,500.51 Gg in 2001 to –20,743.56 Gg in 2002. This sudden decrease is intrinsic to the stock change approach used by the Party for biomass for two consecutive time intervals. In addition, the Party explained that this decrease is due to an increase in harvesting and a decrease in the gross increment due to the uneven and changing age-class distribution. The Party reported that gross increment before 2002 can be calculated only for the states of the former West Germany and that there are no comparable values representing the change in the increment for the whole of Germany. The Party indicated that part of the time series will be recalculated when the results for the third national forest inventory (2012) become available, which is assumed to be in time for inclusion in the 2013 annual submission.</p>	Issue has been resolved	2011	ARR	§ 87
5.A.1	<p>Removals from forest land remaining forest land have undergone a sharp reduction of 71.1 per cent between 2001 (–66,858.35 Gg) and 2002 (–19,325.65 Gg) in terms of net CO2 removals. The main reason for this sharp reduction is the steep fall in carbon stocks in the living biomass pool, with a 74.5 per cent drop in the CO2 IEF for living biomass carbon stock changes. The NIR provides some explanation on this issue, citing increased removals in the years after 2002 and the changing age class structure of the forests as the main reasons. However, while some changes could be expected across the time series due to such trends, the ERT considers that they generally take place gradually over a number of years. It is rather unlikely that such drastic changes would take place across a single year with the values remaining fairly constant before and after that year. Taking into account the discussion on the use of different studies for different years (see para. 92 above), the ERT concludes that utilizing data without any corrections for differing approaches and coverage could be a likely reason for this sudden drop in living biomass carbon stocks for forest land remaining forest land. The ERT recommends that, in order to ensure time-series consistency, Germany evaluate the inventory methodology for forest land remaining forest land with regard to the use of data from a variety of sources that differ in their coverage and methods, transparently documenting how the time-series consistency issues have been addressed in its next annual submission.</p>	More information is given under chapter 7.2.5.4 & 7.2.4.1	2012	ARR	§ 94

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
5.A.2	Germany estimates the carbon stock changes in the litter pool for land converted to forest land using the litter stocks available from three different national soil inventories. The Forest Soil Inventory I (BZE I) was carried out from 1987 through 1992; BioSoil was carried out from 2006 to 2007; and Forest Soil Inventory II (BZE II) was carried out between 2006 and 2008. The litter carbon stocks in the intervening years were obtained using interpolation. The annual carbon stock changes are estimated by dividing the carbon stocks in each year by 40 (i.e. the number of years it takes for the litter carbon stocks to form). This methodology is different from the default methodology for the estimation of changes in mineral soil carbon stocks provided in the IPCC good practice guidance for LULUCF. The NIR contains insufficient description of this methodology and its consistency with the methodology provided in the IPCC good practice guidance for LULUCF. The ERT recommends that Germany transparently describe the methodology, clearly demonstrating its consistency with the methodology provided in the IPCC good practice guidance for LULUCF, in its next annual submission.	Update of chapter 7.2.4.3.2	2012	ARR	§ 95
5.A.2	Carbon stock changes in the litter pool for land converted to forest land were estimated on the basis of measured data from BZE I, BZE II and the BioSoil inventory. According to the information available from these inventories, two mean carbon stocks in litter were used, one referenced to 1990 (BZE I) and a second referenced to 2006 (BZE II/BioSoil). For the period 1991 to 2005, the mean carbon stocks in litter were obtained via interpolation; for the period as of 2007 they were obtained via extrapolation and used as a basis for calculating afforestation areas. According to the NIR, the annual carbon stock increase in litter was obtained by dividing the mean carbon stocks for the year in question by the number of years required for those mean carbon stocks to form. Germany assumed that it takes 40 years for average carbon stocks to form in litter. This methodology is different from the default methodology for the estimation of annual change in carbon stocks in litter provided in the IPCC good practice guidance for LULUCF. The NIR contains no explanation for the assumption regarding the time required for carbon stocks to form in litter and there is insufficient description of the methodology used for the estimation of carbon stock change in litter and its consistency with the methodology provided in the IPCC good practice guidance for LULUCF. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany explained that the 40-year value used was obtained as an average, taking into consideration the IPCC good practice guidance for LULUCF values for the different species composition in German forests. The ERT recommends that the Party include the information on the average time used in the NIR and reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany transparently describe the methodology, clearly demonstrating its consistency with the methodology provided in the IPCC good practice guidance for LULUCF to improve transparency.	More information is given under the chapter 7.2.4.3	2013	ARR	§ 64
5.B.2	The carbon stock changes in land converted to cropland show a sharp decrease of 84.4 per cent between 2000 ( $-1,434.7 \text{ Mg carbon (C)}$ ) and 2001 ( $-1,030.2 \text{ Mg}$ ). The IEF for net changes in carbon stocks in living biomass pool also registered a dramatic reduction of 84.2 per cent in the same period (from $-0.49 \text{ Mg C/ha}$ in 2001 to $-0.08 \text{ Mg C/ha}$ in 2002). The reasons for this decline have not been explained clearly in the NIR. In response to questions raised by the ERT during the review, Germany explained that this was mainly due to the land conversion from grassland in the narrow sense to cropland peaking between 2001 and 2005. However, the ERT considers it unlikely that the entire change would take place in a single year with the carbon stock changes in the living biomass pool being relatively uniform before and after this sharp reduction. The ERT concludes that this could potentially be related to lack of time-series consistency in the data and methods and deserves greater attention. In order to ensure time series consistency, the ERT recommends that the Party evaluate the inventory methodology for land converted to cropland, particularly with regard to using data from surveys differing in their coverage and methods, transparently describing this issue and documenting how the time-series consistency issues have been addressed in its next annual submission.	More information about the methodology is given in Chapter 7.3.1, p. 575.	2012	ARR	§ 96
5.D	Germany still reports only one subdivision for the wetland category. The ERT reiterates the recommendation in the previous review report that Germany include subdivisions, such as extracted peatlands and natural or re-established wetlands, to improve transparency.	Transparency has been improved	2011	ARR	§ 86
5.D	Germany has chosen to report all of its wetlands using two subcategories: "wetlands (terrestrial)", including semi-undrained bogs and other wetlands; and "waters", which are open waterbodies free from anthropogenic influences. It is not clear from the NIR how the emission estimations have been performed for individual categories within "wetlands (terrestrial)". The ERT considers it is not transparent to subsume all wetlands in a single category without providing transparent information on the methodology and EFs used for each wetlands subcategory. For example, peatlands (peat extraction areas) is a clearly defined wetlands subcategory in the IPCC good practice guidance for LULUCF, with a distinct methodology and EFs, but it has not been treated as such in the NIR. In response to the recommendation made in the previous review report that Germany report subdivisions, such as extracted peatlands and natural or re-established wetlands, to improve transparency, Germany included two subdivisions for wetlands: "wetlands (terrestrial)" and "waters", without providing transparent information on the methodology and EFs used for individual subcategories within each of these, such as for peat extraction areas. The ERT recommends that Germany report the emissions and removals from wetlands according to the wetlands subcategories defined in the IPCC good practice guidance for LULUCF and provide transparent information on the detailed estimation methodology followed for each of these individual subcategories in the next annual submission.	In submission 2014 the subcategories are restructured according the ERT recommendations, chapter 7.5.3 was updated see picture 66a.	2012	ARR	§ 97

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
5.D	Carbon stock changes in wetlands are reported using two subcategories: terrestrial wetlands and water bodies. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany explained that the subcategory terrestrial wetlands consists of wetlands on undrained mineral soils and on organic soils. The organic soils are also divided between undrained and drained areas. The drained area is used for peat extraction, which is reported in the country-specific category terrestrial wetlands remaining terrestrial wetlands. In response to the recommendation made in the previous review report, Germany included in the NIR information on the methodology followed and EFs used, particularly for organic soils in peat extraction areas. The ERT welcomes this improvement and reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany report the emissions and removals from wetlands according to the wetlands subcategories defined in the IPCC good practice guidance for LULUCF.	In submission 2014 the subcategories are restructured according the ERT recommendations, chapter 7.5.3 was updated see picture 66a.	2013	ARR	§ 65
6.A	In response to the questions raised by the ERT during the review regarding the recommendations in the previous review report, the Party informed the ERT that the German Federal Statistical Office has obtained the quantities of landfill gas for all the landfill sites in the after-closure phase for the first time for 2011 and stated that it intends to use the data in the 2013 annual submission for the first time, including recalculations for the previous years. The ERT recommends the Party implement this improvement for its next annual submission.	New data from national statistics were used for emission calculation. Recalculation has been performed.	2012	ARR	§ 101
6.A	According to the NIR, there are no official statistics on biodegradable waste fractions for 2011 and therefore the Party has assumed that the waste quantities remained unchanged with respect to 2010. However, the ERT noted that in the NIR (table 292), different values for landfilled garden and park waste were reported for 2010 (1 kt) and 2011 (0 kt). In response to a question raised by the ERT during the review, the Party explained that there was a transcription error from the calculation file to the NIR. The ERT recommends that Germany correct the value and strengthen its QC activities to avoid such errors.	Value has been corrected. Reason for this failure was a rounding error, that can occur.	2013	ARR	§ 67
6.A.	ERT noted that in some cases, particular for paper and cardboard, Germany still uses IPCC default values and recommends that Germany increase its efforts to develop country-specific values for degradable organic carbon (DOC) for its next annual submission.	Those wastes are no longer deposited in germany	2011	ARR	§ 95
6.A.	The ERT found inconsistencies between the NIR and CRF table 6.A as in the multiphase model DOC changes according to the composition of the waste applied to landfill, while a constant value of 0.5 for the whole time series is reported in the additional information in CRF table 6.A. The ERT recommends that Germany strengthen its quality checks before submitting its next annual submission.	Issue has been resolved on an general QA/QC-Basis.	2011	ARR	§ 96
6.B	ERT recommends that the Party include recovery to allow cross-checks with the data reported in the energy sector or, at a minimum, use the correct notation key "IE" with the relevant explanation in its next annual submission	Notation Key has been corrected.	2011	ARR	§§ 92, 99
6.B	In response to a question raised by the ERT during the review, the Party informed the ERT that the notation key "NE" reported for the value of total organic product for the subcategory wastewater handling – domestic and commercial wastewater sludge will be corrected to not applicable ("NA"), because the sludge has been treated as a part of wastewater in digestion towers and therefore does not contain any organic part (consistent with definition in the Revised 1996 IPCC Guidelines, Reference Manual, pp. 6.13 and 6.19). Also, the ERT noted that for the subcategory wastewater handling – domestic and commercial wastewater sludge, CH4 emissions are reported as "NO" while CH4 recovery is reported as "NA". In response to the question raised by the ERT during the review, the Party informed the ERT that both of these will be corrected to "NO" since no CH4 is generated during the process. The ERT recommends that the Party review the use of notation keys in the CRF tables in order to improve the consistency of its reporting, and update the notation keys, as appropriate, in its next annual submission.	Notation Keys have been reviewed and adjusted according to review suggestions - except Key for total organic product for the subcategory wastewater handling, domestic and commercial wastewater, sludge. This one has been changed into NO due to the fact, that there is no TOW left in the sludge - therefore NO seems to be much more appropriate. See CRF	2012	ARR	§ 104
6.B.1	The ERT reiterates the recommendation from the previous review report that Germany improve its reporting by providing more details on the treatment of industrial wastewater in Germany and justify its reporting that no CH4 emissions are produced in the process.	More detailed Information has been included in the NIR.	2011	ARR	§ 92, 99
6.B.2	In CRF table 6.B, Germany reports total CH4 emissions from domestic and commercial wastewater in wastewater, and reports emissions from sludge as "NO". ERT considers that CH4 emissions from open sludge digestion from 1990 to 1994 should be reported in sludge instead of "NO"	Issue has been resolved and rationale been agreed by ERT during Centralised Review 2013	2008	ARR	§71
6.B.2	Ert encourages Germany to improve the transparency of reporting by providing explanations of the trend of emissions and a justification that the MCF value represents the country-specific conditions	Trend description has been improved and MCF has been adjusted to reflect country-specific conditions. See NIR Chap. 8.3.2.1.2	2010	ARR	§100

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
6.B.2	Germany estimates CH4 emissions from cesspools and septic tanks using the Revised 1996 IPCC Guidelines methodology, the IPCC default value for potential CH4 formation (0.6 kg CH4/kg biochemical oxygen demand) and a MCF of 0.5, based on the values used by other countries (United States of America and the Czech Republic). CH4 emissions from wastewater handling decreased by 95.5 per cent from 1990 to 2008. The ERT recommends that Germany provide a justification that the MCF value represents the country-specific conditions in the next NIR.	MCF has been adjusted to reflect country-specific conditions. See NIR Chap. 8.3.2.1.2	2010	ARR	§ 147
6.B.2	The ERT noted that the NIR states that one of the ways to manage sewage sludge from biological wastewater treatment is recycling for substance recovery, and these emissions are not reported under wastewater and sludge treatment but in the agriculture sector. In response to the question raised by the ERT during the review, the Party provided the ERT with a table showing the breakdown of substance recovery and use of sewage sludge from biological wastewater treatment. The ERT encourages the Party to include such information in the NIR of its next annual submission in order to improve the transparency of its reporting and the consistency in the allocations of emission estimates across different categories.	Table showing the breakdown of substance recovery and use of sewage sludge from biological wastewater treatment is provided in the NIR. See NIR Chap. 8.3.2.2.1, Table 324	2012	ARR	§ 106
6.B.2	During the review, the ERT asked Germany whether it has any plans to develop country-specific methane conversion factors for cesspools and septic tanks (this would be appropriate for a key category). The Party informed the ERT that the research on this issue is still in progress. The ERT recommends that the Party increase its effort and include the results of its research work in the NIR of the next possible annual submission.	MCF has been adjusted to reflect country-specific conditions. See NIR Chap. 8.3.2.1.2	2012	ARR	§ 107
6.B.2	The Party used the IPCC default methane conversion factor (MCF) for septic systems (0.5) and explained in the NIR that studies are going on to determine a country-specific value. In response to a question raised by the ERT during the review, the Party explained that for the next annual submission, it has adjusted its MCF to 0.173 in order to reflect country-specific conditions. The ERT commends the Party for the development of a country-specific MCF and recommends that Germany use the adjusted MCF.	MCF has been adjusted to reflect country-specific conditions. See NIR Chap. 8.3.2.1.2	2013	ARR	§ 69
6.B.2	According to the NIR, one of the ways to manage sewage sludge from biological wastewater treatment is recycling for substance recovery, and these emissions are reported in the agriculture sector in line with the IPCC good practice guidance. The ERT reiterates the encouragement made to the Party in the previous review report to include in the NIR more information on the use of sewage sludge from biological wastewater treatment in order to improve the transparency of its reporting.	Table showing the breakdown of substance recovery and use of sewage sludge from biological wastewater treatment is provided in the NIR. See NIR Chap. 8.3.2.2.1, Table 324	2013	ARR	§ 71
6.C	The ERT reiterates the recommendation from the previous review report that, in order to improve transparency, Germany provide relevant quantitative and qualitative background information on the waste that goes to incineration facilities in its next annual submission.	Chapter has been improved to the extend possible.	2010	ARR	§ 149
6.C	The ERT encourages the Party to provide general information on oxides of nitrogen (NOx), NMVOC and sulphur dioxide (SO2) emissions from cremation reported under waste incineration in the NIR of its next possible annual submission, in order to improve the transparency of its reporting.	General information has been added to the NIR. Chapter 8.4	2012	ARR	§ 109
6.C	The Party used the notation key "NO" in CRF table 6.C to report AD and emissions from waste incineration. According to the NIR, all waste incineration facilities in Germany produce electricity and/or heat and, therefore, emissions were reported in the energy sector under public electricity and heat production. The ERT recommends that Germany improve transparency by providing, in the NIR chapter on waste incineration, a reference to the relevant NIR chapter in the energy sector, in which more information on incineration plants in the country is provided.	Reference to the relevant NIR chapter in the energy sector has been added. Chapter 8.4	2013	ARR	§ 72
6.C.	ERT recommends that Germany provide more background quantitative and qualitative information on the waste that goes to incineration facilities in order to improve transparency in the next submission	Chapter has been improved to the extend possible.	2009	ARR	§ 102
6.C.	The ERT reiterates the recommendation in the previous review report that Germany describe in more detail the information on incineration plants in the country, including information on cremation, in its next annual submission. The ERT further recommends that Germany consider revision of the notation key "NO" in the CRF tables and include information on cremation in the documentation boxes of the CRF tables.	Chapter has been improved.	2011	ARR	§ 100
6.D.(b)	The ERT noted that the explanations of country-specific methodologies and waste management practices, especially on mechanical-biological waste treatment (MBT), in the NIR are very limited and ambiguous. The ERT recommends that Germany provide further information, such as an overview of the range of techniques employed by MBT processes (how it works and inputs and outputs of waste) and their correlation to emissions for other subcategories of the waste sector, in the NIR of the next possible annual submission, in order to improve the transparency of its reporting.	NIR chapter was completed with the required information. Chapter 8.5.2	2012	ARR	§ 102
6.D.(b)	The ERT encourages the Party to include a table similar to NIR table 272 or a waste management stream/flow chart showing the summary of the AD for waste managed in and out of mechanical-biological waste treatment system in its next annual submission. Such information would improve the transparency of the reporting and enable the emission estimates of CH4 and N2O for this category to be efficiently and properly assessed.	MBT flow chart has been included in the NIR. Chapter 8.5.2	2012	ARR	§ 108

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
6.D.(b)	The ERT noted that the explanations in the NIR on mechanical-biological waste treatment (MBT) are very limited and ambiguous. The ERT reiterates the recommendation made in the previous review report that Germany provide further information in the NIR on the range of techniques employed in MBT processes (how MBT works and inputs and outputs of waste) and on the correlation of MBT processes with emissions from different subcategories of the waste sector in order to improve the transparency of its reporting.	NIR chapter was completed with the required information. Chapter 8.5.2	2013	ARR	§ 68
KP-LULUCF	Provide more detailed information on the adverse impacts of policies and measures, including the impacts of the policies and measures of the European Union, implemented in Germany under Article 3, paragraph 14, of the Kyoto Protocol.	Done	2010	ARR	§16h, 169
KP-LULUCF	the ERT considers that further clarifications are needed to justify the applied recalculations, in particular to explain how the revision to the biomass increment could increase the net CO <sub>2</sub> removals per hectare from 6.20 to 13.20 Mg CO <sub>2</sub> /ha in 2008, especially considering that the areas of afforestation and reforestation decreased from 422.4 to 339.2 kha in 2008. The response received from the Party during the review was not sufficient to explain the change in the IEF, and the ERT, therefore, recommends that Germany provide a transparent explanation and justification of the recalculation in its next annual submission.	Chapter has been improved. Chapter 7.1.3 + 7.1.7	2011	ARR	§ 104
KP-LULUCF	Although the application of these soil EFs is conservative and does not underestimate emissions or overestimate removals, the ERT recommends that the Party reassess the methodological approach or provide statistical justification for these changes. Alternatively, the Party may choose not to account for the pool if it can be demonstrated that is not a net source, in line with the requirements set out in paragraph 6(e) of the annex to decision 15/CMP.1.	Method has been changed. Chapter 7.1.5	2011	ARR	§§ 109, 110
KP-LULUCF	During the review, the Party explained that information in its previous submission was based on the assumption that deforestation occurs in 'normal' forests, so the mean biomass carbon stock was used to calculate losses. However, following analysis of 455 NFI plots, the Party indicated that biomass in deforestation plots was considerably lower than the national average. The ERT concluded that these changes are in line with the IPCC good practice guidance for LULUCF. The ERT recommends that Germany include transparent documentation on the reasons for these recalculations in its next annual submission.	Has been improved. Chap. 11.3.1.4	2011	ARR	§ 111
KP-LULUCF	The ERT concluded that the information provided in the NIR is not fully complete and transparent and recommends that the Party, in its next annual submission, report any changes in its information provided under Article 3, paragraph 14, and include more information on specific policies implemented and measures undertaken, their impact and how the Party gives priority in its policies, actions and projects according to the annex to decision 15/CMP.1, paragraph 24(a-f).	Done	2011	ARR	§ 124
KP-LULUCF	Germany's national land identification and representation system is able to identify lands up to a resolution consistent with its national definition of forests (minimum area of land – 0.1; tree crown cover – 10 per cent; tree height at maturity – 5 m). However, the spatial unit used to identify units of land subject to activities under Article 3, paragraph 3, of the Kyoto Protocol has not been transparently provided in section 11.2.1 of the NIR. The ERT recommends that Germany provide transparent information on this in its next annual submission.	see chapter 11.1.1 and additional chapter 19, Annex 3, and updated chapter 7.1.3.5	2012	ARR	§ 112
KP-LULUCF	Germany has provided some information on the recalculations, but the NIR lacks transparent information on how the changes to the LUM, transition period and EFs for mineral soils and litter have impacted the estimation of emissions or removals from afforestation and reforestation, deforestation and forest management activities.	additional chapter 19, Annex 3, and updated chapter 7.1.3.5, 11.3.1.4 and 7.2.7	2012	ARR	§ 114
KP-LULUCF	Germany has not provided an uncertainty assessment specifically for the KP- LULUCF categories in line with the requirements of the IPCC good practice guidance for LULUCF and decision 17/CMP.1. This issue was raised in the previous review report. The ERT encourages the Party to provide a separate uncertainty analysis for the KP-LULUCF categories to improve the transparency of its reporting and to better identify the areas for improvement in its next annual submission.	see chapter 11.3.1.5	2012	ARR	§ 115
KP-LULUCF	As a result of recalculations performed, emissions from deforestation for 2009 have been reduced by 90.1 per cent. This revision affects all the carbon pools. The recalculations has not been transparently described in the NIR and there is no clear description of how it affects the various pools. In response to a question raised by the ERT during the review, Germany provided some information stating that the recalculation was due to: the new system of tracking land-use change that allows better tracking of the timing of deforestation; the new LUM that caused revisions to the land-use categories following land use conversion from forest land; and changes in the methodology for estimating carbon stock changes in mineral soils. The ERT recommends that Germany provide complete and transparent information on the process of recalculation, including detailed information on the changes in all the elements described above, in the next annual submission.	see chapter 11.3.1.4 and additional chapter 19 Annex 3	2012	ARR	§ 116

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference
KP-LULUCF	Germany has reported carbon stock changes in mineral soils in forest management as "NO", providing transparent and verifiable information that it is not a net source in the NIR using results from BZE I. However, the NIR states (section 7.2.4.4.1) that a second soil inventory is being conducted and its results would be used to demonstrate that a mineral soil carbon pool is not a net source. This issue was raised in the previous review report. The NIR mentions that the results from the second soil survey have not been included in the CRF tables as they are still provisional. However, the ERT believes that they could still be used in the NIR to demonstrate that the mineral soil carbon pool is not a net source. The ERT recommends that the Party include the results of the second soil survey (BZE II) to transparently demonstrate that the mineral soil carbon pool is not a net source in its next annual submission.	see chapters 7.2.4.4 and 11.3.1.1.5	2012	ARR	§ 117
KP-LULUCF	Notation keys in the KP-LULUCF CRF tables were used inconsistently between different tables. In CRF table NIR-1, the notation key "R" (reported) is used for CO2 emissions from liming in afforestation and reforestation land in 2011. In CRF table 5(KP-II)4 the notation keys used are "IE", "NO". In CRF table NIR-1, notation key "R" is used for reporting CO2, CH4 and N2O emissions from biomass burning in afforestation and reforestation land in 2011. In CRF table 5(KP-II)5 the notation keys used are "NO", "IE". The ERT recommends that Germany use the correct notation keys in CRF table NIR-1.	Correction of the notation keys in the CRF tables.	2013	ARR	§ 76

Alle Maßnahmen zielen auf volle Konsistenz mit den UNFCCC-Berichtsguidelines und den IPCC-Guidelines ab und sollen Adjustments unter dem Kyoto-Protokoll verhindern.

In der folgenden Tabelle werden die in den Quellgruppen-Kapiteln gemachten Aussagen der Inventarberichte (seit 2011) zu den geplanten Verbesserungen zusammengefasst. Sie werden ergänzt um Informationen zum daraus abgeleiteten Handlungsbedarf, dem avisierten Termin zur Umsetzung der Maßnahme (Deadline) und dem aktuellen Bearbeitungsstand.

Tabelle 335: Zusammenfassung und aktueller Bearbeitungsstand der in den NIR-Quellgruppenkapiteln genannten geplanten Verbesserungen

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
1.	Die CO2-Verifikation muss zukünftig durch den verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen weiter verbessert werden. Hier werden Bezugsdaten der detaillierten Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels intensiver verglichen. Erste Ergebnisse sind in den quellgruppenbezogenen Kapiteln enthalten.	Die Verifizierbarkeit der CO2-Emissionen ist zukünftig durch den verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen weiter zu verbessern. Hierfür ist der Vergleich von Bezugsdaten der detaillierten Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels zu intensivieren.	[2012]	erledigt		2012	3.2.1.2.3
1.A	Die CO2-Verifikation soll zukünftig insbesondere durch verstärkten Datenabgleich mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Rahmen des ETS-Monitorings gewonnenen Informationen verbessert werden. Hier sollen Bezugsdaten der Emissionsberechnung (im wesentlichen Aktivitätsraten) mit aggregierten Daten des Emissionshandels intensiver verglichen werden.	Intensivierung des Abgleichs von Daten der Emissionsberechnung mit den in der Emissionshandelsstelle (DEHSt) ermittelten aggregierten Daten des Emissionshandels.	[2012]	erledigt		2011	3.2.1.2.3
1.A.1.a	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO2) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N2O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH4-Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	3.2.6.6
1.A.1.a	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung soll weiter methodisch verbessert werden.	Die Berechnung der Aktivitätsdaten zur Abfallverbrennung ist methodisch weiter zu verbessern.	[2012]	erledigt		2011	3.2.6.6
1.A.1.a	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NOx und SO2 aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH4 und N2O ist in Arbeit.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2012	3.2.6.6
1.A.1.b	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO2) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N2O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH4-Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und Unterfeuerungen in Mineralölraffinerien.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	3.2.7.6
1.A.1.b	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NOx und SO2 aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH4 und N2O ist in Arbeit.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2012	3.2.7.6
1.A.1.c	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO2) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N2O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH4-Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Bergbaubereichs.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	3.2.8.6
1.A.1.c	Nach Beendigung der Emissionsberechnung hat die AGEB Korrekturen an der Energiebilanz vorgenommen, diese werden in der nächsten Submission in das Inventar überführt.	Die von AGEB vorgenommenen Korrekturen an der Energiebilanz sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2014]	erledigt		2013	3.2.8.6
1.A.1.c	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NOx und SO2 aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH4 und N2O ist in Arbeit.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2012	3.2.8.6

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
1.A.2.f	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO <sub>2</sub> ) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N <sub>2</sub> O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH <sub>4</sub> -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Kraftwerke und anderen Feuerungen des Verarbeitenden Gewerbes - Weitere Energieerzeugung.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	3.2.9.11.6
1.A.2.f	Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NO <sub>x</sub> und SO <sub>2</sub> aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O ist in Arbeit.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2012	3.2.9.11.6
1.A.2.f.(a)	Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden.	Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden. Das Ergebnis ist ggf. in das Inventar einzuarbeiten.	[2015]	offen		2013	3.2.9.10.6
1.A.2.f.(b)	Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden.	Die Zuordnung der Brennstoffe zu Zement, Kalk und Gips soll einer Prüfung unterzogen werden. Das Ergebnis ist ggf. in das Inventar einzuarbeiten.	[2015]	offen		2013	3.2.9.7.6
1.A.3.a	Das Umweltbundesamt bemüht sich weiterhin um eine Einigung mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten.	Herbeiführung einer Einigung mit Eurocontrol zur Nutzbarmachung originärer Eurocontrol-Daten.	[2012]	geschlossen	Wird inzwischen Federführend von der EU betrieben! Somit keine Aufgabe mehr von UBA (MK)	2011	3.2.10.1.6
1.A.3.c	In einem Vorhaben werden die seit 1990 eingesetzten Mengen von Kohle und Koks sowie aller weiteren neben Diesel und Biodiesel verwendeten Brennstoffe ermittelt.	Nach Projektabschluss sind ggf. alle Brennstoffe zu aktualisieren.	[2013]	erledigt		2012	3.2.10.3.6
1.A.3.d	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventares für den Seeverkehr inklusive der Verkehre zwischen den deutschen Seehäfen. Erkenntnisse und Ergebnisse daraus werden sich zukünftig auch in Quellgruppe 1.A.3.d widerspiegeln.	Ergebnisse aus der Überarbeitung des Treibhausgasinventars für den Seeverkehr (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2015]	offen		2011	3.2.10.4.6
1.A.3.d	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventares für den Seeverkehr inklusive der Verkehre zwischen den deutschen Seehäfen. Erkenntnisse und Ergebnisse daraus werden sich zukünftig auch in Quellgruppe 1.A.3.d widerspiegeln.	Ergebnisse aus der Überarbeitung des Treibhausgasinventars für den Seeverkehr (siehe Einzelziel) sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2015]	offen		2012	3.2.10.4.6
1.A.3.d	In einem Vorhaben werden die im TREMOD-Modul Binnenschiffahrt verwendeten Basisdaten grundlegend überarbeitet.	Nach Projektabschluss sind die für die Binnenschiffahrt verwendeten Basisdaten zu aktualisieren.	[2013]	erledigt		2012	3.2.10.4.6
1.A.3.d	In einem weiteren Vorhaben (FKZ 363 01 403) wurden die im TREMOD-Modul Binnenschiffahrt verwendeten Basisdaten exemplarisch für das Jahr 2010 überprüft und bestätigt. Weitere Überprüfungen und daraus möglicherweise resultierende Anpassungen an den Zeitreihen der Emissionsfaktoren stehen noch aus.	Nach Projektabschluss sind die für die Binnenschiffahrt verwendeten Emissionsfaktoren ggf. zu aktualisieren.	[2015]	geschlossen	Das Vorhaben ist abgeschlossen und hat keinerlei Handlungsbedarf für die Quellgruppe ergeben.	2013	3.2.10.4.6
1.A.3.e	Im Zuge eines Forschungsvorhabens, wurde mit der Aktualisierung der im Kapitel 3.2.6.2 beschriebenen Datengrundlage für Emissionsfaktoren (außer CO <sub>2</sub> ) begonnen. Erste Ergebnisse aus dem Vorhaben sollen in den NIR-Bericht einfließen. Teile des Vorhabens betreffen das N <sub>2</sub> O-Emissionsverhalten von Feuerungs- und Gasturbinenanlagen sowie das CH <sub>4</sub> -Emissionsverhalten von Gasturbinenanlagen. Das Forschungsvorhaben umfasst auch die Gasturbinen in Erdgasverdichterstationen.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	3.2.10.5.6

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
1.A.3.e	Emissionen aus dem Bauwirtschaftlichen Verkehr werden zukünftig unter 1A.2.f ii berichtet. Darüber hinaus sind derzeit keine Verbesserungen geplant.	Die Emissionsberechnungen für den bauwirtschaftlichen Verkehr sind unter 1A.2.f ii zu berichten.	[2012]	geschlossen	Die aus Kompatibilitätsgründen zur UNECE NFR Struktur geplante Re-Allokation der hier berichteten Emissionen nach 1.A.2.f.ii wurde gestoppt, da die finalen Reporting Guidelines 2006 diese Struktur im Gegensatz zur ursprünglichen Draft-Version der Guidelines nicht mehr vorsehen.	2011	3.2.10.5.6
1.A.3.e	Erdgasverdichterstationen: Nach Abschluss des Ende 2008 gestarteten Forschungsvorhabens (FICHTNER et al. 2011) wurden die Emissionsfaktoren für NOx und SO2 aktualisiert. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für CH4 und N2O ist in Arbeit.	Die Ergebnisse des Vorhabens für CH4 sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2012	3.2.10.5.6
1.A.4	Die derzeit nur auf mehreren sehr vereinfachten und konservativen Annahmen beruhende Erfassung der Verbräuche und Emissionen der deutschen Hochseefischerei soll mittelfristig überarbeitet werden.	Überarbeitung der Annahmen zu den Verbräuchen und Emissionen der deutschen Hochseefischerei (siehe Einzelziel).	[2012]	überfällig		2011	3.2.11.6
1.A.4	Derzeit erfolgt eine grundlegende Überarbeitung des Treibhausgasinventaires für den Seeverkehr inklusive der Verkehre zwischen den deutschen Seehäfen. Erkenntnisse und Ergebnisse daraus werden sich zukünftig auch in Quellgruppe 1.A.4.c.iii widerspiegeln.	Die Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem zugehörigen Seeverkehrsvorhaben FKZ 3709 43 111 / 01 sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	überfällig		2012	3.2.11.6
1.A.4	Nach Beendigung der Emissionsberechnung hat die AGEB Korrekturen an der Energiebilanz vorgenommen, diese werden in der nächsten Submission in das Inventar überführt.	Die von AGEB vorgenommenen Korrekturen an der Energiebilanz sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2014]	erledigt		2013	3.2.11.6
1.B.1.c	Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von 300 Mio. m³ aus, von denen rund 5 Mio. m³ in die Atmosphäre gelangen. Da diese Zahl mit großen Unsicherheiten behaftet ist, sollen im Forschungsprojekt zum "Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas" weitere Verbesserungen erarbeitet werden. Die diffusen Austritte an der Erdoberfläche liegen bei max. 0,02 % der Gesamtausgasung.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	3.3.1.3.6
1.B.1.c	Über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen liegen wissenschaftliche Schätzungen vor. Fachleute gehen bisher von rund 260 Mio. m³ aus, von denen rund 0,5 bis 1 Mio. m³ in die Atmosphäre gelangen. Die diffusen Austritte an der Erdoberfläche liegen bei max. 0,02 % der Gesamtausgasung. Die ermittelten Emissionen wurden mittels Forschungsvorhaben bis zum Jahr 2009 verifiziert.  Es ist geplant auch für die Folgejahre eine Verifikation der Schätzungen durchzuführen.	Für die Jahre ab 2010 ist eine Verifikation der Schätzungen über die Höhe der diffusen Methanemissionen aus stillgelegten Bergwerksteilen durchzuführen.	[2013]	erledigt		2012	3.3.1.3.6
1.B.2	Im Forschungsprojekt von Müller-BBM (2009a) liegt als Ergebnis auch eine Analyse der noch zu verbesserten Quellkategorien 1.B.2.a.iii-vi vor. Die Ermittlung der noch fehlenden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.	Ermittlung fehlender Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten.	[2012]	erledigt		2011	3.3.2.2
1.B.2	Die Verifikation von Emissionsfaktoren aus der Lagerung von Erdgas ist weiterer Gegenstand von Forschungsprojekten.	Emissionsfaktoren aus der Lagerung von Erdgas sind zu verifizieren.	[2013]	erledigt		2012	3.3.2.2
1.B.2	Geplant ist zudem, die Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung zu verifizieren.	Emissionsfaktoren aus der Gasverteilung sind zu verifizieren.	[2013]	erledigt		2012	3.3.2.2
1.B.2	Im Forschungsprojekt von Müller-BBM (2009a) liegt als Ergebnis auch eine Analyse der noch zu verbesserten Quellkategorien 1.B.2.a.i-vi vor. Die Ermittlung der noch fehlenden Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.	Ermittlung fehlender Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten.	[2012]	erledigt		2012	3.3.2.2

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
1.B.2	Derzeit ist ein Forschungsprojekt in Bearbeitung, welches die Emissionen aus dem Gasnetz näher untersucht. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die bisher berichteten Emissionen deutlich zu hoch sind, da die bisher verwendeten Emissionsfaktoren von einer zu hohen Schadenshäufigkeit ausgehen und sich überdies die Materialien der Leitungen hinsichtlich der Dichtigkeit verbessert haben.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2015]	offen		2013	3.3.2.2
1.B.2.a.v	Die Aktualisierung der Daten zur Reinigung von Eisenbahnkesselwagen (UBA 2004b) und die Ermittlung von Daten zu anderen Reinigungsbereichen wie Binnentankschiffen und Straßentankfahrzeugen werden Gegenstand eines Forschungsprojektes sein.	Die Daten zur Reinigung von Eisenbahnkesselwagen (UBA 2004b) und die Daten zu anderen Reinigungsbereichen wie Binnentankschiffen und Straßentankfahrzeugen sind mittels des Forschungsprojektes zu aktualisieren bzw. zu ermitteln. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	[2015]	offen		2012	3.3.2.3.5.6
1.B.2.d	Es ist geplant, die Freisetzung von Gasen - wenn auch sehr geringe Mengen zu erwarten sind - für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (oberflächennaher Bereich bis 400 m Tiefe), zu quantifizieren.	Quantifizierung der Freisetzung von Gasen für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (siehe Einzelziel).	[2012]	geschlossen	Die Quantifizierung der Freisetzung von Gasen für Erschließungsbohrungen wurde in einem Projekt untersucht; mit dem Ergebnis, das die Emissionen aus dieser Quellgruppe vernachlässigbar sind.	2011	3.3.2.5.6
1.B.2.d	Es ist geplant, die Freisetzung von Gasen - wenn auch sehr geringe Mengen zu erwarten sind - für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (oberflächennaher Bereich bis 400 m Tiefe), zu quantifizieren.	Quantifizierung der Freisetzung von Gasen für Erschließungsbohrungen, bei denen keine „Blow-out-preventer“ eingesetzt werden (siehe Einzelziel).	[2012]	geschlossen	Die Quantifizierung der Freisetzung von Gasen für Erschließungsbohrungen wurde in einem Projekt untersucht; mit dem Ergebnis, das die Emissionen aus dieser Quellgruppe vernachlässigbar sind.	2012	3.3.2.5.6
1.C.1.b	Im Rahmen einer Studie werden derzeit Bewegungsdaten auf Basis von AIS ermittelt. Die daraus entwickelten Bunkermengen sollen dann mit ebenfalls aktualisierten spezifischen Emissionsfaktoren die Deutschland zugeordneten Emissionen abbilden.	Ergebnisse aus dem AIS-Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	überfällig		2011	3.2.2.3.6
1.C.1.b	Im Rahmen einer Studie werden derzeit Bewegungsdaten auf Basis von AIS (Automatic Identification System/Automatisches Identifikationssystem; funk- bzw. satellitengestütztes System zur Übertragung von Schiffsdaten, wie Größe, Beladung, Geschwindigkeit, Route, etc.) ermittelt. Die daraus entwickelten Bunkermengen sollen dann mit ebenfalls aktualisierten spezifischen Emissionsfaktoren die Deutschland zugeordneten Emissionen abbilden	Ergebnisse aus dem AIS-Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	überfällig		2012	3.2.2.3.6
1.C.1.b	Frühestens ab 2013 wird voraussichtlich auch in Deutschland gebunkertes LNG zum Einsatz kommen und in zukünftigen Berichterstattungen berücksichtigt.	In Deutschland gebunkertes LNG ist in der Berichterstattung zu berücksichtigen.	[2015]	offen		2013	3.2.2.3.6
2.A.2	Die im Rahmen eines Forschungs-Projektes auf Basis von Emissionserklärungen der deutschen Kalkwerke (einschließlich Dolomit) ermittelten Emissionsfaktoren sind nur bedingt zur Verifizierung der Angaben im ZSE geeignet. Der Projektabschluss hat sich verzögert.	Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	4.2.2.6
2.A.4	Derzeit sind keine konkreten Verbesserungen geplant. Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	[2012]	erledigt		2011	4.2.4.6
2.A.4	Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert aber weiterhin eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	Das hohe Maß an Unsicherheiten der Mengen verwendeter Soda erfordert eine Verifizierung der Berechnungsmethode.	[2012]	erledigt		2012	4.2.4.6

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
2.A.5	Weiterhin sind zusätzliche Betrachtungen zur Export-Import-Bereinigung durch den VDD geplant.	Mit neuem FV muss die Datenlage für Außenhandelskorrektur neu recherchiert werden, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	[2012]	überfällig		2011	4.2.5.6
2.A.5	Weiterhin sind zusätzliche Betrachtungen zur Export-Import-Bereinigung durch den VDD geplant.	Mit FV muss die Datenlage für Außenhandelskorrektur neu recherchiert werden, ggf. über Koordinierungsausschuss.	[2012]	überfällig		2012	4.2.5.6
2.A.6	Die aktuell vorliegenden Ergebnisse aus einem Forschungsbericht sollen fachlich zur Evaluierung der Emissionsfaktoren genutzt werden.	Evaluierung der Emissionsfaktoren anhand des vorliegenden Projektberichts.	[2012]	überfällig		2011	4.2.6.6
2.A.6	Die aktuell vorliegenden Ergebnisse aus einem Forschungsbericht sollen fachlich zur Evaluierung der Emissionsfaktoren genutzt werden.	Evaluierung der Emissionsfaktoren anhand des vorliegenden Projektberichts.	[2012]	überfällig		2012	4.2.6.6
2.A.7.(a)	Derzeit sind Überprüfungen einzelner Angaben zum Scherbeneinsatz geplant, die ggf. zu Verbesserungen und geringen Anpassungen in der Emissionshöhe führen.	Angaben zum Scherbeneinsatz sind zu überprüfen, wobei Datenquellen zu recherchieren sind, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	[2012]	erledigt		2011	4.2.7.6
2.A.7.(a)	Derzeit sind Überprüfungen einzelner Angaben zum Scherbeneinsatz geplant, die ggf. zu Verbesserungen und geringen Anpassungen in der Emissionshöhe führen.	Angaben zum Scherbeneinsatz sind zu überprüfen, wobei Datenquellen zu recherchieren sind, ggf. über Koordinierungsausschuss. (siehe auch "Handlungsbedarf Ergänzung")	[2012]	erledigt		2012	4.2.7.6
2.C.1	Mittels Expertengesprächen soll die Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten konsistenten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren überprüft werden.	Durchführung von Expertengesprächen zur Prüfung der Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren.	[2012]	erledigt		2011	4.4.1.6
2.C.1	Mittels Expertengesprächen soll die Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten konsistenten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren überprüft werden.	Durchführung von Expertengesprächen zur Prüfung der Plausibilität der für die Kohlenstoffbilanz der Primärstahlerzeugung benötigten statistischen Angaben, Heizwerte und Emissionsfaktoren.	[2012]	erledigt		2012	4.4.1.6
2.C.3	Die Ermittlung von Unsicherheiten wird unter Einbeziehung des Industrieverbandes weitergeführt. Die korrekten PFC-Emissionen für 2009 werden nachgereicht.	Ermittlung von Unsicherheiten und Einarbeitung der "korrekten" PFC-Emissionen für 2009.	[2012]	erledigt		2011	4.4.3.6
2.C.4	Seit längerem laufen Diskussionen mit den Anwendern, inwieweit die Annahme eines Emissionsfaktors von 1 in der Aluminiumindustrie der Realität entspricht. Bis zur nächsten Berichterstattungs runde erwarten wir konkrete Ergebnisse, die wahrscheinlich zu einer Korrektur des Emissionsfaktors führen werden.	Korrektur des Emissionsfaktors auf Basis der Gespräche mit den "Anwendern(?)".	[2012]	erledigt		2011	4.4.4.6
2.D.1	Die CO2-Emissionen aus der Kaustifizierung in der Sulfatzellstoffproduktion sind biogenen Ursprungs und müssen demnach bisher nicht berichtet werden. Zukünftig ist es denkbar zur Erhöhung der Transparenz auch CO2 biogenen Ursprungs zu berichten.	Prüfen, ob zukünftig CO2 biogenen Ursprungs berichtet werden sollte (siehe Einzelziel).	[2012]	erledigt		2011	4.5.1.6
2.D.1	Die CO2-Emissionen aus der Kaustifizierung in der Sulfatzellstoffproduktion sind biogenen Ursprungs und müssen demnach bisher nicht berichtet werden. Zukünftig ist es denkbar zur Erhöhung der Transparenz auch CO2 biogenen Ursprungs zu berichten.	Prüfen, ob zukünftig CO2 biogenen Ursprungs berichtet werden sollte (siehe Einzelziel).	[2012]	erledigt		2012	4.5.1.6
2.F.1	Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle soll überprüft werden.	Die Aktualität der verwendeten Kältemittelmodelle ist zu überprüfen.	[2013]	erledigt		2012	4.7.1.5

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
2.F.9	Bei der geothermischen Strom- und Wärmeerzeugung in Niedertemperatur-Wärmekraftwerken wird abweichend vom Standardkonzept eine Effizienzsteigerung durch den Einsatz fluorierter Arbeitsmittel erprobt. Die sicherheitstechnischen und emissionsrelevanten Implikationen dieser technischen Entwicklungen werden durch das Umweltbundesamt erfasst und in einem Workshop („Effektivität und Umweltverträglichkeit in geothermischen Niedertemperatur-Kreisprozessen“) auf dem Deutschen Bundeskongress Geothermie im November 2011 vorgestellt und diskutiert.	Datenerhebung von F-Gasen aus der Geothermie muss sichergestellt werden.	[2014]	erledigt		2012	3.3.2.5.6
4.A	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	[2017]	offen		2011	6.2.6
4.A	Auf Anregung des ERT des In-Country-Reviews im September 2010 wird daran gearbeitet, einen nationalen Methan-Umwandlungsfaktor für Milchkühe abzuleiten.	Ableitung eines nationalen Methan-Umwandlungsfaktors für Milchkühe.	[2013]	erledigt		2012	6.2.6
4.A	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. a. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	[2017]	offen		2012	6.2.6
4.A	Es wird weiterhin an der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet. Inzwischen wurden die erforderlichen sehr detaillierten Daten bundesweit durch Expertenbefragung erhoben und ausgewertet (Dämmgen et al., 2011b). Als nächster Arbeitsschritt ist die Aufarbeitung dieser Daten für das Inventarmodell GAS-EM geplant. Gegebenenfalls können dabei auch noch Erkenntnisse aus der im Herbst 2011 stattfindenden amtlichen Erhebung über den Proteineinsatz in der Schweinemast im Zeitraum November 2010 bis Oktober 2011 einfließen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird u. a. die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH4-Emissionen aus der Verdauung dient. Siehe hierzu auch LfdNr. 3587	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung. Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	[2013]	erledigt		2012	6.2.6
4.A (b)	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet, in die auch Daten aus der für November 2011 durch das Statistische Bundesamt vorgesehenen Erhebung von Daten zum Eiweißeinsatz in der Schweinemast einfließen sollen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird auch die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH4-Emissionen aus der Verdauung dient.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel). Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	[2013]	erledigt		2011	6.2.6
4.B	Im Jahr 2010 erfolgt in Deutschland eine umfassende Erhebung landwirtschaftlicher Daten („Landwirtschaftliche Zahlung 2010“, LZ2010) durch das Statistische Bundesamt. Die Auswertung der LZ2010 bzgl. inventarrelevanter Daten wird in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ab Ende 2010 vorgenommen.	Die Ergebnisse der LZ 2010 sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	6.3.2.6
4.B	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet, in die auch Daten aus der für November 2011 durch das Statistische Bundesamt vorgesehenen Erhebung von Daten zum Eiweißeinsatz in der Schweinemast einfließen sollen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird auch die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH4-Emissionen aus der Verdauung dient.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel).	[2013]	erledigt		2011	6.3.2.6
4.B	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	[2017]	offen		2011	6.3.2.6

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
4.B	Hinsichtlich geplanter Verbesserungen wird auf Kapitel 6.3.2.6 verwiesen. Von der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung ist zu erwarten, dass auch die Ergebnisse der N2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflusst werden.	Sollte die Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung Einfluss auf die N2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management haben, so ist dies in das Inventar einzuarbeiten .	[2013]	erledigt		2011	6.3.4.6
4.B	Bei der Berechnung von THG-Emissionen aus der Güllevergärung konnten geringe GÜLLEMENGEN konzeptionsbedingt nicht berücksichtigt werden (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Um auch diese GÜLLEMENGEN einbeziehen zu können, soll das Berechnungsverfahren überarbeitet werden.	Bei der Berechnung von THG-Emissionen aus der Güllevergärung konnten geringe GÜLLEMENGEN konzeptionsbedingt nicht berücksichtigt werden (siehe Kapitel 6.1.3.6.5). Um auch diese GÜLLEMENGEN einbeziehen zu können, soll das Berechnungsverfahren überarbeitet werden. Die Ergebnisse sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2015]	offen		2013	6.3.2.6 + 6.3.4.6
4.B	Es wird weiterhin an der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet. Inzwischen wurden die erforderlichen sehr detaillierten Daten bundesweit durch Expertenbefragung erhoben und ausgewertet (Dämmgen et al., 2011b). Als nächster Arbeitsschritt ist die Aufarbeitung dieser Daten für das Inventarmodell GAS-EM geplant. Gegebenenfalls können dabei auch noch Erkenntnisse aus der im Herbst 2011 stattfindenden amtlichen Erhebung über den Proteineinsatz in der Schweinemast im Zeitraum November 2010 bis Oktober 2011 einfliessen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird u. a. die Gesamtenergie-Aufnahme beeinflussen, die als Grundlage zur Berechnung der CH4-Emissionen aus der Verdauung dient. Siehe hierzu auch LfdNr. 3586 Es wird weiterhin an der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet. Dabei ist zu prüfen, ob ein neues Modell in die Berichterstattung implementiert werden muss. Sie soll sich auf Erkenntnisse aus der im Herbst 2011 durchgeführten amtlichen Erhebung über den Proteineinsatz in der Schweinemast im Zeitraum November 2010 bis Oktober 2011 stützen. Ergänzend wird geprüft ob detailliertere Daten aus Expertenbefragungen (Dämmgen et al., 2011b) mit verwendet werden können.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung (siehe Einzelziel).	[2013]	erledigt		2012	6.3.2.6
4.B	Auf Anregung des ERT des In-Country-Review im September 2010 wird derzeit daran gearbeitet, für die in Deutschland üblichen Lagerverfahren Methan-Umwandlungsfaktoren MCF zu ermitteln, die die nationalen Gegebenheiten adäquat repräsentieren und konsistent mit Messdaten sind. Da Methan-Umwandlungsfaktor MCF und maximale Methan-bildungs-kapazität Bo ein aufeinander abgestimmtes Wertepaar sein müssen, wird auch an der Ableitung nationaler Werte für Bo gearbeitet. Die Ergebnisse werden in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdünger-Management) abgestimmt.	Ableitung eines nationalen Methan-Umwandlungsfaktors für Lagerverfahren in Deutschland.	[2013]	erledigt		2012	6.3.2.6
4.B	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. a. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	[2017]	offen		2012	6.3.2.6
4.B	Die von Deutschland derzeit verwendeten nationalen N2O-Emissionsfaktoren sollen in der neu geschaffenen KTBL-Arbeitsgemeinschaft Klimaschutz (Arbeitsgruppe Wirtschaftsdünger-management) überprüft werden.	Die nationalen N2O-Emissionsfaktoren sind zu überprüfen (siehe Einzelziel). In Abhängigkeit vom Ergebnis ist das Inventar ggf. zu überarbeiten.	[2013]	erledigt		2012	6.3.4.6
4.B	Von der in Kapitel 6.3.2.6 ( LfdNr. 3586 + 3587 ) erwähnten Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung und der Erhebung zur N-reduzierten Fütterung bei Schweinen ist zu erwarten, dass auch die Ergebnisse der N2O- und NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflusst werden.	Sollte die Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung Einfluss auf die N2O-/NO-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management haben, so ist dies in das Inventar einzuarbeiten .	[2013]	erledigt		2012	6.3.4.6

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
4.B	Der Umstand, dass ein Teil der Gülle in Biogas-Anlagen verarbeitet wird, wird mangels repräsentativer Aktivitätsdaten im Inventar derzeit nicht berücksichtigt. Am Ktbl läuft dazu ein Projekt, mit dessen Hilfe für die zukünftige Berichterstattung die erforderlichen Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren gesammelt werden. Überdies existieren zum gleichen Thema in Deutschland eine Reihe von Forschungsprojekten.	Die Ergebnisse des Ktbl-Projekts zu Gülle in Biogas-Anlagen sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2013]	erledigt		2012	6.3.2.6
4.D	Derzeit wird an einer Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet. Außerdem ist vom Statistischen Bundesamt eine Erhebung von Daten zum Eiweißeinsatz in der Schweinemast vorgesehen. Es ist zu erwarten, dass die Modelländerungen auch die Ergebnisse für die indirekten N2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden relevanten NH3-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management beeinflussen werden. Es wird in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt eine fundierte Schätzung der deutschen Wirtschaftsdünger-Netto-Importbilanz angestrebt.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung. Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	[2013]	erledigt		2011	6.5.6
4.D	Im Jahr 2010 erfolgt in Deutschland eine umfassende Erhebung landwirtschaftlicher Daten („Landwirtschaftliche Zählung 2010“, LZ2010) durch das Statistische Bundesamt. Die Auswertung der LZ2010 bzgl. inventarrelevanter Daten wird in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ab Ende 2010 vorgenommen.	Die Ergebnisse der LZ 2010 sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	6.5.6
4.D	Im März 2011 findet durch das Statistische Bundesamt eine Sondererhebung von Daten zur Wirtschaftsdünger-Ausbringung statt, deren Ergebnisse Einfluss auf die für die indirekten N2O-Emissionen relevanten NH3- und NO-Emissionen haben werden.	Die Sondererhebung "Daten zur Wirtschaftsdünger-Ausbringung" des StaBa ist in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2011	6.5.6
4.D	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. A. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	[2017]	offen		2011	6.5.6
4.D	Datenhaltung und Emissionsberechnungen werden von Tabellenkalkulationsdateien auf eine relationale Datenbank sowie prozedurale Programme umgestellt. Dieser Schritt, zu dem die Arbeiten im Sommer 2010 begonnen haben, dient vorrangig QK/QS-Zwecken. So wird u. a. die Automatisierung von Plausibilitätschecks erleichtert.	Die relationale Datenbank ist fertig zu stellen.	[2017]	offen		2012	6.5.6
4.D	Es wird weiterhin an der Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung gearbeitet (DÄMMGEN et al., 2011b). Gegebenenfalls können dabei auch noch Erkenntnisse aus der im Herbst 2011 stattfindenden amtlichen Erhebung über den Proteineinsatz in der Schweinemast im Zeitraum November 2010 bis Oktober 2011 einfließen. Die verbesserte Modellierung der Schweinefütterung wird u. a. die N-Ausscheidungen und damit die aus dem Wirtschaftsdünger-Management in den Boden gelangenden N-Mengen beeinflussen.	Verbesserung der Modellierung der Schweinefütterung. Die Validität der Modellrechnung muss transparent gemacht werden.	[2013]	erledigt		2012	6.5.6
4; 5	Verbesserung des QA/QC-Konzeptes (siehe Antwort an das ERT: Action plan for resolving issues identified by the ERT regarding KP LULUCF)	Fertigstellung des QA/QC-Konzeptes.	[2012]	erledigt		2011	7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6
5.	<b>Mineralböden</b> Zur Verbesserung der Datengrundlage werden in Deutschland derzeit Großinventuren zur Ermittlung des Kohlenstoff- und Stickstoffgehalts in Mineralböden durchgeführt. Die Ergebnisse der BZE-Landwirtschaft werden schrittweise zur Bestimmung präziser Emissionsfaktoren in das LULUCF-Inventar eingearbeitet.	Die Ergebnisse der BZE-Landwirtschaft sind zur Bestimmung präziser Emissionsfaktoren in das LULUCF-Inventar einzuarbeiten.	[2015]	erledigt		2013	19.5.2.3
5.	Die Ergebnisse der BZE-Landwirtschaft werden schrittweise zur Validierung der jetzigen Emissionsfaktoren herangezogen.	Die derzeit verwendeten EF sind anhand der Ergebnisse der BZE-Landwirtschaft zu verifizieren.	[2019]	offen		2014	19.5.2.3

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
5.A	<i>Landnutzungsänderungen</i>  In den neuen Bundesländern wurden die Flächen und Flächenveränderungen mit den Daten des Projektes GSE FM-INT ermittelt. Die Ausweisung der Waldflächen erfolgte ab einer Mindestfläche von 0,5 ha. Aufgrund dieser Festlegung ergibt sich eine Abweichung zu den nach der BWI-Walddefinition ermittelten Waldflächen. Ein Projekt soll überprüfen, ob mit Hilfe von weiteren Datenquellen eine genauere Flächenbestimmung für die neuen Bundesländer für den Zeitraum von 1990 bis 2005 möglich ist (siehe auch Kapitel 19.5.1.1.3).	Initiierung eines Projekts zur Überprüfung, ob mit Hilfe von weiteren Datenquellen eine genauere Flächenbestimmung für die neuen Bundesländer für den Zeitraum von 1990 bis 2005 möglich ist.	[2014]	geschlossen	Nicht mehr notwendig. Grund siehe NIR 2012 Kap. 7.1.3.2.1	2011	7.2.8.1
5.A	<i>Landnutzungsänderungen</i>  Mit der zurzeit in Vorbereitung befindlichen Bundeswaldinventur 3 (BWI 3) wird die Flächen- und –änderungsbestimmung für das gesamte Bundesgebiet einheitlich möglich sein. Die Ergebnisse der BWI 3, die von 2011 bis 2012 durchgeführt wird, wird eine Schätzung der Flächen und –änderungen für alle LULUCF-Landkategorien im Zeitraum von 2002 bis 2012 ermöglichen.	Durchführung einer Schätzung der Flächen und –änderungen für alle LULUCF-Landkategorien im Zeitraum von 2002 bis 2012 auf Basis der BWI 3.	[2014]	erledigt		2011	7.2.8.1
5.A	<i>Streu und mineralische Böden</i>  Für zukünftige Auswertungen sollen bisher noch fehlende Datensätze aus den Bundesländern einbezogen werden. Bisher konnten nur für etwa die Hälfte der BZE II-Punkte Kohlenstoffvorräte berechnet werden. Mit Einbeziehung noch fehlender Daten ist es möglich, die Auswertung auf eine statistisch besser abgesicherte Basis zu stellen. Der gewählte Ansatz über die LeitbodenEinheiten bietet noch Potential für eine weiterführende Auswertung, da noch keine Kovariablen (Textur, Niederschlag, Temperatur, Inklination, Exposition) in die Analyse eingeflossen sind.	Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte sind bisher fehlende Datensätze aus den Bundesländern heranzuziehen. Der gewählte Ansatz ist (siehe Einzelziel) weiter zu verbessern.	[2013]	erledigt		2011	7.2.8.2
5.A	Weiterhin wird die Kartengrundlage BÜK gegenwärtig überarbeitet und demnächst mit einer höheren Genauigkeit (Maßstab 1:200.000) veröffentlicht.	Nach Überarbeitung der BÜK ist zu prüfen, ob deren höhere Genauigkeit Auswirkung auf die Ergebnisse der Emissionsberechnungen hat. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	[2013]	geschlossen	Die BÜK 200 steht nicht zur Verfügung. Wann diese endlich fertiggestellt wird ist nicht bekannt. Falls sie irgendwann zur Verfügung steht, erfolgt eine Prüfung.	2011	7.2.8.2
5.A	<i>Streu und mineralische Böden</i>  Die Auswertung der Daten bezüglich der Änderungen des organischen Kohlenstoffs in den oberen 30 cm des Mineralbodens zeigt, dass v.a. sandige Böden, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Norden Deutschlands haben, Kohlenstoff seit der BZE I akkumuliert haben. In einer bereits initiierten Untersuchungen seitens der BZE sollen die Ursachen der Kohlenstoffzunahme geklärt werden. Der Vergleich mit einer regionalen Bodeninventur auf Daueruntersuchungsflächen (KONOPATZKY 2009) lässt den Schluss zu, dass Veränderungen vor allem in den letzten Jahren stattgefunden haben. Andererseits kommt eine im Rahmen der BZE durchgeführte Studie zu dem Schluss, dass signifikante Änderungen des Kohlenstoffvorrats im Mineralboden frühestens nach 10 Jahren erfassbar sind (MELLERT et al. 2007). Es ist daher notwendig, die Veränderungsrate mittels einer Folgeinventur zu überprüfen. Über deren Zeitpunkt ist nach Auswertung der BZE II zu beschließen.	Nach Auswertung der BZE II ist zur Ermittlung der Änderung des Gehaltes an org. Kohlenstoff der obersten 30cm von Mineralböden eine Folgeinventur zu veranlassen (siehe Einzelziel).	[2017]	offen		2011	7.2.8.2
5.A	Mit der zurzeit durchgeführten Bundeswaldinventur 3 (BWI 3) wird dem stichprobenbasierten Informationssystem für die Bestimmung der Aktivitätsdaten ein wichtiger Datensatz zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse der BWI 3, die von 2011 bis 2012 durchgeführt wird, sollen 2013 eine Schätzung der Flächen und –änderungen für die Kategorien von, zu und verbleibenden Wald für den Zeitraum von 2002 bis 2012 ermöglichen. Durch die hohe Qualität der Daten ist eine sehr genaue Aussage über die Waldflächen und -veränderungen möglich.	Durchführung einer Schätzung der Flächen und –änderungen für die Kategorien von, zu und verbleibenden Wald im Zeitraum von 2002 bis 2012 auf Basis der BWI 3.	[2014]	erledigt		2012	7.2.8.1

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
5.A	Für zukünftige Auswertungen sollen bisher noch fehlende Datensätze aus den Bundesländern einbezogen werden. Bisher konnten nur für etwa 75 % der BZE II-Punkte Kohlenstoffvorräte berechnet werden. Unter Einbeziehung bisher fehlender Daten ist es möglich, die Auswertung auf eine statistisch besser abgesicherte Basis zu stellen. Der gewählte Ansatz über die Leitbodenheiten bietet noch Potential für eine weiterführende Auswertung, da noch keine Kovariablen (Textur, Niederschlag, Temperatur, Inklination, Exposition) in die Analyse eingeflossen sind. Weiterhin wird die Kartengrundlage BÜK gegenwärtig überarbeitet und demnächst mit einer höheren Genauigkeit (Maßstab 1:200.000) veröffentlicht.	Für die Berechnung der Kohlenstoffvorräte sind bisher fehlende Datensätze aus den Bundesländern heranzuziehen. Der gewählte Ansatz ist (siehe Einzelziel) weiter zu verbessern.	[2013]	erledigt		2012	7.2.8.2
5.A	Die Auswertung der Daten bezüglich der Änderungen des organischen Kohlenstoffs in den oberen 30 cm des Mineralbodens zeigt, dass v. a. sandige Böden, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Norden Deutschlands haben, Kohlenstoff seit der BZE I akkumuliert haben. In einer bereits initiierten Untersuchung seitens der BZE sollen die Ursachen der Kohlenstoffzunahme geklärt werden. Der Vergleich mit einer regionalen Bodeninventur auf Daueruntersuchungsflächen (KONOPATZKY 2009) lässt den Schluss zu, dass die Veränderungen vor allem in den letzten Jahren stattgefunden haben. Andererseits kommt eine im Rahmen der BZE durchgeführte Studie zu dem Schluss, dass signifikante Änderungen des Kohlenstoffvorrats im Mineralboden frühestens nach 10 Jahren erfassbar sind (MELLERT et al. 2007). Es ist daher notwendig, die Veränderungsrate mittels einer Folgeinventur zu überprüfen. Der Zeitpunkt der Durchführung wird erst nach Auswertung der BZE II beschlossen.	Nach Auswertung der BZE II ist zur Ermittlung der Änderung des Gehaltes an org. Kohlenstoff der obersten 30cm von Mineralböden eine Folgeinventur zu veranlassen (siehe Einzelziel).	[2017]	offen		2012	7.2.8.2
5.A, 5.B, 5.C	Die in den vorangegangenen Kapiteln aufgeführten Werte stellen die im Moment besten, flächendeckend verfügbaren Daten dar. Zur Verbesserung dieser Datengrundlage wurden und werden in Deutschland derzeit Großinventuren zur Ermittlung des Kohlenstoff- und Stickstoffgehalts in Mineralböden durchgeführt: <ul style="list-style-type: none"><li>• die Bodenzustandserhebung II Wald, für alle Waldböden (in der Auswertung)</li><li>• die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft, für Acker- und Grünlandböden</li></ul> Durch diese beiden Großinventuren werden ca. 84 % der Gesamtfläche Deutschlands erfasst, dies entspricht ca. 88 % der Mineralbodenfläche. <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Ergebnisse dieser Inventuren werden schrittweise zur Bestimmung präziser Emissionsfaktoren eingearbeitet.</li><li>• Im Rahmen der Einarbeitung der Ergebnisse der Großinventuren soll das Berichtssystem Mineralboden von 30 cm auf 1 m Bodentiefe umgestellt werden.</li></ul>	Einarbeitung der Ergebnisse der Großinventuren (BZE LaWi-Acker-Grünl.) in das Inventar und umstellen der Berichterstattung für Mineralboden auf 1 m Bodentiefe.	[2014]	geschlossen	Die Ergebnisgewinnung der BZE-Landwirtschaft dauert bis Ende 2018. Der vollständige, geprüfte und ausgewertete Datensatz liegt frühestens 2020 vor. Bis dahin werden einzelne Teildatensätze lediglich zur Validierung herangezogen und nicht jährlich neue Emissionsfaktoren in das System eingestellt.	2012	19.5.2.2.6
5.A; 5.B; 5.C; 5.D	Die Landerkennung für alle Kategorien wird auf einen Ansatz mit Punktraster umgestellt werden, der konsistent ist zur Berichterstattung der Waldkategorien und zur KP-LULUCF – Berichterstattung. Außerdem erlaubt diese Methode die einfache Zuhilfenahme anderer Datensätze, wie zum Beispiel des europäischen LUCAS-Rasters, Satelliten- oder Luftbilder, etc., so dass die Rückrechnung bis 1990 auf zusätzliche Datenquellen zurückgreifen kann.	Erstellung einer konsistenten Landnutzungsmatrix (siehe auch Action Plan) auf Basis eines einheitlichen Stichprobennetzes.	[2012]	erledigt		2011	7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPl
5.B, 5.C	Für den gesamten LULUCF-Sektor wurde für die Ermittlung der Flächendaten ein stichprobenbasiertes Informationssystem eingeführt. Jedem Stichprobepunkt kann aufgrund des Datenmaterials für die betreffenden Jahre eine Zuordnung zu einer Landnutzungskategorie in Abhängigkeit einer Qualitätsstufe vorgenommen werden. Daraus wurden die Landnutzungsänderungskategorien für jedes Jahr abgeleitet. Zusätzlich wurde erfasst, wie viele der Punkte auf Grund übereinstimmender LULUCF-Kategorien der verschiedenen Qualitätsstufen als validiert gelten. Der Anteil noch nicht validierter Punkte im Jahre 1990 ist noch hoch. Dieser Anteil soll durch die Integration neuer Datenquellen (vor allem aus ColorInfraRed-Daten abgeleitete Kartenwerke für 1990) deutlich verbessert werden (siehe auch Kapitel 7.1.3.3).	Verbesserung des Anteils der validierten Punkte im Jahre 1990. Die Verbesserung soll durch die Integration neuer Datenquellen (vor allem aus ColorInfraRed-Daten abgeleitete Kartenwerke für 1990) erreicht werden.	[2014]	erledigt		2012	7.2.8.1

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
5.B; 5.C	Verbesserung der Flächendaten für organische Böden unter Acker: laufendes Forschungsprojekt.	Die Flächendaten für organische Böden unter Acker sind zu verbessern.	[2016]	offen		2012	7.3.8
5.B; 5.C	Mineralboden: Bodenzustandserhebung Landwirtschaft: Erzeugung nationaler Messdaten der C-Vorräte für Acker und Grünland.	Auf Basis der nationalen Bodenzustandserhebung Landwirtschaft sind Messdaten der C-Vorräte in Mineralböden für Acker und Grünland abzuleiten und das Inventar entsprechend zu verbessern.	[2020]	offen		2012	7.3.8
5.B; 5.C	Mineralboden: Bodenzustandserhebung Landwirtschaft: schrittweise Überarbeitung der Datengrundlage für Mineralböden.	Auf Basis der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft ist die Datengrundlage für Mineralböden zu überarbeiten und das Inventar entsprechend zu verbessern.	[2014]	geschlossen	Geplante Verbesserung liegt als Doppelung vor. Ist daher bereits über eine anderen Handlungsbedarf abgedeckt. Daher hier gelöscht.	2012	7.3.8
5.B; 5.C	Organische Böden: Treibhausgasmessungen zur Verbesserung bzw. Validierung der nationalen Emissionsfaktoren: laufendes Forschungsprojekt.	Mit Hilfe von Treibhausgasmessungen sind die nationalen Emissionsfaktoren für organische Böden zu verbessern bzw. zu validieren.	[2016]	offen		2012	7.3.8
5.B; 5.C; 5.D	Dieses Punktraster wird die räumliche und zeitliche Konsistenz in der Ackerlandberichterstattung gewährleisten sowie die Abbildung der Landnutzungsänderungen zwischen 1990 und 2000 ermöglichen.	Rekonstruktion einer widerspruchsfreien Landnutzungsmatrix für 1990 (siehe auch Action Plan Kapitel 1.).	[2013]	erledigt		2011	7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPl
5.B; 5.C; 5.D	Veränderung des Systems zur Berichterstattung für Emissionen aus Mineralböden: • Ableitung von typischen, nutzungsabhängigen Kohlenstoffvorräten in Mineralböden, nach Bodentyp und Fläche gewichtet für ganz Deutschland • Entwicklung eines neuen Systems zur Beschreibung der Veränderungen von Kohlenstoffvorräten in Abhängigkeit von der Landnutzung	Verbesserung des Verfahren zur Schätzung der C-Vorratsänderung in mineralischen Böden für jede Landnutzungskategorie durch Umstellung der Methodik auf einen symmetrischen Ansatz (siehe auch Action Plan Kapitel 1.).	[2013]	erledigt		2011	7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6; ActPl
5.B; 5.C; 5.D	Neue, nach Bodentyp und Nutzung differenzierte Emissionsfaktoren für organische Böden	Mit Hilfe von Treibhausgasmessungen sind die nationalen Emissionsfaktoren für organische Böden zu verbessern bzw. zu verifizieren.	[2016]	offen		2011	7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6
5.B; 5.C; 5.D	Veränderung des Systems zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse: • weniger Emissionsfaktoren durch Berechnung flächengewichteter Mittelwerte für ganz Deutschland. • Eingang von mehr Pflanzenarten als bisher in die Berechnung der flächengewichteten Mittelwerte	Reduktion der bisher verwendeten EF durch Berechnung flächengewichteter Mittelwerte für ganz Deutschland und Einbeziehung von mehr Pflanzenarten.	[2013]	erledigt		2011	7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6
5.B; 5.C; 5.D	Veränderung des Systems zur Ermittlung der Kohlenstoffvorratsänderung in der Biomasse: • Berechnung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse • Neue landesspezifische Defaultfaktoren für die Kohlenstoffvorräte von Gehölzbeständen außerhalb von Wäldern	Berechnung der Kohlenstoffvorräte getrennt nach ober- und unterirdischer Biomasse und Ermittlung neuer landesspezifischer Defaultfaktoren für die Kohlenstoffvorräte von Gehölzbeständen außerhalb von Wäldern (siehe auch Action Plan).	[2013]	erledigt		2011	7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6
5.B; 5.C; 5.D	Eine vollständige, GPG-gerechte Berechnung der Unsicherheiten	Anforderungskonforme Berechnung der Unsicherheiten für alle Landnutzungskategorien.	[2013]	erledigt		2011	7.3.8, 7.4.8, 19.5.2.6
5.C	Zusätzlich wird der bisher vorläufige Emissionsfaktor für Gehölzbiomasse verbessert, da Ergebnisse von zehn weiteren Gehölzbeständen den bisher untersuchten zugefügt werden können.	Der bisher vorläufige Emissionsfaktor ist zu überarbeiten und das Inventar entsprechend zu aktualisieren.	[2016]	offen		2013	7.4.8
5.D	Für die Kategorie Wetlands wird angestrebt landesspezifische Emissionsfaktoren für die THG CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O und CH <sub>4</sub> aus dem Torfabbau zu ermitteln. Diesbezüglich werden im Rahmen des Projektes „Organic Soils“ Messungen vorgenommen, die alle Phasen dieser Wirtschaftsmethode umfassen (vergl. Kapitel 19.5.2.6). Die Ergebnisse werden zur Parametrisierung und Validierung mathematischer Modelle verwendet, bzw. zur Ermittlung landesspezifischer, regionaler Defaultfaktoren. Die Ergebnisse dieses Projektes sollen, sobald verfügbar, in die nationale Berichterstattung einfließen.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2015]	offen		2011	7.5.8

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
5.E	Die geplanten, quellspezifischen Verbesserungen sehen für diesen Sektor die Ermittlung von landesspezifischen Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün vor. Zu diesem Zwecke wurde eine Vorstudie in Auftrag gegeben. In diesem Pilotprojekt sollen Kohlenstoffvorräte und deren Veränderung in Stadtbäumen ermittelt werden. (vgl. Kapitel 19.5.2.6).	Es sind landesspezifische Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün zu ermitteln (siehe Einzelziel). Auf Basis der Ergebnisse der Pilotstudie und der folgenden Projekte ist das Inventar entsprechend zu überarbeiten.	[2013]	geschlossen	Geplante Verbesserung wurde mit NIR 2012 in zwei Teile aufgeteilt.	2011	7.6.8
5.E	Es laufen zwei Pilotprojekte zur Methodenentwicklung. Ziel ist die Erfassung von holziger Biomasse in Siedlungen. Die Pilotprojekte untersuchen zwei deutsche Städte.	Es sind landesspezifische Emissionsfaktoren für Stadt-, Siedlungs- und Verkehrswegegrün sowie explizit Hecken zu ermitteln (siehe Einzelziel). Auf Basis der Ergebnisse der Pilotstudien und der folgenden Projekte ist das Inventar entsprechend zu überarbeiten.	[2013]	erledigt		2012	7.6.8
6.A.1	In einem Sachverständigungsgutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) wurden die geringen Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologischer Abfälle quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, dass Emissionsbeiträge der MBA Abfälle gegenüber den gesamten Deponiegasemissionen sehr gering sind. Das Gutachten zeigt auch auf, dass der zeitliche Emissionsverlauf der abgelagerten MBA Abfälle sich nur unzureichend mit dem FOD-Modell beschreiben lässt. Die Kinetik der Deponiegasbildung aus MBA-Abfällen soll in einem weiteren Gutachten untersucht und in einem verbesserten Modellansatz beschrieben werden.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2013]	erledigt		2011	8.2.1.6
6.A.1	Das Statistische Bundesamt beabsichtigt zukünftig Daten zur Deponiegassierung und -verwertung auch bei Deponien in der Nachsorgephase zu erheben. Voraussichtlich werden in 2012 in der Umweltstatistik erstmals auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegassierung vorliegen.	Sollten in 2012 in der Umweltstatistik auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegassierung vorliegen (siehe Einzelziel) ist das Inventar auf Basis der neuen Daten entsprechend zu überarbeiten.	[2013]	erledigt		2011	8.2.1.6
6.A.1	In einem Sachverständigungsgutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) wurden die geringen Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologischer Abfälle quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, dass Emissionsbeiträge der MBA Abfälle gegenüber den gesamten Deponiegasemissionen sehr gering sind. Das Gutachten zeigt auch auf, dass der zeitliche Emissionsverlauf der abgelagerten MBA Abfälle sich nur unzureichend mit dem FOD-Modell beschreiben lässt. Die Kinetik der Deponiegasbildung aus MBA-Abfällen soll in einem weiteren Gutachten untersucht und in einem verbesserten Modellansatz beschrieben werden. Mit den Ergebnissen des Gutachtens sollen die zu erwartenden Methan-Emissionen aus MBA Abfällen exakter beschrieben und quantifiziert werden, so dass die bisher mittels Expertenschätzung aus dem o.g. Gutachten (WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009) abgeleiteten Emissionswerte durch diese verbesserten Daten ersetzt werden können. Die Vergabe des Gutachtens erfolgte im Oktober 2011 im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung.	Das Inventar ist auf Basis der Ergebnisse des Gutachtens zu verbessern. Die Ergebnisse des Gutachtens sind zu dokumentieren.	[2012]	erledigt		2012	8.2.1.6
6.A.1	Das Statistische Bundesamt beabsichtigt zukünftig Daten zur Deponiegassierung und -verwertung zusätzlich auch bei Deponien in der Nachsorgephase zu erheben. Voraussichtlich werden damit in 2012 in der Umweltstatistik erstmals auf allen Deponien einheitlich erhobene Daten zur Deponiegassierung vorliegen.	Die mit der Umweltstatistik 2012 vervollständigten Daten zur Deponiegasbildung sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2012	8.2.1.6

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
6.A.1	2011/12 wurde die Restgasemissionen aus der Ablagerung mechanisch-biologische behandelter Abfälle in einem Sachverständigengutachten (IFAS, 2012) quantifiziert. Das Gutachten bestätigt, die bislang in der Emissionsberechnung angesetzten geringen Emissionsbeiträge aus der Ablagerung der MBA Abfälle. Das Gutachten liefert Hinweise zum zeitlichen Verlauf der Methanbildung, die auf einen höheren Anteilen an Abfallbestandteilen, die mit kürzeren Halbwertzeiten abgebaut werden, hinweisen. Gegenwärtig wird dieser Sachverhalt noch geprüft, ggf. werden die Halbwertszeiten / Reaktionskonstanten für MBA-Abfälle entsprechend angepasst.	Das Inventar ist auf Basis der Ergebnisse des Gutachtens zu verbessern. Die Ergebnisse des Gutachtens sind zu dokumentieren.	[2014]	überfällig		2013	8.2.1.6
6.A.1	Auffällig sind die im internationalen Vergleich sehr geringen Erfassungsraten des Deponiegases von etwa 20 %, obwohl nahezu allen deutschen Deponien über eine Gasfassung verfügen und aus deponietechnischer Gründen vergleichsweise günstige Rahmenbedingungen für hohe Gasfassung vorliegen. Die Ursachen dieses Widerspruchs gilt es für die zukünftige Berichterstattung aufzuklären.	Die Ursachen für die hohe Differenz der statistisch erfassten Werte und der geschätzten Deponiegasmenge sind zu ermitteln.	[2015]	offen		2013	8.2.1.6
6.B.1	Es soll geprüft werden ob zu den branchenspezifischen Abwasserströmen entsprechende CSB-Werte ermittelt werden können.	Es soll geprüft werden ob zu den branchenspezifischen Abwasserströmen entsprechende CSB-Werte ermittelt werden können. Das Inventar ist dann entsprechend zu Überarbeiten.	[2014]	überfällig		2013	8.3.1.2.6
6.D.1	Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH4 und N2O zu verbessern. Im Rahmen des Vorhabens werden sowohl Literaturdaten recherchiert als auch Messungen an Kompost- und Vergärungsanlagen durchgeführt. Ziel des Vorhabens ist es, Emissionsfaktoren zu liefern, die auf gemessenen Emissionen aus realen Anlagen basieren. Nach Abschluss des Vorhabens ist mit neuen Emissionsfaktoren für beide Gase zu rechnen.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2013]	erledigt		2011	8.5.1.6
6.D.1	Derzeit wird im Auftrag des Umweltbundesamtes ein Forschungsvorhaben durchgeführt, dessen Ziel es ist, die Datengrundlage für die Emissionsfaktoren für CH4 und N2O zu verbessern. Im Rahmen des Vorhabens werden sowohl Literaturdaten recherchiert als auch Messungen an Kompost- und Vergärungsanlagen durchgeführt. Ziel des Vorhabens ist es, Emissionsfaktoren zu liefern, die auf gemessenen Emissionen aus realen Anlagen basieren. Nach Abschluss des Vorhabens ist mit neuen Emissionsfaktoren für beide Gase zu rechnen, die in das Inventar eingearbeitet werden sollen.	Die Ergebnisse aus dem Vorhaben sind in das Inventar einzuarbeiten.	[2012]	erledigt		2012	8.5.1.6
6.D.1	Im Rahmen der Anpassung an die Guidelines von 2006 ist geplant, neue Emissionsfaktoren für die Bioabfallverwertung einzuführen. Das Forschungsprojekt zur Ermittlung dieser Faktoren steht kurz vor dem Abschluss.	Nach Abschluss des Forschungsprojekts zur Ermittlung neuer Emissionsfaktoren für die Bioabfallverwertung sind diese in das Inventar einzuarbeiten	[2015]	offen		2014	8.5.1.6
6.D.2	Das Umweltbundesamt wird auf das Statistische Bundesamt einwirken, bei der Datenerhebung auch bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen.	StBa ist zu veranlassen bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	[2013]	erledigt		2011	8.5.2.6
6.D.2	Das Umweltbundesamt wird auf das Statistische Bundesamt einwirken, bei der Datenerhebung auch bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Hierzu ist ein gemeinsames Gespräch mit dem MBA Betreibern und dem Statistischen Bundesamt geplant.	StBa ist zu veranlassen bislang unberücksichtigte MBA-Varianten mit zu erfassen. Das Inventar ist entsprechend zu überarbeiten.	[2013]	erledigt		2012	8.5.2.6

CRF	Geplante Verbesserung	Handlungsbedarf	Deadline	STATUS	Kommentar	Berichtsjahr	Referenz NIR-Kapitel
6.D.2	Als Emissionsfaktoren für Methan und Distickstoffmonoxid werden bislang die Emissionsgrenzwerte der 30. BlmSchV angesetzt. Die realen Emissionen der Anlagen liegen deutlich unterhalb der Emissionsgrenzwerte. Für die weitere Berichterstattung gilt es daher die realen Anlagenemissionen auszuwerten und die Emissionsfaktoren zu überprüfen.	Als Emissionsfaktoren für Methan und Distickstoffmonoxid werden bislang die Emissionsgrenzwerte der 30. BlmSchV angesetzt. Die realen Emissionen der Anlagen liegen deutlich unterhalb der Emissionsgrenzwerte. Für die weitere Berichterstattung gilt es daher die realen Anlagenemissionen auszuwerten, die Emissionsfaktoren zu überprüfen und mit den Ergebnissen das Inventar zu überarbeiten.	[2015]	offen		2013	8.5.2.6

### **10.4.2 KP & LULUCF**

Die für das Konventionsinventar beschriebenen Verbesserungen für den Sektor LULUCF im Bereich 5.A und 5.B.2.1 bis 5.F.2.1 sind auch für das KP-LULUCF-Inventar anzuwenden (siehe Kapitel 10.4.1).

## 11 ERGÄNZENDE INFORMATIONEN WIE NACH ARTIKEL 7, ABSATZ 1 DES KYOTO-PROTOKOLLS GEFORDERT

### 11.1 Allgemeine Informationen

#### 11.1.1 Walddefinition und andere Kriterien

Die wesentliche Datenquelle, die zur Ermittlung der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren verwendet wurde, ist die Bundeswaldinventur. Deren Walddefinition ist unter anderem Grundlage für die Berichterstattung und findet sich in Kapitel 7.2.3.1.

Entsprechend dem deutschen Eröffnungsbericht des Kyoto-Protokolls (UNFCCC 2007) hat Deutschland für die Walddefinition folgende spezifische Parameter festgesetzt:

Tabelle 336: Walddefinition in Deutschland

Parameter	Spannbreite (range)	Gewählter Wert (selected value)
<b>Mindestflächengröße</b> (minimum area of land)	0,05 – 1,00 ha	0,1 ha
<b>Mindestüberschirmungsgrad</b> (tree crown cover or equivalent stocking level)	10 – 30 %	10 %
<b>Potenzielle Baumhöhe</b> (potential tree height at maturity)	2 – 5 m	5 m

Innerhalb der in den Marrakesh Accords gesetzten Grenzen (s.o. range) kommen diese Werte der in der Bundeswaldinventur verwendeten Definition am nächsten. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Vergleich zwischen Berechnungen der Aktivitätsdaten nach den oben aufgeführten Werten zu vernachlässigbaren Unterschieden führt.

Für die neuen Bundesländer fehlen die Daten der ersten Bundeswaldinventur. Aufgrund dieser Besonderheit wurde mit dem Projekt GSE Forest Monitoring (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009) die Waldbedeckung und deren Veränderungen zwischen 1990 und 2002 bzw. 2005/2006 anhand von Karten entwickelt. Die dabei verwendete Walddefinition basiert jedoch auf der international anerkannten Definition der FAO mit einer Mindestflächengröße von 0,5 ha (siehe auch OEHMICHEN et al. (2011b)). Die dem Thünen-Institut zur Verfügung stehenden Originaldaten weisen jedoch auch unterhalb der Schwelle von 0,5 ha Flächen und Flächenveränderungen bis zur Pixelgröße von 25m x 25m aus, so dass hier eine zur BWI vergleichbare „Minimum Mapping Unit“ erreicht wird (siehe auch Kapitel 7.1.3.2.1).

Nach UNFCCC (1998) werden Flächen den Klassen Aufforstung und Entwaldung zugeordnet, wenn sie seit 1990 aufgeforstet bzw. entwaldet wurden. Diese Flächen bleiben bis zum Ende der Verpflichtungsperiode in diesen Klassen, was einen kontinuierlichen Anstieg der Flächen bedingt. Bei aufgeforsteten Flächen ist gem. GPG LULUCF (IPCC 2003) nochmal zu unterscheiden zwischen Flächen, die nicht geerntet bzw. durch natürliche Störereignisse entwaldet sind (subject to Art. 3.3) und denen die geerntet bzw. aufgrund natürlicher Ereignisse entwaldet sind (subject to Art. 3.3 that would otherwise be subject to Art. 3.4). In Deutschland existieren jedoch keine Flächen, die nach 1990 aufgeforstet und bis jetzt schon wieder geerntet wurden. Kurzumtriebsplantagen werden unter der Treibhausgasberichterstattung nicht als Wald erfasst (vgl. Kapitel 7.2.3.1).

Generell gilt in Deutschland das Wiederaufforstungsgebot (vgl. § 11 (1) S. 2 BWaldG), wonach kahlgeschlagene Waldflächen oder verlichtete Waldbestände wieder aufzuforsten oder zu ergänzen sind. Flächen, die seit 1990 aufgeforstet wurden und aufgrund von Naturkatastrophen kurzzeitig keine Bestockung aufweisen fallen also weiterhin unter die Walddefinition und müssen wiederaufgeforstet werden. Entwaldung durch Naturkatastrophen gibt es in Deutschland nicht.

### **11.1.2 Gewählte Aktivitäten unter Artikel 3, Absatz 4 des Kyoto-Protokolls**

Deutschland hat entsprechend dem Eröffnungsbericht des Kyoto-Protokolls die Option der Anrechnung forstlicher Tätigkeiten (*forest management*) nach Artikel 3, Absatz 4 des Kyotos-Protokolls gewählt. In Übereinstimmung mit dem Anhang der Entscheidung 16/CMP.1 sind Gutschriften aus Forest Management in der ersten Verpflichtungsperiode gekappt. Für Deutschland sind die Höchstbeträge auf 4.547 Gg CO<sub>2</sub> equ a<sup>-1</sup> (1,24 Millionen Mg C a<sup>-1</sup>), oder 22.733 Gg CO<sub>2</sub> equ für den gesamten Verpflichtungszeitraum 2008-2012 festgelegt.

### **11.1.3 Beschreibung wie die Definitionen aller Aktivitäten nach Artikel 3.3 und aller gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4 umgesetzt und im Zeitverlauf konstant angewandt wurden**

Die Definitionen von Neu- und Wiederaufforstung sowie Entwaldung werden entsprechend der Marrakesh Accords verwendet. Danach wird Aufforstung definiert als „die direkte vom Mensch induzierte Umwandlung von Flächen, die für einen Zeitraum von mindestens 50 Jahren nicht bewaldete waren, zu bewaldeten Flächen durch Pflanzung, Aussaat und / oder vom Mensch induzierte Förderung der natürlichen Bestockung (Sukzession)<sup>116</sup>.“ Die Wiederaufforstung unterscheidet sich von der Neuaufforstung lediglich durch den Zeitpunkt der letzten Bewaldung, da die Flächen, die nach IPCC als neuaufgeforstet anzusehen sind, seit dem 31.12.1989 nicht bewaldet waren<sup>117</sup>. Da der Zeitpunkt der Berichterstattung für Deutschland mit dem Basisjahr 1990 beginnt und eine ausreichende Datengrundlage zur Abgrenzung der Landnutzungsformen erst ab 1970 vorhanden ist, werden hier Neu- und Wiederaufforstung zusammengefasst betrachtet (im Folgenden als Aufforstung bezeichnet). Darunter wird die Ansiedlung von Bäumen auf aufgelassenem bewirtschaftetem Land verstanden, insofern die Verjüngung in ausreichendem Maße vorhanden ist, um Wald gemäß der nationalen Walddefinition werden zu können. Der Zeitpunkt der Neuaufforstung ist im Allgemeinen der Punkt, an dem die erste Aktivität des Regenerationsprozesses durchgeführt wurde. Im Fall einer spontanen Regeneration von Bäumen ist der Zeitpunkt der Aufforstung der, wenn die nationalen Bedingungen zur Erfüllung der Walddefinition eingetreten sind, also wenn die Bestockung ein durchschnittliches Alter von fünf Jahren erreicht hat und mindestens 50 % der Fläche bestockt sind (vgl. Kapitel 7.2.3.1).

Die Kategorie Aufforstung entspricht den folgenden Kategorien nach der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention:

---

<sup>116</sup> Original “Afforestation is the direct human-induced conversion of land that has not been forested for a period of at least 50 years to forested land through planting, seeding and/or the human-induced promotion of natural seed sources”, Annex A Paragraph 1 lit. b to Decision 16/CMP.1 (FCCC/KP/2005/8/Add.3, page 5).

<sup>117</sup> IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.5.1.

Tabelle 337: Aufforstung in KP- und UNFCCC-Kategorien

Kategorie unter KP-Berichter- stattung	Kategorie nach UNFCCC
<b>Aufforstung nach Art. 3.3 KP</b>	5.A.2.1 Ackerland zu Wald
	5.A.2.2. Grünland zu Wald
	5.A.2.3. Feuchtgebiete zu Wald
	5.A.2.4. Siedlungen zu Wald
	5.A.2.5. Sonstige Flächen zu Wald
<b>Aufforstung nach Art. 3.3 KP</b>	5.A.2.2.1 Grünland i.e.S. zu Wald
	5.A.2.2.2 Gehölze zu Wald
	5.A.2.3.1 Terrestrische Feuchtgebiete zu Wald
	5.A.2.3.2 Gewässer zu Wald

Entwaldung wird nach IPCC als „die direkte vom Mensch induzierte Umwandlung von Waldflächen in Nichtwaldflächen<sup>118</sup>“ definiert. Nicht als Entwaldung gilt das Ernten von Waldflächen, die danach wieder verjüngt werden, da dieser Vorgang gemäß Art. 3.4 zur Waldbewirtschaftung zählt. Nicht als entwaldet in diesem Sinne gelten ebenfalls die Flächen, die durch natürliche Störereignisse wie Waldbrände, Insektenkalamitäten oder Stürme vorübergehend unbestockt sind, da derartige Flächen von sich aus oder durch waldbauliche Maßnahmen wiederbewaldet werden<sup>119</sup>. Auch diese Flächen fallen unter bewirtschaftete Flächen nach Art. 3.4 oder, wenn es sich um aufgeforstete Flächen handelt, in die Kategorie der aufgeforsteten Flächen nach Art. 3.3.

Finden auf derartigen vorübergehend unbestockten Flächen seit 1990 menschliche Aktivitäten, wie Straßen-, Siedlungsbau oder andere Landnutzungsarten (Bewirtschaftung von Grünland oder Feuchtflächen) statt, so dass eine Wiederbewaldung der Flächen durch die Änderung der Landnutzung ausgeschlossen wird, so sind diese Flächen entsprechend IPCC auch als entwaldet anzusehen.

Die Kategorie Entwaldung entspricht den folgenden Kategorien nach der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention; (NO, not occurring):

Tabelle 338: Entwaldung in KP- und UNFCCC-Kategorien

Kategorie unter KP- Berichterstattung	Kategorie nach UNFCCC
<b>Entwaldung nach Art. 3.3 KP</b>	5.B.2.1. Wald zu Ackerland
	5.C.2.1. Wald zu Grünland
	5.D.2.1. Wald zu Feuchtgebiete
	5.E.2.1. Wald zu Siedlungen
	5.F.2.1. Wald zu Sonstigen Flächen
<b>Entwaldung nach Art. 3.3 KP</b>	5.C.2.1.1 Wald zu Grünland i.e.S.
	5.C.2.1.2 Wald zu Gehölze
	5.D.2.1.1 Wald zu Terrestrische Feuchtgebiete
	5.D.2.1.2 Wald zu Gewässer
	(NO)

NO: nicht vorkommend (not occurring)

In Deutschland werden alle Waldflächen, die seit 1990 Wald sind, als bewirtschaftet im Sinne der Marrakesh Accords<sup>120</sup> angesehen und unter *forest management* nach Art. 3.4 KP berichtet. Eine ausführliche Begründung findet sich in Kapitel 11.5.1.

<sup>118</sup> Original „Deforestation is the direct human-induced conversion of forested land to non-forested land“, Annex A No 1 lit. d FCCC/CP/2001/15/Add.1, page 58.

<sup>119</sup> Vgl. IPPC LULUCF GPG (2003), Section 4.2.6.1.

<sup>120</sup> Paragraph 1 lit. f des Annex A der Decision 16/CMP.1

Tabelle 339: Waldbewirtschaftung in KP- und UNFCCC-Kategorien

Kategorie unter KP-Berichterstattung	Kategorie nach UNFCCC
Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 KP	5.A.1 verbleibende Waldfläche

Da jede Landnutzungsänderung hin zu Wald als Aufforstung, jede Landnutzungsänderung von Wald in eine andere Landnutzungsart als Entwaldung und alle Waldflächen, die nicht Neuwald sind als bewirtschaftet betrachtet werden, ist eine Änderung hinsichtlich der Anwendung der Definitionen über die Zeit ausgeschlossen.

#### **11.1.4 Beschreibung der vorrangigen Bedingungen und/oder der Hierarchie unter den Aktivitäten nach Artikel 3.4, und wie sie konstant auf die Bestimmung der Landklassifizierung angewandt wurden**

Da Deutschland unter Art. 3.4 KP nur die Aktivität *forest management* gewählt hat, ist das Festlegen einer Hierarchie nicht erforderlich.

Gemäß der Vorgaben der GPG LULUCF (2003)<sup>121</sup> kann Waldbewirtschaftung (FM) nur auf Flächen stattfinden, die Wald sind. Die unter FM berichteten Waldflächen, sind die nach der Konvention unter *forest land remaining forest land* berichteten Waldflächen, abgesehen von unterschiedlich zu den Konversionsflächen zu Wald (Konvention) bzw. zur Aufforstung (Kyoto-Protokoll) zugeordneten Flächen. Die Gesamtwaldfläche ist unter der Konvention und dem Kyoto-Protokoll gleich. Der gesamte deutsche Wald wird als bewirtschaftet im Sinne der Vorgaben der Marrakesh Accords angesehen. Die Definition der Waldbewirtschaftung wird weit auslegt (siehe dazu ausführlich Kapitel 11.5.1).

### **11.2 Landbezogene Informationen**

#### **11.2.1 Methode, die für die Bestimmung der Flächengröße nach Artikel 3.3 genutzt wird**

Die verwendete Methodik zur Herleitung der Aktivitätsdaten (Flächen) ist in Kapitel 7.1.3 beschrieben. Sie entspricht der Berichtsmethode 1 nach den GPG for LULUCF (IPCC 2003), wobei die flächige Bezugseinheit Deutschland, mit einer Fläche von 35.779,63 kha, ist. Die Flächen der Landnutzungsart Wald und deren Zu- und Abgänge werden vorrangig aus den Punktdaten der Bundeswaldinventuren hergeleitet (BMELV 2005). Für die neuen Bundesländer werden die BWI-Daten mit den Daten des Projektes GSE FM-INT (GSE 2003, GSE 2006, GSE 2007, GSE 2009) (vgl. auch Kapitel 7.2.2 und 7.2.3) ergänzt.

#### **11.2.2 Methodik, die zur Entwicklung der Landübergangsmatrix genutzt wird**

Die Bestimmung der Waldfläche und die Herleitung der Flächen für die Veränderungsklassen sind ausführlich in Kapitel 7.1.3 und 7.2.3.2 beschrieben. In Tabelle 340 sind die Landnutzungsänderungen zu Waldflächen (Aufforstung), von Waldflächen (Entwaldung) und die bewirtschafteten Flächen (Forest Management) für den Zeitraum 1990 bis 2012 zusammengefasst. Dabei bleiben Umwandlungsflächen bis zum Ende der Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls 2012 in der Umwandlungsklasse, weshalb die jährlichen Flächen akkumuliert werden. Neben den akkumulierten Flächen, wie sie in der

<sup>121</sup> IPCC LULUCF GPG (2003), Section 4.1.2

Berichterstattung verwendet werden, sind diesen in der Tabelle 340 die jährlichen Flächen gegenübergestellt.

Tabelle 340: Flächen der Kategorien Aufforstung, Entwaldung und Waldbewirtschaftung von 1990 bis 2012

Jahr	Afforestation/ Reforestation (KP 3.3) [kha]		Deforestation (KP 3.3) [kha]		Forest Management (KP 3.4) [kha]	
	[kha]	jährliche Flächen	[kha]	jährliche Flächen	[kha]	jährliche Flächen
<b>1990</b>	30,310	30,310	12,914	12,914	11.000,617	11.000,617
<b>1991</b>	60,620	30,310	25,828	12,914	10.987,703	11.018,013
<b>1992</b>	90,930	30,310	38,743	12,914	10.974,789	11.035,409
<b>1993</b>	121,240	30,310	51,657	12,914	10.961,875	11.052,804
<b>1994</b>	151,550	30,310	64,571	12,914	10.948,960	11.070,200
<b>1995</b>	181,860	30,310	77,485	12,914	10.936,046	11.087,596
<b>1996</b>	212,170	30,310	90,400	12,914	10.923,132	11.104,992
<b>1997</b>	242,480	30,310	103,314	12,914	10.910,218	11.122,387
<b>1998</b>	272,789	30,310	116,228	12,914	10.897,303	11.139,783
<b>1999</b>	303,099	30,310	129,142	12,914	10.884,389	11.157,179
<b>2000</b>	333,409	30,310	142,056	12,914	10.871,475	11.174,574
<b>2001</b>	345,264	11,855	149,891	7,834	10.863,641	11.197,050
<b>2002</b>	357,119	11,855	157,725	7,834	10.855,807	11.201,071
<b>2003</b>	368,974	11,855	165,559	7,834	10.847,973	11.205,092
<b>2004</b>	380,830	11,855	173,393	7,834	10.840,139	11.209,113
<b>2005</b>	392,685	11,855	181,227	7,834	10.832,305	11.213,134
<b>2006</b>	406,652	13,968	191,174	9,947	10.822,358	11.215,042
<b>2007</b>	420,620	13,968	201,121	9,947	10.812,411	11.219,063
<b>2008</b>	434,588	13,968	211,068	9,947	10.802,463	11.223,084
<b>2009</b>	448,718	14,129	222,060	10,992	10.791,472	11.226,060
<b>2010</b>	462,847	14,129	233,051	10,992	10.780,480	11.229,198
<b>2011</b>	476,976	14,129	244,043	10,992	10.769,488	11.232,335
<b>2012</b>	491,106	14,129	255,035	10,992	10.758,497	11.235,473

### 11.2.3 Karten und/oder Datenbanken zur Bestimmung der geografischen Position von Flächen und das zugehörige Identifizierungssystem

Zur Ermittlung der Aktivitätsdaten wurden folgende Datenquellen genutzt:

- Bundeswaldinventur 1987 (BWI 1987)
- Bundeswaldinventur 2002 (BWI 2002)
- Inventurstudie 2008 (IS08)
- CIR-Daten (Kartenwerke der Biotop- und Nutzungstypen-Kartierung)
- GSE ForestMonitoring: Inputs für die Treibhausgasberichterstattung (GSE FM-INT)
- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS®)
- CORINE Land Cover (CLC)
- Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000)
- Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland
- Düngemittelstatistik vom Statistischen Bundesamt

Ausführliche Beschreibungen zu den Datenquellen finden sich im Kapitel 7.2.2 und 7.1.3.2.1.

Alle Aufforstungen und Entwaldungen sind in Artikel 3.3 bilanziert und werden nicht unter Waldbewirtschaftung nach Artikel 3.4 angegeben. Die Veränderungen der Flächen zwischen den Maßnahmen gemäß Artikel 3.3 und Artikel 3.4 werden in KP-Tabelle NIR 2 aufgeführt. Die Methodik der Flächenherleitung beruht auf einem stichprobenbasierten System, welches die Waldfläche und die Landnutzungsänderungen von und zu Wald erfasst. Das verwendete Stichprobennetz basiert auf dem Netz der BWI 2012. Jeder Stichprobenpunkt wird anteilmäßig den Landnutzungskategorien Waldbewirtschaftung, Aufforstung und Entwaldung zugeordnet. Für die Kategorien Aufforstung und Entwaldung ist ein Wechsel des Stichprobenpunktanteils in eine andere Landnutzungskategorie ausgeschlossen. Jeder Anteil eines Stichprobenpunktes entspricht einer Fläche und über die Stichprobenkoordinaten ist die geografische Position der Fläche bestimmt. Durch dieses Identifizierungssystem ist eine eindeutige Abgrenzung zwischen Aufforstungs- und Entwaldungsflächen unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung 3.4 gegeben.

## 11.3 Aktivitätsspezifische Informationen

### 11.3.1 Methoden für Kohlenstoffbestandsänderung, Treibhausgasemissionen und Abbauschätzungen

#### 11.3.1.1 Beschreibung der Methoden und der angewandten, zugrundeliegenden Annahmen

##### 11.3.1.1.1 Zusammenfassung

Die meisten methodischen Beschreibungen finden sich im Kapitel 6, in dem die Berichterstattung für die Klimarahmenkonvention abgehandelt wird. Wie im Kapitel 11.1.3 beschrieben, sind die Kategorien Waldbewirtschaftung und Aufforstung im Kyoto-Protokoll den Kategorien 5.A.1 verbleibende Waldfläche und 5.A.2 Flächenumwandlungen zu Wald bei der Klimarahmenkonvention gleichzusetzen. In den folgenden Kapiteln wird deshalb für diese Kategorien meist auf das Kapitel 6 verwiesen und nur für die Entwaldung methodische Beschreibungen ergänzt.

In dem Zeitraum von 1987 bis 2002 konnte in den alten Bundesländern und von 2002 bis 2012 in allen Bundesländern eine Hochrechnung auf Basis der Einzelbaumdaten aus den Bundeswaldinventuren und der Inventurstudie 2008 (Stichproben, Tier 2) durchgeführt und die Biomasse-C-Vorräte für die Entwaldungsflächen abgeschätzt werden (siehe Kapitel 11.3.1.1.2). Die C-Vorräte der alten Bundesländer in dieser Kategorie zwischen 1987 und 2002 wurden auf die Entwaldungsflächen in den neuen Bundesländern übertragen, da der Datenspeicher Waldfonds diesbezüglich keine Informationen bereitstellt. Die C-Emission, die diesen Flächen zugeordnet wird, liegt aber, bedingt durch den aufstockenden Vorrat, höher als die C-Aufnahme durch die Neuwaldflächen. Insgesamt ging bei der Entwaldung in dieser Kategorie aus der Biomasse (ohne Biomasse der umgewandelten Fläche) ein Kohlenstoffvorrat im Jahr 2012 von ca. -54,66 MgC ha<sup>-1</sup> verloren. Vereinfachend wurde angenommen, dass der C-Vorrat im Jahr der Umwandlung in die Atmosphäre emittiert wird.

Die aus Biomasseverlusten und der im jeweiligen Jahr seit 1987 errechneten Fläche abgeleiteten impliziten Emissionsfaktoren nehmen für die Kyoto-Berichterstattung von 1990 bis 2012 kontinuierlich ab. Dies ist ausschließlich darauf zurückzuführen, dass die Flächen ab 1990 in der Kategorie Entwaldung verbleiben und sich die Fläche hierdurch in jedem

Berichtsjahr vergrößert. In Tabelle 341 ist am Beispiel der abnehmenden oberirdischen Biomasse bei Entwaldung dieser Effekt abgebildet. Neben der abnehmende Biomasse muss auch die zunehmenden Biomasse der neuen Landnutzungskategorie berücksichtigt werden. Diese wird mit der abnehmenden Biomasse verrechnet.

Tabelle 341: Jährliche und akkumulierte Entwaldungsflächen und jährlicher und Implied Emissionsfaktor für die abnehmende oberirdische Biomasse des Waldes; positiv: C-Senke; negativ: C-Emission

	1990	2000	2005	2012
Jährliche Entwaldungsfläche [ha]	12.914	12.914	7.834	10.992
Jährlicher Emissionsfaktor [MgC ha <sup>-1</sup> ]	-24,534	-24,534	-46,481	-46,481
Akkumulierte Entwaldungsfläche [ha]	12.914	142.056	181.227	255.035
Implied Emissionsfaktor [MgC ha <sup>-1</sup> ]	-24,534	-2,230	-2,009	-2,003

Neben dem Verlust der Biomasse bei Entwaldungen kommen noch Verluste bei Totholz, Streu, mineralischen und organischen Böden hinzu. Bei Biomasse, Totholz und Streu wird angenommen, dass sie im Jahr der Umwandlung als Emission emittiert werden. Die Emission aus organischen Böden findet jedes Jahr auf der gesamten Entwaldungsfläche statt und für mineralische Böden wird eine Übergangszeit von 20 Jahren angenommen. Eine Übersicht über die Kohlenstoffverluste bei Entwaldung ab 2008 gibt Tabelle 342.

Tabelle 342: Entwaldungsflächen und Kohlenstoffvorratsverluste aus Biomasse (mit Biomasse der umgewandelten Fläche), Totholz, Streu und mineralischen und organischen Böden bei der Entwaldung ab dem Jahr 2008; positiv: C-Senke; negativ: C-Emission

Pool	Kohlenstoffvorratsverlust [Gg C]				
	2008	2009	2010	2011	2012
Biomasse	-404,219	-447,169	-447,540	-447,196	-446,976
Totholz	-19,751	-21,825	-21,825	-21,825	-21,825
Streu	-175,865	-193,783	-193,234	-192,684	-192,135
Mineralische Böden	84,151	85,726	81,105	76,507	71,930
Organische Böden	-49,515	-51,282	-53,010	-54,696	-56,338
<b>Summe</b>	<b>-565,198</b>	<b>-628,334</b>	<b>-634,503</b>	<b>-639,893</b>	<b>-645,343</b>
Entwaldungsfläche [ha]					
jährliche	9.947	10.992	10.992	10.992	10.992
akkumulierte	211.068	222.060	233.051	244.043	255.035

### 11.3.1.1.2 Biomasse

Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in der ober- und unterirdischen Biomasse finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.1.1.
- Neuwaldfläche siehe Kapitel 7.2.4.1.2.

#### Entwaldungsflächen:

Für die Entwaldungsflächen erfolgte auf Basis der BWI 1987, BWI 2002 und BWI 2012 eine Einzelbaumberechnung. Die Daten der Inventurstudie 2008 wurden wegen dem geringen Stichprobenumfang von Bäumen auf Entwaldungsflächen nicht berücksichtigt. Zwischen der BWI 1987 und BWI 2002 fanden nur Bäume in den alten Bundesländern Berücksichtigung, da die BWI 1987 nur dort durchgeführt wurde. Für die neuen Bundesländer wurden die Holzvorräte der alten Bundesländer verwendet. Der Emissionsfaktor für die abnehmende ober- und unterirdische Biomasse des

Zeitraumes 1990 bis 2001 beträgt  $-28,93 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Ab 2002 konnte eine Einzelbaumberechnung zwischen BWI 2002 und BWI 2012 für Gesamtdeutschland durchgeführt werden. Der Emissionsfaktor für die abnehmende ober- und unterirdische Biomasse des Zeitraumes 2002 bis 2012 beträgt  $-54,66 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ . Die Vorräte der nachfolgenden Nutzungsklassen wurden abgezogen und somit berücksichtigt. Die bei der Entwaldung freiwerdenden Kohlenstoffvorräte werden im selben Jahr vollständig als Emission gezählt.

Weiterführende methodische Beschreibungen finden sich wie folgt:

- Herleitung der Einzelbaumbiomasse siehe Kapitel 7.2.4.1.3.
- Konvertierung in oberirdische Einzelbaumbiomasse siehe Kapitel 7.2.4.1.4.
- Konvertierung in unterirdische Biomasse siehe Kapitel 7.2.4.1.5.
- Konvertierung der Einzelbaumbiomasse in Kohlenstoff siehe Kapitel 7.2.4.1.6.
- Hochrechnungsalgorithmen für den Zustand von 1987, 2002, 2008 siehe Kapitel 7.2.4.1.7.
- Hochrechnungsalgorithmen für die Veränderung zwischen 1987 und 2002 bzw. 2002 und 2008 (Herleitung der Vorratsveränderung nach der „Stock-Change-Method“) siehe Kapitel 7.2.4.1.8.
- Interpolation der Zeiträume hin zu jährlichen Veränderungsschätzungen siehe Kapitel 7.2.4.1.9.

#### 11.3.1.1.3 Totholz

Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen im Totholz finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.2.1.
- Neuwaldfläche siehe Kapitel 7.2.4.2.2.

##### Entwaldungsflächen:

Für die Berechnung des Totholzes auf Entwaldungsflächen wurden die Daten der BWI 2002, Inventurstudie 2008 (IS08) und BWI 2012 verwendet. Bei der BWI 2002 beschränkten sich die terrestrischen Aufnahmen auf Totholz mit einem Durchmesser  $> 20 \text{ cm}$  am dickeren Ende bei liegendem Totholz bzw. BHD bei stehendem Totholz (BMVEL 2001). Für die anderen Aufnahmen lag die Grenze entsprechend der Vorgaben der Klimaberichterstattung  $> 10 \text{ cm}$ .

Für die Totholzstärkenklasse  $> 20 \text{ cm}$  würde die Totholzvorratsveränderung mit den Daten der BWI 2002 und 2012 für den Zeitraum 2002 bis 2012 berechnet. Für die Stärkenklasse 10 cm bis 20 cm erfolgte die Berechnung für den Zeitraum 2008 bis 2012 mit den Daten der IS08 und BWI 2012. Für den Zeitraum 2002 bis 2008 der selben Stärkenklasse wurde das Verhältnis der Totholzveränderungen zwischen den zwei Stärkeklassen der Periode 2008 bis 2012 zugrunde gelegt. Der Mittelwert für die Totholzvorratsveränderung des Zeitraums 2002 bis 2012 wurde für die Periode 1990 bis 2002 als Totholzvorratsveränderung angenommen. In Tabelle 01 sind die Werte für die Totholzvorratsveränderung der Perioden und Stärkeklassen zusammengefasst. Die C-Vorräte im Totholz für das entsprechende Jahr werden bei der Entwaldung sofort als C-Emission berücksichtigt.

Tabelle 343: Emissionsfaktoren (EF) für das Totholz für die Perioden 1990-2001, 2002-2007 und 2008-2012

MgC ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	1990 - 2001	2002 - 2007	2008 - 2012
EF Totholz gesamt	-1,884	-1,817	-1,986
EF Totholz Stärkeklasse > 20cm	-1,298	-1,298	-1,298
EF Totholz Stärkeklasse 10 bis 20cm	-0,586	-0,519	-0,687

#### 11.3.1.1.4 Streu

Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in der Streu finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.3.1.
- Neuwaldflächen siehe Kapitel 7.2.4.3.2.

##### Entwaldungsflächen:

Für die Berechnung der Streuaufage wurden die Zustandsdaten der BZE I und die Zustandsdaten der BZE II / BioSoil-Inventur verwendet. Danach beträgt der mittlere Kohlenstoffvorrat in der Streu zum Zeitpunkt 1990 (BZE I) 18,58 Mg ha<sup>-1</sup> und zum Zeitpunkt 2006 (BZE II / BioSoil) 17,78 Mg ha<sup>-1</sup>. Für die Jahre von 1991 bis 2005 werden die Vorräte durch Interpolation der Zustandsdaten zum Zeitpunkt 1990 und 2006 hergeleitet und ab 2007 durch Extrapolation. Die C-Vorräte in der Streu für das entsprechende Jahr werden bei der Entwaldung sofort als C-Emission berücksichtigt.

Weiterführende methodische Beschreibungen finden sich wie folgt:

- Herleitung der Streuvorräte von 1990 (BZE I) und 2006 (BZE II) siehe Kapitel 7.2.4.3.3
- Herleitung der Kohlenstoffvorratsveränderung in der Streu in dem Zeitraum von 1990 (BZE I) bis 2006 (BZE II/BioSoil) siehe Kapitel 7.2.4.3.4.

#### 11.3.1.1.5 Mineralische Böden

- Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in den mineralischen Böden der verbleibenden Waldfläche finden sich im Kapitel 7.2.4.4.1
- 

##### Aufforstungs- und Entwaldungsflächen:

Die Kohlenstoffvorratsänderungen in Mineralböden infolge von Landnutzungsänderung werden für jede Landnutzungsänderungskategorie als Differenz des Kohlenstoffvorrates der Zielnutzungskategorie und des Kohlenstoffvorrates der Ursprungskategorie berechnet. Die Gesamtänderung wird gemäß IPCC-Default (IPCC 1996b, 2003, 2006) auf einen Zeitraum von 20 Jahren linear verteilt (siehe Kapitel 7.1.5). Für Aufforstungs- und Entwaldungsflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den mineralischen Böden entsprechend Tabelle 344 und Kapitel 19.5.2 berechnet. Dabei werden die Kohlenstoffvorräte des Waldbodens für das entsprechende Jahr durch lineare Interpolation der C-Vorräte der Bodenzustandserhebungen erhoben.

Tabelle 344: Implizite Emissionsfaktoren (IEF) [ $\text{Mg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ] für mineralische Böden der Quellkategorien Aufforstung und Entwaldung (negativ = Verlust, positiv = Speicherung)

[ $\text{MgC ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-0,56688	-0,56019	-0,55351	-0,54682	-0,54013	-0,53345	-0,52676	-0,52008	-0,51339	-0,50670
KP 3.3 Deforestation	0,49472	0,48822	0,48171	0,47521	0,46871	0,46221	0,45571	0,44921	0,44271	0,43621
[ $\text{MgC ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-0,50002	-0,49590	-0,49161	-0,48716	-0,48256	-0,47784	-0,47574	-0,47334	-0,47067	-0,47028
KP 3.3 Deforestation	0,42971	0,43533	0,43974	0,44314	0,44564	0,44736	0,43855	0,42996	0,42157	0,40799
[ $\text{MgC ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]	2010	2011	2012							
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-0,43249	-0,39740	-0,36478							
KP 3.3 Deforestation	0,36763	0,33103	0,29770							

Weiterführende methodische Beschreibungen finden sich wie folgt:

- Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen siehe Kapitel 7.2.4.4.3.
- Ergebnisse der Herleitung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen siehe Kapitel 7.2.4.4.4.

### 11.3.1.1.6 Organische Böden

Informationen zum methodischen Vorgehen bei der Berechnung der Kohlenstoffvorräte und -veränderungen in den organischen Böden finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Verbleibende Waldfläche siehe Kapitel 7.2.4.5.1
- Neuwaldflächen siehe Kapitel 7.2.4.5.2

#### Entwaldungsflächen:

- Für Entwaldungsflächen wurden die Kohlenstoffänderungen in den organischen Böden gemäß Tabelle 345 und Kapitel 7.1.6 berechnet. Der flächengewichtete Emissionsfaktor für die Entwaldung des Jahres 2012 beträgt  $-4,2 \text{ MgC ha}^{-1}$ . Dabei ist zu beachten, dass hier nicht die Differenz zwischen Wald und der Nachnutzung berechnet wird, sondern entsprechend der Drainage-Intensität die Emission der neuen Nutzung. Organische Böden unter Wald emittieren bereits  $0,68 \text{ MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ .

Tabelle 345: Emissionsfaktoren für organische Böden der Entwaldungskategorien (negativ = Verlust, positiv = Speicherung)

Landnutzungsänderung	Emissionsfaktor [ $\text{MgC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ]
Forest Land converted to Cropland	-11,00
Forest Land converted to Grassland	-5,00
Forest Land converted to Woody gl.	-0,68
Forest Land converted to Wetlands	0,00
Forest Land converted to Water	0,00
Forest Land converted to Settlements	-5,00
Forest Land converted to Other land	0,00

### 11.3.1.1.7 Sonstige Treibhausgasemissionen aus Wäldern

Informationen zur Berechnung sonstiger Treibhausgasemissionen aus Wäldern finden sich in den folgenden Kapiteln:

- Kalkung siehe Kapitel 7.2.4.6.1.
- Waldbrand siehe Kapitel 7.2.4.6.2.
- Drainage siehe Kapitel 7.2.4.6.3.
- Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland siehe Kapitel 7.2.4.6.4.

Die Ermittlung der  $\text{N}_2\text{O}$ -Emission bei Landnutzungsänderung zu Ackerland in mineralischen Böden wird im Kapitel 7.3.4.3 beschrieben. Für die Landnutzungsänderung von Wald in

Ackerland sind die Implied emission factors für N<sub>2</sub>O des Zeitraums 1990 bis 2012 in Tabelle 346 zusammengefasst.

Tabelle 346: Implied emission factors (IEF) für N<sub>2</sub>O bei der Landnutzungsänderung von Wald zu Ackerland im Zeitraum 1990-2012

Jahr	1990-2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
N <sub>2</sub> O-Emissionen [g ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]	0,000	0,205	0,644	1,350	2,323	3,631	5,327	7,794	10,863	14,638	19,256

Für die organischen Böden wird die N<sub>2</sub>O-Emission im Sektor Landwirtschaft unter 4.D berichtet. In den CRF-Tabellen wird IE (included elsewhere) eingetragen (siehe auch Kapitel 7.3.4.4).

#### **11.3.1.2 Begründung bei Nichtberücksichtigung eines Kohlenstoffpools oder Treibhausgasemissionen/-abbau bei Aktivitäten nach Artikel 3.3 und gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4**

Eine Düngung von Waldflächen mit mineralischem Dünger gibt es in Deutschland nicht. Deshalb ist bei der Düngung mit mineralischem Dünger in den CRF-Tabellen NO (not occurring) eingetragen.

Es sind keine Flächen mit mineralischen Böden die der Drainage unterliegen bekannt, weshalb in den CRF-Tabellen NO (not occurring) übernommen wird (siehe Kapitel 7.2.4.6.3).

#### **11.3.1.3 Informationen ob indirekte oder natürliche Treibhausgase und Abbau ausgeklammert wurden oder nicht**

Es wurden keine indirekten oder natürlichen Treibhausgasemissionen oder –senken berücksichtigt.

#### **11.3.1.4 Änderungen in den Daten und Methoden seit der letzten Einreichung (Rückrechnungen)**

Im Rahmen der Berichterstattung wurden neue Datenquellen und Methoden berücksichtigt und für ausgewählte Zeitreihen eine Rückrechnung durchgeführt, die im Folgenden aufgeführt werden:

Im Bereich der Aktivitätsdaten wurden

- der aktuelle Datensatz des Basis-DLM (2012)
- die Daten der Bundeswaldinventur 2012
- CIR-Daten für 1992

für die Herleitung der Flächen berücksichtigt. Dadurch wurde eine Rekalkulation der Aktivitätsdaten von 1990 bis 2012 notwendig. Die Flächenänderungen und eine Gegenüberstellung mit den Flächen der Submission 2012 ist in Tabelle 347 zu finden. Weiterführende methodische Beschreibungen zur Erstellung der Landnutzungsmatrix finden sich im Kapitel 7.1.3.

Tabelle 347: Gegenüberstellung der Änderungen der in den Submissionen 2013 und 2014 berichteten Landflächenmatrix für die Kyoto-Berichterstattung [kha]

[kha]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Aufforstung 2013	28,086	56,173	84,259	112,346	140,432	168,519	196,605	224,692	252,778	280,865	308,951
Aufforstung 2014	30,310	60,620	90,930	121,240	151,550	181,860	212,170	242,480	272,789	303,099	333,409
Entwaldung 2013	15,142	30,284	45,426	60,568	75,710	90,852	105,994	121,136	136,278	151,420	166,562
Entwaldung 2014	12,914	25,828	38,743	51,657	64,571	77,485	90,400	103,314	116,228	129,142	142,056
Waldbewirtschaftung 2013	10.738,559	10.723,418	10.708,276	10.693,134	10.677,992	10.662,850	10.647,708	10.632,566	10.617,424	10.602,282	10.587,140
Waldbewirtschaftung 2014	11.000,617	10.987,703	10.974,789	10.961,875	10.948,960	10.936,046	10.923,132	10.910,218	10.897,303	10.884,389	10.871,475
[kha]	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aufforstung 2013	318,630	328,309	337,988	347,667	357,346	363,117	368,889	374,660	376,019	377,378	378,737
Aufforstung 2014	345,264	357,119	368,974	380,830	392,685	406,652	420,620	434,588	448,718	462,847	476,976
Entwaldung 2013	170,166	173,769	177,373	180,977	184,581	187,963	191,345	194,728	196,516	198,305	200,093
Entwaldung 2014	149,891	157,725	165,559	173,393	181,227	191,174	201,121	211,068	222,060	233,051	244,043
Waldbewirtschaftung 2013	10.583,536	10.579,932	10.576,328	10.572,724	10.569,121	10.565,738	10.562,356	10.558,974	10.557,185	10.555,397	10.553,608
Waldbewirtschaftung 2014	10.863,641	10.855,807	10.847,973	10.840,139	10.832,305	10.822,358	10.812,411	10.802,463	10.791,472	10.780,480	10.769,488

Für die Landnutzungskategorien Aufforstung, Entwaldung (KP 3.3) und Waldbewirtschaftung (KP 3.4) wurden folgende Rekalkulationen für die Emissionsfaktoren durchgeführt:

- Für das Jahr 2012 standen erstmals die Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012) zur Verfügung. Im Zuge der BWI 2012 wurden im Rahmen der Weiterentwicklung der Methoden die Herleitung der Biomasse auf neue Funktionen umgestellt (siehe Kapitel 7.2.4.1). Durch diese Methodenweiterentwicklung war es notwendig, die Biomasse konsistent für alle Zeitpunkte der Bundeswaldinventuren neu zu berechnen. Dies führt für den Pool Biomasse zu einer Rekalkulation der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012.
- Die Rekalkulation der Biomasse hat auch Einfluss auf die Bestimmung der Emissionen aus Waldbränden. Bei der Herleitung der Emissionen nach der Gleichung 3.2.20 IPCC 2003 fließt die Masse des vorhandenen Brennmaterials (Biomasse) mit ein (siehe Kapitel 7.2.4.6.2). Durch die Änderung der Biomassewerte war eine Rekalkulation der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012 notwendig.
- Auch für den Pool Totholz wurden die neuen Daten der BWI 2012 für die Berechnungen verwendet und eine Neuberechnung der Emissionsfaktoren von 1990 bis 2012 durchgeführt (siehe Kapitel 7.2.4.2).

Die geänderten Emissionsfaktoren und Emissionen der aktuellen Submission sind für die:

- Aufforstung in Tabelle 348 und Tabelle 349,
- Entwaldung in Tabelle 350 und Tabelle 351,
- Waldbewirtschaftung in Tabelle 352 und Tabelle 353

den Werten der Vorjahressubmission gegenübergestellt. Die Gegenüberstellung der geänderten Emissionsfaktoren für den Waldbrand findet sich in Tabelle 01 des Kapitels 7.2.7.1.

Die Änderungen bei den Emissionen sind außer bei den Pools Biomasse und Totholz sowie beim Waldbrand, wo eine Rekalkulation der Emissionsfaktoren durchgeführt wurde, alleinig auf die Änderungen bei den Aktivitätsdaten zurückzuführen.

Aufgrund der aktualisierten Datenbasis wird gemäß den Entscheidung 2/CMP.7 (para 14 & 15) eine Korrektur (technical corrections) des Referenzniveaus mit der Berichterstattung 2015 vorgenommen. Die Durchführung erfolgt gemäß der Entscheidung 2/CMP.8 para1(i) des Annex 1 sowie den Methoden des Dokuments KP Supplements (Forest Management Reference Level - Section 2.7.5, Technical Corrections - Section 2.7.6).

Tabelle 348: Gegenüberstellung der durch Rekalkulation geänderten Emissionsfaktoren der Submission 2013 und 2014 für Aufforstungen A/R (KP 3.3)

MgC ha <sup>-1</sup>	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Oberirdische Biomasse Zunahme 2013	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105
Oberirdische Biomasse Zunahme 2014	2,822	2,822	2,822	2,822	2,822	2,822	2,822	2,822	2,822	2,822	2,822
Unterirdische Biomasse Zunahme 2013	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043
Unterirdische Biomasse Zunahme 2014	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576
Totholz 2013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Totholz 2014	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
MgC ha <sup>-1</sup>	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Oberirdische Biomasse Zunahme 2013	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105
Oberirdische Biomasse Zunahme 2014	2,822	3,031	3,031	3,031	3,031	3,031	3,031	3,031	3,031	3,031	3,031
Unterirdische Biomasse Zunahme 2013	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043	1,043
Unterirdische Biomasse Zunahme 2014	0,576	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611
Totholz 2013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Totholz 2014	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034

Tabelle 349: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2014 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>] aus Aufforstungen A/R (KP 3.3)

[Gg CO <sub>2</sub> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Mineralböden 2013	54,642	107,983	160,025	210,768	260,210	308,353	355,196	400,740	444,983	487,927	529,571
Mineralböden 2014	59,105	116,816	173,133	228,056	281,584	333,718	384,458	433,804	481,756	528,313	573,477
Oberirdische Biomasse 2013	858,524	546,170	214,992	-85,378	-416,302	-730,684	-1.043,685	-1.360,190	-1.682,863	-1.996,701	-2.320,017
Oberirdische Biomasse 2014	598,255	293,238	-33,516	-324,695	-651,156	-958,514	-1.264,279	-1.574,089	-1.891,022	-2.197,753	-2.515,429
Unterirdische Biomasse 2013	303,124	196,385	85,423	-17,054	-126,740	-233,163	-339,492	-445,895	-553,981	-660,200	-768,720
Unterirdische Biomasse 2014	266,441	203,198	135,078	76,757	10,111	-52,767	-115,536	-178,391	-243,190	-305,832	-371,131
Streu 2013	-47,836	-95,414	-142,735	-189,799	-236,605	-283,154	-329,445	-375,479	-421,255	-466,774	-512,035
Streu 2014	-51,623	-102,968	-154,035	-204,824	-255,336	-305,570	-355,525	-405,203	-454,604	-503,726	-552,570
Totholz 2013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Totholz 2014	-3,821	-7,641	-11,462	-15,283	-19,103	-22,924	-26,745	-30,565	-34,386	-38,206	-42,027
[Gg CO <sub>2</sub> ]	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Mineralböden 2013	537,917	545,807	553,240	560,216	566,736	572,891	578,774	584,383	585,672	532,255	480,072
Mineralböden 2014	589,300	604,565	619,272	633,421	647,011	667,253	686,852	705,808	728,207	690,846	654,226
Oberirdische Biomasse 2013	-3.402,777	-3.520,380	-3.639,153	-3.728,643	-3.844,246	-3.874,817	-3.938,552	-4.001,059	-4.236,063	-4.252,181	-4.267,063
Oberirdische Biomasse 2014	-3.197,839	-3.597,177	-3.733,145	-3.854,629	-3.989,030	-4.195,041	-4.347,411	-4.498,020	-4.566,793	-4.728,590	-4.881,209
Unterirdische Biomasse 2013	-1.143,159	-1.182,004	-1.221,300	-1.253,310	-1.291,102	-1.301,287	-1.322,965	-1.344,220	-1.421,635	-1.426,964	-1.432,027
Unterirdische Biomasse 2014	-591,271	-663,118	-690,803	-714,884	-741,825	-783,242	-813,970	-844,092	-845,632	-878,267	-908,932
Streu 2013	-526,616	-541,108	-555,511	-569,826	-584,052	-591,821	-599,536	-607,199	-607,678	-608,144	-608,598
Streu 2014	-570,636	-588,592	-606,440	-624,180	-641,810	-662,776	-683,613	-704,323	-725,165	-745,878	-766,461
Totholz 2013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Totholz 2014	-43,521	-45,016	-46,510	-48,005	-49,499	-51,260	-53,020	-54,781	-56,562	-58,343	-60,124

Tabelle 350: Gegenüberstellung der durch Rekalkulation geänderten Emissionsfaktoren der Submission 2013 und 2014 aus Entwaldung D (KP 3.3)

MgC ha <sup>-1</sup>	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Oberirdische Biomasse Abnahme 2013	-26,892	-26,892	-26,892	-26,892	-26,892	-26,892	-26,892	-26,892	-26,892	-26,892	-26,892
Oberirdische Biomasse Abnahme 2014	-24,534	-24,534	-24,534	-24,534	-24,534	-24,534	-24,534	-24,534	-24,534	-24,534	-24,534
Unterirdische Biomasse Abnahme 2013	-7,966	-7,966	-7,966	-7,966	-7,966	-7,966	-7,966	-7,966	-7,966	-7,966	-7,966
Unterirdische Biomasse Abnahme 2014	-4,393	-4,393	-4,393	-4,393	-4,393	-4,393	-4,393	-4,393	-4,393	-4,393	-4,393
Totholz 2013	-1,558	-1,652	-1,745	-1,839	-1,933	-2,027	-2,120	-2,214	-2,308	-2,402	-2,495
Totholz 2014	-1,884	-1,884	-1,884	-1,884	-1,884	-1,884	-1,884	-1,884	-1,884	-1,884	-1,884
MgC ha <sup>-1</sup>	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Oberirdische Biomasse Abnahme 2013	-26,892	-23,848	-23,848	-23,848	-23,848	-23,848	-23,848	-23,848	-23,848	-23,848	-23,848
Oberirdische Biomasse Abnahme 2014	-24,534	-46,481	-46,481	-46,481	-46,481	-46,481	-46,481	-46,481	-46,481	-46,481	-46,481
Unterirdische Biomasse Abnahme 2013	-7,966	-8,785	-8,785	-8,785	-8,785	-8,785	-8,785	-8,785	-8,785	-8,785	-8,785
Unterirdische Biomasse Abnahme 2014	-4,393	-8,177	-8,177	-8,177	-8,177	-8,177	-8,177	-8,177	-8,177	-8,177	-8,177
Streu 2013	-18,030	-17,980	-17,930	-17,880	-17,830	-17,780	-17,730	-17,680	-17,630	-17,580	-17,530
Streu 2014	-18,030	-17,980	-17,930	-17,880	-17,830	-17,780	-17,730	-17,680	-17,630	-17,580	-17,530
Totholz 2013	-2,589	-2,683	-2,777	-2,870	-2,964	-3,058	-3,152	-3,245	-3,339	-3,433	-3,527
Totholz 2014	-1,884	-1,817	-1,817	-1,817	-1,817	-1,817	-1,817	-1,986	-1,986	-1,986	-1,986

Tabelle 351: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2014 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente] aus Entwaldung D (KP 3.3)

[Gg CO <sub>2</sub> ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Mineralböden 2013	-28,367	-56,044	-83,031	-109,327	-134,932	-159,848	-184,073	-207,607	-230,451	-252,605	-274,068
Mineralböden 2014	-22,213	-43,842	-64,888	-85,349	-105,227	-124,521	-143,232	-161,358	-178,901	-195,860	-212,236
Organische Böden 2013	15,013	30,027	45,040	60,054	75,067	90,080	105,094	120,107	135,121	150,134	165,147
Organische Böden 2014	11,550	23,101	34,651	46,201	57,751	69,302	80,852	92,402	103,952	115,503	127,053
Oberirdische Biomasse 2013	746,292	742,651	748,196	738,706	744,127	741,475	738,150	736,534	737,928	735,011	736,720
Oberirdische Biomasse 2014	619,336	617,114	620,498	614,707	618,015	616,397	614,368	613,382	614,233	612,453	613,495
Unterirdische Biomasse 2013	187,012	186,697	188,442	186,046	187,189	186,699	186,183	185,703	186,045	185,475	186,028
Unterirdische Biomasse 2014	17,625	17,432	18,497	17,035	17,721	17,434	17,119	16,826	17,035	16,687	17,025
Streu 2013	1.031,572	1.028,796	1.026,020	1.023,244	1.020,468	1.017,692	1.014,916	1.012,140	1.009,364	1.006,588	1.003,812
Streu 2014	879,803	877,435	875,068	872,700	870,333	867,965	865,597	863,230	860,862	858,495	856,127
Totholz 2013	86,498	91,703	96,908	102,112	107,317	112,522	117,727	122,932	128,137	133,342	138,547
Totholz 2014	89,230	89,230	89,230	89,230	89,230	89,230	89,230	89,230	89,230	89,230	89,230
[Gg CO <sub>2</sub> ]	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Mineralböden 2013	-279,323	-284,423	-289,367	-294,156	-298,790	-303,760	-308,584	-313,262	-314,557	-287,399	-260,848
Mineralböden 2014	-226,785	-240,981	-254,826	-268,319	-281,459	-290,938	-299,969	-308,554	-314,328	-297,386	-280,524
Organische Böden 2013	168,262	171,369	174,467	177,556	180,633	183,126	185,442	187,552	188,307	188,949	189,452
Organische Böden 2014	134,224	141,285	148,231	155,057	161,756	168,763	175,365	181,554	188,034	194,369	200,550
Oberirdische Biomasse 2013	241,139	201,532	202,243	200,523	200,970	145,429	145,344	145,206	50,562	50,811	50,583
Oberirdische Biomasse 2014	400,779	1.032,223	1.033,397	1.030,556	1.031,295	1.322,555	1.322,014	1.321,139	1.459,432	1.460,558	1.459,527
Unterirdische Biomasse 2013	62,509	73,477	73,667	73,253	73,318	54,058	54,042	54,007	21,370	21,422	21,371
Unterirdische Biomasse 2014	12,901	121,857	122,171	121,486	121,594	161,326	161,220	160,999	180,189	180,421	180,190
Streu 2013	238,250	237,589	236,928	236,268	235,607	220,502	219,882	219,262	115,613	115,286	114,958
Streu 2014	517,909	516,472	515,036	513,600	512,164	648,485	646,662	644,838	710,539	708,524	706,509
Totholz 2013	34,213	35,452	36,691	37,930	39,169	37,923	39,086	40,248	21,897	22,512	23,127
Totholz 2014	54,129	52,192	52,192	52,192	52,192	66,270	66,270	72,419	80,023	80,023	80,023

Tabelle 352: Gegenüberstellung der durch Rekalkulation geänderten Emissionsfaktoren der Submission 2013 und 2014 aus Waldbewirtschaftung FM (KP 3.4)

MgC ha <sup>-1</sup>	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Oberirdische Biomasse 2013	1,211	1,210	1,210	1,210	1,209	1,209	1,209	1,209	1,208	1,208
Oberirdische Biomasse 2014	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293	1,292	1,292	1,292	1,292	1,292
Unterirdische Biomasse 2013	0,476	0,476	0,475	0,475	0,475	0,474	0,474	0,474	0,474	0,473
Unterirdische Biomasse 2014	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
Totholz 2013	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094
Totholz 2014	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
MgC ha <sup>-1</sup>	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oberirdische Biomasse 2013	1,208	0,332	0,332	0,331	0,331	0,331	0,331	0,330	0,330	0,330
Oberirdische Biomasse 2014	1,291	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,901	0,901	0,901
Unterirdische Biomasse 2013	0,473	0,096	0,096	0,096	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
Unterirdische Biomasse 2014	0,128	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,133	0,133	0,133
Totholz 2013	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094
Totholz 2014	0,037	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	-0,052	-0,052	-0,052

Tabelle 353: Vergleich der in den Submissionen 2013 und 2014 berichteten Emissionen [Gg CO<sub>2</sub>-Äquivalente] aus Waldbewirtschaftung FM (KP 3.4)

[Gg CO <sub>2</sub> Äqui.]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Mineralböden 2013	-10.400,891	-10.386,746	-10.372,601	-10.358,457	-10.344,312	-10.330,167	-10.316,022	-10.301,878	-10.287,733	-10.273,588	-10.259,444
Mineralböden 2014	-10.663,311	-10.651,188	-10.639,065	-10.626,941	-10.614,818	-10.602,695	-10.590,572	-10.578,449	-10.566,326	-10.554,203	-10.542,080
Organische Böden 2013	579,972	577,842	575,712	573,582	571,451	569,321	567,191	565,061	562,930	560,800	558,670
Organische Böden 2014	572,460	570,793	569,126	567,458	565,791	564,124	562,457	560,790	559,123	557,455	555,788
Oberirdische Biomasse 2013	-47.664,869	-47.586,494	-47.508,119	-47.429,744	-47.351,369	-47.272,994	-47.194,619	-47.116,244	-47.037,869	-46.959,494	-46.881,118
Oberirdische Biomasse 2014	-52.168,199	-52.099,507	-52.030,814	-51.962,121	-51.893,428	-51.824,735	-51.756,042	-51.687,349	-51.618,656	-51.549,963	-51.481,270
Unterirdische Biomasse 2013	-18.746,049	-18.707,115	-18.668,181	-18.629,247	-18.590,313	-18.551,379	-18.512,445	-18.473,511	-18.434,577	-18.395,643	-18.356,709
Unterirdische Biomasse 2014	-5.144,479	-5.139,782	-5.135,085	-5.130,388	-5.125,691	-5.120,994	-5.116,297	-5.111,600	-5.106,903	-5.102,206	-5.097,509
Streu 2013	1.968,736	1.965,960	1.963,184	1.960,408	1.957,632	1.954,856	1.952,080	1.949,304	1.946,528	1.943,752	1.940,976
Streu 2014	2.016,780	2.014,412	2.012,045	2.009,677	2.007,309	2.004,942	2.002,574	2.000,207	1.997,839	1.995,471	1.993,104
Totholz 2013	-3.691,292	-3.686,087	-3.680,882	-3.675,677	-3.670,472	-3.665,267	-3.660,063	-3.654,858	-3.649,653	-3.644,448	-3.639,243
Totholz 2014	-1.485,009	-1.483,265	-1.481,522	-1.479,779	-1.478,035	-1.476,292	-1.474,549	-1.472,805	-1.471,062	-1.469,319	-1.467,575
[Gg CO <sub>2</sub> Äqui-]	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Mineralböden 2013	-10.256,055	-10.252,666	-10.249,277	-10.245,888	-10.242,499	-10.239,360	-10.236,221	-10.233,082	-10.231,394	-10.229,706	-10.228,018
Mineralböden 2014	-10.534,776	-10.527,473	-10.520,170	-10.512,866	-10.505,563	-10.496,314	-10.487,065	-10.477,817	-10.467,420	-10.457,023	-10.446,626
Organische Böden 2013	558,219	557,769	557,318	556,868	556,417	555,890	555,362	554,835	554,627	554,419	554,211
Organische Böden 2014	554,649	553,510	552,370	551,231	550,092	548,584	547,075	545,567	544,346	543,124	541,902
Oberirdische Biomasse 2013	-46.860,303	-42.880,980	-42.864,589	-42.848,197	-42.831,806	-42.816,823	-42.801,839	-42.786,855	-42.778,890	-42.770,925	-42.762,960
Oberirdische Biomasse 2014	-51.439,087	-43.900,641	-43.890,609	-43.880,578	-43.870,547	-43.857,809	-43.845,072	-43.706,844	-43.670,512	-43.634,180	-43.597,848
Unterirdische Biomasse 2013	-18.345,022	-3.711,122	-3.707,239	-3.703,357	-3.699,474	-3.695,918	-3.692,361	-3.688,804	-3.686,915	-3.685,025	-3.683,135
Unterirdische Biomasse 2014	-5.094,752	-3.373,256	-3.370,822	-3.368,387	-3.365,953	-3.362,862	-3.359,771	-5.278,168	-5.272,797	-5.267,426	-5.262,056
Streu 2013	1.940,315	1.939,654	1.938,994	1.938,333	1.937,672	1.937,052	1.936,432	1.935,812	1.935,484	1.935,156	1.934,828
Streu 2014	1.991,668	1.990,231	1.988,795	1.987,359	1.985,923	1.984,099	1.982,275	1.980,452	1.978,436	1.976,421	1.974,406
Totholz 2013	-3.638,004	-3.636,765	-3.635,526	-3.634,288	-3.633,049	-3.631,886	-3.630,724	-3.629,561	-3.628,946	-3.628,331	-3.627,717
Totholz 2014	-1.466,518	-3.850,968	-3.848,189	-3.845,409	-3.842,630	-3.839,102	-3.835,573	2.057,084	2.054,991	2.052,898	2.050,805

### 11.3.1.5 Schätzung der Unsicherheiten

Die Bestimmung der Unsicherheiten für das Kyoto-Protokoll (KP) der Artikel 3.3 Aufforstung/Entwaldung und 3.4 Waldbewirtschaftung erfolgte gemäß den Vorgaben des IPCC (2000; IPCC–Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories). Bei Normalverteilung wird das 95 % Konfidenzintervall angegeben bzw. ± die Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls oder 1,96 x der Standardfehler in % vom Mittelwert. Bei unsymmetrischen Verteilungen, hier in der Regel logarithmisch normalverteilte Daten, werden die zu ermittelnden Abweichungen in % vom Lagemaß als obere und untere Schranke dargestellt. Im Falle der Unsicherheitsfortpflanzungsrechnung wurde in solch einem Fall, gemäß IPCC (2000), im Sinne einer konservativen Abschätzung, der Abstand zwischen dem Extremwert des schießen Achsenabschnitts zum Lagemaß per Definition zur Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls erklärt.

Die Ergebnisse der Unsicherheitsberechnung des KP 3.3/3.4-Inventars sind für alle Pools und Subkategorien in Tabelle 354 dargestellt. Die Gesamtunsicherheit beträgt demnach 35,90 %.

Weiterführende Informationen zu den Unsicherheiten finden sich für die Schätzung von Landnutzungsänderungsflächen im Kapitel 7.2.5.1, für die ober- und unterirdischen

Biomasse und das Totholz im Kapitel 11.3.1.5.1, für die Streu und den mineralischen Böden im Kapitel 11.3.1.5.2 und Zusammenfassend für den LULUCF-Sektor im Kapitel 19.5.4.

Tabelle 354: Unsicherheiten für die Treibhausgasberichterstattung des Kyoto-Protokolls der Artikel 3.3 und 3.4

Source category	Pool	B Gas	C Base year emissions [CO <sub>2</sub> - eq.]	D Year 2012 emissions [CO <sub>2</sub> - eq.]	E Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)	F Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	G Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	H Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012
					Gg a <sup>-1</sup>	Gg a <sup>-1</sup>	%	%
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	mineral soil	CO <sub>2</sub>	59,105	618,345	5,524	43,297	43,648	0,406
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	organic soil	CO <sub>2</sub>	4,673	71,796	5,524	180,882	180,967	0,195
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	above-ground biomass	CO <sub>2</sub>	598,255	-5.035,456	5,524	28,126	28,663	2,170
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	below-ground biomass	CO <sub>2</sub>	266,441	-939,910	5,524	40,925	41,296	0,583
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	litter	CO <sub>2</sub>	-51,623	-786,915	5,524	3,638	6,614	0,078
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	dead wood	CO <sub>2</sub>	-3,821	-61,905	5,524	48,686	48,999	0,046
KP 3.3 Deforestation	mineral soil	CO <sub>2</sub>	-22,213	-263,742	8,282	83,751	84,160	0,334
KP 3.3 Deforestation	organic soil	CO <sub>2</sub>	11,550	206,572	8,282	35,423	36,378	0,113
KP 3.3 Deforestation	above-ground biomass	CO <sub>2</sub>	619,336	1.458,878	8,282	25,774	27,072	0,594
KP 3.3 Deforestation	below-ground biomass	CO <sub>2</sub>	17,625	180,033	8,282	40,572	41,409	0,112
KP 3.3 Deforestation	litter	CO <sub>2</sub>	879,803	704,494	8,282	3,638	9,046	0,096
KP 3.3 Deforestation	dead wood	CO <sub>2</sub>	89,230	80,023	8,282	56,762	57,363	0,069
KP 3.3 Deforestation - disturbance	mineral soil	N <sub>2</sub> O	0,000	212,599	9,031	83,832	84,317	0,269
KP 3.4 Forest Management	mineral soil	CO <sub>2</sub>	-10.663,311	-10.436,230	1,234	65,333	65,345	10,252
KP 3.4 Forest Management	organic soil	CO <sub>2</sub>	572,460	540,680	1,234	180,882	180,887	1,470
KP 3.4 Forest Management	above-ground biomass	CO <sub>2</sub>	-52.168,199	-35.561,515	1,234	63,014	63,026	33,694
KP 3.4 Forest Management	below-ground biomass	CO <sub>2</sub>	-5.144,479	-5.256,685	1,234	49,725	49,740	3,931
KP 3.4 Forest Management	litter	CO <sub>2</sub>	2.016,780	1.972,391	1,234	125,400	125,406	3,718
KP 3.4 Forest Management	dead wood	CO <sub>2</sub>	-1.485,009	2.048,712	1,234	106,869	106,876	3,292
KP 3.4 Forest Management - drainage	organic soil	N <sub>2</sub> O	67,108	63,382	1,234	264,706	264,709	0,252
KP 3.4 Forest Management - wildfires	wildfires	CH <sub>4</sub>	8,591	1,855	15,000	35,000	38,079	0,001
KP 3.4 Forest Management - wildfires	wildfires	N <sub>2</sub> O	1,965	0,424	15,000	35,000	38,079	0,000
KP 3.4 Forest Management - liming	liming	CO <sub>2</sub>	31,850	17,541	5,000	1,768	5,303	0,001
<b>Total</b>			<b>74.783,427</b>	<b>66.520,085</b>				<b>35,896</b>

### **11.3.1.5.1 Schätzung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für die Biomasse und das Totholz**

Nach den in Kapitel 7.2.5.2 gemachten Angaben ergeben sich für die C-Veränderungsrechnung der lebenden Biomasse die in Tabelle 355 angegebenen Unsicherheiten. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Für die Neuen Bundesländer konnten für den Zeitraum 1993 — 2002 keine Emissionsfaktoren für KP Afforestation/Reforestation und KP Deforestation hergeleitet werden, da diese Angaben im Datenspeicher Wald nicht vorhanden sind. Somit wurden in diesem Zeitraum die Emissionsfaktoren der Alten Bundesländer angewandt.
- Bei der Inventurstudie 2008 wurden keine Aufforstungsflächen erfasst und für die Entwaldungspunkte ist die Datengrundlage wenig belastbar. Deshalb wurden auch für die Periode 2002 — 2012 die Emissionsfaktoren und Fehler aus den Daten der BWI 2002 und 2012 hergeleitet.

Tabelle 355: Gesamtfehler für die C-Veränderungsschätzung der Biomasse für die Inventurperioden der Bundeswaldinventur 1987 — 2002, 2002 — 2008 und 2008 — 2012; RMSE% - root mean square error percent

RMSE%	1987-2002 alte Bundesländer	1993-2002 neue Bundesländer	2002-2008 Gesamtdeutschland	2008-2012 Gesamtdeutschland
Afforestation (KP 3.3)	13,08	-	11,53	11,53
Deforestation (KP 3.3)	12,73	-	10,95	10,95
Forest Management (KP 3.4)	6,95	10,05	28,75	12,60

Für die C-Veränderungsrechnung des Totholzes ergeben sich nach den in Kapitel 7.2.5.2 gemachten Angaben die in Tabelle 356 angegebenen Unsicherheiten. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Für die Entwaldung wird der Fehler der Periode 1987 bis 2002 aus dem Mittelwert der Fehler des Zeitraumes 2002 bis 2012 hergeleitet.
- Für die Flächen unter Waldbewirtschaftung wird der Totholzfehler der Periode 1987 bis 2002 aus dem Mittelwert der Fehler des Zeitraumes 2002 bis 2012 berechnet.

Tabelle 356: Gesamtfehler für die C-Veränderungsschätzung des Totholzes für die Inventurperioden der Bundeswaldinventur 1987 — 2002, 2002 — 2008 und 2008 — 2012; RMSE% - root mean square error percent

RMSE%	1987-2002	2002-2008	2008-2012
Afforestation (KP 3.3)	24,84	24,84	24,84
Deforestation (KP 3.3)	28,96	24,88	44,46
Forest Management (KP 3.4)	46,67	27,11	54,52

Die Gesamtfehlerrechnung für die Kyoto-Berichterstattung findet sich in Tabelle 354 im Kapitel 11.3.1.5.

### **11.3.1.5.2 Schätzung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für Mineralboden und Streu**

Nach den in Kapitel 7.2.5.3 gemachten Angaben ergeben sich für die Emissionsfaktoren von Mineralboden und Streu folgende Unsicherheiten (siehe Tabelle 357).

Tabelle 357: Fehlerbudget für die Emissionsfaktoren von Mineralboden und Streu, mit se = Standardabweichung des Mittelwertes; C 90, C 06 = Laborfehler bei der Kohlenstoffgehaltsbestimmung BZE I und BZE II; FE = Fehler bei der Bestimmung des Feinbodenvorrates

LULUCF-category	Pool	emission factor				
		se [%]	C 90 [%]	C 06 [%]	FE [%]	error total [%]
KP Forest Management	Litter	61.3	17.4	9.0		62.7
KP Forest Management	Mineral soil	16.5	12.2	4.5	19.1	33.3

### 11.3.1.6 Informationen über andere Methoden

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der einzelnen Pools der aktuellen Submission mit denen anderer Staaten verglichen.

Im Vergleich der Kohlenstoffvorratsänderungen der lebenden oberirdischen und unterirdischen Biomasse (Tabelle 358) durch Aufforstungen zeigt Deutschland die größten Kohlenstoffspeicher. Die geringsten Speicherleistungen zeigt hier Dänemark. Im Bereich der Entwaldung weist Deutschland sowohl bei der oberirdischen, als auch bei der unterirdischen Biomasse, geringe Kohlenstoffverluste auf. Lediglich Österreich hat, oberirdisch wie auch unterirdisch, geringere Kohlenstoffverluste zu verzeichnen. Die höchsten Verluste im Bereich der oberirdischen Biomasse zeigt die Schweiz, gefolgt von Dänemark und Belgien.. Bei der unterirdischen Biomasse finden sich die größten Verluste in Belgien, Polen und der Tschechischen Republik. In der Kategorie Waldbewirtschaftung sind die deutschen Kohlenstoffspeicher im Bereich der oberirdischen Biomasse im mittleren Segment angesiedelt. Wohingegen im Bereich der unterirdischen Biomasse Deutschland den geringsten Speicher zu verzeichnen hat. Die größten Speicher in dieser Kategorie sind in Dänemark zu finden.

Bei der Streu (Tabelle 359) liegt Deutschland im Bereich der Aufforstung im mittleren Bereich der C-Speicherung. Den höchsten Wert und damit den größten C-Speicher zeigt Österreich; Dänemark hat in dieser Kategorie als einziges Land eine Kohlenstoffquelle. Bei der Entwaldung hat Deutschland Kohlenstoffverluste im mittleren Bereich, während Frankreich die geringsten Verluste zu berichten hat. Die größten Verluste durch Entwaldung sind in den Niederlanden und Österreich zu finden. Durch Waldbewirtschaftung entsteht in Deutschland eine geringe Kohlenstoffquelle. Speicherleistungen in dieser Kategorie zeigen die Schweiz, Dänemark und Großbritannien.

Beim Totholz (Tabelle 360) zeigt Deutschland nach der Schweiz die höchsten Kohlenstoffverluste durch Entwaldung. Bei den Aufforstungsflächen hingegen hat Deutschland eine geringe Senke. In der Kategorie Waldbewirtschaftung weisen Deutschland und Frankreich geringe Kohlenstoffverluste auf. Einen geringen Speicher kann nur Dänemark berichten.

Deutschland hat in den mineralischen Böden (Tabelle 361) durch Aufforstung als einziges Land Kohlenstoffverluste zu verzeichnen. Die größten Kohlenstoffspeicher finden sich in Belgien und der Schweiz, während die anderen Vergleichsländer hier nur kleine Speicher aufweisen. In der Kategorie Entwaldung zeigt Deutschland hingegen als einziger einen Kohlenstoffspeicher. Die kleinsten C-Verluste finden sich in der Tschechischen Republik; die mit Abstand größten C-Verluste in Polen, gefolgt von der Schweiz. Bei der Waldbewirtschaftung liegt Deutschland im mittleren Bereich der Kohlenstoffspeicher.

In den organischen Böden (Tabelle 362) verzeichnet Deutschland in allen drei Kategorien Kohlenstoffverluste. Die mit Abstand größten Verluste durch Aufforstung zeigen die Niederlande. Allein in Großbritannien finden sich in dieser Kategorie ein Kohlenstoffspeicher. Auch durch Entwaldung sind in den organischen Böden, in allen vergleichbaren Ländern, Kohlenstoffverluste zu finden. Deutschland zeigt nach den Niederlanden und der Schweiz die größten Verluste. Im Bereich der Waldbewirtschaftung hat Deutschland gemeinsam mit der Schweiz die größten Kohlenstoffverluste; Großbritannien hat als einziger sogar einen C-Speicher zu verzeichnen.

Tabelle 358: Kohlenstoffvorratsänderungen in lebender Biomasse (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country <sup>122</sup>	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]		Deforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]		Forest Management [Mg C ha <sup>-1</sup> ]	
	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground
AUT	1,00	0,18	-0,69	-0,18	NA	NA
BEL	1,62	0,32	-3,29	-0,66	NA	NA
CHE	1,83	IE	-5,52	IE	0,60	IE
CZE	1,65	0,33	-2,46	-0,49	0,73	0,15
DNK	0,25	0,06	-3,76	-0,90	2,22	0,46
FRA	0,93	0,43	-1,99	-0,44	0,57	0,21
GBR	2,39	IE	-2,22	IE	0,48	IE
<b>GER</b>	<b>2,80</b>	<b>0,52</b>	<b>-1,56</b>	<b>-0,19</b>	<b>0,90</b>	<b>0,13</b>
NLD	2,12	0,75	-2,51	-0,47	NA	NA
POL	1,96	0,55	-2,48	-0,50	0,48	0,22

Quelle: UNFCCC 2013

Tabelle 359: Kohlenstoffvorratsänderungen in Streu (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country <sup>122</sup>	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]		Deforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]		Forest Management [Mg C ha <sup>-1</sup> ]	
	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground	above-ground	below-ground
AUT	1,12		-1,18		NA	
BEL	NO		-0,29		NA	
CHE	NO		-0,99		0,03	
CZE	IE		IE,NA		NE,NO	
DNK	-0,06		-0,77		0,49	
FRA	0,25		-0,19		0,00	
GBR	0,09		-0,28		0,44	
<b>GER</b>	<b>0,44</b>		<b>-0,75</b>		<b>-0,05</b>	
NLD	NE		-1,23		NA	
POL	IE		IE		IE	

Quelle: UNFCCC 2013

<sup>122</sup> AUT = Österreich, BEL = Belgien, CHE = Schweiz, CZE = Tschechische Republik, DNK = Dänemark, FRA = Frankreich, GBR = Vereinigtes Königreich, GER = Deutschland, NLD = Niederlande, POL = Polen

Tabelle 360: Kohlenstoffvorratsänderungen in Totholz (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country <sup>122</sup>	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]	Deforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]	Forest Management [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
AUT	NO	IE	NA
BEL	NO	-0,07	NA
CHE	NO	-0,33	0,00
CZE	NO	-0,06	NO
DNK	-0,11	-0,07	0,05
FRA	0,04	-0,08	-0,05
GBR	IE	IE	IE
<b>GER</b>	<b>0,03</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,05</b>
NLD	NE	-0,06	NA
POL	0,00	-0,03	0,00

Quelle: UNFCCC 2013

Tabelle 361: Kohlenstoffvorratsänderungen in mineralischen Böden (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country <sup>122</sup>	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]	Deforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]	Forest Management [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
AUT	0,64	-0,86	NA
BEL	1,23	-1,41	NA
CHE	1,01	-1,83	0,01
CZE	0,15	-0,06	NE, NO
DNK	0,15	-0,16	NA, NR
FRA	0,20	-0,96	0,00
GBR	0,22	-1,09	0,54
<b>GER</b>	<b>-0,36</b>	<b>0,30</b>	<b>0,27</b>
NLD	0,17	-0,21	NA
POL	0,06	-2,30	0,11

Quelle: UNFCCC 2013

Tabelle 362: Kohlenstoffvorratsänderungen in organischen Böden (Deutschland für 2012, übrige Länder für 2011)

Country <sup>122</sup>	Afforestation/ Reforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]	Deforestation [Mg C ha <sup>-1</sup> ]	Forest Management [Mg C ha <sup>-1</sup> ]
AUT	NO	NO	NA
BEL	NO	NO	NA
CHE	-0,68	-5,42	-0,68
CZE	NO	NO	0,00
DNK	-0,34	NA	-0,34
FRA	NO	NO	NO
GBR	0,50	IE	0,55
<b>GER</b>	<b>-0,68</b>	<b>-4,20</b>	<b>-0,68</b>
NLD	-6,46	-5,74	NA
POL	-0,68	NO	-0,68

Quelle: UNFCCC 2013

### 11.3.1.7 Das Anfangsjahr einer Aktivität, falls nach 2008

In Tabelle 363 finden sich die interpolierten Flächengrößen der Aktivitäten nach KP 3.3, die nach 2008 begonnen haben. Die Aktivität Forest Management (KP 3.4) wird nur auf den Flächen berücksichtigt, die seit 1990 Wald sind. Demnach gibt es keine Flächen, auf denen Waldbewirtschaftung nach 2008 begonnen hat.

Tabelle 363: Flächengrößen der Aktivitäten, die nach 2008 begonnen haben

KP 3.3 Activity	Year of the onset			
	2009	2010	2011	2012
Afforestation/Reforestation [ha]	14.129	14.129	14.129	14.129
Deforestation [ha]	10.992	10.992	10.992	10.992

## 11.4 Artikel 3.3

### 11.4.1 **Information, die belegt, dass Aktivitäten nach Artikel 3.3 am oder nach dem 1. Januar 1990 und vor dem 31. Dezember 2012 begannen und direkt vom Menschen verursacht sind**

Wie in dem Kapitel 7.1.3 beschrieben, erfasst das Verfahren zur Landnutzungsänderung von und zu Wald Flächenänderungen ab 1970, wobei methodisch bei der Kyoto-Berichterstattung nur die Änderungen seit 1990 eingehen. In diese Submission flossen die Ergebnisse der dritte Bundeswaldinventur ein, deren Stichjahr 2012 ist. Diese bildet die Datengrundlage zur Rückrechnung am Ende der ersten Verpflichtungsperiode. Alle erfassten Aktivitäten liegen somit in dem Zeitraum zwischen dem 1. Januar 1990 und dem 31. Dezember 2012.

Jede Landnutzungsänderung von und zu Wald wird vorrangig über die Bundeswaldinventur (BWI), aber auch durch ergänzende Daten erfasst. Die Stichprobenpunkte decken rasterförmig ganz Deutschland ab. Durch die wiederholte Aufnahme der Punkte können die Veränderungen großflächig ermittelt werden. Wird ein Punkt als Wald aufgenommen, der bei der vorangegangenen Inventur als Nicht-Wald gekennzeichnet war, so repräsentiert dieser eine bestimmte aufgeforstete Fläche. Die BWI unterscheidet zwischen aufgeforstet durch Pflanzung/Saat oder durch natürliche Verjüngung. Letztere werden jedoch erst dann als *aufgeforster Wald* klassifiziert, wenn der Bestand ein durchschnittliches Alter von fünf Jahren erreicht hat und einen Überschirmungsgrad von mindestens 50 % aufweist (vgl. Kapitel 7.2.3.1).

Eine landwirtschaftlich genutzte Fläche kann von (bewirtschaftetem) Ackerland in unbewirtschaftetes übergehen und durch eine spontane Ansiedlung von Bäumen (natürliche Verjüngung) in Wald übergehen. Diese Art der Aufforstung kann gem. GPG (IPCC 2003) allerdings nur dann angerechnet werden, wenn sie „direkt vom Mensch induziert“ wurde. Es ist *gute Praxis* die direkt vom Mensch induzierte Flächenumwandlung zu belegen. Nach IPCC schließt der zu führende Beweis u.a. die Tatsache ein, dass eine Entscheidung zur Aufforstung oder dem Zulassen einer natürlichen Verjüngung getroffen wurde<sup>123</sup>. Das deutsche Recht sieht gem. § 10 (1) BWaldG vor, dass jede Erstaufforstung von Flächen einer „Genehmigung der nach Landesrecht zuständigen Behörde“ bedarf. Nach Absatz 2 bedarf es lediglich dann keiner Genehmigung, wenn für die aufzuforstende Fläche „auf Grund anderer öffentlich rechtlicher Vorschriften die Aufforstung rechtsverbindlich festgesetzt worden ist oder Erfordernisse der Raumordnung und Landesplanung nicht berührt werden“. Deutschland ist ein dicht besiedeltes und intensiv bewirtschaftetes Land, welches flächendeckend beplant wird. Es existieren unterschiedliche Planungsebenen, von großräumigen Plänen (z.B. Raumordnungsplanung) bis hin zu kleinräumigen Festsetzungen (z.B. Landschaftspläne, forstliche Betriebspläne). Die Aufstellung und Einhaltung wird von den jeweils zuständigen Behörden des Bundes, der Länder sowie der einzelnen Gemeinden

<sup>123</sup> Vgl. [IPCC LULUCF GPG \(2003\)](#), Section 4.2.5.2.

überwacht. Es ist daher davon auszugehen, dass alle neu aufgeforsteten Flächen die Bedingung der „direkt vom Mensch induzierten Umwandlung“ erfüllen, da sowohl der Akt der Genehmigung, als auch rechtsverbindliche Festsetzungen und das Aufstellen von Raumordnungs- und Landschaftsplänen, eine aktive Entscheidung durch den Mensch voraussetzen.

### **11.4.2 Informationen über die Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldstörung, die vom Neuaufbau von Wäldern gefolgt sind, und Entwaldung**

Nach § 11 (1) BWaldG soll der Wald „im Rahmen seiner Zweckbestimmung ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden. Durch Landesgesetz ist mindestens die Verpflichtung für alle Waldbesitzer zu regeln, kahlgeschlagene Waldflächen oder verlichtete Waldbestände in angemessener Frist

1. wieder aufzuforsten oder
2. zu ergänzen, soweit die natürliche Wiederbestockung unvollständig bleibt,

falls nicht die Umwandlung in eine andere Nutzungsart genehmigt worden oder sonst zulässig ist.“

Grundsätzlich ist danach jede Waldfläche wieder aufzuforsten, sofern sie weiterhin als Wald genutzt werden soll. Dies ist gesetzliche Vorgabe und gängige Praxis der deutschen Forstwirtschaft. Vorübergehend unbestockte Flächen fallen damit nach wie vor unter die Berichterstattung der Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 KP. Anders verhält es sich, wenn eine unbestockte Fläche entsteht, für deren Nachnutzung Nicht-Wald vorgesehen ist. Diese Flächen sind, unabhängig davon, ob die Entwaldung durch natürliche Störereignisse oder durch menschliches Abholzen hervorgerufen wurde, als Entwaldung, die direkt vom Mensch verursacht wurde anzusehen.

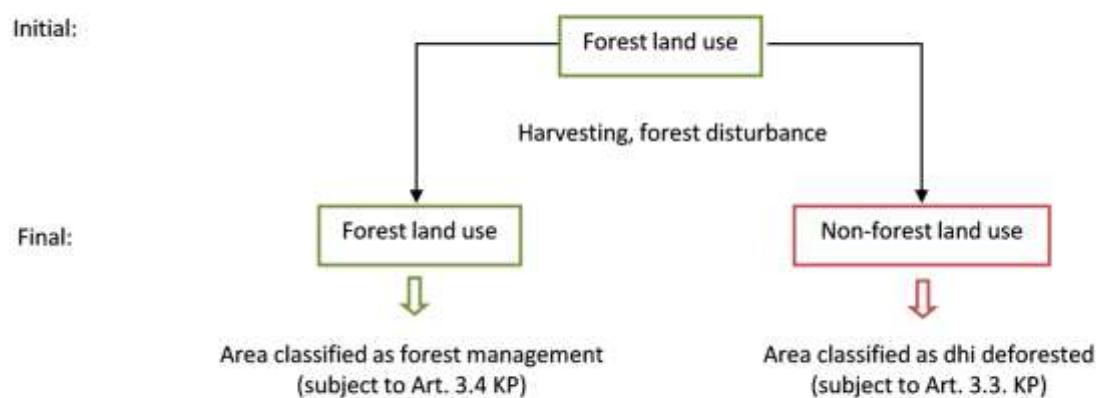


Abbildung 78: Schema zur Unterscheidung zwischen Ernte oder Waldzerstörung, die von Wiederaufforstung gefolgt sind, und Entwaldung

### **11.4.3 Informationen über die Größe und geografische Lage von Waldgebieten, die Waldabdeckung verloren haben aber nicht als entwaldet gelten**

Durch Waldbewirtschaftung entstehen in Wäldern geringfügig unbestockte Flächen (Blößen). Diese betragen nach den Daten der BWI 2 (2002) ca. 66.000 ha und haben einen Anteil von 0,6 % an der Gesamtwaldfläche. Wie bereits oben in Kapitel 11.4.2 erläutert, fallen auch diese Flächen nach wie vor unter die Walddefinition und gehen in die Berechnungen zu den Vorräten und deren Änderungen mit ein.

## **11.5 Artikel 3.4**

### **11.5.1 Informationen, die belegen, dass Aktivitäten nach Artikel 3.4 seit dem 1.Januar 1990 auftraten und vom Menschen verursacht sind**

Da die Erfassung der Waldflächen, der Flächenänderungen und der durch die entsprechenden Aktivitäten verursachten Vorratsänderungen in einem integrierten Verfahren abgebildet werden, gelten für die Aktivität Waldbewirtschaftung die Aussagen entsprechend aus Kapitel 11.4.1.

Gemäß § 1 Nr. 1 BWaldG ist der „Wald wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner Bedeutung für die Umwelt, insbesondere für die dauernde Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, das Klima, den Wasserhaushalt, die Reinhal tung der Luft, die Bodenfruchtbarkeit, das Landschaftsbild, die Agrar- und Infrastruktur und die Erholung der Bevölkerung (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten, erforderlichenfalls zu mehren und seine ordnungsgemäße Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern“.

Dem Wald werden damit drei Grundfunktionen zugeordnet, nämlich die Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion, aufgrund derer seine Erhaltung und seine ordnungsgemäße und nachhaltige Bewirtschaftung zu sichern sind. Zusätzlich schreibt § 11 (1) S. 1 BWaldG vor, dass der „Wald (...) im Rahmen seiner Zweckbestimmung ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden (soll).“ Zwar besagt die Formulierung nicht, dass Wald bewirtschaftet werden „muss“, weshalb eine grundsätzliche Verpflichtung zu verneinen ist, andererseits wurde auch nicht die Formulierung „kann“ gewählt, bei der eine Verpflichtung auszuschließen wäre. Die gewählte Formulierung lässt damit sehr wohl eine Grundhaltung erkennen, nämlich dass Wald bewirtschaftet werden soll. Eine Verbindlichkeit zur Bewirtschaftung von Waldflächen existiert damit für ganz Deutschland<sup>124</sup>.

Zur Sicherung der drei Grundfunktionen soll der Wald gem. § 1 Nr. 1 i.V.m. § 11 (1) S. 1 BWaldG erhalten und ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden. Die Zielvorgabe der Waldbewirtschaftung entsprechend der Marrakesh Accords (MA) deckt sich damit mit den Vorgaben des BWaldG. In beiden Fällen zielt die Bewirtschaftung darauf ab, dass der Wald seine Funktionen auf Dauer erfüllen kann.

Gemäß den MA wird Waldbewirtschaftung definiert als „a system of practices“. Damit wird vorgegeben, dass die Bewirtschaftung durch Handlungen/Maßnahmen gekennzeichnet ist. Eine Waldfläche, die sich selbst überlassen wird, ohne dass irgendwelche Maßnahmen ergriffen werden, zählt damit nicht zu einer bewirtschafteten Waldfläche. Voraussetzung

<sup>124</sup> Von einer Verpflichtung zur „nachhaltigen ordnungsgemäßen Bewirtschaftung“ für alle Waldbesitzer sprechen Häusler und Scherer-Lorenzen (2002) in: Nachhaltige Forstwirtschaft in Deutschland im Spiegel des ganzheitlichen Ansatzes der Biodiversitätskonvention. BfN – Skripten 62, S. 5 und 15.

dafür ist jedoch, dass in diesem Waldgebiet tatsächlich keine menschlichen Aktivitäten stattfinden, also kein aktiver Eingriff durch den Mensch erlaubt ist (entspricht MCPFE-Schutzkategorie 1.1). Derartige Schutzwaldflächen sind in Deutschland jedoch „praktisch nicht vertreten“ (BMELV, 2009). Schutzwaldgebiete, in denen aktive Eingriffe des Menschen auf ein Minimum beschränkt zugelassen sind, sog. Totalschutzgebiete (MCPFE-Schutzkategorie 1.2), hatten 2007 einen Flächenanteil von 1,1% der Gesamtwaldfläche mit zunehmender Tendenz (BMELV, 2009). Im Vordergrund dieser Waldflächen steht der Biotop- und Artenschutz (z.B. Bannwälder, Naturwaldreservate, Kernzonen von Nationalparken und Biosphärenreservaten). Bestimmte eingreifende Maßnahmen sind jedoch ausdrücklich zugelassen (z.B. zur Brandbekämpfung, Kontrolle von Schalenwild, Krankheiten oder Insektenkalamitäten<sup>125</sup>). Für Schutzwälder sind wie für alle Schutzgebiete Konzepte aufzustellen, in denen der Schutzgegenstand, der Schutzzweck, die zur Erreichung des Schutzzwecks notwendigen Ge- und Verbote und die erforderlichen Pflege-, Entwicklungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen darzustellen sind<sup>126</sup> (z.B. in Schutzgebietsverordnungen oder Richtlinien, Vgl. z.B. § 23 (2) LWaldG MV). Weiterhin sind etwa 23% der Waldfläche Schutzgebiete, deren Schutzzweck aktiv durch Bewirtschaftungsmaßnahmen sichergestellt wird (MCPFE-Schutzkategorie 1.3), 56 % entfallen auf Wälder, deren vorrangiges Ziel der Schutz von Landschaften und spezifischen Naturelementen ist (MCPFE-Schutzkategorie 2) und 34 % mit dem vorrangigen Ziel von Schutzfunktionen (MCPFE-Schutzkategorie 3). Bei den MCPFE-Schutzkategorien 1.3 bis 3 wird die Bewirtschaftung entsprechend dem Schutzzweck ausgerichtet. Diese Kategorien erfüllen damit die Vorgaben der Waldbewirtschaftung. Auch bei der Kategorie 1.2 sind menschliche Aktivitäten zur Sicherung der Schutzgebiete durchaus zulässig. Gemäß IPCC GPG LULUCF (2003) erfüllen damit auch diese Gebiete die Vorgaben der Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 KP: „For example forested national parks (...) where these parks are managed to fulfil relevant ecological (including biodiversity) and social functions, and are subject to forest management activities such as fire suppression, a country may choose to include these forested national parks as lands subject to forest management“<sup>127</sup>. Es ist zu beachten, dass die hier angegebenen Flächenanteile der Schutzwaldkategorien nicht aufaddiert werden dürfen, da sie sich z.T. überschneiden und die gleiche Waldfläche z.T. mehrfach erfasst wurde (BMELV, 2009).

Der Wald in Deutschland wird in weiten Teilen beplant. Für etwa ¾ der Waldfläche liegen nach Schätzung des BMEL forstliche Betriebspläne (Wirtschaftspläne, Betriebspläne oder –gutachten) vor (BMELV, 2009). Neben dieser betrieblichen Planung werden für den Wald zusätzlich im Rahmen der Landesplanung z.T. eigenständige forstliche Landschaftspläne (forstliche Rahmenpläne) aufgestellt<sup>128</sup>. Ziel der forstlichen Rahmenplanung ist es, „die für die Entwicklung der Lebens- und Wirtschaftsverhältnisse notwendigen Funktionen des Waldes nach § 1 Nr. 1 (BWaldG) zu sichern“. Dies entspricht genau der Zielstellung, die auch von der IPCC GPG für die Waldbewirtschaftung vorgegeben wird. Dabei können bzw. müssen auch Maßnahmen festgelegt werden (Vgl. z.B. § 6 (3) Nr. 4 S. 2 BWaldG a.F.; Art. 6 (1) Nr. 2 BayWaldG (Waldgesetz für Bayern), § 9 (4) LWaldG Mecklenburg-Vorpommern, § 6

<sup>125</sup> Außerdem zugelassen sind Maßnahmen zur naturverträglichen Walderschließung für Erholungszwecke und zur naturverträglichen Forschung.

<sup>126</sup> Vgl. z.B. § 22 (1) BNatSchG

<sup>127</sup> IPCC Good Practice Guidance LULUCF (2003) Kapitel 4.2.7.2, S. 4.62 f.

<sup>128</sup> Die forstliche Rahmenplanung war bis 2005 im BWaldG verpflichtend vorgegeben. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Ausgestaltung der Planung innerhalb der Länder, wurden diese Bestimmungen jedoch gestrichen. Vgl. BMELV (2009) Waldbericht der Bundesregierung, S. 28.

S. 2 NWaldLG (Niedersächsisches Wald- und Landschaftsgesetz), § 7 (1) LFoG NRW (Landesforstgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen), § 6 (2) WaldG Sachsen-Anhalt<sup>129</sup>). Teilweise wird auch explizit vorgegeben, dass die Planung als Richtlinie u.a. für die Bewirtschaftungstätigkeit zu nutzen ist (Vgl. § 8 (3) LFoG NRW).

Alles in allem dürfte die Annahme, dass Wald in Deutschland flächendeckend die Kriterien der Waldbewirtschaftung entsprechend den Vorgaben der MA und IPCC GPG LULUCF (2003) erfüllt, damit bestätigt sein.

Eine Zusammenstellung von Textausschnitten aus den Landeswaldgesetzen für die Bewirtschaftungsvorgaben von Wäldern und zu den Vorgaben der forstlichen Rahmenplanung findet sich in STEUK (2010). Die Zusammenfassung ist in Tabelle 364 zu finden.

Tabelle 364: Zusammenstellung der Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung, zur Aufstellung von Plänen und zur forstlichen Rahmenplanung aus den Waldgesetzen der Bundesländer

Bundesland	Verpflichtung zur Waldbewirtschaftung			Verpflichtung zur Aufstellung von Plänen (Wirtschafts-, Betriebspläne, Betriebsgutachten oder andere forstliche Fachplanungen)			Verpflichtung zur forstlichen Rahmenplanung
	Staatswald	Körperschaftswald	Privatwald	Staatswald	Körperschaftswald	Privatwald	
Baden-Württemberg	X	X	X	X	X	(X)	(X)
Bayern	X	X	X	X	[X]		(X)
Berlin	X	X	X				X
Brandenburg							X
Bremen	X	X	X				
Hamburg	X	X	X				X
Hessen	X	X	X	X	X	[X]	
Mecklenburg-Vorpommern	X	X	X				X
Niedersachsen	X	X	X	[X]	[X]		X
Nordrhein-Westfalen	X	X	X		X		X
Rheinland-Pfalz	X	X	X	[X]	[X]	[X]	X
Saarland	X	X	X	X	X	(X)	X
Sachsen	X	X	X	X	X		(X)
Sachsen-Anhalt	X	X	X	X	X		X
Schleswig-Holstein				[X]	[X]		
Thüringen	X	X	X	X	X	[X]	X

#### Legende

- X Vorgabe verbindlich (einschließlich soll)
- [X] Vorgabe nur unter bestimmten Voraussetzungen (z.B. Mindestgröße) verbindlich
- (X) Vorgabe optional / nicht verbindlich (kann)

### 11.5.2 Informationen bezüglich der Kulturflächen- und Weidelandbewirtschaftung sowie der Wiederbegrünung, wenn ausgewählt, für das Basisjahr

Deutschland hat nur die Anrechnung von Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 KP gewählt (siehe Kapitel 11.1.2).

Informationen zu anderen Aktivitäten liegen nicht vor.

<sup>129</sup> Festlegung von Maßnahmen in Betriebsplänen siehe § 5 (6) S. 3 LWaldG Schleswig-Holstein.

### **11.5.3 Informationen zur Waldbewirtschaftung**

Wie bereits in Kapitel 11.5.1 erläutert, sind die deutschen Wälder per Gesetz ordnungsgemäß und nachhaltig zu bewirtschaften. Bundesweite Vorgaben zur Waldbewirtschaftung finden sich im Bundeswaldgesetz (BWaldG). Dieses wird durch die Bundesländer mit eigenen Landeswaldgesetzen konkretisiert. Bei einer Gegenüberstellung der nationalen Vorgaben mit der internationalen Definition, zeigt sich dass diese durchaus vergleichbar sind.

#### Internationale Definition gemäß der MA<sup>130</sup>:

“Forest management” is a system of practices for stewardship and use of forest land aimed at fulfilling relevant ecological (including biological diversity), economic and social functions of the forest in a sustainable manner;

Übersetzung: „Waldbewirtschaftung“ ist ein System von Praktiken für die Behandlung/Pflege und Nutzung des Waldes, darauf abzielend relevante ökologische (einschließlich der biologischen Vielfalt), wirtschaftliche und soziale Funktionen des Waldes in nachhaltiger Weise zu erfüllen;

#### Nationale Definitionen nach dem BWaldG und den Landeswaldgesetzen (LWaldG):

Gem. § 1 Nr. 1 BWaldG ist der Zweck des Gesetzes insbesondere, „den Wald wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner (...) (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten, erforderlichenfalls zu mehren und seine ordnungsgemäß Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern“. Nach § 11 (1) S. 1 BWaldG soll der Wald „im Rahmen seiner Zweckbestimmung ordnungsgemäß und nachhaltig bewirtschaftet werden.“ Aufgrund der eingeschränkten Gesetzgebungskompetenz des Bundes, gibt dieser hier lediglich einen Rahmen vor, der dann durch die Bundesländer entsprechend umzusetzen und zu konkretisieren ist (Vgl. § 5 und § 11 (1) S. 2 BWaldG). Somit legen die Länder fest, was unter einer ordnungsgemäßen und nachhaltigen Forstwirtschaft zu verstehen ist. Eine Zusammenstellung der relevanten Abschnitte aus den Landeswaldgesetzen findet sich in STEUK (2010).

Die Vorgaben zur Waldbewirtschaftung nach den Landeswaldgesetzen sind mit den internationalen vergleichbar. Die Bestimmung, dass Wald unter Erfüllung ökologischer (einschließlich der biologischen Vielfalt), wirtschaftlicher und sozialer Funktionen in nachhaltiger Weise bewirtschaftet werden soll<sup>131</sup>, lässt sich von der Aussage her in jedem Landesgesetz finden. Synonym für die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen werden in Deutschland oftmals Schutz-, Nutz- und Erholungsfunktion verwendet<sup>132</sup>(siehe Tabelle 365). Findet sich der Wortlaut der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen, die bei der Bewirtschaftung sicherzustellen sind, nicht explizit nochmal im Text des Landesgesetzes, so findet sich jedoch der Zusatz „im Rahmen seiner Zweckbestimmung“<sup>133</sup>. Der Wald ist danach also im Rahmen seiner Zweckbestimmung nachhaltig zu bewirtschaften. Damit wird auf § 1 BWaldG verwiesen (Gesetzeszweck), der

<sup>130</sup> Paragraph 1 (f) des Annex A der Decision 16/CMP.1

<sup>131</sup> Vgl. Art. 4 Nr. 1 BayWaldG; § 1a LFoG NRW; sinngemäß auch § 6 (1) LWaldG RLP; sinngemäß auch § 18 (1) i.V.m. § 19 (1) S. 2 ThürWaldG.

<sup>132</sup> Vgl. § 1 Nr. 1 BWaldG; § 13 LWaldG BW; § 11 (2) Nr. 1 LWaldG B; § 4 (2) LWaldG Bbg; § 5 (1) BremWaldG, § 6 (1) HeFoG; § 6 (1) Nr. 1 LWaldG MV; § 11 (1) NWaldLG; § 5 (1) LWaldG SH.

<sup>133</sup> Vgl. § 6 (1) LWaldG Ha; § 11 (1) LWaldG SL; § 17 SächsWaldG; § 4 (1) WaldG LSA; § 18 (1) ThürWaldG.

sich wortgleich in jedem Landeswaldgesetz wiederfindet. § 1 Nr. 1 BWaldG legt wiederum fest, dass der Wald insbesondere, „wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner (...) (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten“ ist. Die Zielstellung zur Sicherung der wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Funktionen findet sich damit flächendeckend in den Gesetzestexten wieder. Auch das Erfordernis der Nachhaltigkeit wird sowohl durch das BWaldG, als auch durch die Landesgesetze erfüllt.

Tabelle 365: Gegenüberstellung der Waldfunktionen nach dem Bundeswaldgesetz und nach IPCC

Waldfunktionen nach BWaldG	Waldfunktionen nach MA
Nutzfunktion	Wirtschaftliche Funktionen
Schutzfunktion	Ökologische Funktionen
Erholungsfunktion	Soziale Funktionen

## 11.6 Weitere Informationen

### 11.6.1 Hauptkategorienanalyse für Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4

Die Hauptkategorienanalyse wurde im Zusammenhang mit der Analyse für das UNFCCC-Inventar auch für die Aktivitäten nach Artikel 3.3 und die gewählten Aktivitäten nach Artikel 3.4 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in tabellarischer Form im Kapitel 1.5.2 dieses Berichts zusammengestellt. Die angewendeten Verfahren, Grundlagen und Methoden hierfür sind ausführlich im Kapitel 17.1.4 beschrieben.

## 11.7 Informationen zu Artikel 6 (JI- & CDM-Projekte / Management der ERU)

In Deutschland können gemäß Paragraph 5, Absatz 1, Satz 1 des Projekt-Mechanismen-Gesetzes (ProMechG) keine Projekte im Bereich LULUCF genehmigt werden, die in Deutschland stattfinden sollen.

## 12 INFORMATIONEN ZUR BUCHFÜHRUNG DER KYOTO-EINHEITEN

### 12.1 Background information

Chapter 12 and 14 include information on the German emission trading registry. The accounting on Kyoto units and the public availability of information is described in chapter 12. Any significant changes in the national registry are reported in chapter 14.

In June 2012, the previously existing decentralised registry architecture of the European emissions trading (EU ETS) was fundamentally changed. The Union Registry introduced an EU-wide standardisation and centralisation of the system, but user accounts are still administered by the Member States. As it does not make sense to centralize the EU ETS part only, the Kyoto registries of the European Member States have been consolidated into the Union Registry (UR) as well. Due to the fact that the UR is developed and operated by the European Commission most of the requested information on national registry in accordance with paragraph 32 of the annex to decision 15/CMP.1 needs to be provided by the EU commission. Therefore, the chapter 14 of this report was provided by the EU commission on 13 March 2014. The text was retained unchanged. The answers to 15/CMP.1 annex II.E paragraph 32 (a), (g) and (h) were specified directly by the German registry administration.

## 12.2 Summary of information reported in the SEF tables

According to decision 15/CMP.1, annex, part 1, section E each Party must include information on its aggregate holdings and transactions of Kyoto units in its annual report. The information has to be reported in the Standard Electronic Format (SEF), which is an agreed format, embodied in a special report, for reporting on Kyoto units.

The SEF for 2013 was generated on 10 January 2014 with the Union registry in version 6.1.7.1, provided by the EU commission on 7 January 2014 and the SEF application version 1.2, provided by the secretariat at 9th of January 2009. The German SEF for 2013 contains the information required in paragraph 11 of the annex to decision 15/CMP.1 and adhere to the guidelines of the SEF. The SEF has been submitted to the UNFCCC Secretariat electronically and the contents of the report can also be found in annex 6 (chapter 22.2.2.1) of this document.

At the end of 2012, AAUs amounting to 4,590,704,727 were contained in the German registry. The largest proportion of 2,409,801,325 AAUs, were recorded in party holding accounts, 2,180,899,877 AAUs were in the retirement account and 3,525 in other cancellation accounts. Besides AAUs the registry contained in total 133,389,629 ERUs and 171,430,687 CERs; no RMUs, tCERs or ICERs (the holding of those unit types is not permitted for German account holders).

In total for 2013, the German registry received 677 AAUs, 78,397,023 ERUs and 69,039,008 CERs. Conversely, 322,046,798 AAUs, 7,586,690 ERUs and 33,556,977 CERs were transferred to foreign national registries. Transactions with most European countries within the European Emissions Trading Scheme (ETS) took place. In addition, ERU and CER have been received from outside the ETS (Japan, Ukraine).

More details are available in the SEF, which is shown in annex 6 (chapter 22.2.2.1) of this document.

## 12.3 Discrepancies and Notifications

<b>15/CMP.1 annex I.E</b> <b>paragraph 12</b> List of discrepant transactions	No discrepant transactions occurred in 2013.
<b>15/CMP.1 annex I.E</b> <b>paragraph 13 and 14</b> List of CDM notifications	No CDM notifications occurred in 2013.
<b>15/CMP.1 annex I.E</b> <b>paragraph 15</b> List of non-replacements	No non-replacements occurred in 2013.
<b>15/CMP.1 annex I.E</b> <b>paragraph 16</b> List of invalid units	No invalid units exist as at 31 December 2013.
<b>15/CMP.1 annex I.E</b> <b>paragraph 17</b> Actions and changes to address discrepancies	No actions were taken or changes made to address discrepancies for the period under review.

## 12.4 Publicly accessible information

<b>13/CMP.1 annex II paragraph 45</b> Account information	<p>The requested information is publicly available for all accounts. The data of all accounts can be viewed online at:  <a href="http://www.dehst.de/Public-Reports">http://www.dehst.de/Public-Reports</a></p> <p>Representative name and contact information is classified as confidential due to Article 107 Registry Regulation No. 389/2013.</p>																																				
<b>13/CMP.1 annex II paragraph 46</b> Joint implementation project information	<p>The complete documentation of the JI projects is presented in the German JI project database which is accessible at the following URL. The database also contains already registered but not yet approved JI projects.</p> <p><a href="https://jicdm.dehst.de/promechg/pages/project1.aspx">https://jicdm.dehst.de/promechg/pages/project1.aspx</a></p> <p>In 2013, ERU for ten JI projects were converted from AAU. No ERU converted from RMU were issued. In total 1,366,335 ERU were generated in 2013:</p> <table border="1" data-bbox="562 615 1394 1365"> <thead> <tr> <th>JI Project ID</th> <th>Converted Amount</th> <th>Unit Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1000016</td> <td>25,870</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000018</td> <td>272,082</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000050</td> <td>12,363</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000168</td> <td>171,166</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000182</td> <td>117,882</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000183</td> <td>145,910</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000197</td> <td>68,581</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000211</td> <td>2,841</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000102</td> <td>259,832</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>1000305</td> <td>289,808</td> <td>ERU converted from AAU</td> </tr> <tr> <td>Sum</td> <td>1,366,335</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	JI Project ID	Converted Amount	Unit Type	1000016	25,870	ERU converted from AAU	1000018	272,082	ERU converted from AAU	1000050	12,363	ERU converted from AAU	1000168	171,166	ERU converted from AAU	1000182	117,882	ERU converted from AAU	1000183	145,910	ERU converted from AAU	1000197	68,581	ERU converted from AAU	1000211	2,841	ERU converted from AAU	1000102	259,832	ERU converted from AAU	1000305	289,808	ERU converted from AAU	Sum	1,366,335	
JI Project ID	Converted Amount	Unit Type																																			
1000016	25,870	ERU converted from AAU																																			
1000018	272,082	ERU converted from AAU																																			
1000050	12,363	ERU converted from AAU																																			
1000168	171,166	ERU converted from AAU																																			
1000182	117,882	ERU converted from AAU																																			
1000183	145,910	ERU converted from AAU																																			
1000197	68,581	ERU converted from AAU																																			
1000211	2,841	ERU converted from AAU																																			
1000102	259,832	ERU converted from AAU																																			
1000305	289,808	ERU converted from AAU																																			
Sum	1,366,335																																				
<b>13/CMP.1 annex II paragraph 47</b> Unit holding and transaction information	<p>The information requested in (a), (d), (f) and (l) is classified as confidential due to Article 107 Registry Regulation No. 389/2013 as well as national data protection law and therefore not publicly available. Transactions of units within the most recent five year period are also classified as confidential, therefore the transactions provided are only those completed more than five years in the past.</p> <p>The information requested in (b), (c), (e), (g), (h), (i), (j) and (k) is publicly available at <a href="http://www.dehst.de/Public-Reports">http://www.dehst.de/Public-Reports</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(b) In 2013 there was no issuance of AAU.</li> <li>(c) In 2013, 1,366,335 ERU were issued.</li> <li>(e) No RMU was issued in the reported year.</li> <li>(g) No RMU was cancelled on the basis of activities under Article 3, paragraph 3 and 4 in the reported year.</li> <li>(h) No ERU, CER, AAU and RMU were cancelled on the basis of activities under Article 3, paragraph 1 in the reported year.</li> <li>(i) In 2013, 100 AAU, 3,276 ERU and 246,004 CER were voluntary cancelled. No RMU was cancelled.</li> <li>(j) In 2013, 1 AAU, and no ERU, CER, RMU, tCER, ICER were retired.</li> <li>(k) There were no carry over of ERU, CER, AAU or RMU from the previous commitment period.</li> </ul>																																				

**13/CMP.1 annex II  
paragraph 48**

Authorized legal entities information

The following legal entities are authorized by the Member State to hold Kyoto units:

<b>Legal entities authorised by Germany to hold units</b>	
AAU	Federal Government only
ERU	Each account holder
CER	Each account holder
RMU	Federal Government only
tCER	Federal Government only
ICER	Federal Government only

## 12.5 Calculation of the Commitment Period Reserve

Germany's Commitment Period Reserve (CPR) is calculated as 90 percent of Germany's assigned amount (4,868,096,694 tonnes CO<sub>2</sub> equivalent) calculated pursuant to Article 3 paragraphs 7 and 8 of the Kyoto Protocol. The initial CPR of the current commitment period did not change and is still 4,381,287,024 tonnes CO<sub>2</sub> equivalent (or AAU).

In accordance to Article 4 paragraph 4 Registry Regulation No. 1193/2011 the Union registry has to prepare for keeping the CPR. If a transfer proposal would result in an infringement of the CPR, the registry should reject it internally.

The German registry did not violate the CPR during the reported year.

## 12.6 KP-LULUCF accounting

According to Decision 13/CMP.1, Germany has opted for accounting at the end of the first commitment period.

Based on the latest SEF report, Germany has not issued any RMUs.

The accounting of RMU based on the 2013 submission will be taking place after the publication of the review report for the submission of 2013.

Altogether, based on the latest KP-LULUCF inventory, Germany expects to be able to issue - 39728.2 Gg CO<sub>2</sub> equivalent as RMUs and cancel 11415.9 AAUs due to activities in 2008, 2009, 2010 and 2011 under Articles 3.3 and 3.4 of the Kyoto Protocol.

Tabelle 366: KP-LULUCF accounting

Greenhouse gas source and sink activities	Net emissions/removals						Accounting Parameters	Accounting Quantity	
	Base Year	2008	2009	2010	2011	2012			
		(Gg CO <sub>2</sub> equivalent)							
<b>A. Article 3.3 activities</b>									
A.1. Afforestation and Reforestation							-28410,8		
A.1.1. Units of land not harvested since the beginning of the commitment period		-5331,5	-5400,1	-5652,4	-5892,7	-6134,0	-28410,8		
A.2. Deforestation		2072,4	2304,0	2326,6	2346,4	2366,5	11415,9	11415,9	
<b>B. Article 3.4 activities</b>									
B.1. Forest Management		-46759,0	-46697,5	-46659,9	-46609,8	-46565,9	-233292,1	-22733,3	
3.3 offset							0	0	
FM cap							22733,3	-22733,3	
<b>Totals</b>								<b>-39728,2</b>	

## 13 INFORMATIONEN ÜBER ÄNDERUNGEN IM NATIONALEN SYSTEMS

In dieser Berichterstattungsperiode lag der Schwerpunkt auf der weiteren Konsolidierung der bis 2011 erzielten Verbesserungen und der Aufrechterhaltung der Institutionalisierung des Nationalen Systems. Insbesondere die weitere Konsolidierung der durch die Anmerkungen im In Country Review 2010 bedingten umfangreichen institutionellen Verbesserungen im Nationalen System im Bereich LULUCF standen im Vordergrund. Änderungen an der Institutionalisierung des Nationalen Systems wurden im Jahr 2013 nicht durchgeführt.

## 14 INFORMATIONEN ZU ÄNDERUNGEN IN DEN NATIONALEN REGISTERN

Directive 2009/29/EC adopted in 2009, provides for the centralization of the EU ETS operations into a single European Union registry operated by the European Commission as well as for the inclusion of the aviation sector. At the same time, and with a view to increasing efficiency in the operations of their respective national registries, the EU Member States who are also Parties to the Kyoto Protocol (25) plus Iceland, Liechtenstein and Norway decided to operate their registries in a consolidated manner in accordance with all relevant decisions applicable to the establishment of Party registries - in particular Decision 13/CMP.1 and decision 24/CP.8.

Following the successful implementation of the CSEUR platform, the 28 national registries concerned were re-certified in June 2012 and switched over to their new national registry on 20 June 2012. During the go-live process, all relevant transaction and holdings data were migrated to the CSEUR platform and the individual connections to and from the ITL were re-established for each Party.

The following changes to the national registry of Germany have therefore occurred in 2013, as a consequence of the transition to the CSEUR platform.

*In accordance to the SIAR Reporting Requirements and Guidance for Registries a high level description for each change should be provided as test plans, test reports and readiness documentation. The required documents are confidential and accessible for assessors only (“documentation annexed to this submission”). Therefore the documents which are mentioned in the below table are not available within this document.*

<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(a)</b> Change of name or contact	No change in the name or contact information of the registry administrator occurred during the reported period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(b)</b> Change regarding cooperation arrangement	No change of cooperation arrangement occurred during the reported period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(c)</b> Change to database structure or the capacity of national registry	An updated diagram of the database structure is attached as Annex A. Iteration 5 of the national registry released in January 2013 and Iteration 6 of the national registry released in June 2013 introduces changes in the structure of the database. Changes introduced in release 5 and 6 of the national registry were limited and only affected EU ETS functionality. No change was required to the database and application backup plan or to the disaster recovery plan. No change to the capacity of the national registry occurred during the reported period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(d)</b> Change regarding conformance to technical standards	Changes introduced in release 5 and 6 of the national registry were limited and only affected EU ETS functionality. However, each release of the registry is subject to both regression testing and tests related to new functionality. These tests also include thorough testing against the DES and were successfully carried out prior to the relevant major release of the version to Production (see Annex B). Annex H testing was carried out in February 2014 and the successful test report has been attached. No other change in the registry's conformance to the technical standards occurred for the reported period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(e)</b> Change to discrepancies procedures	No change of discrepancies procedures occurred during the reported period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(f)</b> Change regarding security	No change of security measures occurred during the reporting period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(g)</b> Change to list of publicly available information	No change to the list of publicly available information occurred during the reporting period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(h)</b> Change of Internet address	No change of the registry internet address occurred during the reporting period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(i)</b> Change regarding data integrity measures	No change of data integrity measures occurred during the reporting period.
<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(j)</b> Change regarding test results	Changes introduced in release 5 and 6 of the national registry were limited and only affected EU ETS functionality. Both regression testing and tests on the new functionality were successfully carried out prior to release of the version to Production. The site acceptance test was carried out by quality assurance consultants on behalf of and assisted by the European Commission; the report is attached as Annex B. Annex H testing was carried out in February 2014 and the successful test report has been attached.
<b>The previous Annual Review recommendations</b>	See table below.

Ref Nr	Recommendation description	Response
P2.4.2.1	The assessor recommends that Germany provides information related to the most current implemented version of the consolidated registry software.	The SEF for 2013 was generated on 10 January 2014 with the Union registry in version 6.1.7.1, provided by the EU commission on 7 January 2014. An updated diagram of the database structure is attached as Annex A. Thorough testing against the DES was successfully carried out prior to the relevant major release of the version to Production (see Annex B). Annex H testing was carried out in February 2014 and the successful test report has been attached.
P2.4.2.2	The assessor recommends that Germany includes public information directly on the website of the national registry or via a link from the registry website to another website controlled by the Party. The assessor recommends that the publicly available information be up to date (i.e. updated as close to real time as possible, but at least updated on a monthly basis).	As of April 2014 information pursuant to 13/CMP.1 annex II paragraph 45 and paragraph 46 is accessible from a website controlled by Germany: <a href="http://www.dehst.de/Public-Reports">http://www.dehst.de/Public-Reports</a> The data is updated weekly. As discussed with the secretariat at the RSA Forum in Oslo (October 2013) the a monthly frequency would be sufficient.
P2.4.2.3	The SIAR assessor recommends that Party makes List of legal entities authorized by Party public.	As of April 2014 information pursuant to 13/CMP.1 annex II paragraph 48 is publicly available at <a href="http://www.dehst.de/Public-Reports">http://www.dehst.de/Public-Reports</a>

## 15 INFORMATIONEN ZUR MINIMIERUNG DER NEGATIVEN EINFLÜSSE NACH ARTIKEL 3, ABSATZ 14

Von den meisten Maßnahmen in Deutschland werden keine direkten Auswirkungen auf Entwicklungsländern erwartet; in den übrigen Fällen werden die erwarteten Auswirkungen durchweg positiv eingeschätzt, beispielsweise durch Aufbau von technischen und Verwaltungsstrukturen für den Klimaschutz.

Auch die möglichen indirekten Effekte sind fast durchweg positiv, insbesondere durch vorteilhafte Auswirkungen auf die Energieversorgung und -preise in den Kooperationsländern.

### Förderung von Biotreibstoffen:

Die Förderung von Biotreibstoffen, die aus nicht nachhaltiger Produktion stammen, könnte mögliche negative Auswirkung haben. Dies kann zu entsprechender Vernichtung oder nachteiliger Verschiebung von Ressourcen in Entwicklungsländern führen. Dieser Effekt soll zukünftig mit der Implementierung der Nachhaltigkeits-Verordnung ausgeschlossen werden. Darin werden Nachhaltigkeitsstandards und entsprechende Zertifizierungssysteme geregelt (Biomasse Nachhaltigkeitsverordnung 2009, in der geänderten Fassung vom 22. Juni 2010) und somit die EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien umgesetzt (2009/28/EG).

In diesem Zusammenhang ist besonders hervorzuheben, dass die Zertifizierungssysteme so gestaltet werden, dass die Herstellung von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern nicht zu Konflikten mit der Nahrungssicherheit auf lokaler oder internationaler Ebene führt.

Die in den relevanten europäischen Gesetzeswerken verankerten Kriterien umfassen:

- Mindestanforderungen für die Einsparung von Treibhausgasemissionen;
- Nutzungsverbot von Biokraftstoffen, die auf unter Biodiversitätsaspekten wertvollen Flächen hergestellt wurden sowie
- Nutzungsverbot für Biokraftstoffe, die auf Flächen mit hoher CO<sub>2</sub>-Speicherleistung hergestellt wurden (Feuchtgebiete, Torfmoore oder Wälder).

Zudem trägt die forcierte Nutzung von Biokraftstoffen der zweiten Generation zur Vermeidung von Konflikten mit der Nahrungssicherheit bei.

Deutschland nimmt darüber hinaus aktiv an relevanten internationalen Kooperationsforen teil, wie z.B. der "Global Bioenergy Partnership", einer G8-Initiative. Das von Deutschland finanzierte Projekt "Bioenergy and Food Security" der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) orientiert sich an der Umsetzung von ökologischen und sozialen Mindeststandards. Das Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, in Zusammenarbeit mit den Entscheidungsträgern potentiell betroffener Länder, Kriterien für die Bewertung der Chancen und Risiken der Bioenergienutzung in ländlichen Regionen zu entwickeln.

#### **Abbau von Steinkohlesubventionen:**

Der Abbau von Subventionen für einheimische fossile Energieträger trägt zur Vermeidung negativer Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf Drittstaaten bei. So haben sich in Deutschland am 7. Februar 2007 der Bund, das Land Nordrhein-Westfalen und das Saarland sowie die RAG AG und die IG BCE darauf verständigt, die subventionierte Förderung der Steinkohle in Deutschland zum Ende des Jahres 2018 sozialverträglich zu beenden. Der Deutsche Bundestag wird diese Entscheidung auf Grundlage eines gemeinsamen Berichts der Bundesregierung und der Landesregierungen der Revierländer in 2012 überprüfen.

#### **Politiken und Maßnahmen auf EU-Ebene, insbesondere EU-Emissionshandel:**

Neben der Gestaltung der eigenen Politiken und Maßnahmen zum Klimaschutz in Deutschland nimmt die Bundesregierung aktiv an der Gestaltung von Klimaschutzmaßnahmen auf europäischer Ebene teil. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang der europäische Emissionshandel, an dem in Deutschland Unternehmen der Energiewirtschaft und der Industrie beteiligt sind, die knapp die Hälfte der deutschen Treibhausgasemissionen verursachen. Dieses Instrument hat an sich keine direkten Wirkungen auf Drittstaaten. Allerdings wird in Deutschland seit 2008 ein Teil der Erlöse aus der Versteigerung von Emissionsrechten im Emissionshandel für Klimaschutzprojekte in Entwicklungsländern verwendet. Die internationale Klimaschutzinitiative (IKI) ist für die Mittelvergabe verantwortlich und finanziert Projekte in den Bereichen Emissionsminderung, Anpassung an den Klimawandel und Schutz tropischer Regenwälder. Dies steht im Einklang mit der Emissionshandelsrichtlinie, die die Verwendung eines Teils der Auktionserlöse insbesondere für Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungsländern vorsieht.

Die Einbeziehung des internationalen Flugverkehrs in den Europäischen Emissionshandel seit Beginn des Jahres 2012 könnte potentiell negative Folgen für Drittstaaten haben, da neben den europäischen Airlines auch die entsprechenden Unternehmen aus Drittstaaten für Flüge in und aus der EU die notwendigen Zertifikate vorweisen müssen. Die diesbezügliche Gesetzgebung war Gegenstand intensiver Analysen sowie Anhörungen von Experten und

potentiell Betroffenen. Eine eigens eingerichtete Arbeitsgruppe im Rahmen des “European Climate Change Programme” befand diese Maßnahme als kostengünstigen Weg zur Minderung der Emissionen im Flugverkehr. Die quantitativen Analysen hatten explizit auch mögliche Auswirkungen auf Entwicklungsländer zum Gegenstand (European Commission 2006).

Analysen auf der Basis der Eurocontrol-Daten zeigten, dass Airlines aus Drittstaaten nur in geringem Umfang zu den vom Emissionshandel umfassten Flugbewegungen beitragen und so nur in geringem Umfang von Kostensteigerungen betroffen sind. Zudem sind unter den Drittstaaten die meisten Flugbewegungen zwischen der EU und anderen Industriestaaten zu verzeichnen, so dass die Gesamtbelaustung von Unternehmen aus Entwicklungsländern deutlich geringer ausfällt. Die Emissionshandelsrichtlinie sieht außerdem vor, dass im Falle vergleichbarer Klimaschutzmaßnahmen im Flugverkehrssektor in Drittstaaten die von deren Territorium in die EU startenden Flugbewegungen vom EU-ETS ausgenommen werden können.

Zudem führt die Einbeziehung des Flugverkehrs in den ETS aufgrund der Möglichkeit der Nutzung von CDM-Zertifikaten zu einer tendenziell höheren Nachfrage nach CDM-Projekten, was indirekt positive Auswirkungen in Form zusätzlicher Investitionen in Klimaschutztechniken für die Gruppe der Entwicklungsländer hat.

#### **Unterstützung von Entwicklungsländern bei der Diversifizierung ihrer Energieversorgung:**

Deutschland unternimmt vielfältige Anstrengungen, um Entwicklungsländer bei der Diversifizierung ihrer Energieversorgung zu unterstützen und diese damit weniger anfällig für die Entwicklung von Weltmarktpreisen für Energie zu machen. In diesem Zusammenhang sind besonders die Zusammenarbeit im Bereich erneuerbare Energien im Mittelmeerraum und mit den Golfstaaten hervorzuheben, u.a. durch die EU-GCC Energie-Expertengruppe, Zusammenarbeit bei Forschung und Entwicklung, den Mittelmeer-Solarplan, das regionale Exzellenzzentrum für erneuerbare Energien und Energieeffizienz (RCREEE) oder die Beiträge der EU zum Maghreb Electricity Market Integration Project (IMME).

Deutschland ist darüber hinaus an der Finanzierung der Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (GEEREF) beteiligt, die regionale Investitionsprogramme in Entwicklungsländern in den Bereichen erneuerbare Energien und Energieeffizienz unterstützt. GEEREF zielt darauf ab, den Transfer und die Anwendung von umweltfreundlichen Technologien in den ärmeren Regionen der Welt zu beschleunigen.

#### **Übersicht:**

In den folgenden Tabellen werden verschiedene Politiken und Maßnahmen sortiert nach Sektoren sowie ihre direkten und indirekten Effekte auf Entwicklungsländer kurz dargestellt.

Tabelle 367: Querschnittsmaßnahmen

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
Emissionshandel	keine	<u>Positiv:</u> Auktionserlöse werden teilweise für Klimaschutz und Anpassung in EL verwendet
Flugverkehr im Emissionshandel	Negativ: Höhere Kosten für Luftfahrtunternehmen aus Drittstaaten für Flüge in die und aus der EU	<u>Positiv:</u> Auktionserlöse werden teilweise für Klimaschutz und Anpassung in EL verwendet
CDM	<u>Positiv:</u> Zusätzliche Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen in EL	keine
JI	keine	keine
Energie-/CO <sub>2</sub> Steuern	keine	keine

Tabelle 368: Energiepolitische Maßnahmen

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
Förderung Erneuerbarer Energien	keine	<u>Positiv:</u> potentielle Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, potentielle Verbesserung der Elektrizitätsversorgung ländlicher Räume, Verbesserung der Luftqualität <u>Negativ:</u> falls importierte Biokraftstoffe zur Vernichtung von Wäldern und anderen CO <sub>2</sub> -Senken führen oder ihr Anbau zu einer Lebensmittelknappheit/Verteuerung in Entwicklungsländern führt.
Förderung von Biokraftstoffen	keine	<u>Positiv:</u> wirtschaftliche Entwicklung <u>Positiv:</u> kann zu einem Sinken der Energiekosten führen und zur einer Verbesserung der Luftqualität
Förderung der Energieeffizienz	keine	<u>Positiv:</u> Senkt die Energiekosten
Förderung von KWK	keine	

Tabelle 369: Landwirtschaft

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
<b>An Lebensmittelsicherheit und Tierschutzstandards gekoppelte Subventionen anstatt solcher an Produktionsmengen gekoppelter</b>	<u>Positiv:</u> führt zu einer Steigerung des Wettbewerbs in der Landwirtschaft	keine
<b>Verbessertes Tierabfall - Management</b>	keine	keine
<b>Biogasnutzung/anaerobe Vergärung</b>	keine	<u>Positiv:</u> vergleichsweise billige Energiequelle.

Tabelle 370: Wald- und Forstwirtschaft

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
<b>Wiederaufforstung</b>	keine	<u>Positiv:</u> weniger Entwaldung
<b>Nachhaltiges Waldmanagement</b>	keine	keine

Tabelle 371: Abfallverwertung/-behandlung

Maßnahme	Direkte Effekte	Indirekte Effekte
<b>CH<sub>4</sub> - Abscheidung von Müll und Klärschlamm</b>	keine	<u>Positiv:</u> kostengünstige Energiequelle
<b>Kompostierung</b>	keine	keine

## 16 WEITERE INFORMATIONEN

Dieses Kapitel wird derzeit nicht benötigt.

## 17 ANHANG 1: HAUPTKATEGORIEN DES DEUTSCHEN TREIBHAUSGASINVENTARS

Entsprechend der „IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories“<sup>134</sup> (Good Practice Guidance) sind die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention und des Kyoto-Protokolls verpflichtet, jährlich Emissionsdaten zu berechnen und zu veröffentlichen.

Diese Emissionsinventare müssen für jeden nachvollziehbar sein (Transparenz), in der Zeitreihe seit 1990 vergleichbar berechnet sein (Konsistenz), durch Anwendung der vorgeschriebenen Berechnungsmethoden international einheitlich bewertet sein (Vergleichbarkeit), alle im Berichtsland relevanten Emissionsquellen und –senken beinhalten (Vollständigkeit) und mit einer Fehlerangabe bewertet sein sowie einem permanentem internen und externen Qualitätsmanagement unterliegen (Genauigkeit).

Um die hierfür notwendigen, vielfältigen und detaillierten Aktivitäten und Ressourcen auf die wesentlichen Quellgruppen der Inventare konzentrieren zu können, wurde durch den IPCC die Definition einer Hauptkategorie (engl.: Key Source) eingeführt. Als solche werden Quellgruppen bezeichnet, die im nationalen Inventarsystem herausgehoben sind, da ihre Emissionen einen signifikanten Einfluss auf die Gesamtemission der direkten Treibhausgase haben, entweder in der absoluten Höhe der Emissionen, im Beitrag zum zeitlichen Emissionstrend oder beides.

In der Good Practice Guidance sind hierzu im Kapitel 7 die für die Bestimmung der Hauptkategorien anzuwendenden Methoden festgelegt. Diese ermöglichen es, durch die Analyse des Inventars für ein Jahr (Tier 1 Level Assessment), die Analyse einer Zeitreihe der Inventarangaben (Tier 1 Trend Assessment), einer detaillierten Analyse der fehlerbewerteten Inventarangaben (Tier 2 Trend Assessment unter Berücksichtigung der Ungenauigkeiten), sowie einer Bewertung qualitativer Kriterien (entsprechend Chapter 7.2.2 GPGAUM) jeweils die Hauptkategorien zu identifizieren.

Die Analysen nach Tier 1 sind dabei immer nach zwei Verfahren durchzuführen. In einem ersten Durchlauf werden lediglich die Emissionen – die Einbindungen in Senken bleiben hier unberücksichtigt – aus Quellen bewertet. In einem zusätzlichen Durchlauf wird dann auch der Betrag (ohne Berücksichtigung des Vorzeichens) der Emissionseinbindung in den Senken mit einbezogen. Beide Ergebnisse differieren dann erwartungsgemäß. Entsprechend der Good Practice Guidance sind beide Ergebnisse bei der Festlegung der Hauptkategorien zu berücksichtigen.

Für die identifizierten Hauptkategorien besteht dann die Verpflichtung, für die Emissionen sehr detaillierte Berechnungsmethoden (Tier 2 oder höher), die ebenfalls in der Good Practice Guidance vorgegeben sind, anzuwenden. Sollte deren direkte Anwendung aus den verschiedensten Gründen (z.B. die Datenverfügbarkeit für die benötigten Eingangsgrößen

134 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-nrgip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm>

o.ä.) nicht möglich sein, besteht die Verpflichtung, nachzuweisen, dass durch die national angewendeten Methoden mindestens eine vergleichbare Genauigkeit im Berechnungsergebnis erreicht wird. Diese Nachweise sowie auch die insgesamt durchgeführte Hauptkategorienanalyse sind in dem jährlich zu erarbeitenden nationalen Inventarbericht zu beschreiben.

## 17.1 Beschreibung der Methoden zur Festlegung der Hauptkategorien

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der Hauptkategorienanalyse nach den beiden Tier 1 Verfahren (Level und Trend), dem Tier-2-Verfahren und der Bewertung qualitativer Kriterien vorgestellt. Auf die Beschreibung der zugrunde gelegten Methoden in der *Good Practice Guidance* wird verwiesen. Abweichend vom dort dargestellten Vorschlag für die Strukturierung der einzubeziehenden Kategorien wurde für diese Analyse ein größerer Grad der Detailliertheit gewählt. Die jährlichen Emissionsinventare wurden hinsichtlich ihrer CO<sub>2</sub>-Äquivalentemissionen in insgesamt 120 Einzelaktivitäten aufgesplittet.

### 17.1.1 Tier-1-Verfahren

Im Ergebnis der **Level-Analyse** werden die Kategorien als Hauptkategorien (•) festgelegt, die im Basisjahr des Kyoto-Protokolls, bzw. im aktuellen Jahr von der Menge der freigesetzten Emissionen 95 % der nationalen Gesamtemission (als CO<sub>2</sub>-Äquivalentemission) verursachen. Die Berechnung erfolgte unter Anwendung der Formel 7.1 der Good Practice Guidance.

Bei der in dieser Analyse verwandten Kategorienzusammenfassung sind nach diesem Verfahren in der Berichterstattung 2014 insgesamt 31 Hauptkategorien festzustellen (siehe Tabelle 7, Kapitel 1.5).

Im Ergebnis der **Trend-Analyse** werden die Quellgruppen als Hauptkategorien (•) festgelegt, die hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung ihres Emissionsbeitrages seit dem Basisjahr zur Änderung der Gesamttreibhausgasemissionen 2012 besonders beigetragen haben. Es spielt hierbei keine Rolle, ob durch diese Änderung eine Minderung oder Steigerung der Emissionen der Gesamtemissionen erfolgt ist. Die Berechnung erfolgte unter Anwendung der Formel 7.2 der Good Practice Guidance.

Bei der in dieser Analyse verwendeten Quellgruppenzusammenfassung sind nach diesem Verfahren insgesamt 33 Hauptkategorien festzustellen (siehe Tabelle 7, Kapitel 1.5).

### 17.1.2 Tier-2-Verfahren

Die Hauptkategorienanalyse nach dem Tier-2-Ansatz beruht auf den Ergebnissen der aktuellen Unsicherheitenbestimmung nach Tier 1. Die Ergebnisse bestätigten in weiten Teilen die Ergebnisse der Tier-1-Hauptkategorien-Analysen. Hinzu kommen jedoch neun weitere Kategorien (siehe Tabelle 8, Kapitel 1.5.1).

### 17.1.3 Bewertung qualitativer Kriterien

Deutschland führt eine Bewertung der Hauptkategorien durch die Anwendung qualitativer Kriterien durch. Die anzuwendenden Kriterien sind in Chapter 7.2.2 der GPGAUM empfohlen und schließen eine Bewertung aufgrund des Einsatzes von Minderungstechniken, der Erwartung einer überproportionalen Zunahme der Emissionen, einer hohen Unsicherheit

oder unerwartet niedriger oder hoher Emissionen einer Kategorie ein. Auf Grund dieser Kriterien können zusätzliche Kategorien als eine Hauptkategorie festgelegt werden.

In der Adipinsäureproduktion (2.B.3) wurde eine redundante Abgasbehandlungsanlage installiert. Aufgrund dessen wird es nach qualitativen Kriterien als Hauptkategorie eingestuft. 2.B.3 ist aber bereits nach Tier 1 Level und Trend eine Hauptkategorie. Unter 2.F.9 werden SF<sub>6</sub>-Emissionen aus Schallschutzscheiben berichtet. Noch ist der Trend nicht zu erkennen, aber aufgrund der zunehmenden Entsorgung dieser Scheiben ist mit stark steigenden SF<sub>6</sub>-Emissionen in den kommenden Jahren zu rechnen. Deshalb ist es bereits nach den qualitativen Kriterien eine Hauptkategorie. Dies führt zu keiner Änderung da bereits 2F für SF<sub>6</sub> nach Tier 1 Level und Trend eine Hauptkategorie ist. Eine qualitative Wertung aufgrund hoher Unsicherheiten ist nicht erforderlich, da Deutschland eine Tier 2 Hauptkategorienanalyse für das gesamte Inventar alle drei Jahre durchführt. Im Inventar fielen keine unerwartet niedrigen oder hohen Emissionen auf.

Durch die Anwendung qualitativer Kriterien werden in Deutschland keine zusätzlichen Hauptkategorien identifiziert.

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

### **17.1.4 Hauptkategorien-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung**

Die folgende CRF-Tabelle NIR.3 enthält die zusammengefassten Informationen zur Hauptkategorien-Analyse der Kyoto-Berichterstattung. Weitere Informationen finden sich in Kapitel 1.5.2.

Tabelle 372: KP CRF Table NIR.3: Summary Overview for Key Categories for Land Use, Land-Use Change and Forestry Activities under the Kyoto Protocol

Key Categories of Emissions and Removals	Gas	Criteria used for Key Category Identification			Comments <sup>(3)</sup>
		Associated category in UNFCCC inventory <sup>(1)</sup> is key (indicate which category)	Category contribution is greater than the smallest category considered key in the UNFCCC inventory <sup>(1), (4)</sup> (including LULUCF)	Other <sup>(2)</sup>	
<b>Specify key categories according to the national level of disaggregation used<sup>(1)</sup></b>					
Afforestation and Reforestation	CO <sub>2</sub>	Conversion to forest land	Yes	High expected growth.	The value is very close to the value in the smallest category considered key in the UNFCCC inventory. The value has increased about tenfold since 1990.
Forest Management	CO <sub>2</sub>	Forest land remaining forest land	Yes	None	No Comment

<sup>(1)</sup> See section 5.4 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.

<sup>(2)</sup> This should include qualitative consideration as per section 5.4.3 of the IPCC good practice guidance for LULUCF or any other criteria.

<sup>(3)</sup> Describe the criteria identifying the category as key.

- (4) If the emissions or removals of the category exceed the emissions of the smallest category identified as key in the UNFCCC inventory (including LULUCF), Parties should indicate YES. If not, Parties should indicate NO.

## 18 ANHANG 2: DETAILLIERTE ERLÄUTERUNG DER METHODEN UND DATEN ZUR BERECHNUNG VON CO<sub>2</sub> EMISSIONEN AUS DER VERBRENNUNG VON BRENNSTOFFEN

### 18.1 Die Deutsche Energiebilanz

In der Bundesrepublik Deutschland werden von zahlreichen Stellen energiestatistische Daten veröffentlicht, die zum Teil eine unterschiedliche Darstellung, Abgrenzung und Aggregation aufweisen. Die Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland sind die zentrale Datengrundlage für die Ermittlung energiebedingter Emissionen, Szenarien und Prognosen über die Auswirkung energie- und umweltpolitischer Maßnahmen. Die Verbände der deutschen Energiewirtschaft fassen jährlich gemeinsam mit wirtschaftswissenschaftlichen Forschungsinstituten im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) die relevanten Daten zu einem geschlossenen Bild zusammen und machen dieses Zahlenwerk als Energiebilanzen der Öffentlichkeit zugänglich.

Die vollständigen Energiebilanzen für die Jahre seit 1990 werden im Internet bereitgestellt unter:

[http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=7&clang=0](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=7&clang=0)

Auf der Internetseite der AGE ist in deutscher und englischer Sprache auch ein Vorwort zu den Energiebilanzen veröffentlicht, in dem Erläuterungen zur Struktur der Energiebilanz gegeben werden.

Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen sind (Stand: Oktober 2012):

- Bundesverband der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), Berlin
- Deutscher Braunkohlen-Industrie- Verein e.V. (DEBRIV), Köln,
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin),
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln (EWI), Köln,
- EEFA GmbH, Münster
- Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt), Herne,
- Mineralölwirtschaftsverband (MWV), Berlin,
- Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Essen.
- Verein der Kohlenimporteure e.V., Hamburg

Die Arbeit der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen wird außerdem unterstützt durch den Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW) sowie den Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.(VIK). Die Gesamtverantwortung für die Erstellung der Energiebilanzen obliegt seit dem Bilanzjahr 1994 dem DIW Berlin, seit 2002 in Kooperation mit EEFA (Energy Environment Forecast Analysis GmbH) sowie Herrn Rossbach (ehemals MWV) für den Mineralölteil. Insgesamt liefern die Energiebilanzen unter Berücksichtigung der überhaupt verfügbaren Daten ein umfassendes Bild der Energiemengenstrukturen nach Aufkommen und Verwendung in der deutschen Volkswirtschaft.

Die wichtigste Quelle ist die amtliche Statistik. Die verwendeten Erhebungen vom Statistischen Bundesamt sind in der Tabelle 373 aufgelistet. In die endgültige Energiebilanz fließen weiterhin Daten der Verbände BDEW und Deutsches Atomforum ein, sowie Daten des Gesamtverbands Steinkohle (GVSt), des Bundesverbands Braunkohle (DEBRIV), des Mineralölwirtschaftsverbands (MWV). Weiterhin wurde bislang für den Holzverbrauch der privaten Haushalte auf die GfK-Rheinbraun Daten zurückgegriffen, die über DEBRIV im

Februar/März des übernächsten Jahres gemeldet wurden. Die Daten stehen derzeit nicht zur Verfügung. In der Energiebilanz 2011 ist der mit AGEE-Stat abgestimmte Schätzwert enthalten.

Für die endgültige Energiebilanz werden Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) zu „Sonstigen erneuerbaren Energieträgern“ verwendet, die im Juli/August vorliegen. Vorläufige Daten zu erneuerbaren Energieträgern werden mit der AGEE-Stat und dem BDEW abgestimmt und fließen in die Schätzbilanz und damit in die Auswertungstabellen ein.

Hinzu kommen in einer Reihe von Fällen, z.B. zur Darstellung des nichtenergetischen Verbrauchs seitens der chemischen Industrie, persönliche Expertenmitteilungen.

## 18.2 Aufbau der Energiebilanzen

Die Energiebilanzen bieten in Form einer Matrix eine Übersicht der energiewirtschaftlichen Verflechtungen. Sie erlauben damit nicht nur Aussagen über den Verbrauch von Energieträgern in den einzelnen Quellgruppen, sondern geben ebenso Auskunft über ihren Fluss von der Erzeugung bis zur Verwendung in den unterschiedlichen Erzeugungs-, Umwandlungs- und Verbrauchsbereichen (siehe Abbildung 79). 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.

Primärenergiebilan		Zeile
		Gewinnung im Inland
		1
		Einfuhr
		2
		Bestandsentnahmen
		3
		Energieaufkommen im Inland
		4
		Ausfuhr
		5
		Hochseebunkerungen
		6
		Bestandsaufstockungen
		7
		Primärenergieverbrauch im Inland
		8
Umwandlungseinsatz		Kokereien
		9
		Ortgaswerke
		10
		Steinkohlenbrikettfabriken
		11
		Braunkohlenbrikettfabriken
		12
		öffentliche Wärmekraftwerke
		13
		Zechen- und Grubenkraftwerke
		14
		Sonstige Industriewärmekraftwerke
		15
		Kernkraftwerke
		16
		Wasserwerkwerke
		17
		Heizkraftwerke, Fernheizwerke
		18
		Hochöfen
		19
		Raffinerien
		20
		Sonstige Energieerzeuger
		21
		Umwandlungseinsatz insgesamt
		22
Umwandlungsausstoß		Kokereien
		23
		Ortgaswerke
		24
		Steinkohlenbrikettfabriken
		25
		Braunkohlenbrikettfabriken
		26
		öffentliche Wärmekraftwerke
		27
		Zechen- und Grubenkraftwerke
		28
		Sonstige Industriewärmekraftwerke
		29
		Kernkraftwerke
		30
		Wasserwerkwerke
		31
		Heizkraftwerke, Fernheizwerke
		32
		Hochöfen
		33
		Raffinerien
		34
		Sonstige Energieerzeuger
		35
		Umwandlungsausstoß insgesamt
		36
Energiegewinnung und in den Umwandlungsbereichen		Steinkohlenzechen-, -brikettfabriken
		37
		Kokereien
		38
		Ortgaswerke
		39
		Braunkohlengruben, -brikettfabriken
		40
		Kraftwerke
		41
		Erdöl- und Erdgasgewinnung
		42
		Raffinerien
		43
		Sonstige Energieerzeuger
		44
		E.-Verbrauch im Umwandl.-Bereich insgesamt
		45
		Fackel- u. Leitungsverluste, Bewertungsdiff.
		46
		Energieangebot im Inland
		47
		Nichtenergetischer Verbrauch
		48
		Statistische Differenzen
		49
Endenergieverbrauch		Endenergieverbrauch
		50
		Übriger Bergbau
		51
		Steine und Erden
		52
		Eisenschaffende Industrie
		53
		Eisen-, Stahl- und Tempergießereien
		54
		Ziehereien und Kaltwalzwerke
		55
		NE-Metallerzeug., -halbzeugwerke, -gißereien
		56
		Chemische Industrie
		57
		Zellstoff-, Papier- und Papperezeugung
		58
		Gummiverarbeitung
		59
		Übriges Grundstoff- u. Produktionsgütergew.
		60
		Grundstoff- und Produktionsgütergewerbe
		52-60
		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 insq.
		73
		Schienenverkehr
		74
		Straßenverkehr
		75
		Luftverkehr
		76
		Küsten- und Binnenschiffahrt
		77
		Verkehr insgesamt
		78
		Haushalte und Kleinverbraucher insgesamt
		79
		Militärische Dienststellen
		80

Die Energiebilanz ab 1995		Zeile
		Gewinnung im Inland
		1
		Einfuhr
		2
		Bestandsentnahmen
		3
		Energieaufkommen im Inland
		4
		Ausfuhr
		5
		Hochseebunkerungen
		6
		Bestandsaufstockungen
		7
		PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH IM INLAND
		8
Umwandlungsbilanz		Kokereien
		9
		Stein- und Braunkohlenbrikettfabriken
		10
		Öffentliche Wärmekraftwerke (ohne HKW)*
		11
		Industriewärmekraftwerke
		12
		Kernkraftwerke
		13
		Wasserwerkwerke, 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
		Wasserwerkwerke, Wind- und Photovoltaikanlagen

\* „Wärmekraftwerke der allg. Versorgung“ – ab 2003 gemäß Änderungen

Energiestatistikgesetz

\*\* „Mineralölversorgung“ – ab 2008 nach Wechsel von WZ 2003 zu WZ 2008

Quelle: AGEB, 2003

Abbildung 79: 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 79 zeigt die Gliederung von Aufkommen- und Verwendungsbilanz in den Energiebilanzversionen bis 1994 und ab 1995.

Energieträgerstruktur in den Energiebilanzen			
bis einschließlich 1994		von 1995 an	
Steinkohlen	SK - Kohle SK-Koks SK-Briketts SK-Rohteer SK-Pech SK-Andere Rohbenzol	Stein-kohlen	SK-Kohle SK-Briketts SK-Koks Andere SK-Produkte
Braunkohlen	BK-Kohlen BK-Briketts BK-Koks BK-Staubk. BK-Hartk.	Braun-kohlen	BK-Kohlen BK-Briketts Andere BK-Produkte Hartbraunkohle
Sonstige feste Brenn- stoffe	Brennholz Brenntorf Klar.-Müll	Mineralöle	Erdöl Ottokraftstoff Rohbenzin Flugturbinenkraftstoff Dieselkraftstoff Heizöl leicht Heizöl schwer Petrolkoks Flüssiggas Raffineriegas Andere Mineralölprodukte
Mineralöle	Erdöl Mot.benzin Rohbenzin Flugbenz. Schw. Flkr. Diesel Heilöl, l. Heizöl, s. Petrolkoks MIN-And.	Gase	Kokerei- u. Stadtgas Gichtgas u. Konvertergas Erdgas, Erdölgas Grubengas
Gase	Flüssiggas Raffgas Kokereigas Gichtgas Erdgas Erdölgas Grubengas Klärgas	Erneuerbare Energien	wasserkraft Wind- u. Photovoltaikanlagen Müll und sonstige Biomassen Sonst. Erneuerb. Energien
Elekt. Strom und andere Energieträger	Strom Wasserkr. Kernenergie Fernwärme Sonstige ET	Elektr. Strom und andere Energie- träger	Strom Kernenergie Fernwärme
Energie- träger insgesamt	Primär-ET Sekundär-ET Summe	Energie- träger Insgesamt	Primär-ET Sekundär-ET Summe

Quelle: ZIESING et al, 2003

Abbildung 80: Energieträger der Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland

Der Energiefluss in den Energiebilanzen ist dargestellt für 30 Energieträger. Diese Energieträger können den folgenden Hauptgruppen zugeordnet werden:

- Steinkohlen,
- Braunkohlen,
- Mineralöl (einschließlich Flüssiggas und Raffineriegas),
- Gase (Kokerei- u. Gichtgas, Erdgas, Grubengas, ohne Deponie- u. die o.g. Gase),
- Erneuerbare Energie (einschließlich Abfallbrennstoffe),
- Elektrischer Strom und andere Energieträger.

Energiebilanzen liegen für die Jahre 1990 bis 1994 getrennt für die alten und neuen Bundesländer sowie für Deutschland insgesamt vor. Mit der Umstellung der amtlichen Statistik auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2002c) wird seit 1995 nur noch eine Energiebilanz für Deutschland insgesamt (in der Gebietsabgrenzung vom 3. Oktober 1990) vorgelegt. Die Unterteilung der Hauptgruppen (bis 1994 und ab 1995) ist in Abbildung 80 dargestellt. Über die Satellitenbilanz „Erneuerbare Energien“ werden die Erneuerbaren Energien ab 1996 weiter aufgeschlüsselt (AGEB 2003).

Ab dem Jahr 2000 wurde die Energieträgerstruktur im Bereich Erneuerbare Energien / Müll geändert: Wasser- und Windkraft incl. PV wurden zusammengefasst und Müll/Biomasse wurde in erneuerbare und nicht erneuerbare Anteile aufgesplittet. Seit dem Jahr 2004 werden in der Energiebilanz nicht erneuerbare Abfälle und Abwärme auch im Endenergieverbrauch verbucht.

In der Energiebilanz werden die Energieträger in *natürlichen Einheiten* wie Tonnen (t) für feste und flüssige Brennstoffe, Kubikmeter (m<sup>3</sup>) für Gase, Kilowattstunden (kWh) für elektrische Energie, Joule (J) für Müll, Erneuerbare Energien, Kernenergie und Fernwärme angegeben. Um die Angaben vergleichbar und additionsfähig zu machen, werden alle Werte über Heizwerttabellen und Umrechnungsfaktoren in die Einheit Joule (J) umgerechnet. Anders als in Gasstatistiken oder internationalen Energiebilanzen werden in der Energiebilanz auch die Gase auf den Heizwert bezogen.

Gegenwärtig sind die Energiebilanzen bis 2011 veröffentlicht. Um den Bedürfnissen der Emissionsberichterstattung nach Aktualität Rechnung zu tragen wurde bis zur Berichterstattung 2010 durch das Umweltbundesamt auf Grundlage der Auswertungstabellen eine vorläufige Energiebilanz erstellt. Seit der Berichterstattung 2011 wird dem UBA von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen eine vollständige vorläufige Energiebilanz für die Inventarerstellung zur Verfügung gestellt.

### 18.3 Methodische Aspekte: Energiebedingte Aktivitätsraten

Die im UBA erstellten Inventare für Luftschaadstoffe und Treibhausgase bauen auf den von der AG Energiebilanzen erstellten Energiebilanzen für Deutschland auf. Dabei lassen sich die zur Emissionsberechnung benötigten Daten direkt aus den Energiebilanzzeilen 11, 12, 15, 16, 40, 60 sowie 65 und 68 ablesen. Für Biomassebrennstoffe muss je nach Einsatzstoff auch EBZ 14 und 19 zur Berechnung herangezogen werden.

Um den speziellen Anforderungen für die Emissionsberechnung gerecht zu werden und die Vollständigkeit der Daten zu gewährleisten, muss in einigen wenigen Fällen von der oben genannten Systematik abgewichen und es müssen weitere Daten hinzugefügt werden:

- Der emissionsrelevante Brennstoffeinsatz zur Braunkohlentrocknung muss aus der EBZ 10 herausgerechnet werden. Die genaue Beschreibung der Quellgruppe 1.A.1.c erfolgt im Kapitel 3.2.8.2.

- Der Erdgaseinsatz in den Kompressoren konnte für die Jahre 1995-2002 direkt aus der Energiebilanz (EBZ 33) entnommen werden. Für die Jahre 1990-1994 sowie ab dem Jahr 2003 müssen die Werte außerhalb der Energiebilanz berechnet werden. Die Beschreibung der Methode erfolgt im Kapitel 3.2.10.5.2 (Quellgruppe 1.A.3.e).
- Da die verbrannten Abfallmengen in der Energiebilanz aus systematischen Gründen bzw. unter dem Fokus der Energieerzeugung nicht über alle Jahre vollständig erfasst werden, muss auch in diesem Fall mit Hilfe der Abfallstatistik ergänzt werden. Erläuterungen dazu sind im Kapitel 3.2.6.2 (Quellgruppe 1.A.1.a) sowie im Kapitel 3.2.9.11.2 (Quellgruppe 1.A.2.f Sonstige) vorhanden.
- Der Brennholzeinsatz in den Quellgruppen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wird in der Energiebilanz nicht ausgewiesen und muss ergänzt werden. Die Beschreibung für die Quellgruppe 1.A.4 erfolgt im Kapitel 3.2.11.2.

Der Reduktionsmitteleinsatz zur Herstellung von Roheisen wird in der Energiebilanz z.T. als energetischer Verbrauch in der EBZ 54 und z.T. als Umwandlungseinsatz in EBZ 17 (Gichtgasäquivalent) ausgewiesen. Der Einsatz des dabei entstehenden Gichtgases zur Energieerzeugung wird in den entsprechenden Energiebilanzzeilen 11, 12, 15, 33 und 54 verbucht. Um Doppelzählungen zu vermeiden werden die in der EBZ 54 verbuchten Brennstoffeinsätze aus dem Hochofen sowie das Gichtgasäquivalent nicht mit berichtet.

## 18.4 Unsicherheiten, Zeitreihenkonsistenz und Qualitätssicherung der Energiebilanz

Im Bestreben um stets aussagefähige Energiebilanzen ist es erforderlich, Umstellungen bei den zugrunde liegenden Statistiken, den Wandel in der Energiewirtschaft und die veränderten Anforderungen der Datennutzer zu berücksichtigen. Nicht zuletzt bedingt durch die zunehmende Liberalisierung der Energiemarkte, aber auch im Zusammenhang mit der Herausbildung eines europäischen Binnenmarktes – hat sich die energiestatistische Datenbasis in den Umbruchjahren verschlechtert (ZIESING et al, 2003). Mit Einführung des seit 2003 wirksamen Energiestatistikgesetzes hatte sich zwar die Datengrundlage wieder relativ verbessert, aufgrund der Dynamik im Energiesektor ist unterdessen jedoch wieder eine Anpassung der Datengrundlage durch Novellierung des Energiestatistikgesetzes erforderlich.

Kontinuierlich erfolgen Anpassungen im Datengerüst der Energiebilanz um bestmöglich Daten zur Verfügung zu stellen. Im Jahr 2009 erfolgte eine Revision der Energiebilanzen 2003 bis 2006. Veränderungen wurden durchgeführt beim Umwandlungseinsatz für die Energieträger Erdgas, Erdölgas und erneuerbare Energieträger, und zwar für die Energiebilanzzeilen 11 (Wärmekraftwerke der allgemeinen Versorgung), 12 (Industriewärmekraftwerke), 14 (Wasser-, Windkraft-, Fotovoltaik- und andere Anlagen), 15 (Heizkraftwerke der allgemeinen Versorgung), 16 (Fernheizwerke), 19 (Sonstige Energieerzeuger), 66 (Haushalte) und 67 (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher). Diese Veränderungen haben auch Auswirkungen auf die Summe des Umwandlungseinsatzes und des Primärenergieverbrauchs (vgl. DIW, EEFA, 2009: Dokumentation zur Revision der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland für die Jahre 2003 bis 2006).

Die Veränderungen beziehen sich zum einen auf die genutzten Datenquellen – es erfolgte weitestgehend eine Umstellung auf Grundlage der öffentlichen Statistik - zum anderen auf die Zuordnung der Brennstoffeinsätze auf die Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen. Die gesonderte Ausweisung von KWK in der öffentlichen Statistik führte zur Neuberechnung der Energiebilanzen mit Hilfe der finnischen Methode. Diese beiden Effekte führen nur in wenigen

Fällen, wie z.B. beim Einsatz von Grubengas in öffentlichen Kraftwerken sowie beim Einsatz von Steinkohle und Erdgas in Fernheizwerken zu auffälligen Brüchen in den Zeitreihen zwischen 2002 und 2003. Rückwirkend lässt sich die Datenlage vor 2002 allerdings nicht verbessern.

In der Revision sind außerdem die Wirkungsgrade der Stromerzeugung bei Einsatz von biogenen Brennstoffen für das Jahr 2003 an die seit 2004 angewandten Wirkungsgrade angepasst worden.

Im Jahr 2012 erfolgte eine weitere Überarbeitung der Energiebilanzen. Die Jahre 2003 bis 2009 wurden revidiert, ab 2010 wurde die Methodik geändert. Die Methodikänderung bezieht sich auf die Brennstoffe „Erdgas, Erdölgas“, „Biotreibstoffe“ und „Biomasse und erneuerbare Abfälle“.

Die Revision erfolgte für Einzeljahre innerhalb des Zeitraumes 2003-2009 für „Steinkohle“, „Braunkohlebriketts“, „Kokerei- und Stadtgas“, „Erdgas, Erdölgas“ und Fernwärme. Welche Brennstoffe in welchem Jahr revidiert wurden kann der Tabelle „Revidierte Felder der Energiebilanz“ entnommen werden (Kapitel 18.4.2.1).

Die Revisionen wurde gleichzeitig genutzt, um Datenaktualisierungen des *Statistischen Bundesamtes* und des BAFA zu berücksichtigen, die nach Veröffentlichung der Energiebilanzen eingetreten sind.

#### **18.4.1 Das Bilanzjahr 1990 und die Energiebilanzen für 1991 bis 1994**

Für die nationalen Emissionsinventare, insbesondere aber für den zeitlichen Bezug der vereinbarten klimaschutzpolitischen Emissionsminderungsziele, spielt das Basisjahr 1990 eine zentrale Rolle. Für Deutschland ist damit freilich das Problem verbunden, dass es – über das ganze Jahr 1990 gesehen – keinen einheitlichen staatlichen Gebietsstand gegeben hat. Mit den radikalen, auch ökonomischen Einbrüchen und den grundlegenden organisationsstrukturellen Verwerfungen auf dem Gebiet der DDR bzw. der neuen Bundesländer sind für 1990 auch die energiestatistischen Erfassungsmöglichkeiten für das ostdeutsche Teilgebiet erheblich erschwert worden. Teilweise hatte dies auch Rückwirkungen für die alten Bundesländer, für die indes von der AGEB noch Bilanzen in der herkömmlichen Weise erarbeitet und veröffentlicht werden konnten (ZIESING et al, 2003).

Für die DDR bzw. für die neuen Bundesländer hatte es das Institut für Energetik (IfE) in Leipzig übernommen, eine Energiebilanz für 1990 in einer mit den westdeutschen Bilanzen kompatiblen Systematik zu erstellen (IFE, 1991). Dabei konnte das Institut auf eine Untersuchung zurückgreifen, die zuvor unter Federführung des DIW Berlin u.a. die Erarbeitung entsprechender Energiebilanzen für die DDR für die Jahre von 1970 bis 1989 zur Aufgabe hatte (DIW, 1991). Für die im Rahmen des EUROSTAT-Vorhabens (ZIESING et al, 2003) neu erstellten Energiebilanzen für das Jahr 1990 und für Deutschland insgesamt werden diejenige der AGEB für die alten Bundesländer und jene des IfE für die neuen Bundesländer aggregiert. Dabei sind entsprechend der von 1995 an geltenden Systematik an den Ursprungsbilanzen für 1990 sowie für die Jahre 1991 bis 1994 einige Änderungen vorgenommen worden (vergleiche ZIESING et al, 2003). So wurde entsprechend dem Vorgehen der internationalen Organisationen (IEA, EUROSTAT, ECE) auch bei den Energiebilanzen für Deutschland seit 1995 geltenden so genannten Wirkungsgradansatz statt dem früher verwendeten Substitutionsansatz gefolgt und bis zum Jahr 1990 nach der Wirkungsgradmethode zurückgerechnet.

Mangels entsprechender Daten konnte die Differenzierung des Endenergieverbrauchs nach den Quellgruppen im verarbeitenden Gewerbe nicht angepasst werden. Für diese hat sich die Systematik von 1995 an mit dem Übergang von der Systematik des produzierenden Gewerbes (SYPRO) auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (*STATISTISCHES BUNDESAMT*, 2002c) deutlich geändert.

Diese Energiebilanzen werden als die maßgebliche energiestatistische Grundlage für die Ermittlung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland angesehen.

Bei der Überarbeitung der Aktivitätsraten für stationäre Feuerungen im Jahr 1990 für die neuen Bundesländer ergaben sich Verschiebungen von Brennstoffeinsätzen zwischen Energiebilanzzeilen, der Gesamtrahmen blieb jedoch unverändert.

#### **18.4.2 Qualitätsbericht der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zur Erstellung der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland**

Zur Dokumentation ihrer Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Erstellung der Energiebilanzen legt die AGEB seit dem Jahr 2012 dem Umweltbundesamt einen gemeinsamen Qualitätsbericht vor. Die Inhalte der im letzten Jahr gelieferten Einzelberichte sind darin enthalten.

Der Inhalt der aktuellen Berichte wird im Folgenden wortgetreu veröffentlicht (kenntlich über andere Schriftart).

##### **1. Hintergrund**

Im Rahmen der Treibhausgasemissionsberichterstattung hat der Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS) festgelegt. Diese sind auf allen Ebenen der Inventarerstellung einzuhalten. Einer der wichtigsten Datensätze zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen sind die Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland, mit deren Erstellung die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) beauftragt ist. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW Berlin) und das EEFA-Forschungsinstitut arbeiten als Unterauftragnehmer für die AGEB daran mit. Die Bearbeiter der Energiebilanzen sind gehalten, dabei die Mindestanforderungen an QK/QS wie Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit zu erfüllen.

Zur Dokumentation ihrer Datenquellen und Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Erstellung der Energiebilanzen legt die AGEB dem Umweltbundesamt hiermit den aktuellen Qualitätsbericht vor. Er bezieht sich insbesondere auf die Energiebilanz 2011 und die Schätzbilanz 2012. Im Anhang sind methodische Änderungen ab 2010 und Revisionen 2003 bis 2009 dargestellt sowie ein Vergleich der Schätzbilanz 2012 mit der Energiebilanz 2011 und ein Vergleich der Energiebilanz 2011 mit der Schätzbilanz 2011.

##### **2. Arbeitsteilung bei der Erstellung der Energiebilanzen**

Das DIW Berlin ist für die Erstellung der Energiebilanzen und Auswertungstabellen für die Energieträger:

- Erdgas, Erdölgas,
- Wasser, Wind und Photovoltaik,
- Biomasse und erneuerbare Abfälle,
- Sonstige erneuerbare Energieträger,
- Nicht-erneuerbare Abfälle, Abwärme u.a.,
- Strom,

- Kernenergie und
- Fernwärme

verantwortlich.

Darüber hinaus koordiniert das DIW Berlin im Rahmen der Energiebilanzarbeiten die vierteljährlichen Schätzungen des Primärenergieverbrauchs für die Bundesrepublik Deutschland und schätzt dafür den Energieträger „Sonstiges“.

Des Weiteren vergibt das DIW Berlin einen Werkvertrag an Herrn Ulrich Rossbach, der den Mineralölteil der Energiebilanzen bearbeitet. Herr Rossbach ist für die Erstellung der Energiebilanzen und Auswertungstabellen für die Energieträger:

- Erdöl (roh),
- Ottokraftstoffe,
- Rohbenzin,
- Flugturbinenkraftstoffe,
- Dieselkraftstoff,
- Heizöl leicht
- Heizöl schwer,
- Petrolkoks,
- Flüssiggas,
- Raffineriegas und
- Andere Mineralölprodukte

verantwortlich.

In den Aufgabenbereich des EEFA-Forschungsinstituts fällt die Erstellung der vollständigen Energiebilanzen (einschl. Auswertungstabellen) für die Energieträger:

- Steinkohle, Steinkohlenkoks, Steinkohlebriketts und Andere Steinkohlenprodukte,
- Braunkohle (roh), Braunkohlenbriketts, Andere Braunkohlenprodukte und Hartbraunkohle sowie die Gase
- Kokerei- und Stadtgas, Gicht- und Konvertergas sowie Grubengas.

Darüber hinaus koordiniert das EEFA Institut im Rahmen der Energiebilanzarbeiten die Lieferungen bzw. Meldungen energiestatistischer Daten im Rahmen internationaler Verpflichtungen (sog. IEA/EUROSTAT Joint Questionnaires).

Beginnend mit dem Energiebilanzjahr 2009 wird im Rahmen der Arbeiten für die Auswertungstabellen eine Schätzbilanz erstellt. In sie fließen die Daten aus der Statistik-Nr. 066 (Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung) des Statistischen Bundesamtes (StBA) und Verbandsdaten des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) sowie Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien–Statistik (AGEE-Stat) zu den „Sonstigen erneuerbaren Energieträgern“ ein. Die Schätzungen werden insbesondere mit dem BDEW und der AGEE-Stat abgestimmt.

Zu diesem frühen Zeitpunkt liegen i.d.R. wichtige amtliche Datenquellen wie z.B. die Erhebungen über den Energieverbrauch der Industriesektoren noch nicht vor. Diese Datenlücken werden mit Hilfe von Schätzungen geschlossen. Es liegt auf der Hand, dass die Energiebilanz-Schätzung nicht die hohen Anforderungen an die Datenqualität erfüllen kann wie die endgültige Energiebilanz, die erst mit einer zeitlichen Verzögerung von etwa einem Jahr publiziert wird.

### 3. Qualität der verwendeten Datenquellen

Zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendet das DIW Berlin folgende Daten des Statistischen Bundesamts:

- Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes,
- Erhebung über die Stromerzeugungsanlagen im Bergbau und des Verarbeitenden Gewerbes,
- Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung,
- Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme,
- Erhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern,
- Erhebung über Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas,
- Erhebung über Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Erdgas und Erdölgas sowie Erlöse der Produzenten,
- Erhebung über Aufkommen, Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse der Gasversorgungsunternehmen und der Gashändler sowie
- die Amtliche Mineralölstatistik (AMS), Tabelle 9 für Biotreibstoffe des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für die erneuerbaren Energieträger, die in der Satellitenbilanz abgebildet werden.

Die Daten des Statistischen Bundesamts (StBA) sowie des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unterliegen amtlichen Qualitätsanforderungen. Die Qualitätsberichte des StBA können im Internet auf der Homepage bezogen werden:

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Qualitaetsberichte/Energie/EnergieWasserversorgung.html;jsessionid=4F10DC778C604E8D1064759376205965> (gelesen am 15.04.2013).

Neben den verfügbaren amtlichen Daten verwendet das DIW Berlin folgende Verbandsdaten:

- Angaben zur Bruttostromerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland (BDEW)
- Angaben zur Stromerzeugung in Kernkraftwerken (Deutsches Atomforum e.V.)

sowie Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) für die „Sonstigen erneuerbaren Energieträger“.

Eine ergänzende Informationsquelle zum Energieverbrauch der Privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen stellen methodisch abgesicherte Studien dar, die vom Bundeswirtschaftsministerium in regelmäßigen Abständen in Auftrag gegeben werden.

Eine Grundvoraussetzung jeden wissenschaftlichen Arbeitens am DIW Berlin ist die Einhaltung Forschungsethischer Prinzipien, die für Forschung und Beratung gelten. Diese Regelungen basieren auf den „Vorschlägen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ der Kommission „Selbstkontrolle in der Wissenschaft“ der DFG den Empfehlungen zu guter wissenschaftlicher Praxis und den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz sowie dem „Ethikkodex des Vereins für Socialpolitik“.

Zur Erstellung der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland für den Mineralölteil verwendet der Bearbeiter Ulrich Rossbach folgende amtliche Daten:

- Amtliche Mineralölstatistik für die Bundesrepublik Deutschland (AMS) des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Eschborn
- Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes (Fachserie 60, Statistisches Bundesamt und statistische Ländesämter), Wiesbaden und Erhebungen für 16 Bundesländer

- Erhebung über die Stromerzeugungsanlagen im Bergbau und des Verarbeitenden Gewerbes (F.S. 067, StBA); dito Erhebungen für 16 Bundesländer, (StLA)
- Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen der allgemeinen Versorgung, (F.S. 066, StBA)
- Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme, (F.S. 064, StBA)
- Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Flüssiggas (F.S. 075, StBA); dito Erhebungen der 16 Bundesländer
- Finanzen und Steuern, Energiesteuer F.S. 14, Reihe 9.3, StBA).

Die Daten des Statistischen Bundesamts (StBA) sowie des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unterliegen amtlichen Qualitätsanforderungen. Die Qualitätsberichte des StBA können im Internet auf der Homepage

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Qualitaetsberichte/Energie/EnergieWasserversorgung.html;jsessionid=4F10DC778C604E8D1064759376205965> (gelesen am 15.04.2013).

bezogen werden.

Neben den verfügbaren amtlichen Daten werden folgende Daten verwendet:

- Angaben zum Aufkommen und Verbrauch von Mineralöl (MWV-Jahresbericht/MWV-Mineralöl-Zahlen, div. Jahrgänge; Mineralölwirtschaftsverband e.V., Berlin)
- Firmen- und Einzelangaben zum Aufkommen und Verbrauch von Mineralöl (MWV, Berlin und MWV-Mitgliedsunternehmen; direkte Befragungen von Verbrauchern, Verbänden)
- Angaben zur Erdöl- und Erdgasgewinnung (W.E.G Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V.)
- Jahresbericht , div. Jg., (DVFG , Deutscher Verband Flüssiggas e.V., Berlin)
- Statistik, div. Jg., (VDV, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen DVFG , Köln )
- Div. Studien zum Energieverbrauch der Sektoren „Private Haushalte“ und „Gewerbe , Handel, Dienstleistungen“, im Auftrage des Bundesministerium für Wirtschaft , Berlin
- Diverse Studien zum Kraftstoffverbrauch von Maschinen des „Non-Road-Sektors“, ifeu-Institut GmbH, Heidelberg

Zur Erstellung der Energiebilanz nutzt das EEFA-Institut in der Reihenfolge der Bedeutung amtliche Statistiken, Erhebungen und Statistiken der Verbände in der Energiewirtschaft sowie Daten aus Erhebungsstudien der Forschungsinstitute sowie zum Schließen von unvermeidbaren Datenlücken eigene Expertenschätzungen. Als amtliche Datenquellen werden im Wesentlichen folgende Statistiken verwendet:

- Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes,
- Monatsbericht über die Einfuhr von Kohle,
- Erhebung über Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes,
- Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung,
- Erhebung über die Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme.

Darüber hinaus verwendet das EEFA-Institut zur Berechnung der Energiebilanz zahlreiche Statistiken, die von der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. zur Verfügung gestellt werden. Der Verein Statistik der Kohlenwirtschaft wird vom Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt) und dem Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein (DEBRIV) getragen. So fließen für die Steinkohle beispielsweise:

- die Statistik über den Inlandsabsatz nach Steinkohlearten und Verbrauchergruppen und
- die Statistik über die Produktion, Einsatz in Umwandlungsbereichen und Lagerbestandsveränderungen (Vordruck 4a)

in die Berechnungen ein.

Für die Braunkohle werden Daten:

- über die Förderung, Herstellung Selbstverbrauch und den Absatz (Vordruck 5) sowie Informationen aus dem Produktionsbericht,
- zum Inlandsabsatz/-einsatz nach Ländern und Verbrauchergruppen sowie
- aus anderen unveröffentlichten Statistiken genutzt.

Die Daten der Kohlenstatistik können in Deutschland als quasi amtlich und sehr genau eingestuft werden. Der Verein der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. arbeitet seit mehr als 50 Jahren als Bindeglied zwischen den Unternehmen des Kohlenbergbaus und der amtlichen Statistik (vgl. dazu Internet: <http://www.kohlenstatistik.de/download/Langfassung.pdf>).

Die Daten der amtlichen Statistik beruhen auf den Erhebungen der Statistik der Kohlenwirtschaft. Ein Großteil der darüber hinausgehenden Kohledaten wird in den jährlich erscheinenden Publikationen „Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland“ und „Zahlen zur Kohlenwirtschaft“ sowie auf der Internetseite <http://www.kohlenstatistik.de> einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die damit verbundene überdurchschnittliche Transparenz (teilweise Einzeldaten) kann ebenfalls als Beleg für die Zuverlässigkeit und Genauigkeit dieser Datenquellen herangezogen werden. Das Energiestatistikgesetz hat unter ausdrücklichem Hinweis auf das funktionierende System der Kohlenstatistik auf einen eigenen Paragrafen für Erhebungen zur inländischen Kohle verzichtet.

Über die Qualität dieser Datenlieferungen hinaus spielt für die Energiebilanzierung die mehrjährige Verfügbarkeit der Quellen sowie eine einheitliche und konsistente Darstellung der Zeitreihen eine wichtige Rolle. Nur so kann sichergestellt werden, dass über die zur Energiebilanzierung genutzten Verfahren und Methoden Daten generiert werden, die sich auch über einen langen Zeitraum konsistent und ohne Strukturbrüche in das Bilanzschema eingliedern. Sowohl die amtlichen Quellen als vor allem auch die Daten der Kohlenstatistik, blicken auf eine lange Tradition zurück und liegen teilweise bis weit in die Vergangenheit zurück als konsistente Zeitreihe vor. Sollten aufgrund von Revisionen oder der Veränderung statistischer Grundlagen (z.B. Energiestatistikgesetz) Brüche in den Zeitreihen unvermeidbar sein, sind sie in den zur Energiebilanzierung genutzten Quellen gut dokumentiert, so dass stets eine sachgerechte Anpassung der Methoden gewährleistet ist.

Schließlich bilden Studien, die für ausgewählte Stichjahre primärstatistische Daten zum Energieverbrauch der Privaten Haushalte oder des Sektors Gewerbe Handel und Dienstleistungen (GHD) erheben, eine ergänzende Informationsquelle. Die Qualität der Hochrechnungsergebnisse wird in den Studien dargelegt. Nicht unerwähnt bleiben sollte auch, dass das Bundesministerium für Wirtschaft diese Erhebungsstudien bei den Forschungsinstituten beauftragt, so dass die Daten mit der erfolgreichen Abnahme des Endberichtes zu diesen Forschungsvorhaben einen quasi offiziellen Charakter erhalten bzw. damit verbunden ein bestimmtes Qualitätsniveau garantiert wird.

#### 4. Transparenz der Methoden und Verfahren

Am 1. Januar 2003 ist das Energiestatistikgesetz (EnStatG) in Kraft getreten. Mit diesem Gesetz wurden die amtlichen Energiestatistiken aus verschiedenen Rechtsgrundlagen zusammengeführt und an die gewandelten Informationsbedürfnisse der Nutzer angepasst. Seitdem werden durch das Statistische Bundesamt auch für die Bereiche Wäremarkt, Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energieträger Daten erhoben und bereitgestellt. Im Rahmen dieser Neustrukturierung weist das Statistische Bundesamt

neben der Strom- und Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung den kompletten Brennstoffeinsatz für Kraft-Wärme-Kopplung in der allgemeinen Versorgung und der Industrie (differenziert nach Energieträgern) aus.

Für die Energiebilanzen - und hier insbesondere für die Darstellung des industriellen Endenergieverbrauchs - ergibt sich aus dem veränderten statistischen Datenangebot grundsätzlich ein methodischer Anpassungsbedarf. Die skizzierte Erweiterung des Datenangebots hat nämlich zur Folge, dass weder für die allgemeine noch für industrielle Stromerzeugung ab dem Jahr 2003 gesonderte Informationen zum Brennstoffeinsatz der reinen Stromerzeugung vorliegen.

Daten zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Produkte Strom und Wärme bei Kraft-Wärme-Kopplung in der Industrie und in Heizkraftwerken werden vom Statistischen Bundesamt nicht erhoben, sondern von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen bzw. den von ihr beauftragten Instituten geschätzt. Die dabei angewandte „finnische“ Methode beruht auf der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004. Diese ist mathematisch exakt definiert und wird im Vorwort der Energiebilanzen näher erläutert.

Mit Blick auf die Qualitätssicherung wird die Berechnung der allgemeinen Versorgung und der Industrie mit der finnischen Methode nachvollziehbar und transparent gehandhabt. Die notwendigen Rahmenannahmen wie etwa die Referenzwirkungsgrade der ungekoppelten Erzeugung in den Dokumentationen zur Energiebilanz werden deutlich angegeben. All dies zeigt, dass bei der Erstellung der Energiebilanzen trotz Anwendung teilweise komplexer methodischer Umwandlungsschritte eine hohe Transparenz und Eindeutigkeit der Ergebnisse gewährleistet werden kann. So lassen sich alle Energiebilanzfelder stets eindeutig bis hin zur jeweiligen primärstatistischen Grundlage zurückverfolgen.

Amtliche oder verbandsinterne Primärinformationen können – ungeachtet ihrer Qualität – nur an wenigen Stellen der Energiebilanz ohne den Einsatz methodischer oder statistischer Verfahren zur Erstellung der Energiebilanz genutzt werden. Vielmehr erfordert die komplexe Darstellung des Energieflusses in Form einer Matrix zur Einhaltung der formalen Rahmenbedingungen und methodischen Vorgaben ausgehend von vorliegenden statistischen Rohdaten zahlreiche Transformationsschritte, Umrechnungen oder Umbuchungen. Hinzu kommt, dass in einigen wenigen Bereichen der Energiebilanz keine primärstatistischen Daten mehr vorliegen, so dass Datenlücken in Abhängigkeit vom Einzelfall auch durch die Anwendung formaler Schätzmethoden geschlossen werden müssen.

Zur Erstellung der Energiebilanz werden stets die aktuellsten vorliegenden amtlichen Statistiken und Verbandserhebungen verwendet. Zum Schließen von Datenlücken sind eigene Schätzungen zur Vervollständigung des Bilanzschemas in einigen für den Energieverbrauch weniger wichtigen Bereichen nicht zu vermeiden. Zur Bewältigung derartiger Schätzaufgaben im Rahmen der Bilanzerstellung kann das EEFA-Institut auf ein breites methodisches Modellinstrumentarium zurückgreifen. Die im Rahmen der Energiebilanzerstellung wichtigsten Elemente des EEFA-Modellsystems sind ein Kraftwerksmodell und ein Modell der Energienachfrage. Allein das Modell der Energienachfrage besteht aus mehr als 1500 Gleichungen. Es erklärt den Energieverbrauch der gewerblichen Bereiche und der Privaten Haushalte, indem alle wichtigen Substitutionsvorgänge und technologischen Veränderungen insbesondere in den sektoralen Produktionsprozessen adäquat erfasst sind. Formal entspricht dieses Energiemodell dem Gliederungsprinzip der Energiebilanz, denn die sektorale Gliederung entspricht mit geringfügigen Modifikationen im Bereich der energieintensiven Wirtschaftsbereiche der Systematik der Wirtschaftszweige, die Unterscheidung nach Energieträgern weitgehend der Systematik der Energiebilanz.

Das EEFA-Energiemodell wurde im Rahmen zahlreicher wissenschaftlicher Forschungsprojekte weiterentwickelt und getestet. Die Schätzansätze und Methode die in diesem Modell zur Anwendung

kommen, wurden darüber hinaus in nationalen und internationalen Fachzeitschriften publiziert und können somit als transparent, öffentlich zugänglich und anerkannt eingestuft werden. Eine Liste der modellbezogenen Publikationen sowie eine kurze Beschreibung der Modelle, kann beim EEFA-Forschungsinstitut jederzeit angefordert werden.

## 5. Kontrolle und Verifikation der Ergebnisse

Die Maßnahmen zur Qualitätssicherung und –kontrolle umfassen die Bereiche

- Sicherung der Datenqualität / Transparenz der Methoden und Verfahren,
- Mechanismen zur Kontrolle und kritischen Überprüfung der Energiebilanzen, die Korrektheit, Vollständigkeit und Konsistenz der Bilanz sicherstellen sowie
- Maßnahmen zur Dokumentation und Archivierung, die die Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit der Bilanz gewährleisten sollen,
- Fachverantwortlichkeit zur Erstellung der Energiebilanzen.

Kritische Diskussion, Verifikation und Kontrolle erfolgen auf unterschiedlichen Ebenen:

- Innerhalb der Gruppe Energiebilanzen des DIW Berlin werden die Arbeiten wechselseitig kontrolliert und anhand von Kontrollgrößen (z.B. Veränderungen im Jahresvergleich, implizite Heizwerte, Nutzungsgrade) auf Plausibilität geprüft.
- Des Weiteren kontrollieren die in der AGEB zusammengeschlossenen Verbände begleitend die Ergebnisse.
- Für die erneuerbaren Energien findet eine Abstimmung und gegenseitige Kontrolle innerhalb der AGEE-Stat statt.
- Austausch und wechselseitige Überprüfung der Ergebnisse der Energiebilanzen erfolgen auch mit dem kooperierenden Forschungsinstitut EEFA.
- Außerdem werden Daten und Ergebnisse frühzeitig zwischen den DIW-Energiebilanzverantwortlichen und den Fachverantwortlichen des Umweltbundesamts (UBA) ausgetauscht und diskutiert.
- Die monatlich und jährlich publizierte „Amtliche Mineralölstatistik Deutschland“ (AMS), impliziert ein geschlossenes/widerspruchsfreies System des gesamten Aufkommens und Verbrauchs von Mineralöl in Deutschland. Statistische Grundlage für die AMS ist der sogenannte „Integrierte Mineralölbericht“ (IM), zu dessen Abgabe alle größeren Ölfirmen verpflichtet sind. Zur Erfüllung der Berichtspflicht verfügen die Ölfirmen über umfangreiche Input-/Outputmodelle, die die gesamten „Ölströme“ erfassen.
- Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) überprüft die Angaben der Ölfirmen regelmäßig. Darüber hinaus werden auch größere Händler/Importeure, definiert durch den sog. Erhebungskreis, durch das BAFA befragt bzw. kontrolliert. Auch Unternehmen, die einmalig Direktimporte tätigen, sind berichtspflichtig.
- Angaben zum sektoralen Ölverbrauch in Deutschland, die für die Energiebilanz erforderlich sind, enthält - mit wenigen Ausnahmen – die „Amtliche Mineralölstatistik“ nicht. Diese werden den erwähnten amtlichen und sonstigen Quellen entnommen, überprüft und – falls erforderlich – modifiziert. Der durch die AMS fixierte Rahmen (Aufkommen/Verbrauch) darf nicht über- bzw. unterschritten werden. Ausnahmen sind die sog. „Sekundärbrennstoffe“, die nicht Bestandteil der AMS sind.
- Die Plausibilität von Ölverbrauchsdaten wird auch durch Bezugnahme auf Indikatoren überprüft; Regressions- und Korrelationsrechnungen werden durchgeführt.

- Daten zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Produkte Strom und Wärme bei Kraft-Wärme-Kopplung in der Industrie und in Heizkraftwerken werden vom Statistischen Bundesamt nicht erhoben, sondern von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen bzw. den von ihr beauftragten Instituten geschätzt. Die dabei angewandte „finnische“ Methode beruht auf der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004. Diese ist mathematisch exakt definiert und wird im Vorwort der Energiebilanzen näher erläutert.
- Jährlich werden die Heizwerte für die Ölprodukte und den Rohöleinsatz überprüft und gegebenenfalls neu festgesetzt. Das erfolgt unter Berücksichtigung technischer Entwicklungen und Marktentwicklungen. Ziel ist eine möglichst genaue Umrechnung der Tonnenangaben in Terajoule-Einheiten.
- Daten und Ergebnisse werden mit den DIW-Energiebilanzverantwortlichen und den Fachverantwortlichen des Umweltbundesamts (UBA) ausgetauscht und diskutiert. Auch im „Arbeitskreis Methoden“ (AKM) des Bundeswirtschaftsministeriums werden ebenfalls Öldaten und ihre Bilanzierung diskutiert und evtl. auch geändert.

Die Veröffentlichung der Energiebilanz auf den Internetseiten der AGEB bzw. die Bereitstellung vorläufiger Energiebilanzdaten an das Umweltbundesamt zur Weiterverarbeitung im System des nationalen Treibhausgasinventars erfolgen erst, nachdem die Gesamtbilanz alle Kontrollinstanzen erfolgreich durchlaufen hat.

Um Fehler bei Berechnungen und Schätzungen der Daten für die Energiebilanz weitgehend zu vermeiden, erfolgt die jährliche Aufstellung der Energiebilanz im Rahmen standardisierter Vorgehensweisen. Dazu wurden umfangreiche Instrumente entwickelt, die bewährte Schätzverfahren oder formale Berechnungsmethoden im Rahmen der Bilanzarbeiten automatisieren. Aufgrund dieser Vorgehensweise, die teilweise nur das Einpflegen der statistischen Rohdaten in die entsprechenden Tools erfordert, können Berechnungs- oder Transformationsfehler weitgehend verhindert werden. Die Verwendung stets einheitlicher und standardisierter Methoden leistet zudem einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Zeitreihenkonsistenz.

Trotz aller Bemühungen um eine fehlerfreie und sachgerechte Bereitstellung möglichst zeitnaher Energiebilanzen können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde werden beim EEFA-Forschungsinstitut im Rahmen der Bilanzarbeiten folgende Kontrollmaßnahmen durchgeführt:

- Unabhängige Erstellung der jährlichen Energiebilanz durch zwei EEFA-Mitarbeiter und wechselseitiger Abgleich der Ergebnisse,
- Regelmäßige Verifikation der Zeitreihenkonsistenz im EEFA-Forschungsinstitut. Im Falle unplausibler Sprünge in der Zeitreihe, die nicht auf Übertragungs- oder Rechenfehler, sondern auf die Entwicklungen in den primärstatistischen Erhebungen zurückzuführen sind, erfolgt in enger Kooperation mit der datenliefernden Institution eine lösungsorientierte Erörterung des Problems.
- Abgleich der Energiebilanzen mit den Datenlieferungen an die IEA/Eurostat
- Kritische Begleitung, Überprüfung und Diskussion der Bilanzergebnisse durch die in der AGEB zusammengeschlossenen Verbände der Energiewirtschaft also für die vom EEFA-Forschungsinstitut zu verantwortenden Bilanzteile mit dem Verein der Kohlenimporteure, dem Gesamtverband des Deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt) und dem Deutschen Braunkohlen Industrieverein (DEBRIV) und der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.
- Frühzeitiger Austausch von Informationen und regelmäßige Diskussion der EEFA-Energiebilanzverantwortlichen mit den Fachverantwortlichen beim Umweltbundesamt (UBA)
- Austausch und wechselseitige Überprüfung der Energiebilanzergebnisse mit den im Rahmen dieses Forschungsauftrages kooperierenden Forschungsinstituten (DIW Berlin)

## 6. Dokumentation und Archivierung

DIW Berlin und EEFA-Forschungsinstitut führen über die in jährlichem Abstand zu erstellenden Energiebilanzen eine detaillierte, schriftliche Dokumentation. Die Dokumentation umfasst jedes Feld der Energiebilanz, eine Auflistung der verwendeten statistischen Quellen und Erhebungen sowie eine genaue Erläuterung der angewandten Rechenmethoden und –verfahren.

Ziel der Dokumentation ist die lückenlose Nachvollziehbarkeit sowohl für eigene Zwecke als auch für die Nutzer der Energiebilanzen. Regelmäßige Aktualisierung der Dokumentation ist auch ein Beitrag zur Datenqualität und Einhaltung der Zeitreihen- und Methodenkonsistenz.

Alle statistischen Daten, Berechnungsmethoden, Schätzverfahren, die für die Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendet werden, werden sowohl in elektronischer als auch gedruckter Form archiviert. Die Sicherung der elektronischen Daten erfolgt im DIW automatisch durch die Zentrale Datenverarbeitung auf speziellem Serverplatz als auch manuell in regelmäßigen Abständen. Konkret kommen im EEFA zur Archivierung elektronischer Inhalte sowohl portable Medien wie CD-ROM oder DVD sowie Wechselplatten als auch netzbasierte Serverlösungen zum Einsatz. Die Sicherung der Daten erfolgt sowohl automatisch als auch in regelmäßigm Abstand auf manuellem Weg.

## 7. Qualifikation der Bearbeiter

Für die Bearbeitung des Dienstleistungsprojektes „Erstellen von Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland“ steht dem DIW Berlin und dem EEFA-Forschungsinstitut erfahrenes Personal mit fundierten statistischen, ökonomischen sowie energiewirtschaftlichen Kenntnissen zur Verfügung.

## 8. Erläuterungen zur Aktualität bzw. zeitlichen Verfügbarkeit der amtlichen Statistiken und der Verbands- und sonstigen Daten für die Erstellung der Energiebilanzen

### Amtliche Statistiken

Die endgültigen Jahreswerte der monatlichen Erhebung 066 sind im Mai 2012 verfügbar gewesen; die jährlichen Erhebungen 064 im Oktober 2012, die 067 im September 2012, die 070 im Dezember 2012 und die 073 im Juli 2012, die 082/082P lag im Januar 2013 vor. (Quelle: IDEV, StBA, gelesen am 12. April 2013).

Die Ergebnisse der Erhebungen 066 (Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung) und 067 (Stromerzeugungsanlagen der Industrie) müssen mit der finnischen Methode umgerechnet werden. Berechnungen, Prüfvorgänge, Abstimmungsprozesse mit BDEW, AGEE-Stat, EEFA, MWV benötigen mindestens drei Wochen Zeit, ehe die Daten im Juni bzw. Oktober des Folgejahres in die Energiebilanz einfließen können.

Erst wenn die Ergebnisse der Erhebung 060 (Energieverwendung der Industrie), die einen wesentlichen Bestandteil der Energiebilanzen ausmacht, vorliegt, kann die Energiebilanz fertig gestellt werden. Dies bildet den zeitlichen Engpass. Berechnungen, die branchenscharf vorgenommen werden, Plausibilitätsprüfungen, Prüfanfragen an das StBA (das diese dann an die Länder weiterreichen muss), Abstimmungen mit beteiligten Verbänden benötigen wenigstens drei Wochen Zeit, ehe die endgültige Energiebilanz dann frühestens Mitte/Ende November des Folgejahres erstellt werden kann.

Diese zeitlichen Restriktionen haben dazu geführt, dass beginnend mit dem Berichtsjahr 2009 im Juli zunächst eine Schätzbilanz erstellt wird, in der die vorliegenden amtlichen Daten aus der Erhebung 066 eingearbeitet sind. Die restlichen Daten werden in Zusammenarbeit mit den Verbänden, die der AGEB angehören, geschätzt und abgestimmt.

Einen weiteren zeitlichen Engpass bilden Angaben zu Biotreibstoffen auf Grundlage von BAFA-Daten aus der Amtlichen Mineralölstatistik. Die sektorale Aufteilung des Verkehrs erfolgt in Abstimmung mit dem MWV und den Ländern. Für das Bilanzjahr 2011 werden die Daten nicht mehr vorliegen. Die Erhebungen 082P und 082, die für die sektorale Aufteilung des Endenergieverbrauchs von Erdgas, Erdölgas die statistische Grundlage bilden, lagen für das Bilanzjahr 2011 im Januar 2013 vor. Diese bildeten den letzten amtlichen Eintrag in die Energiebilanz 2010.

### **Verbandsstatistiken**

In die endgültige Energiebilanz fließen Daten der Verbände BDEW und Deutsches Atomforum ein, die frühzeitig vorliegen (BDEW im Juli, Deutsches Atomforum im Januar).

Aufgrund der vierteljährlichen Schätzungen zum Primärenergieverbrauch in Deutschland liegen hierzu zeitnah vorläufige Daten vor. Wichtige vorläufige Daten, die auch für den Endenergieverbrauch für die Schätzbilanz mit Stand August vorgenommen sind, liefert der BDEW. Dieser veröffentlicht im Sommer einen jeden Jahres Daten zum Thema „Energiemarkt Deutschland – Zahlen und Fakten zur Gas-, Strom- und FernwärmeverSORGUNG“. Außerdem fließen in die Schätzbilanz Angaben des BDEW zur Bruttostromerzeugung ein sowie Daten des Gesamtverbands Steinkohle (GVSt), des Bundesverbands Braunkohle (DEBRIV), des Mineralölwirtschaftsverbands (MWV) und des Deutschen Atomforums. Weiterhin wird bislang für den Holzverbrauch der privaten Haushalte auf die GfK-Rheinbraun Daten, die über DEBRIV gemeldet werden, zurückgegriffen. Die Daten stehen nicht mehr zur Verfügung, da der Vertrag von Seiten GfK gekündigt wurde, so dass in der Energiebilanz 2011 der mit AGEE-Stat abgestimmte Schätzwert erhalten bleibt.

### **Sonstige Daten**

Für die endgültige Energiebilanz werden Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) zu „Sonstigen erneuerbaren Energieträgern“ verwendet, die im Juli/August vorliegen.

Vorläufige Daten zu erneuerbaren Energieträgern werden mit der AGEE-Stat und dem BDEW abgestimmt und fließen in die Schätzbilanz und damit in die Auswertungstabellen ein.

Tabelle 373: Zur Erstellung der Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland verwendeten Erhebungen des StBA

Erhebung	Nr.	Erhebungs-zeitraum	Aktualität gemäß Qualitätsbericht	Angaben	Erhebungskreis	Erhebungseinheiten
Erhebung über die Energieverwendung des Verarbeitenden Gewerbes sowie der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden	060	jährlich	Ende des Folgejahres (verfügbar ab Ende Oktober/Anfang November)	Stromerzeugung, -abgabe und -verbrauch <b>Energieträger- / Brennstoffbezug und -verbrauch nach Energieträger</b> <b>Energieträger- / Brennstoffabgabe und -bestand nach Energieträger</b> Durchschnittlicher Heizwert	Abschnitte B „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ und C „Verarbeitendes Gewerbe“	Produzierende Betriebe (derzeit ca. 40.000) mit mind. 20 Beschäftigten <b>Ausnahme:</b> Betriebe von Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes bereits mit 10 und mehr tätigen Personen in den Wirtschaftszweigen
Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme	064	jährlich	Ende des Folgejahres (verfügbar meist Ende September)	FernwärmeverSORGUNG: Nettowärmeerzeugung, Bezug, Abgabe und Netzverluste. Es erfolgt keine Aussage zum verwendeten Energieträger <b>Heizwerke: Brennstoffeinsatz und Wärmeerzeugung nach Energieträger</b>	Betreiber von <b>Heizwerke</b> ab 1 MW <sub>th</sub> und Betreiber von <b>Fernwärmennetzen</b> (nur große „historisch“ gewachsene Netze) Es erfolgt <b>keine Erfassung von Nahwärme-, „Insel-netzen“</b>	<b>Max. 1000 Betreiber</b> von Anlagen zur Wärmeversorgung einschl. Absorptionsanlagen zur Kälteerzeugung <b>ab 2 MW<sub>th</sub></b>
Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung	066K	monatlich; jährlich	6 Wochen nach Ende des Berichtszeitraums; Ende Juni des Folgejahres (verfügbar im Mai)	Anzahl, Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung nach Anlagenart, <b>Strom und Wärmeerzeugung nach Energieträger</b> <b>Brennstoffeinsatz für Strom- und/oder Wärmeerzeugung nach Energieträger</b> (getrennte Erfassung von KWK Anlagen)	Unternehmen und Betriebe der <b>Elektrizitätsversorgung (Allgemeine Versorgung)</b>	<b>Höchstens 1000 Betreiber ab 1 MW<sub>el</sub></b>
Erhebung über Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden	067	jährlich	9 Monate nach Ende des Berichtszeitraums (verfügbar meist Ende September)	Anzahl und Engpassleistung nach Anlagenart <b>Nettostrom und Nettowärmeerzeugung (getrennte Erfassung von KWK Anlagen)</b> <b>Brennstoffeinsatz für Strom- und/oder Wärmeerzeugung nach Energieträger (getrennte Erfassung von KWK Anlagen)</b> , Eigenverbrauch von Strom und Wärme	Abschnitt B „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ und C „Verarbeitendes Gewerbe“	Betreiber (derzeit ca. 500) von Anlagen zur eigenen Versorgung. Es werden Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität einschl. der Anlagen zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme in Kopplungsprozessen (KWK) <b>ab 1 MW<sub>el</sub></b> abgefragt
Erhebung über die Stromeinspeisung bei Netzbetreibern	070	jährlich	12 Wochen nach Ende des Berichtszeitraums (verfügbar meist Ende September)	<b>Stromeinspeisung nach Bundesländer und Energieträger getrennt</b> <b>Leistungsangaben nach Bundesländer und Energieträger getrennt</b>	Betreiber von Stromnetzen für die allgemeine Versorgung	<b>Vollbefragung</b>
Erhebung über Gewinnung, Verwendung und Abgabe von Klärgas	073	jährlich	8 Monate nach Ende des Berichtszeitraums (verfügbar Ende Juni/Anfang Juli)	<b>Anaerobe Klärgasgewinnung</b> <b>Brennstoffeinsatz in Stromerzeugungsanlagen</b> <b>Brennstoffeinsatz zu reinen Heiz-/oder Antriebszwecken</b> <b>Stromeinspeisung</b> <b>Eigenverbrauch</b>	Betreiber von Kläranlagen	bei höchstens 6000 Betreibern von Kläranlagen (zurzeit <b>ca. 1300 Betreiber</b> )
Erhebung über Abgabe von Flüssiggas	075	jährlich	8 Monate nach Ende des Berichtszeitraums (verfügbar Ende Juni/Anfang Juli)???	<b>Abgabe von Flüssiggas nach inländischen Abnehmergruppen und Bundesländern sowie Ausfuhr</b>	Unternehmen, die Flüssiggas an Letztverbraucher und Wiederverkäufer abgeben	Bei höchstens 130 Unternehmen, die Flüssiggas an Letztverbraucher oder Wiederverkäufer abgeben

Erhebung	Nr.	Erhebungs-zeitraum	Aktualität gemäß Qualitätsbericht	Angaben	Erhebungskreis	Erhebungseinheiten
<b>Erhebung über Aufkommen, Abgabe, Ein- und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse der Gasversorgungsunternehmen und der Gashändler</b>	082	jährlich	Die Bundesergebnisse liegen 12 Monate nach Ende des Berichtszeitraums vor. Ergebnis 2009 war im Mai 2011 verfügbar	<b>Gewinnung, Erzeugung und Beziege von Gas sowie Wert der Einfuhr</b> <b>Abgabe und Ausfuhr von Gas sowie Erlöse</b> <b>Aufkommen von Gas nach Gasarten</b> <b>Abgabe von Gas sowie Erlöse nach Bundesländern</b>	Unternehmen der Gasversorgung	Totalerhebung

Link zur Nomenklatur der Wirtschaftszweige (WZ 2008):

<https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Klassifikationen.html#doc47816bodyText1> (gelesen am 15.04.2013)

Link zu den Qualitätsberichten Energiestatistik inkl. Fragebogen:

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Qualitaetsberichte/Energie/EnergieWasserversorgung.html;jsessionid=4F10DC778C604E8D1064759376205965> (gelesen am 15.04.2013).

### 18.4.2.1 Methodische Änderungen ab 2010 und Revisionen 2003 bis 2009

An dieser Stelle werden die methodischen Änderungen der letzten Jahre im Qualitätsbericht der AGEB (Stand 2012) zum besseren Verständnis weiterhin ausgeführt. Die Datenänderungen aufgrund der Revision der Energiebilanzen wurden im aktuellen Inventar umgesetzt und erklären einen Großteil der Rückrechnungen im Bereich stationärer Feuerungen.

#### Hintergrund

Die Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland dienen u.a. der Ermittlung der Treibhausgasemissionen (Kyoto-Protokoll). Im Rahmen der Überprüfungen durch die Vereinten Nationen (UNFCCC) werden auch die Energiebilanzen regelmäßig geprüft. In Folge dieser Überprüfung wurden bei einigen Energiebilanzpositionen Methodik bzw. Datenbasis ab 2010 und rückwirkend ab 2003 bzw. 2005 geändert. Diese Revision wurde gleichzeitig genutzt, um Datenaktualisierungen des Statistischen Bundesamtes (StBA) und des Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zu berücksichtigen, die nach Veröffentlichung der Energiebilanzen eingetreten sind. Die hiervon betroffenen Felder der Energiebilanz sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 374: Revidierte Felder der Energiebilanz

Energieträger	Energiebilanz-zeile	Name der Energiebilanzzeile	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Steinkohlen</b>	EBZ 12	Industriewärmekraftwe rke (Strom)							x	
	EBZ 34	Steinkohlenzechen, - brikettfabriken	x	x	x	x	x	x		
<b>Braunkohlen Briketts</b>	EBZ 66	Haushalte							x	
	EBZ 67	GHD							x	
<b>Kokerei- und Stadtgas</b>	EBZ 12	Industriewärmekraftwe rke (Strom)							x	
<b>Erdgas</b>	EBZ 1	Gewinnung im Inland		x	x	x	x	x	x	x
	EBZ 2	Einfuhr	x	x	x	x	x	x	x	
	EBZ 3	Bestandsentnahmen	x			x	x			
	EBZ 5	Ausfuhr		x	x	x	x		x	
	EBZ 7	Bestandsaufstockungen	x	x					x	
	EBZ 12	Industriewärmekraftwe rke (Strom)	x	x	x					
	EBZ 33 bis 39	Energieverbrauch im Umw.bereich		x	x	x	x	x	x	x
	EBZ 41	Fackel- und Leitungsverluste	x	x	x	x	x	x	x	x
	EBZ 43	Nichtenergetischer Verbrauch		x	x	x	x	x	x	x
	EBZ 46 bis 59	Industriebranchen	x	x	x	x	x	x	x	x
	EBZ 62	Straßenverkehr	x	x	x	x	x	x	x	x
	EBZ 66	Haushalte	x	x	x	x	x	x	x	
	EBZ 67	GHD	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Biomasse</b>	EBZ 2	Einfuhr						x	x	
	EBZ 5	Ausfuhr						x	x	
	EBZ 67	GHD						x		
<b>Fernwärme</b>	EBZ 36	Kraftwerke - Eigenverbrauch	x	x	x	x	x	x	x	
	EBZ 59	Sonstige Wirtschaftszweige					x			
	EBZ 67	GHD	x	x	x	x	x	x	x	

Anm.: Änderungen in den Energiebilanzzeilen, die sich lediglich aufgrund von Berechnungen ergeben (z.B. statistische Differenzen), sind in der Tabelle nicht aufgeführt.

**18.4.2.1.1 Methodische Änderungen ab 2010****Erdgas, Erdölgas****EBZ 1 Gewinnung im Inland**

Für die Gewinnung werden an Stelle der Daten des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. (W.E.G.) nun die amtlichen Daten des Statistischen Bundesamtes verwendet (Statistik 069). (Datenrevision ab 2005)

**EBZ 33 bis 39 Energieverbrauch im Umwandlungsbereich**

Die Änderung der Buchung des NEV (siehe unten) wirkt sich zugleich auf den Energieverbrauch im Umwandlungsbereich (EBZ 33 bis 39) aus. (Datenrevision ab 2005)

In der EBZ 39 wird der Eigenverbrauch bei Gasversorgungsunternehmen (GVU) erfasst. Gemäß Fragebogen 082 umfasst der Eigenverbrauch den Gasverbrauch zur technischen Aufrechterhaltung des Betriebs (Verbräuche bei der Gaserzeugung, Gasspeicherung und beim Transport). (Datenrevision ab 2005)

**EBZ 41 Fackel- und Leitungsverluste**

Die Fackelverluste wurden früher auf Basis von Angaben des W.E.G. aus einer Differenzrechnung ermittelt. Ab Bilanzjahr 2010 werden die Angaben des W.E.G. zu Fackelverlusten in m<sup>3</sup> verwendet und mit dem impliziten Brennwert der verwerteten Förderung in TJ (Hi) umgerechnet. (Datenrevision ab 2003)

Die inländischen Leitungsverluste von Erdgas sind nach Angaben des BDEW vernachlässigbar.

**EBZ 43 Nichtenergetischer Verbrauch (NEV)**

Für den Nichtenergetischen Verbrauch (NEV) wurden früher Daten des VCI verwendet. Jetzt werden amtliche Daten des StBA zugrunde gelegt. (Datenrevision ab 2005)

**EBZ 46 bis 59 Industrie (NEV)**

Die Änderung der Buchung des NEV wirkt sich zugleich auf den Endenergieverbrauch der Industrie (EBZ 46 bis 59) aus. (Datenrevision ab 2005)

**EBZ 62 Straßenverkehr (Erdgastankstellen):**

Anstelle von Daten des StBA werden aufgrund einer Untererfassung in der amtlichen Statistik nun Daten des BDEW verwendet. (Datenrevision ab 2005)

**EBZ 67 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher**

Ab 2010 wird im Sektor GHD auch der Betriebsverbrauch der GVU nach Angaben des StBA (Fragebogen 082) gebucht. Unter Betriebsverbrauch wird der allgemeine Verbrauch im Unternehmen ausgewiesen (nicht der Eigenverbrauch, der in EBZ 39 gebucht wird). (Datenrevision ab 2005)

**Bilanz in natürlichen Einheiten**

Ab 2010 wird die Einheit m<sup>3</sup> durch kWh (Hi) ersetzt. (Datenrevision ab 2005)

**Biotreibstoffe*****EBZ 2 und 5 Einfuhr, Ausfuhr***

Aufgrund methodischer Änderungen hat das BAFA die Angaben für den Außenhandel revidiert.  
(Datenrevision ab 2009)

**Biomasse und erneuerbare Abfälle*****EBZ 67 GHD***

Ab 2010 wird der Brennstoffeinsatz von Biogas und flüssiger Biomasse zur KWK-Wärme auf Basis von Daten der Bundesnetzagentur (BNetzA) beim Endenergieverbrauch des Sektors GHD verbucht.

**Sonstige Revisionen 2003 bis 2009**

Die oben genannten Änderungen für 2010 sind für Vorjahre entsprechend revidiert worden (vgl. Tabelle). Darüber hinaus sind zugleich folgende Revisionen durchgeführt worden.

**Steinkohle*****EBZ 12 Industriewärmekraftwerke (nur Strom)***

Für das Jahr 2009 hat das StBA seine Angaben (067) revidiert.

***EBZ 34 Steinkohlenzechen, -brikettfabriken***

Es werden ab 2009 amtliche Daten des StBA verwendet. (Datenrevision ab 2003)

**Braunkohlen-Briketts*****EBZ 66 und 67 Haushalte und GHD***

Umbuchung für das Jahr 2009.

**Kokerei- und Stadtgas*****EBZ 12 Industriewärmekraftwerke (nur Strom)***

Für das Jahr 2009 hat das StBA seine Angaben (067) revidiert.

**Erdgas, Erdölgas*****EBZ 2 und EBZ 5 Einfuhr, Ausfuhr***

Diese Daten wurden von den meldenden Unternehmen nachträglich für die Jahre 2005 bis 2010 revidiert. Dies findet seinen Niederschlag in den amtlichen Statistiken 082 und 082P, die hier für die Energiebilanz verwendet werden.

***EBZ 3 und EBZ 7 Bestandsentnahmen bzw. Bestandsaufstockungen***

Für die Jahre 2005, 2007 und 2008 haben die Unternehmen ihre Angaben korrigiert, die sich in den amtlichen Statistiken 082 und 082P niederschlagen.

**EBZ 12 Industriewärmekraftwerke (nur für Strom)**

Für die Jahre 2005 bis 2007 hat das StBA seine Angaben (067) revidiert.

**EBZ 66 Haushalte**

Für die Jahre 2005 bis 2009 hat das StBA seine Angaben (082, 082P) revidiert.

**Fernwärme**

Datenkorrekturen der EBZ 36 Kraftwerke, Heizwerke, EBZ 59 Sonstige Wirtschaftszweige, EBZ 67 GHD für die in der Tabelle angegebenen Jahre.

Diekmann, Wernicke (DIW Berlin), Buttermann, Baten (EEFA), Rossbach, 8. Oktober 2012

**18.4.2.2 Vergleich der Schätzbilanz 2012 (vorl) mit der Energiebilanz 2011 (endg)**

Die endgültigen Energiebilanzen werden von der AGEB in der Regel im Frühjahr des übernächsten Kalenderjahres veröffentlicht. Um frühzeitiger Daten bereitzustellen zu können, wird ab 2009 parallel zu den Auswertungstabellen eine Schätzbilanz erstellt, die zum Teil auf anderen Datenquellen beruht (vgl. Qualitätsbericht von DIW und EEFA, April 2013).

Im Rahmen der Überprüfung der Energiebilanzen hinsichtlich Qualitätskontrolle und -sicherung durch UNFCCC werden die Abweichungen zwischen endgültigen Energiebilanzen und Schätzbilanzen näher betrachtet (zuletzt im April 2013 für 2011). Darüber hinaus wird die Schätzbilanz für 2012 mit der Energiebilanz 2011 verglichen.

Zur Identifikation signifikanter Abweichungen zwischen endgültigen und vorläufigen Energiebilanzen, die jeweils gesondert zu erläutern sind, werden absolute und relative Abweichungen berechnet. Aus einer Kombination der Kriterien „Abweichungen in TJ“ und „Abweichungen in %“ wurden die auftretenden Fallzahlen für Energiebilanzzeilen und -spalten analysiert. Das kombinierte Auftreten einer Abweichung von 10.000 TJ und 20 % erscheint in dieser Analyse ein geeigneter Schwellenwert zu sein, ab dem die Abweichungen erklärt werden sollen.

Die Differenzen zwischen der Schätzbilanz 2012 und der Energiebilanz 2011 entsprechen den zum Zeitpunkt der Erstellung der Schätzbilanz absehbaren Veränderungen gegenüber dem Vorjahr. Ursachen solcher Änderungen bestehen generell u.a. in der Konjunkturentwicklung, Strukturänderungen, Preisänderungen, Witterungseinflüsse und Sonderentwicklungen wie der Ausstieg aus der Kernenergie. Diese allgemeinen Entwicklungen des Energieverbrauchs und seiner Determinanten 2011 im Vergleich zu 2010 werden im Jahresbericht der AG Energiebilanzen (2013) erläutert.<sup>135</sup>

Darüber hinaus ist zu beachten, dass zur Erstellung der Schätzbilanzen zum Teil andere Datenquellen als für die endgültigen Energiebilanzen verwendet werden müssen und die Angaben deshalb voneinander abweichen können. Außerdem können Differenzen u.U. auch auf methodischen Änderungen beruhen.

Der Vergleich der Energiebilanzen dient insbesondere der Kontrolle und Dokumentation der Plausibilität von auffälligen Veränderungen. Bei einigen Bilanzpositionen sind allerdings Änderungen, die mit den oben genannten Kriterien erfasst werden, nicht ungewöhnlich. Dies betrifft z.B. Bestandsänderungen, die sich naturgemäß von Jahr zu Jahr deutlich unterscheiden.

<sup>135</sup> AG Energiebilanzen: Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2012. Kühle Temperaturen bewirken leichten Anstieg des Primärenergieverbrauchs im Jahr 2012. März 2013. [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de)

Eine Übersicht und Erläuterung zu auffälligen Positionen beim Vergleich der Energiebilanz 2011 mit der Schätzbilanz 2012 liegen dem Umweltbundesamt vor und zeigen die Ergebnisse des Vergleichs.

#### **18.4.2.3 Vergleich der Energiebilanz 2011 (endg) mit der Schätzbilanz 2012 (vorl)**

Die endgültigen Energiebilanzen werden von der AGEB in der Regel im Frühjahr des übernächsten Kalenderjahres veröffentlicht. Um frühzeitiger Daten bereitzustellen zu können, wird ab 2009 parallel zu den Auswertungstabellen eine Schätzbilanz erstellt, die zum Teil auf anderen Datenquellen beruht (vgl. Qualitätsbericht von DIW und EEFA, April 2013).

Im Rahmen der Überprüfung der Energiebilanzen hinsichtlich Qualitätskontrolle und -sicherung durch UNFCCC werden die Abweichungen zwischen endgültigen Energiebilanzen und Schätzbilanzen näher betrachtet.

Zur Identifikation signifikanter Abweichungen zwischen endgültigen und vorläufigen Energiebilanzen, die jeweils gesondert zu erläutern sind, werden absolute und relative Abweichungen berechnet. Aus einer Kombination der Kriterien „Abweichungen in TJ“ und „Abweichungen in %“ wurden die auftretenden Fallzahlen für Energiebilanzzeilen und -spalten analysiert. Das kombinierte Auftreten einer Abweichung von 10.000 TJ und 20 % erscheint in dieser Analyse ein geeigneter Schwellenwert zu sein, ab dem die Abweichungen erklärt werden sollen.

Eine Übersicht und Erläuterung zu auffälligen Positionen beim Vergleich der Energiebilanz 2011 mit der Schätzbilanz 2012 liegen dem Umweltbundesamt vor und zeigen die Ergebnisse des Vergleichs.

---

## 18.5 Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung

Ebenfalls seit 2012 hat die das Umweltbundesamt in Zusammenarbeit mit BMWi, AGEB und StBA einen Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung erarbeitet, in dem dargelegt wurde, wie den Beanstandungen aus der Inventarüberprüfung Rechnung getragen werden soll. Damit wird der Forderung aus Paragraph 39 des Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU) nach einem Aktionsplan entsprochen.

Tabelle 375: Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
1	Aktionsplan Energiedaten zur Inventarverbesserung	BMWi/UBA/AGEB/StaBA	UBA	39	<p><i>address review relevant issues in an action plan in the 2011 submission. [...] The ERT reiterates the recommendation of the previous review report that Germany prepare a plan for the remaining abovementioned issues, and to report on it and on any progress achieved in its next annual submission</i></p>	Aktionsplan; NIR	Für den Inventarbericht 2013 wird erstmals dieser Aktionsplan aufgestellt	abgestimmter Aktionsplan Energiedaten Inventarverbesserung liegt für die Inventarüberprüfung 2012 vor und wird jährlich aktualisiert	laufend	
2.1	Pünktlichkeit der endgültigen Energiebilanz	BMWi/AGEB/Fragebogenbeauftragte/StaBA/StaLas	BMWi	39	<i>timeliness of reporting [...]</i>	Prozessanalyse Energiedaten; NIR	Für den Inventarbericht 2013 wird das Ergebnis einer Prozessanalyse dargelegt, in dem die Meldewege genauer als bisher beschrieben werden, sowie die Bemühungen und Erfolge, diese zu verkürzen können	durch Prozessanalyse, in dem die geltenden Meldewege genauer als bisher beschrieben werden, sowie die Bemühungen und Erfolge, diese zu verkürzen können Überprüfungsexperten nachvollziehen, dass alle Optimierungsmöglichkeiten ausgeschöpft hat; Arbeitsstand ist im NIR 2013 dokumentiert	erledigt	

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
2.2	Pünktlichkeit der endgültigen Energiebilanz	BMWi/AGEB/StaBA/StaLas	BMW/AGEB (nicht für amtliche Daten)/StaBA und Statistische Landesämter (für amtliche Daten); Fragebogenbeauftragte	137	<p><i>In the course of the review, the ERT formulated a number of recommendations relating to the transparency of background and methodological information (e.g. in the energy [...] sectors), justification and documentation of recalculations (e.g. in the energy [...] sectors)[...] The key sectoral recommendations are that Germany:</i></p> <p><i>[...]</i></p> <p><i>(b) Improve the timeliness of reporting of the NEB (energy);</i></p>	Prozessanalyse Energiedaten; NIR	Organisationsverbesserungen in den Statistischen Landesämtern. Das Statistische Bundesamt bespricht auf der Referentenbesprechung mit den Ländern, ob und wie eine Verbesserung der Zusammenarbeit gewährleistet werden kann.	amtliche statistische Daten sollen zukünftig früher übermittelt werden als bisher		

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
3.1	Abweichungen vorläufige und endgültige EB	BMWi/AGEB/ Fragebogenbeauftragte/ StaBA/StaLas	AGEB; UBA	39	<i>significant differences between the preliminary and final NEB</i>	QK-Bericht; NIR	Energiedatenkonstanzanalyse (EDKA)	Feststellung und Klärung der Abweichungen sowie Unterscheidung und Adressierung von a) Informationsdefiziten b) Dokumentationsbedarfen c) Datenproblemen d) methodische Änderungen	fortlaufend	
3.2	Abweichungen vorläufige und endgültige EB	AGEB	AGEB	39	<i>significant differences between the preliminary and final NEB</i>	QK	Von der AGEBA wird angestrebt, eine Verringerung der Schätzfehler zu erreichen.	Berichte der AGEBA zu Plausibilitätschecks., Die AGEBA prüft neue Verfahren und Methoden zur Erstellung der Schätzbilanz. Konkrete Vorschläge dazu wurden vorgelegt (Vgl. Bericht des EEFA-Forschungsinstituts zum Thema Schätz- u. Modellansätze zur Erstellung vorl. Energiebilanzen).	fortlaufend	
3.3	Abweichungen vorläufige und endgültige EB	AGEB, UBA	UBA	39	<i>significant differences between the preliminary and final NEB</i>	NIR	Im Nationalen Inventarbericht 2014 (NIR) werden Möglichkeiten zur Reduzierung der Abweichungen beschrieben und die Ergebnisse werden im Rahmen einer Differenzendiskussion dargestellt. Bereits im Vorfeld der Inventarüberprüfung 2012 im	Arbeitsstand ist im NIR 2014 dokumentiert: Dokumentation, Datenrevision für frühere Jahre, Verringerung von Schätzfehlern	September 2012, 2013 (NIR)	

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
							September sollen signifikante Abweichungen erläutert werden und den Überprüfungsexperten eine erste Auskunft geben.			

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
4	komplexes Nationales System	BMWi/UBA/AGEB	UBA	39	<i>The previous review report noted several issues related to Germany's NEB (such as [...] the complexity of the NEB compiling process that may contribute to the problems with regard to timeliness and quality.</i>	NaSE	Austausch über die Ergebnisse der Inventarberprüfung und Ableitung von Handlungsbedarf en;	Energiedatenworkshop am 16.11.10 Energiedatenworkshop am 05.08.11 Energiedatenworkshop am 27.04.12 Energiedatenworkshop am 07.08.12 Energiedatenworkshop 2013		
5	Qualitäts-sicherung	EEFA/ DIW/ StaBA/ AGEB / UBA	AGEB/UBA	39	<i>Lack of QA/QC procedures in place for some data sources used to compile the NEB</i>	NIR	gemeinsamen Qualitätsbericht der AGEB in neuen Anhang 2 des NIR 2012 und folgende	the NEB is subject to QA/QC procedures in accordance with the national system	seit 2012 fortlaufend	
6.1	Abweichungen EB mit IEA-Daten	BMWi, AGEb, Fragebogenbeauftragte	BMWi	39	<i>low comparability with the IEA data</i>		gemeinsam im Rahmen des Aktionsplans festzuschreiben	Einführung eines Überleitungsverfahrens zur Sicherstellung der Kompabilität zwischen Energiebilanz und Fragebogen im Bereich Strom und Wärme (vgl. dazu im Einzelnen Bericht des EEFA-Forschungsinstituts an AGEb bzw. BMWi. Die Überleitung wurde im Zuge der umfassenden Revision der Fragebögen erfolgreich umgesetzt. In anderen Bereichen der Fragebögen bzw. Bilanz werden die Bemühungen zur Minimierung von Abweichungen weiter fortgesetzt. Berichte der AGEb zu Plausibilitätschecks Revision des Questionnaires 2003-	Abgeschlossen bzw. Fortlaufend	Abgeschlossen

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
								2011.	Geplante Revision der NEB	

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
6.2	Abweichungen EB mit IEA-Daten	BMWi, AGEB, Fragebogenbeauftragte	BMWi	45	<p><i>The ERT also noted differences between the inventory data and the corresponding IEA data (e.g. for solid fuels exports, the data show differences of over 60 per cent in some recent years [...] Germany has provided some explanations for the divergences and informed the ERT that it is continuing to investigate these differences. The ERT considers that the differences cause no underestimation of emissions, but reiterates the recommendation of the previous review report that Germany explain the reasons for these differences between its inventory data and the corresponding IEA data in its next annual submission.</i></p>		gemeinsam im Rahmen des Aktionsplans festzuschreiben	Siehe 6.1		
7.1	Verbesserung Gasbilanz	BMWi/StaBA/DIW/UBA/u.a.	StaBA	39	<p><i>significant amount of flaring/losses of natural gas in the NEB that were not transparently accounted for</i></p>	NIR, EB	Treffen aller Beteiligten Energieexperten, Überprüfung und Umstellung der Datenquelle	the significant amount of flaring/losses of natural gas are taken into account	Apr 12	erledigt

Nr	Thema	Zuständigkeit	Verantwortlich für die Durchführung	Bezug (Absatz)	Zitat aus Überprüfungsbericht 2011 (FCCC/ARR/2011/DEU)	Instrument zur Umsetzung / Veröffentlichung	Aktivität zur Verbesserung	geplantes / erreichtes Ergebnis	Zeitliche Perspektive	Anmerkung
7.2	Verbesserung Gasbilanz	BMWi/StaBA/ DIW/UBA/u.a.	StaBA	39	<i>significant amount of flaring/losses of natural gas in the NEB that were not transparently accounted for</i>	NIR, EB	Aktualisierung der Gasbilanzen in den Positionen Fackelverluste, sondern u.a. auch auf Gewinnung, Außenhandel, Bestandsveränderung, NEV, EEV in den Energiebilanzen 2005 und Folgende	the significant amount of flaring/losses of natural gas are taken into account with regard to the time series Revision der NEB	erledigt	

## 18.6 Unsicherheiten der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen

Siehe NIR 2007, Kapitel 13.6.

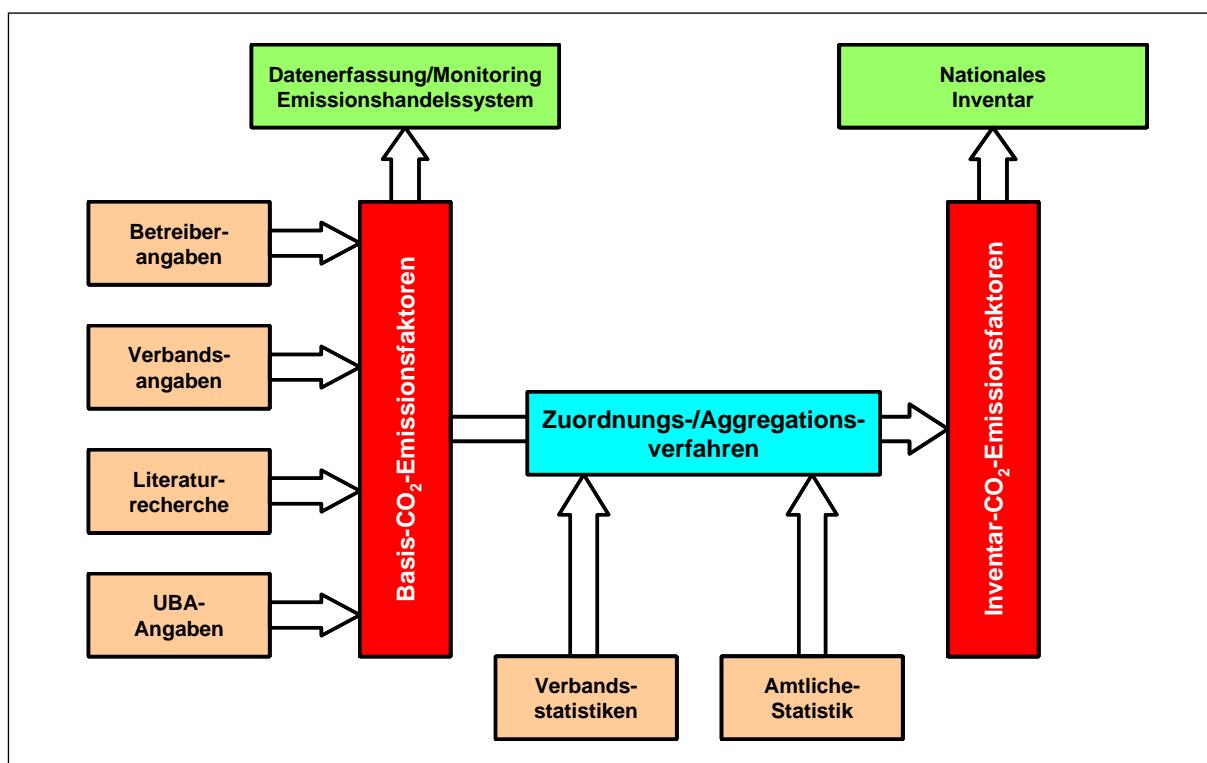
## 18.7 CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren

Die dem Inventar zugrunde gelegten Emissionsfaktoren wurden aus der Liste der „CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für die Erstellung der nationalen CO<sub>2</sub>-Inventare“ (ÖKO-INSTITUT, 2004c) abgeleitet.

### 18.7.1 Methodische Vorbemerkungen

Im Rahmen des EU-Emissionshandels besteht die Notwendigkeit, für die Anlagenbetreiber sehr differenzierte CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren bereit zu stellen, um eine möglichst genaue Ermittlung der anlagenbezogenen Emissionen zu gewährleisten.

Hinsichtlich der deutlich weniger stark differenzierten CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren zur Erstellung der nationalen Inventare entsteht in Anbetracht der zyklisch notwendigen Zuteilung von Emissionsberechtigungen an die Anlagenbetreiber die Notwendigkeit für ein möglichst hohes Maß an Konsistenz. Dabei begegnen sich die Zuteilungsperioden des ETS mit dem Anspruch der ungebrochenen Methoden für die Inventarberechnungen.



Quelle: Öko-Institut

Abbildung 81: Basis- und Inventar-Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub>

Vor diesem Hintergrund wurde ein konsistentes Konzept für die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren entwickelt (Abbildung 81).

Das System basiert auf einem Satz differenzierter CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, die sich – zum größten Teil – an den Erfordernissen des Emissionshandelssystems ausrichten (so genannte Basis-Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub>). 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> bezeichnet.

### **18.7.2 Basis-Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub>**

Aktuelle Informationen zu den Basis-Emissionsfaktoren sind im Internet des Umweltbundesamtes eingestellt, unter folgender URL:

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen>

### **18.7.3 Ermittlung der Inventar-Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub>**

Auf Grundlage der Basis-Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> (ohne Sonderbrennstoffe) werden unter Rückgriff auf Energieverbrauchs-Strukturdaten die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren in der Differenzierung gebildet, die für die Erstellung der nationalen CO<sub>2</sub>-Inventare benötigt wird (vergleiche dazu Tabelle 376).

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<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für den CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren direkt verwendet. Lediglich für den Rohbraunkohleeinsatz in Fernheizwerken wird ein Mixwert aus den verschiedenen Revieren (Rheinland, Lausitz, Mitteldeutschland, Helmstedt, Hessen,) errechnet.

Durch die Subtraktion der Einsatzmengen an Rohbraunkohle in den öffentlichen Kraftwerken sowie der Einsatzmengen für die Produkterzeugung von den gesamten Förder- bzw. Importmengen (Importe sind nur für den Hartbraunkohleeinsatz signifikant) lässt sich für die Rohbraunkohlenverwendung in Industrie und Kleinverbrauch ein Differenzbetrag ermitteln, für den wiederum ein Mix nach Provenienzen errechnet werden kann.

Ebenfalls auf Grundlage von Produktionsdaten der STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V. werden aus den Einzelangaben für die Braunkohlenprodukte (Braunkohlenbriketts, Wirbelschicht-, Staub- und Trockenkohle sowie Braunkohlenkoks) gewichtete Mittelwerte jeweils für die alten und die neuen Bundesländer sowie für Deutschland insgesamt ermittelt.

Für die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aller anderen Energieträger werden keine weiteren Aggregationen vorgenommen und die in Tabelle 376 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<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren in Ansatz gebracht.
- Für den Zeitraum bis 1994 wird hinsichtlich der neuen Bundesländer der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für russisches Erdgas unterstellt.
- Das Hochdruck-Spaltgas aus Erdgas ist nur für West-Berlin (bis 1995) relevant.

Zukünftig sollen mehr Emissionsfaktoren aus dem ETS im Inventar verwendet werden. Zur Vermeidung von Inkonsistenzen muss darauf geachtet werden, dass die Brennstoffqualitäten identisch sind. Deshalb werden gegenwärtig die in der nationalen Statistik gemeldeten Heizwerte mit denen verglichen, die für den Emissionshandel gemeldet werden, um herauszufinden welche Werte für das Inventar verwendet werden können. Diese Arbeiten sind gegenwärtig noch nicht abgeschlossen. Im folgenden Kapitel werden die ersten Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Tabelle 376: Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> ab 1990, Energie

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO <sub>2</sub> /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Kohlen</b>															
<b>Steinkohle</b>															
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
<b>Steinkohlenbriketts</b>	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
<b>Steinkohlenkoks</b>	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0	105,0
Anthrazit (Wärmemarkt Haushalte, Kleinverbrauch)	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
Balaststeinkohle <i>Alte Bundesländer</i>	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
<b>Braunkohle</b>															
<b>Rohbraunkohlen</b>															
öffentliche Fernheizwerke D. Industrie, Kleinverbrauch D.							112,5	112,3	112,3	112,2	112,2	112,1	111,9	112,1	112,1
							109,5	111,9	112,9	112,8	111,8	112,4	111,9	112,1	112,0
<i>Alte Bundesländer</i>	113,9	113,8	113,8	113,9	113,9										
<i>Neue Bundesländer</i>	108,8	108,1	107,8	108,0	108,3										
öffentliche Kraftwerke Revier:															
Rheinland	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0
Helmstedt	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Hessen	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	111,0	NO
Lausitz	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0	113,0
Mitteldeutschland	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0	104,0
<b>Braunkohlenbriketts Deutschland</b>						100,0	100,0	99,9	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7
<i>Alte Bundesländer</i>	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	99,7	100,0	100,0	100,0	100,3										
<b>Braunkohlenteer Neue Bundesländer</b>	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0										
<b>Braunkohlenstaub und -wirbelschichtkohle</b>															
<b>Deutschland</b>						97,8	97,7	97,7	97,8	97,9	98,0	98,0	97,9	97,9	97,9
<i>Alte Bundesländer</i>	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0										
<i>Neue Bundesländer</i>	96,7	96,6	96,8	97,5	97,1										
<b>Braunkohlenkoks</b>	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
<b>Hartbraunkohle</b>	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO <sub>2</sub> /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Mineralöle</b>															
<b>Erdöl roh</b>															
<b>Ottokraftstoff</b>	NO														
<b>Rohbenzin Deutschland</b>	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
Alte Bundesländer	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0										
Neue Bundesländer	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0										
<b>Kerosin</b>	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
<b>Flugbenzin</b>	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
<b>Dieselkraftstoff Deutschland</b>						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										
<b>Heizöl leicht Deutschland</b>						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										
<b>Heizöl schwer</b>	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
<b>Petroleum</b>	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
<b>Petrolkoks</b>	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
<b>Flüssiggas Deutschland</b>						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										
<b>Raffineriegas</b>	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
<b>Andere Mineralölprodukte Deutschland</b>						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										
<b>Schmierstoff</b>	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
<b>Gase</b>															
<b>Kokerei- und Stadtgas Deutschland</b>						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										
<b>Gichtgas Alte u. Neue Bundesländer</b>	264,0	264,0	264,0	264,0	264,0	264,0									
<b>Gicht- und Konvertergas Deutschland</b>						255,8	257,9	257,8	257,5	257,4	257,5	257,7	257,5	257,6	257,5
<b>Brenngas Neue Bundesländer</b>	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0									
<b>Sonstige Gase Deutschland</b>														60,0	60,0
<b>Naturgase</b>															
<b>Erdgas Deutschland</b>						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										
<b>Erdölgas</b>	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
<b>Grubengas</b>	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 <sub>2</sub> /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Abfall</b>															
<b>Hausmüll, Siedlungsabfall</b>	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
<b>Industriemüll Deutschland</b>						71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
<b>Alte Bundesländer<sup>2)</sup></b>	73,9	73,9	74,0	74,1	74,3										
<b>Neue Bundesländer<sup>2)</sup></b>	74,9	74,8	74,7	74,6	74,6										
<b>Sonderabfall Deutschland</b>						83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
<b>Sonderbrennstoffe<sup>1)</sup></b>															
Altöl	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7
Altkunststoff						74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6
Altreifen	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4
Bleicherde	NO	NO	NO	NO	NO	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3
Gewerbeabfall Kunststoff	NO	NO	NO	NO	NO	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1
Gewerbeabfall Papier	NO	NO	NO	NO	NO	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9
Gewerbeabfall sonstiger	NO	NO	NO	NO	NO	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1
Gewerbeabfall Verpackungen	NO	NO	NO	NO	NO	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Klärschlamm	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	95,1
Lösungsmittel (Abfall)	NO	NO	NO	NO	NO	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
Ölschlamm	NO	NO	NO	NO	NO	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0
Rückstände Papierindustrie	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2
Siedlungsabfall aufbereitet	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8
Teppichabfälle	NO	NO	NO	NO	NO	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
Textilabfälle	NO	NO	NO	NO	NO	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO <sub>2</sub> /TJ]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Biomasse-Brennstoffe</b> <sup>3)</sup>															
Ablaugen Zellstoffherstellung	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Faser-/Deinking-Rückstände	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9
Brennholz naturbelassen	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1
Holzabfälle, Resthölzer (Industrie)	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
Holzabfälle, Resthölzer (Kleinverbraucher)	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
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
Tiermehle und -fette	NO	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
Deponiegas, Klärgas, Biogas <sup>4)</sup>	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6
Bio-Ethanol	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
Biodiesel <sup>4)</sup>	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
<b>Sonstige Faktoren [kg/t]</b>															
Rauchgasentschwefelung	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO <sub>2</sub> /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Kohlen</b>								
<b>Steinkohle</b>								
Steinkohle roh (Kraftwerke, Industrie)	94,0	94,2	94,1	94,3	94,3	94,2	94,2	94,2
<b>Steinkohlenbriketts</b>	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0	93,0
<b>Steinkohlenkoks</b>	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
Balaststeinkohle <i>Alte Bundesländer</i>								
<b>Braunkohle</b>								
<b>Rohbraunkohlen</b>								
öffentliche Fernheizwerke D.	112,3	112,2	112,3	112,3	112,2	112,2	112,3	112,4
Industrie, Kleinverbrauch D.	111,4	110,6	111,6	110,7	110,6	110,0	109,4	109,8
<i>Alte Bundesländer</i>								
<i>Neue Bundesländer</i>								
öffentliche Kraftwerke Revier:								
Rheinland	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0
Helmstedt	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Hessen	NO							
Lausitz	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
<b>Braunkohlenbriketts Deutschland</b>	99,7	99,7	99,6	99,6	99,8	99,8	99,8	99,7
<i>Alte Bundesländer</i>								
<i>Neue Bundesländer</i>								
<b>Braunkohlenteer Neue Bundesländer</b>								
<b>Braunkohlenstaub und -wirbelschichtkohle</b>								
<i>Deutschland</i>	98,0	98,0	97,9	98,0	98,0	98,0	98,0	98,1
<i>Alte Bundesländer</i>								
<i>Neue Bundesländer</i>								
<b>Braunkohlenkoks</b>	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0	108,0
<b>Hartbraunkohle</b>	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO <sub>2</sub> /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Mineralöle</b>								
<b>Erdöl roh</b>								
	NO							
<b>Ottokraftstoff</b>	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
<b>Rohbenzin Deutschland</b>	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Alte Bundesländer								
Neue Bundesländer								
<b>Kerosin</b>	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
<b>Flugbenzin</b>	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
<b>Dieselkraftstoff Deutschland</b>	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Alte Bundesländer								
Neue Bundesländer								
<b>Heizöl leicht Deutschland</b>	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
Alte Bundesländer								
Neue Bundesländer								
<b>Heizöl schwer</b>	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0
<b>Petroleum</b>	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
<b>Petrolkoks</b>	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
<b>Flüssiggas Deutschland</b>	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0
Alte Bundesländer								
Neue Bundesländer								
<b>Raffineriegas</b>	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
<b>Andere Mineralölprodukte Deutschland</b>	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Alte Bundesländer								
Neue Bundesländer								
<b>Schmierstoff</b>	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
<b>Gase</b>								
<b>Kokerei- und Stadtgas Deutschland</b>	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Alte Bundesländer								
Neue Bundesländer								
<b>Gichtgas Alte u. Neue Bundesländer</b>								
<b>Gicht- und Konvertergas Deutschland</b>	257,7	257,5	257,7	257,8	257,5	257,7	257,9	257,8
<b>Brenngas Neue Bundesländer</b>								
<b>Sonstige Gase Deutschland</b>	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
<b>Naturgase</b>								
<b>Erdgas Deutschland</b>	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0
Alte Bundesländer								
Neue Bundesländer								
<b>Erdölgas</b>	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0
<b>Grubengas</b>	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO <sub>2</sub> /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Abfall</b>								
<b>Haushmüll, Siedlungsabfall</b>								
	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5
<b>Industriemüll Deutschland</b>								
	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
<i>Alte Bundesländer<sup>2)</sup></i>								
<i>Neue Bundesländer<sup>2)</sup></i>								
<b>Sonderabfall Deutschland</b>								
	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
<b>Sonderbrennstoffe<sup>1)</sup></b>								
Altöl	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
Altreifen	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4
Bleicherde	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3
Gewerbeabfall Kunststoff	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1
Gewerbeabfall Papier	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9	64,9
Gewerbeabfall sonstiger	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1	68,1
Gewerbeabfall Verpackungen	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Klärschlamm	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1
Lösungsmittel (Abfall)	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1	71,1
Ölschlamm	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0
Rückstände Papierindustrie	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
Teppichabfälle	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
Textilabfälle	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren [t CO <sub>2</sub> /TJ]	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Biomasse-Brennstoffe</b> <sup>3)</sup>								
Ablaugen Zellstoffherstellung	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
Brennholz naturbelassen	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1
Holzabfälle, Resthölzer (Industrie)	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1	95,1
Holzabfälle, Resthölzer (Kleinverbraucher)	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
Rinde	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6
Tiermehle und -fette	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9
Tierfett	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4
Deponiegas, Klärgas, Biogas <sup>4)</sup>	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6	54,6
Bio-Ethanol	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0
Biodiesel <sup>4)</sup>	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8
<b>Sonstige Faktoren [kg/t]</b>								
Rauchgasentschwefelung	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0

1) Brennstoffe nach Definition der Inventardaten können bei den Bezeichnungen von anderen Normen abweichen und sind nur bei Inventarausweisung benannt und mit EF unterlegt.

2) Jährliche Änderung des EF aufgrund der unterschiedlichen Anteile von Feuerungsanlagen und Betriebseigenen Anlagen 1990 bis 1994 jeweils einzeln für ABL / NBL

3) Nennung für ausgewählte Brennstoffe, wobei errechnete CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-EF nicht unterschieden werden.

4) Defaultwerte

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

Tabelle 377: Für die Emissionsberichterstattung abgeleitete Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> ab 1990, Industrieprozesse

Industrieprozesse [kg CO <sub>2</sub> /t (Rohstoff oder Produkt)]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
2.A.1 Produktion von Zementklinker	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00
2.A.2 Produktion von Branntkalk	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75
2.A.2 Produktion von Dolomitkalk	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35
2.A.3 Verwendung von Kalkstein	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.A.4.b Verwendung von Soda	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00
2.A.7.a Produktion von Behälterglas	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00
2.A.7.a Produktion von Flachglas	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00
2.A.7.a Produktion von Wirtschaftsglas	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
2.A.7.a Produktion von Spezialglas (Mix)	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00
2.A.7.a Produktion von Glasfasern (Mix)	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00
2.A.7.a Produktion von Steinwolle (Mix)	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00
2.A.7.a Produktion von Glas (Mix undifferenziert NBL)	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00	NO									
2.A.7.a Produktion von Glas (D-Mix inkl. Scherbeneinsatz)	106,01	101,80	99,34	96,79	83,97	101,63	99,75	97,09	94,99	94,56	97,41	100,58	97,47	96,37	98,27
2.A.7.b Produktion von Mauerziegeln	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10
2.A.7.b Produktion von Dachziegeln	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60
2.B.1 Produktion von Ammoniak	2.124,10	2.139,00	2.154,20	2.469,70	2.441,40	2.410,30	2.349,30	2.411,70	2.366,60	2.419,00	2.340,80	2.347,80	2.394,10	2.381,20	2.422,20
2.B.4 Produktion von Calciumcarbid	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2.B.5 Katalysatorabbrand	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42
2.B.5 Produktion von Ruß	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196
2.B.5 Produktion von Methanol	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2.C.1 Produktion von Elektrostahl	8,50	8,00	7,50	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374
2.C.1 Produktion von Oxygenstahl, Kalksteineinsatz	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen	1500,00	1222,00	944,00	527,00	249,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen (NBL)	1500,00	1500,00	1500,00	NO											
2.C.3 Produktion von Hüttenaluminium	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00

<b>Industrieprozesse [kg CO<sub>2</sub>/t (Rohstoff oder Produkt)]</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
2.A.1 Produktion von Zementklinker	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00	530,00
2.A.2 Produktion von Branntkalk	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75	745,75
2.A.2 Produktion von Dolomitkalk	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35	867,35
2.A.3 Verwendung von Kalkstein	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.A.4.b Verwendung von Soda	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00
2.A.7.a Produktion von Behälterglas	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00	193,00
2.A.7.a Produktion von Flachglas	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00	208,00
2.A.7.a Produktion von Wirtschaftsglas	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
2.A.7.a Produktion von Spezialglas (Mix)	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00	113,00
2.A.7.a Produktion von Glasfasern (Mix)	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00
2.A.7.a Produktion von Steinwolle (Mix)	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00	299,00
2.A.7.a Produktion von Glas (Mix undifferenziert NBL)	NO							
2.A.7.a Produktion von Glas (D-Mix inkl. Scherbeneinsatz)	101,59	100,88	95,36	95,07	94,22	98,92	98,81	98,66
2.A.7.b Produktion von Mauerziegeln	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10	29,10
2.A.7.b Produktion von Dachziegeln	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60	28,60
2.B.1 Produktion von Ammoniak	2.372,80	2.310,70	2.364,20	2.382,90	2.492,10	2.377,50	2.353,90	2.441,70
2.B.4 Produktion von Calciumcarbid	C	C	C	C	C	C	C	C
2.B.5 Katalysatorabbrand	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42
2.B.5 Produktion von Ruß	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196	0,00196
2.B.5 Produktion von Methanol	C	C	C	C	C	C	C	C
2.C.1 Produktion von Elektrostahl	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374	7,374
2.C.1 Produktion von Oxygenstahl, Kalksteineinsatz	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00	440,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	111,00	111,00	111,00
2.C.2 Produktion von Ferrolegierungen (NBL)	NO							
2.C.3 Produktion von Hüttenaluminium	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00	1367,00

C Vertrauliche Daten

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

### 18.7.4 Vergleich der brennstoffbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren mit den Emissionshandelsdaten

Die folgende Tabelle zeigt einen Vergleich der im Inventar verwendeten Emissionsfaktoren und unteren Heizwerte mit denen des Emissionshandels<sup>136</sup>. Dabei wurden für die jeweiligen Brennstoffe Mittelwerte für die Jahre 2005 – 2012 gebildet und gegenübergestellt. Die meisten Faktoren liegen sehr dicht beieinander. Tendenziell liegen die im Inventar verwendeten Werte etwas höher, so dass die Anforderung an eine konservative Berechnung erfüllt ist.

Tabelle 378: Vergleich der brennstoffbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren mit den Emissionshandelsdaten

Brennstoff	unterer Heizwert (kJ/kg)/ (kJ/m <sup>3</sup> )*		CO <sub>2</sub> Emissionsfaktor (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	
	Inventar	ETS	Inventar	ETS
Steinkohle	26.687	25.813	94.163	93.911
Steinkohlenkoks	28.898	29.421	105.000	104.666
Rohbraunkohle Helmstedt	10.781	10.648	99.000	97.744
Rohbraunkohle Lausitz	8.599	8.999	113.000	106.784
Rohbraunkohle Mitteldeutschland	10.552	10.482	104.000	104.508
Rohbraunkohle Rheinland	8.731	8.788	114.000	113.648
Hartbraunkohle	15.705	17.608	97.000	95.980
Braunkohlenbriketts	19.663	20.077	99.725	98.878
Braunkohlenkoks	29.951	28.207	108.000	108.121
Braunkohlenstaub- und Wirbelschichtkohle	21.490	21.177	98.000	97.903
Erdgas*	k.A.	k.A.	56.000	55.871
Grubengas*	17.711	17.649	55.000	55.064
Flüssiggas	45.966	57.973	65.000	53.340
Heizöl, leicht	42.815	41.935	74.000	73.976
Heizöl, schwer	40.370	40.138	78.000	79.166
Ottokraftstoff	43.583	43.163	72.000	71.439
Petrolkoks	31.458	30.852	101.000	84.347
Andere Mineralölprodukte	39.478	38.887	80.000	80.089
Raffineriegas	44.261	k.A.	60.000	51.213
sonstige Gase*	11.072	42.634	60.000	55.676
Kokereigas*	16.132	17.191	40.000	40.816
Gicht- und Konvertergas öffentl. Kraftwerke*	3.722	3.580	257.710	258.427
Gicht- und Konvertergas Stahlindustrie*	4.297	k.A.	257.710	k.A.

\* Angaben der unteren Heizwerte für bestimmte Gase in kJ/m<sup>3</sup>

Steinkohlen- und Steinkohlenkoks liegen bezüglich der Emissionsfaktoren sehr dicht beieinander. Die Heizwerte unterscheiden sich dagegen mehr. Bei den Rohbraunkohlen stimmen die Heizwerte sehr gut überein, während der Emissionsfaktor für mitteldeutsche Rohbraunkohle im Emissionshandel deutlich unter dem im Inventar verwendeten Wert liegt. Weitere Untersuchungen sind nötig, um zu klären weshalb einige Kohlesorten deutlich höhere Schwankungen aufweisen als andere. Die Stoffwerte für Braunkohlenkoks und

<sup>136</sup> Dabei handelt es sich um Auswertungen einer umfassenden Datenbasis, dessen Ergebnis eine Liste aggregierter Werte ist, deren Stoffbezeichnungen mit Inventarbegriffen vergleichbar sind.

Braunkohlenbriketts passen gut zusammen. Wobei der im ETS verwendete durchschnittliche Emissionsfaktor etwas niedriger ist. Da ein großer Anteil der Braunkohlenbriketts in Kleinfeuerungsanlagen eingesetzt wird, die nicht emissionshandelspflichtig sind, muss noch einmal untersucht werden wie repräsentativ die Werte sind. Für die Hartbraunkohlen ergeben sich ebenfalls kleinere Unterschiede bezüglich der Stoffwerte. Hier besteht die Notwendigkeit die Zuordnung der Kohlearten zu überprüfen. Die Stoffwerte für Braunkohlenstaub- und Wirbelschichtkohle stimmen gut überein. Allerdings wird im Emissionshandel häufig der Begriff Staub- und Trockenkohle verwendet, der sich nicht auf die entsprechende Kohleart bezieht. Insofern muss noch einmal überprüft werden, ob darin noch kleinere Mengen an Steinkohle enthalten sind. In der Energiestatistik ist diese Unterscheidung eindeutig, da in der entsprechenden Rubrik ausschließlich Braunkohlen enthalten sind.

Die Emissionsfaktoren für Grubengas und Erdgas stimmen sehr gut überein. Ein Heizwertvergleich für Erdgas ist nicht möglich, da in der Nationalen Statistik keine Heizwerte angegeben werden, sondern stattdessen mit einem Normwert von 35.182 KJ/m<sup>3</sup> gerechnet wird.

Der Vergleich für die Mineralöle fällt unterschiedlich aus. Während die Stoffwerte für leichtes Heizöl, Ottokraftstoff und Andere Mineralölprodukte gut zusammenpassen, ergibt sich bei schwerem Heizöl eine leichte Abweichung beim Emissionsfaktor. Beim Flüssiggas weichen sowohl Heizwert als auch Emissionsfaktoren deutlich voneinander ab. Es ist davon auszugehen, dass hier unterschiedliche Stoffgemische betrachtet werden. In diesem Fall müsste die zu Grunde liegende Zuordnung überprüft werden. Insgesamt ist die Heizwertberechnung im Emissionshandel schwierig, da die Brennstoffmengen teilweise in kg und teilweise in m<sup>3</sup> angegeben werden. In der Energiestatistik als auch in der Mineralölstatistik wird Flüssiggas ausschließlich in kg angegeben. Für Raffineriegas ist die Situation ähnlich. In diesem Fall konnte aus den Emissionshandelsdaten kein plausibler Heizwert ermittelt werden. Beim Petrolkoks stimmen die Heizwerte gut überein, der im Emissionshandel verwendete Emissionsfaktor ist allerdings deutlich niedriger. Es muss weiter geprüft werden, um welche Art Petrolkoks es sich handelt, ob der gesondert zu betrachtende Katalysatorabbrand darin enthalten ist. Weiterhin gibt es einen großen Unterschied beim Heizwert für die „sonstigen Gase“, die im Wesentlichen in Raffinerien und in der chemischen Industrie anfallen. Offensichtlich ist in den Emissionshandelsdaten auch Raffineriegas enthalten. Zur Ermittlung eines eigenständigen Emissionsfaktors für die „sonstigen Gase“ sind weitere Analysen notwendig.

Das Kokereigas weicht sowohl beim Heizwert als auch beim Emissionsfaktor ab. Beim Gicht- und Konvertergas, das in der Energiestatistik nur zusammengefasst ausgewiesen wird, ergeben sich, vor allem beim Heizwert, größere Unterschiede. Das in öffentlichen Kraftwerken eingesetzte Gasgemisch weist vergleichbare Heizwerte auf. Die größere, in der Stahlindustrie verwendete Gicht- und Konvertergasmenge, weist einen deutlich höheren Heizwert auf. Da viele Betreiber im Emissionshandel als integrierte Stahlwerke berichten, stehen die Daten des intern verwerteten Gicht- und Konvertergases für einen Vergleich mit dem Inventar nicht zur Verfügung. Da Gicht- und Konvertergas stets als Gemisch mit anderen Gasen, wie Kokereigas und Erdgas verbrannt wird, um den Heizwert anzuheben, ist der statistischen Wert eher als ein Gasgemisch zu interpretieren. Da die intern verwertete Gicht- und Konvertergasmenge ohnehin berechnet wird, macht es in diesem Fall Sinn, den Emissionsfaktor über den Kohlenstoffeintrag zu berechnen.

Generell ist anzumerken, dass vor einer weiter gehenden Verwendung von Emissionsfaktoren aus dem Emissionshandel zusätzliche Prüfungen notwendig sind, die vor allem die eindeutige Identifizierung der Brennstoffe sowie die Sicherstellung der Zeitreihenkonsistenz zu Daten vor 2005 betreffen.

## 18.8 Analyse der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der nichtenergetischen Verwendung von Energieträgern

In Deutschland werden Kohle, Öl und Gas weit überwiegend zu energetischen Zwecken genutzt. Ein Anteil der Kohlen, der Mineralöle und der Gase wird jedoch auch als Rohstoff (Feedstock) für Herstellungsprozesse verwendet – dies wird als der Nicht-Energetische Verbrauch (NEV) bilanziert.

In der deutschen Energiebilanz wird er in Zeile 43 separat ausgewiesen. Die chemische Industrie ist der dominierende Verbraucher von fossilen Energieträgern zu nicht-energetischen Zwecken. Sie werden in Deutschland in der Chemie zur Herstellung von Grundchemikalien wie Ammoniak, Ethylen und Propylen eingesetzt, aus welchen in weiteren Produktionsschritten letztendlich so wichtige Produkte wie Düngemittel und Kunststoffe hergestellt werden. Weitere Anwendungen liegen in der Herstellung von Graphitelektroden, als Asphalt im Straßenbau sowie generell als Wachse und Schmiermittel.

In Tabelle 379 (s.u.) wurde ein Vergleich zwischen den in der Zeile 43 aufgelisteten Verbräuchen und den berichteten Emissionen von CO<sub>2</sub> und NMVOC aus dem Einsatz von fossilen Energieträgern in Nicht Energetischen Verwendungen durchgeführt. Die Zuordnung der Emissionen aus den stofflichen Anwendungen zu den einzelnen Energieträgern erfolgte entsprechend der Tabelle 1.3 aus Volume 3 der IPCC-GL 2006 bzw. nach den Angaben der Produzenten und Experten. Teilweise mussten eigene Abschätzungen durchgeführt werden, wie sich der Einsatz auf die einzelnen Energieträger verteilt.

Der Vergleich verdeutlicht eine Diskrepanz zwischen den in Zeile 43 gemeldeten Kohlenstoffmengen und den Emissionen vor allem bei den Mineralölen. Die NMVOC- und CO<sub>2</sub>-Emissionen decken 2010 ca. 9 % des NEV ab, ca. 91 % werden nicht unmittelbar emittiert.

Für den Vergleich zwischen dem mit den Energieträgern eingesetzten Kohlenstoff und den resultierenden Emissionen muss zusätzlich die Lebensdauer der Produkte berücksichtigt werden. Dies schließt die Herstellung, Anwendung und Entsorgung, aber auch den Export der Produkte ein. In der Quellgruppe CRF 1.A berichtet Deutschland u. a. die Emissionen aus der energetischen Nutzung der Abfallverbrennung. Viele Produkte werden nicht im Jahr der Herstellung entsorgt. In einigen Produkten ist der Kohlenstoff längerfristig gebunden. So ist der Kohlenstoff aus Bitumen im Asphalt über einen sehr langen Zeitraum gespeichert. Andere Produkte wie Kunststoffe werden als handelbares Gut ins Ausland exportiert. Auch Abfälle werden ins Ausland exportiert. Diese Produkte und der in ihnen enthaltene Kohlenstoff können in der hier betrachteten Kohlenstoffbilanz für Deutschland nicht berücksichtigt werden und führen zu einer deutlichen Differenz zwischen stofflich eingesetztem und emittiertem Kohlenstoff in Deutschland. Die eingesetzten Kohlenstoffe im Nicht Energetischen Verbrauch sind deutlich höher als die berichteten CO<sub>2</sub> und NMVOC Emissionen aus der stofflichen Nutzung fossiler Energieträger.

Um abzuschätzen, ob die in der Energiebilanz als nichtenergetischer Verbrauch ausgewiesenen Mengen sich trotzdem in der stofflichen Verwendung nachweisen lassen,

wurden die in den Produkten gespeicherten Kohlenstoffmengen der fossilen Energieträger bilanziert. In der chemischen Industrie werden fossile Energieträger in Crackern, im Reforming und der Synthesegasherstellung eingesetzt. Die wichtigsten Folgeprodukte dieser Prozesse sind für Cracker und Reforming Ethylen, Propylen, 1,3-Butadien, Benzol, Toluol und Xylol und für Synthesegas Ammoniak und Methanol. In Raffinerien werden Bitumen, Schmierstoffe und Paraffine, Wachse und Vaseline gewonnen. Bitumen wird u.a. für Straßenbeläge oder Bitumendachbahnen verwendet. Schmierstoffe werden u.a. im Straßenverkehr und in Maschinen eingesetzt. Für den Vergleich mit der Energiebilanzzeile 43 wurden die Produktionsmengen der aufgezählten Produkte aus den gemeldeten Daten des Statistischen Bundesamtes übernommen und stöchiometrisch proportional in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.

Für Methanol, Ethylen, Propylen, 1,3-Butadien, Benzol, Toluol und Xylol wurde der Kohlenstoffgehalt stöchiometrisch über die Molare Masse des Produkts und die Molare Masse von CO<sub>2</sub> in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Anschließend wurden die CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen auf die drei Feedstocks, die in Deutschland eingesetzt werden (Naphta, Flüssiggas und andere Mineralölprodukte) aufgesplittet. Die Verteilung der Emissionen und des Kohlenstoffgehaltes der Produkte auf die einzelnen Brennstoffe stellt eine mögliche Gruppierung dar. Die Umrechnung in CO<sub>2</sub>-Äquivalente wird exemplarisch anhand von Ethylen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) erklärt:

$$\begin{aligned} M(\text{CO}_2) &= 44 \text{ g/mol} \\ M(\text{C}_2\text{H}_4) &= 28 \\ \text{CO}_2\text{-Äquivalente} &= \text{AR} * 2 * 44 / 28. \end{aligned}$$

Für Industrierauß wurde für das Produkt vereinfacht angenommen, dass es aus reinem Kohlenstoff besteht. Dieser wurde ebenfalls über das stöchiometrische Verhältnis von C zu CO<sub>2</sub> in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.

Die Produktionsmengen von Schmierstoffen, Wachsen, Paraffinen, Vaseline u.a. wurden über die folgenden Werte der Monitoring-Leitlinien des Emissionshandels (Tabelle 4, S. 33) umgerechnet.

	EF t CO <sub>2</sub> /TJ	Unterer Heizwert TJ/Gg
Bitumen	80,6	40,2
Paraffinwachs	73,3	40,2
Schmieröl	73,3	40,2

Die Summe des Kohlenstoffs aus den Emissionen und der Speicherung in den Produkten entspricht für das Jahr 2010 der Submission 2013 94 % des nichtenergetischen Verbrauchs wie er in Zeile 43 der Energiebilanz gemeldet ist. Der Anteil der chemischen Industrie liegt bei ca. 78 % und der Anteil der Produkte aus Raffinerien bei ca. 21 %.

Tabelle 379: Verifikation der Vollständigkeit des berichteten CO<sub>2</sub> aus der nichtenergetischen Verwendung von fossilen Energieträgern

Jahr	2010	Einheit	Kohle	Steinkohle	Steinkohlenkoks	Andere Steinkohlenprodukte	Braunkohle	Andere Braunkohlenprodukte	Summe Festbrennstoffe	Mineralöl	Rohbenzin (Naphtha)	Dieselkraftstoff	Heizöl, leicht	Heizöl, schwer	Petrokoks	Flüssiggas	Raffineriegas	Andere Mineralölprodukte	Summe Flüssigbrennstoffe	Gas	Erdgas	Summe Gas	
A: Ausgewiesene NEU-Menge (Energiebilanzzeile 43)		TJ	1 703	2 521	4 411	300	15 826			469 333	8	39 337	157 909	7 341	60 537	19 302	145 059			110 434			
B: Kohlenstoffgehalt		kg C/GJ	26,8	29,2	26,8	27,6	27,6			20,0	20,2	20,2	21,1	26,6	17,2	15,7	20,0			15,3			
C: Summe des Einsatzes als Feedstock/Nicht-energetische Verwendung		Gg C	45,6	73,6	118,2	8,3	436,8	682,5		9.386,7	0,2	794,6	3.331,9	195,3	1.041,2	303,0	2.901,2	17.954,0		1.689,6	1.689,6		
<b>D: Summe des Einsatzes als Feedstock/Nicht-energetische Verwendung</b>		<b>Gg CO<sub>2</sub></b>	<b>167,3</b>	<b>269,9</b>	<b>433,5</b>	<b>30,4</b>	<b>1.601,6</b>	<b>2.502,7</b>		<b>34.417,8</b>	<b>0,6</b>	<b>2.913,6</b>	<b>12.216,9</b>	<b>716,0</b>	<b>3.817,9</b>	<b>1.111,2</b>	<b>10.637,7</b>	<b>65.831,5</b>	<b>6.195,3</b>	<b>6.195,3</b>			
<b>E: Impliziter oxidiert Kohlenstoffanteil</b>		<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>206%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>22%</b>		<b>96%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>56%</b>	<b>2%</b>	<b>88%</b>	<b>0%</b>	<b>185%</b>	<b>95%</b>		<b>84%</b>	<b>84%</b>		
	AR (Gg)	EM (Gg CO <sub>2</sub> )	<b>AR+EM (C in Gg CO<sub>2</sub>)</b>							<b>AR+EM (C in Gg CO<sub>2</sub>)</b>													
<b>F: Summe berichtetes fossiles IPPU CO<sub>2</sub></b>		<b>6.709</b>	<b>557</b>				<b>557</b>		<b>32.915</b>	<b>0</b>	<b>6.796</b>	<b>17</b>	<b>3.365</b>	<b>19.653</b>	<b>62.747</b>	<b>5.209</b>	<b>5.209</b>						
<b>2 Industrieprozesse</b>		<b>6.709</b>					<b>557</b>				<b>6.796</b>	<b>17</b>	<b>3.365</b>	<b>4.812</b>	<b>47.906</b>	<b>5.209</b>	<b>5.209</b>						
<b>2B: Chemische Industrie</b>		<b>6.152</b>					<b>0</b>		<b>32.915</b>	<b>0</b>	<b>6.796</b>	<b>17</b>	<b>3.365</b>	<b>4.812</b>	<b>47.906</b>	<b>5.209</b>	<b>5.209</b>						
2B1: Ammoniak-Produktion	3.128	4.076					<b>0</b>				<b>2.717</b>					<b>2.717</b>	<b>1.359</b>	<b>1.359</b>					
2B1: Ammoniak-Produktion: CO <sub>2</sub> zur weiteren Verwendung	3.361										<b>3.361</b>					<b>3.361</b>							
2B5: Karbid Produktion	C	17					<b>0</b>						<b>17</b>				<b>17</b>					<b>0</b>	
2B5: Sonstige																							
<i>Methanol CH<sub>3</sub>OH</i>	C	718									<b>718</b>					<b>718</b>							
<i>Ethylen C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></i>		5.063								<b>12.747</b>					<b>1.303</b>	<b>1.863</b>	<b>15.914</b>						
<i>Propylen C<sub>3</sub>H<sub>6</sub></i>		3.905								<b>9.830</b>					<b>1.005</b>	<b>1.437</b>	<b>12.272</b>						
<i>1,3-Butadien C<sub>4</sub>H<sub>6</sub></i>		1.151								<b>3.004</b>					<b>307</b>	<b>439</b>	<b>3.751</b>						
<i>Benzol C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></i>		1.874								<b>5.081</b>					<b>520</b>	<b>743</b>	<b>6.344</b>						
<i>Toluol C<sub>7</sub>H<sub>8</sub></i>		662								<b>1.776</b>					<b>182</b>	<b>260</b>	<b>2.218</b>						
<i>Xylol C<sub>8</sub>H<sub>10</sub></i>		179								<b>476</b>					<b>49</b>	<b>70</b>	<b>595</b>						
<i>Industrieruß</i>		684					<b>1.341</b>										<b>0</b>	<b>3.850</b>	<b>3.850</b>				

Jahr	2010	Einheit	Kohle Steinkohle Steinkohlenkoks Andere Steinkohlen- produkte	Braunkohle Andere Braunkohlen- produkte	Summe Festbrennstoffe	Mineralöl Rohbenzin (Naphtha) Dieselkraftstoff Heizöl, leicht Heizöl, schwer Petrokoks Flüssiggas Raffineriegas Andere Mineralölprodukte Summe Flüssigbrennstoffe	Gas Erdgas Summe Gas
	AR (Gg)	EM (Gg CO <sub>2</sub> )	AR+EM (C in Gg CO <sub>2</sub> )			AR+EM (C in Gg CO <sub>2</sub> )	
<b>2C: Metall Industrie</b>							
2C1: Eisen- und Stahlproduktion (1)	IE	IE	557	557	557	0	0
2C2: Produktion von Ferrolegierungen	55	6		6	6		0
2C3: Primäralsiniumproduktion	403	551		551	551		0
2C5: Sonstige					0		0
Blei-Produktion	NE	NE			0		0
Zink-Produktion	NE	NE			0		0
<b>3: Lösemittel und andere Produktverwendungen (2)</b>	IE	IE			0	IE	0
<b>Ausnahmen, die woanders berichtet werden</b>							
<b>1A Verbrennung von Brennstoffen</b>		0				14.841	14.841
1A1b: Mineralölraffinerien						3.456	3.456
Schmierstoffe	1173				0		0
Wachse, Paraffine, Vaseline, etc.	123					362	362
Bitumen	3.402					11.023	11.023
1A3 Schmierstoffe im Straßenverkehr (3)	IE	IE			0	IE	0

- (1) Da der Koks-Einsatz in der Eisen- und Stahlindustrie nicht in der Energiebilanz berücksichtigt wird, werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen hier nicht mit eingerechnet.
- (2) Da ca. über 90 % der Lösemittel aus Grundchemikalien aus Steamcrackern gewonnen werden, wird angenommen, dass der Kohlenstoff der im NMVOC emittiert aus den Produkten der Cracker stammt.
- (3) Der Einsatz von Schmierstoffen wird bereits über die produzierte Schmierstoffmenge erfasst.

## **19 ANHANG 3: WEITERE DETAILLIERTE METHODISCHE BESCHREIBUNGEN FÜR EINZELNE QUELL- UND SENKENKATEGORIEN, INKLUSIVE KP-LULUCF-AKTIVITÄTEN**

### **19.1 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Energie (1)**

#### **19.1.1 Überarbeitung der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer für das Jahr 1990 und der Folgejahre (1.A.1 und 1.A.2)**

Die Probleme der amtlichen Statistik der DDR im Jahr der Wiedervereinigung 1990 und die Schaffung einer einheitlichen gesamtdeutschen amtlichen Statistik wirkten sich spürbar auf die Qualität der bisher berichteten Zahlen zu den Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer des Jahres 1990 (und Folgejahre) aus. Daher wurden diese Zahlen durch das Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE gGmbH) überarbeitet. Im Forschungsvorhaben „Basisjahr und Aktualisierung“ (UBA, 2005c: FKZ 20541115) wurden im Arbeitspaket 1 „explizit die Aktivitätsraten für stationäre Feuerungsanlagen der neuen Bundesländer (NBL) als Grundlage für die Emissionsinventare und den Bericht zur Festlegung der zugewiesenen Mengen auf evtl. Lücken überprüft, ggf. vervollständigt bzw. korrigiert und dokumentiert.“ Zur näheren Beschreibung des Vorgehens bei der Überarbeitung der Aktivitätsraten stationärer Feuerungsanlagen verweisen wir auf den NIR 2010.

#### **19.1.2 Energiewirtschaft (1.A.1)**

##### **19.1.2.1 Methodische Aspekte der Ermittlung der Emissionsfaktoren (Kapitel 3.2.6.2)**

Dieser Teil des Anhangs erläutert die wesentlichen Schritte in den Forschungsvorhaben RENTZ et al (2002) und FICHTNER et al (2011) zur Bestimmung von Emissionsfaktoren; unter Ausschluss der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, deren Ermittlung dem Anhang 2 (Kapitel 18.7) zu entnehmen ist.

Die Ermittlung von Emissionsfaktoren erfordert eine detaillierte Analyse des Anlagenparks hinsichtlich der eingesetzten Technologien und des bauartspezifischen Emissionsverhaltens. Dabei werden drei übergeordnete Quellgruppen gebildet: Großfeuerungsanlagen, Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der TA Luft sowie Gasturbinen. Der Anlagenbestand wird hinsichtlich der emissionsbestimmenden Eigenschaften klassifiziert und die zugehörigen Emissionsfaktoren bestimmt. Diese so genannten technikspezifischen Faktoren können dann in adäquater Weise aggregiert werden. Diese Datenbasis bildet weiterhin die Grundlage für eine Abschätzung künftiger Emissionen (Veränderung der Anteile der Anlagentypen am Anlagenpark). Aus dieser Vorgehensweise ergeben sich folgende Arbeitsschritte:

1. Charakterisierung des technikspezifischen Emissionsverhaltens der Feuerungsanlagen.

In einem ersten Schritt werden die in Deutschland zum Einsatz kommenden Feuerungs- und Emissionsminderungstechniken kurz beschrieben und die emissionsbestimmenden Einflussfaktoren dargestellt. Ausgehend von dieser Charakterisierung werden für die verschiedenen Techniken, differenziert nach

Größenklasse und Brennstofftyp, Emissionsfaktoren abgeleitet. Die gewählte Klassifikation orientiert sich dabei auch an den immissionsschutzrechtlichen Vorgaben, was eine Gegenüberstellung der abgeleiteten Emissionsfaktoren mit derzeit oder künftig geltenden Grenzwerten ermöglicht.

## 2. Analyse der Quellgruppenstruktur

Die Emissionsberechnung erfordert Emissionsfaktoren, die den gleichen Bezug wie die zugehörigen Energieeinsatzdaten aufweisen. Letztere sind nach Quellgruppen gegliedert, die sich aus der nationalen Energiebilanz (vergleiche Kapitel 3.2) ableiten und sich nicht an den eingesetzten Feuerungstechniken orientieren. Als Quellgruppen bezeichnet und analysiert werden im Rahmen des Vorhabens: Öffentliche Energieversorgung (CRF 1.A.1a), Industriekraftwerke (CRF 1.A.1c bei Kraftwerken des Bergbaus, sonst CRF 1.A.2), Fernheizwerke (CRF 1.A.1a), Raffineriekraftwerke (CRF 1.A.1b), Industriefeuerungen (CRF 1.A.1c und 1.A.2) sowie Kleinverbraucher (CRF 1.A.4 und 1.A.5).

Bei der Analyse sind die Anteile der verschiedenen Techniken am Energieeinsatz zu ermitteln. Wesentliche Datenquellen hierfür sind die Kraftwerksdatenbank des DFIU (heute KIT), einschlägige Statistiken, Verbandsmitteilungen (VGB, VDEW, VIK), Betreiberangaben und Fachveröffentlichungen. Weiterhin wurden die von einigen Landesbehörden zur Verfügung gestellten Auszüge aus den Emissionserklärungen der Jahre 1996 und 2004 diesbezüglich ausgewertet.

## 3. Aggregation der Emissionsfaktoren

Auf der Grundlage der Anteile der einzelnen Techniken, die getrennt nach alten und neuen Bundesländern ermittelt wurden, werden die technikspezifischen Emissionsfaktoren zu quellgruppenspezifischen Faktoren aggregiert. Abschließend werden Faktoren für Deutschland insgesamt gebildet. Die quellgruppenspezifischen Faktoren untergliedern sich weiterhin nach Großfeuerungen, TA Luft Feuerungen und Gasturbinen sowie nach dem eingesetzten Brennstoff. Die aggregierten Emissionsfaktoren werden zunächst für das Bezugsjahr 1995 (RENTZ et al, 2002) bzw. für das Bezugsjahr 2004 (FICHTNER et al, 2011) gebildet.

## 4. ProJEKTIONEN fÜR DIE JAHRE 2000 UND 2010 (RENTZ ET AL, 2002) UND fÜR DIE JAHRE 2010 UND 2020 (FICHTNER ET AL, 2011)

Zur Beschreibung der fortschreitenden technischen Entwicklung werden wiederum technikspezifische Emissionsfaktoren bestimmt. Diese leiten sich aus der Charakterisierung fortschrittlicher Technologien ab. Eine Zunahme emissionsärmer Techniken an der Gesamtaktivität kann so über eine entsprechende Veränderung der Technologieanteile abgebildet werden. Als Rahmenbedingung für die Fortschreibung werden die jeweils geltenden immissionsschutzrechtlichen Regelungen herangezogen. Für das Bezugsjahr 2010 wird davon ausgegangen, dass die Anforderungen der novellierten TA Luft aus dem Jahre 2002 und der EU-Großfeuerungsanlagenrichtlinie aus dem Jahre 2001 umgesetzt sind; für das Bezugsjahr 2020 gehen wir davon aus, dass die Anforderungen der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates über Industrieemissionen umgesetzt sind.

Mit Hilfe der hier angewandten Methodik, ausgehend von der Emissionscharakteristik der eingesetzten Feuerungstechnik schrittweise zu aggregierten Faktoren auf unterschiedlicher regionaler und quellgruppenspezifischer Ebene zu gelangen, können die benötigten Faktoren in transparenter Weise gebildet werden.

Die gewählte Methodik zur Ableitung der Emissionsfaktoren für ein gegebenes Bezugsjahr ist in der nachfolgenden Abbildung 82 dargestellt.

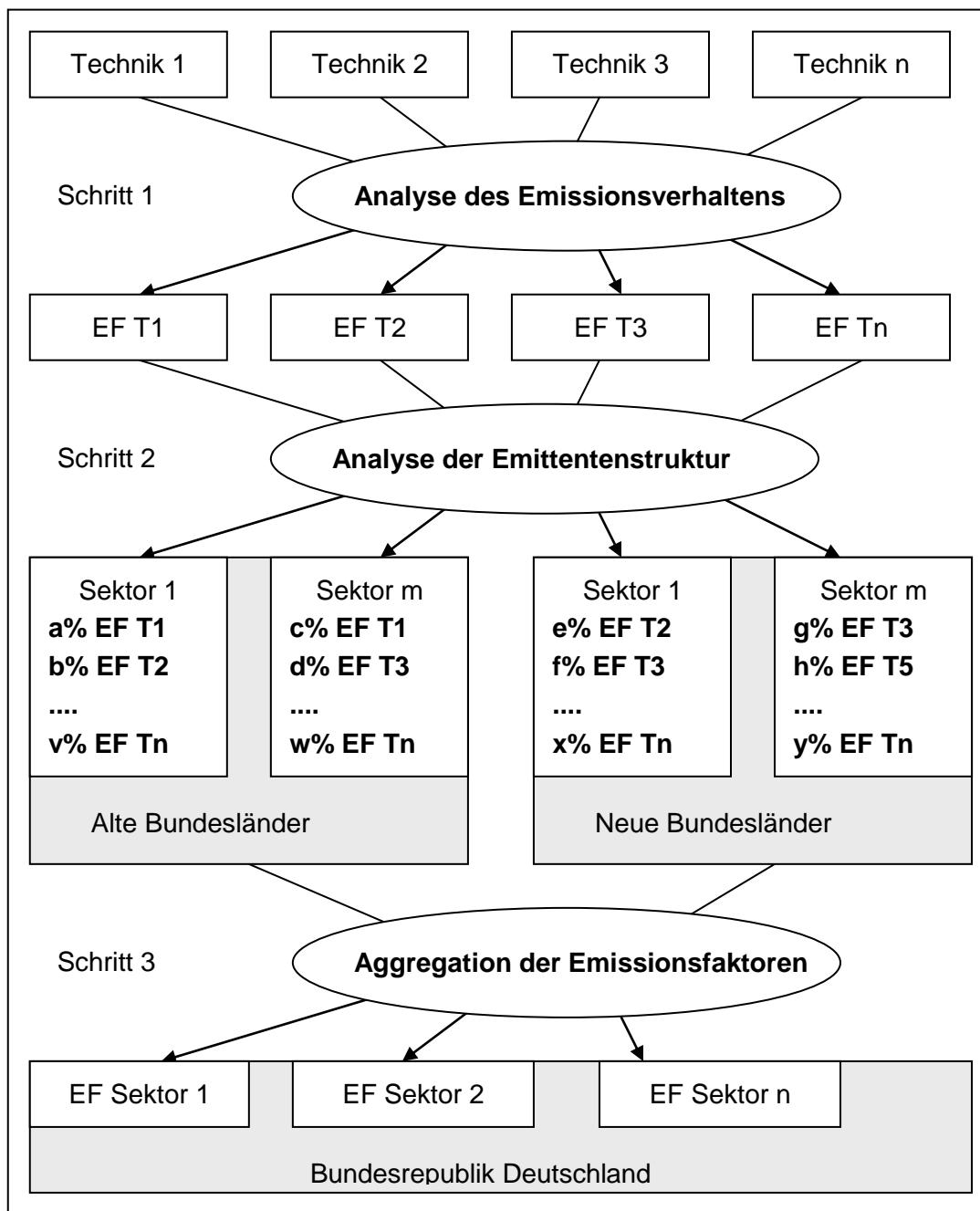


Abbildung 82: Methodik der Emissionsfaktorenberechnung

Die Herkunft und Qualität der Daten wird in den Vorhabensberichten (RENTZ et al, 2002) und (FICHTNER et al, 2011) eingehend beschrieben. Ein großer Teil der Daten entstammt den Emissionserklärungen der Bundesländer Baden-Württemberg, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen für das Jahr 1996 und den Emissionserklärungen von allen Bundesländern (außer Berlin) für das Jahr 2004. Die darin angegebenen jährlichen Frachten beruhen dabei je nach Schadstoff entweder auf Messergebnissen einer kontinuierlichen Überwachung, auf Einzelmessungen oder auf einer Rechnung auf der Basis physikalischer Gesetzmäßigkeiten, Massenbilanzen oder Emissionsfaktoren. Am Beispiel der

Emissionserklärungen des Landes Baden-Württemberg wird exemplarisch analysiert, für welche Feuerungsarten und Substanzen welche Ermittlungsart überwiegt. Dies erlaubt im Anschluss eine Einordnung der Qualität der Datengrundlage für die abgeleiteten technikspezifischen Emissionsfaktoren. Gleichzeitig verdeutlicht die Darstellung die Vorgehensweise bei der Datenauswertung. Soweit eine ausreichende Anzahl von Daten einer Quellengruppe zur Verfügung steht, wird der Wertebereich über den Median sowie das Perzentil bei 25 % und 75 % charakterisiert<sup>137</sup>. 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 380 fasst die berücksichtigten Anlagenarten nochmals nach 4. BImSchV-Nummer und Erklärungsart zusammen.

Tabelle 380: Anlagentypen nach Anhang der 4.BImSchV

<b>Kennung</b>	<b>Großfeuerungsanlagen</b>	<b>Erklärungsart</b>
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
<b>Kennung</b>	<b>TA Luft Anlagen</b>	<b>Erklärungsart</b>
1 02A 2	Feuerungsanlagen 1 - < 50 MW feste und flüssige Brennstoffe (außer Heizöl EL)	V
1 02B 2	Feuerungsanlagen 5 - < 50 MW Heizöl EL	K
1 02C 2	Feuerungsanlagen 10 - < 50 MW für Erdgas	K
1 03 1	Feuerungsanlagen 10 - < 50 MW außer Erdgas	V
		V
<b>Kennung</b>	<b>Gasturbinenanlagen</b>	<b>Erklärungsart</b>
1 05 1	Gasturbinen ≥ 50 MW für Erdgas	K
	Gasturbinen ≥ 50 MW außer Erdgas	V
1 05 2	Gasturbinen < 50 MW für Erdgas	K
	< 50 MW außer Erdgas	V

137 Für den gesamten Wertebereich einer Variablen X lässt sich mit Hilfe der Summenhäufigkeitsverteilung abschätzen, welcher Anteil aller Untersuchungseinheiten maximal einen Wert x aufweist. Diesen Wert bezeichnet man als *Quantil* (engl.: quantile) bzw. bei Verwendung von prozentualen Anteilen als *Perzentil* (engl.: percentile). Das bekannteste Perzentil, das die untere Hälfte aller Werte von der oberen trennt, ist das 50% Perzentil, der sogenannte *Median*. Das 25 und 75% Perzentil schneiden das untere und das obere Viertel der Verteilung ab. Man bezeichnet sie daher auch als untere und obere *Quartile* bzw. als erstes und drittes Quartil (der Median ist quasi das zweite Quartil).

Bei den Analysen werden die Emissionsdaten nach Feuerungstechnik differenziert. Hierfür gibt Tabelle 381 einen Überblick über die Technologieeinteilung nach der Art/Typ Klassifikation. Dabei umfassen die Kategorien 110 bis 118 im Wesentlichen feste Brennstoffe, 120 bis 125 flüssige Brennstoffe und 130 bis 132 gasförmige Brennstoffe.

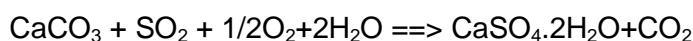
Tabelle 381: Klassifikation der Quellen nach Feuerungstyp

Technologie	
Art/Typ	Typ Bedeutung
110	Feuerungen für feste Brennstoffe / Abfälle
111	Füllschachtfeuerungen
112	Feuerung mit Wurfbeschickung
113	Feuerung mit pneumatischer Beschickung
114	Unterschubfeuerung
115	Feuerung mit mechanisch bewegtem Rost
116	Staubfeuerung mit trockenem Ascheabzug
117	Staubfeuerung mit flüssigem Ascheabzug
118	Wirbelschichtfeuerung
120	Feuerungen für flüssige Brennstoffe / Abfälle
121	Mit Verdampferbrenner
122	Mit Druckzerstäubungsbrenner
123	Mit Dampfzerstäubungsbrenner
124	Mit Drehzerstäubungsbrenner
125	Mit Luftzerstäubungsbrenner
130	Feuerungen für gasförmige Brennstoffe / Abfälle
131	Mit atmosphärischem Gasbrenner
132	Mit Gasgebläsebrenner
141	Mehrstofffeuerungen
142	Mischfeuerungen
815	Gasturbinen

### 19.1.2.2 CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Emissionen aus der Abgasentschwefelung (REA) ermittelt (siehe 0). 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<sub>3</sub> erfolgt nach mehreren Teilreaktionen. Zur stöchiometrischen Berechnung des Kalksteineinsatzes im Kalkstein-Waschverfahren wird die relevante chemische Brutto-Reaktionsgleichung für das Verfahren zugrunde gelegt (STRAUSS 1998):



Daraus kann das molare Gewichts-Verhältnis von Kalkstein zu Gips abgeleitet werden. Daraus folgt, dass pro angefallener Tonne Gips 581,39 Kilogramm Kalkstein eingesetzt werden. Aus den Angaben zum Gipsaufkommen lässt sich der theoretisch maximale Kalksteineinsatz für REA in Stein- und Braunkohlekraftwerken ableiten. Aus dem

Gipsaufkommen ist jedoch nicht ersichtlich, ob Kalkstein oder Kalk eingesetzt wird. Um hierzu eine Aussage treffen zu können wurden Angaben des Bundesverbandes Kalk zur Absatzstatistik für ungebrannten und gebrannten Kalk für den Absatzbereich der Luftreinhaltung herangezogen. Über das Massenverhältnis zwischen CaCO<sub>3</sub> und CO<sub>2</sub> lassen sich dann gemäß obiger Reaktionsgleichung die prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen bestimmen. Die Ergebnisse der Rechnung sind in folgender Tabelle wiedergegeben. Sie berücksichtigen die Zahlen zum Gipsaufkommen in allen Jahren zwischen 1990 und 2008; für die Jahre 2009 bis 2012 haben wir als vorläufigen Eingangswert für die Berechnung das Gipsaufkommen von 2008 fortgeschrieben.

Tabelle 382: CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung in Öffentlichen Kraftwerken

Jahr CRF 1.A.1	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	Angaben in Gg									
CO <sub>2</sub> aus REA der öffentlichen Kraftwerke	618	652	629	662	616	683	867	878	1.005	966
Jahr CRF 1.A.1	2001	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CO <sub>2</sub> aus REA der öffentlichen Kraftwerke	1.135	1.069	1.094	1.156	1.162	1.142	1.076	1.017	985	995
Jahr CRF 1.A.1	2010	2011	2012		Angaben in Gg					
CO <sub>2</sub> aus REA der öffentlichen Kraftwerke	1.003	1043	1.034		Angaben in Gg					

Quelle: Berechnung auf der Grundlage des Projektes Kalksteinbilanz (UBA 2006, FKZ 20541217/02), aktualisiert im Jahre 2008 (siehe NIR 2009)

Diese CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden im Inventar den Emissionen aus dem Einsatz fester Brennstoffe zugeordnet, weil hier die Ursache für die REA und die CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen. Nach einer Expertenschätzung des Forschungsnehmers liegt die Unsicherheit des Kalksteineinsatzes und damit auch die Unsicherheit der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei +/- 10 %.

### 19.1.3 Verkehr (1.A.3)

#### 19.1.3.1 Verkehr - Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)

##### 19.1.3.1.1 Ableitung der weiteren Emissionsfaktoren (1.A.3.a)

###### Kerosin

Die Emission von Schwefeldioxid ist direkt abhängig vom Schwefelgehalt des Kerosins, der regionalen und zeitlichen Schwankungen unterliegt. Der von Eurocontrol verwendete Emissionsfaktor für Schwefeldioxid liegt mit 0,84 kg SO<sub>2</sub>/t Kerosin zwischen den Werten, die bislang im deutschen Inventar für die Jahre 1990 bis 1994 verwendet werden (1,08 bis 1,03 kg SO<sub>2</sub>/t Kerosin) und dem Wert für die Folgejahre (0,4 kg SO<sub>2</sub>/t Kerosin). Die Angaben des IPCC 2006b, die sich mit 1 kg SO<sub>2</sub>/t Kerosin in ähnlicher Größenordnung befinden wie die alten Inventar-Werte, beruhen auf einem Schwefelgehalt von 0,05 Gew.%. Nach Angaben des Fachausschusses für Mineralöl- und Brennstoff-Normung<sup>138</sup> (FAM) liegt der

<sup>138</sup>

Persönliche Email-Kommunikation mit Dr. Feuerhelm, FAM Hamburg, 9.Juni 2009

typische Wert für den Gesamtschwefelgehalt von Kerosin in Deutschland derzeit bei etwa 0,01 Gew.%, also einem Fünftel des Ansatzes des IPCC. Im Inventarbericht 2009 wird ein Schwefelgehalt von 0,021 Gew.% für Kerosin angesetzt, basierend auf Messungen aus dem Jahre 1998 (DÖPELHEUER 2002). Da ein durch verbesserte Verfahren und gesunkene Grenzwerte mit der Zeit abnehmender Emissionsfaktor plausibel erscheint, wird hier eine lineare Abnahme zwischen den Stützjahren 1990 (1,08 g SO<sub>2</sub>/kg Kerosin), 1998 (0,4 g) und 2009 (0,2 g) vorgesehen. Dabei wird von einer vollständigen Umsetzung des Schwefels in Schwefeldioxid ausgegangen. - Wegen der direkten Abhängigkeit des Emissionsfaktors allein vom Schwefelgehalt des Kerosins wird dieser Emissionsfaktor für beide Flugphasen verwendet.

NO<sub>x</sub> und CO-Emissionen werden mit Hilfe von Emissionsfaktoren berechnet, die auf -AV-Berechnungen beruhen. Diesen unterliegen Flugzeugtyp- und Betriebszustands-spezifische Emissionsfaktoren, die zu einem Großteil der EMEP-/EEA-Datenbank entstammen. Wenn einzelne Flugzeugtypen nicht direkt und auch nicht unter Verwendung von Flugzeugtypen mit ähnlichen technischen Daten zugeordnet werden konnten, musste, wie auch im Vorjahr, stellenweise mit angepassten Emissionsfaktoren gearbeitet werden. Dazu wurden Regressionsberechnungen durchgeführt, bei denen Emissionsfaktoren über Emissionsfunktionen ermittelt wurden, die den Emissionsfaktor je Triebwerkstyp in Abhängigkeit des Startgewichts berechnen. Als Basis dieser Funktionen dienen die Emissionsfaktoren der vorhandenen Typen (siehe dazu IFEU und ÖKO-INSTITUT 2010).

Die NMVOC-Emissionsfaktoren ergeben sich jeweils aus der Differenz der EF für Kohlenwasserstoffe und Methan.

## Flugbenzin

In den *IPCC Guidelines* (2006a, Seite 3-64) werden die Stickstoffoxid-Emissionsfaktoren explizit mit den für die Verwendung von Kerosin angegebenen Werten gleichgesetzt. Diese Annahme wird hier übernommen – und mithin die Emissionsfaktoren für den Einsatz von Kerosin im nationalen Flugverkehr während des Reiseflugs (Cruise-Phase im Jahr 2010).

Hinsichtlich der Treibstoff-Eigenschaften gibt es keine grundlegenden Unterschiede zwischen Flugbenzin und PKW-Benzin<sup>139</sup>. Damit lassen sich die spezifischen SO<sub>2</sub>-Emissionen aus PKW-Treibstoff auf Flugbenzin übertragen. - Nach Angaben des Fachausschusses für Mineralöl- und Brennstoff-Normung (FAM) beträgt der Grenzwert des Gesamt-Schwefelgehalts für Tankstellen-Kraftstoff 10 mg/kg, also 0,001 Gew.% oder ein Zehntel des für Kerosin angegebenen Wertes. Infolge dessen wird hier aktuell der um 90 % verminderte Emissionsfaktor für SO<sub>2</sub> aus Kerosin für das Jahr 2008 verwendet.

Für NMVOC-Emissionsfaktoren werden Werte in den *Revised IPCC Guidelines 1996* (Seiten I 42 und 40) angegeben, die hier verwendet werden.

Die weiteren Emissionsfaktoren sind nicht als spezielle Werte für durchschnittliche Kleinflugzeuge verfügbar. Deshalb werden sie den Kerosin-Emissionsfaktoren (national, Cruise) gleichgesetzt.

<sup>139</sup>

Email- Kommunikation mit Herrn Winkler vom Mineralölwirtschaftsverband, 8.Juni 2009

Tabelle 383: Emissionsfaktoren 2012 für Flugbenzin

Schadstoff	EF in [g/kg]	Bemerkung zur Quelle oder Berechnung
CO <sub>2</sub>	3.048,00	aus IPCC Guidelines 2006 Table 3.6.4
CH <sub>4</sub>	0,36	entspricht EF Kerosin, LTO/national
N <sub>2</sub> O	0,10	entspricht EF Kerosin, Cruise/national
SO <sub>2</sub>	0,02	entspricht 1/10 des EF Kerosin, Cruise/national/2008
NO <sub>x</sub>	11,39	entspricht EF Kerosin, Cruise/national (berechnet in TREMOD-AV)
NMVOC	8,09	aus Revised IPCC Guidelines 1996, S. I.42
CO	669,85	berechnet in TREMOD-AV
TSP	3.048,00	berechnet aus Bleigehalt von AvGas 100 LL
Pb	0,36	berechnet aus dem max. Bleigehalt AvGas 100 L

Quelle: Öko-Institut (2013)

Tabelle 384: Übersicht der Emissionsfaktoren für Kerosin

[g/kg]	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
<b>1.A.3.a - übergreifend</b>																								
CO <sub>2</sub>																								3,150
SO <sub>2</sub>	1,08	1,00	0,91	0,83	0,74	0,66	0,57	0,49	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20	
<b>National, LTO</b>																								
CH <sub>4</sub>																								0,35
N <sub>2</sub> O																								0,12
NO <sub>x</sub>	11,13	11,44	11,46	11,17	11,39	11,41	11,35	11,24	11,19	11,07	11,13	11,10	10,96	10,76	10,64	10,39	10,25	10,25	10,45	10,53	10,47	10,62	10,74	
NMVOC	2,68	1,98	1,60	1,20	1,24	1,35	1,46	1,46	1,54	1,56	1,59	1,63	1,55	1,40	1,52	1,52	1,61	1,68	1,77	1,80	1,83	1,90	2,00	
CO	15,69	14,86	14,46	14,07	14,83	14,89	14,83	14,71	15,40	15,33	15,28	15,40	15,45	15,32	15,48	15,65	15,85	16,01	15,91	16,00	16,00	16,14	16,31	
<b>National, Cruise</b>																								
CH <sub>4</sub>																								0,00
N <sub>2</sub> O																								0,10
NO <sub>x</sub>	12,58	13,43	13,50	12,86	13,25	13,33	13,40	13,35	13,20	12,99	13,14	13,12	13,06	12,72	12,67	12,45	12,45	12,52	12,75	12,97	12,88	13,11	13,34	
NMVOC	0,61	0,49	0,45	0,41	0,37	0,42	0,44	0,45	0,39	0,42	0,43	0,44	0,42	0,40	0,41	0,40	0,42	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,47	
CO	2,86	2,98	3,06	3,23	2,96	3,06	2,97	2,96	2,86	2,96	2,90	2,82	2,81	2,85	2,78	2,62	2,52	2,41	2,37	2,32	2,32	2,28	2,24	
<b>International, LTO</b>																								
CH <sub>4</sub>																								0,13
N <sub>2</sub> O																								0,09
NO <sub>x</sub>	12,59	12,63	12,79	12,82	13,05	13,05	12,79	12,67	12,69	12,63	12,57	12,49	12,38	12,33	12,28	12,32	12,34	12,35	12,40	12,53	12,67	12,77	12,84	
NMVOC	4,51	4,08	3,61	3,19	3,15	3,24	2,59	2,33	2,66	2,48	2,46	2,44	2,37	2,34	2,31	2,30	2,32	2,38	2,36	2,43	2,56	2,54	2,57	
CO	16,39	15,55	14,89	14,26	14,67	14,98	13,87	13,67	14,24	14,29	14,50	14,61	14,55	14,67	14,72	14,87	14,95	15,14	15,05	15,09	15,29	15,24	15,33	
<b>International, Cruise</b>																								
CH <sub>4</sub>																								0,00
N <sub>2</sub> O																								0,10
NO <sub>x</sub>	14,91	14,63	14,41	14,31	14,35	14,61	14,05	13,77	13,97	13,86	13,81	13,76	13,63	13,55	13,51	13,54	13,58	13,58	13,60	13,69	13,77	13,85		
NMVOC	0,41	0,40	0,39	0,40	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46	0,48	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	
CO	1,27	1,26	1,24	1,25	1,23	1,22	1,24	1,25	1,26	1,26	1,27	1,26	1,25	1,26	1,26	1,25	1,26	1,26	1,26	1,27	1,27	1,26	1,26	

### 19.1.3.1.2 Detailübersicht der für Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren zugrunde gelegten Unsicherheiten (1.A.3.a)

Tabelle 385: Übersicht der zu berücksichtigen Teilunsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren

Einzelkompo- nenten	Teil- Unsicher- heiten	AR (Kerosin & Flugbenzin)		SF (LTO/ Cruise)		AR (Kerosin) LTO bzw. Cruise		EM (CO <sub>2</sub> ) LTO und Cruise		EM (CH <sub>4</sub> ) LTO und Cruise		EM (N <sub>2</sub> O) LTO und Cruise		EM (SO <sub>2</sub> ) LTO und Cruise		EM (H <sub>2</sub> O) LTO und Cruise		restl. EM LTO + Cruise		Quelle / Begründung der Annahmen
		[%]	Ges.	n / i	n	i	n	i	n	i	n	i	n	i	n	i	n	i		
AR von AGEB und BAFA	-5 5	x x																	Oko-Institut / DIW 2007. Hier werden die höheren Unsicherheiten der Energiebilanz verwendet. Die Unsicherheiten der BAFA-Daten liegen bei +3, -1% (konservativ durch den Ansatz der Unsicherheiten der Mineralölstatistik, die auf den BAFA-Daten basiert.)	
Splitfaktor SF n <> i	-10 10	x																	1990-2002: Berechnungen nach TREMOD-AV , ab 2003 Angaben von Eurocontrol. Hier ein Mischwert für die gesamte Zeitreihe.	
AR (Kerosin)	n & i	-11 11				x x													berechnet	
Daten des Statistischen Bundesamtes zu Flugbewegungen	n	-0,1 0,1		x															Die Luftfahrtstatistik beruht auf dem Verkehrsstatistikgesetz. Erhoben werden die Angaben zu §§ 12, 13 VerkStatG. Nach diesem Gesetz ist die gesamte zivile Luftfahrt, die mit Flugzeugen, Hubschraubern, Luftschiffen, Motorsegeln, Segelflugzeugen und unbemannten Ballonen betrieben wird, in die Erhebung einzubeziehen, soweit davon die Flugplätze in Deutschland berührt werden.	
Realdistanz- zuschlag	n & i	-3 3		x x															Die Daten des StBA liegen nach Großkreisentfernung vor. Es wurde ein Umwegfaktor für die Cruise-Flugphase verwendet, um die tatsächlich geflogenen Strecken abzuschätzen (s. IFEU und Oko-Institut 2010).	
Zuordnung von Verbrauchswerte n für Kerosin zu Flugzeugtypen	n	-5 5		x															Flugzeugtypen nach StBA werden Emissionsfaktoren aus der EMEP-EEA Datenbank zugewiesen. Dabei gibt es vier Qualitätsstufen der Zuweisung:a) direkt, b) über ähnliche Typen, c) über Regressionsfunktionen abh. vom Startgewicht und d) pauschale EF.	
SF (LTO/Cruise)	n	-6 6		x															berechnet	
AR (Kerosin) LTO bzw. Cruise	i	-6 6		x															berechnet	
	n	-13 13			x		x		x		x		x		x	x	x		berechnet	
	i	-13 13			x		x		x		x		x		x	x	x		berechnet	
Emissions- faktoren (EF)	CO <sub>2</sub>	5 5				x x													IPCC 2006, S.3.69, geringe Unsicherheit, da EF nur vom C- Gehalt des Brennstoffs abhängig ist.	
	CH <sub>4</sub>	-57 100				x x													IPCC 2006, S.3.69, abh. von Technologie und damit große Unsicherheit bei Vereinheitlichung durch Tier 1 Ansatz	
	N <sub>2</sub> O	-70 150				x x				x x									Emissionsfaktor ist nur von Brennstoffeigenschaften abhängig (Schwefelgehalt).	
	SO <sub>2</sub>	-10 10				x x				x x			x x						Emissionsfaktor ist nur von Brennstoffeigenschaften abhängig. Niedrige Werte von - 4,9 bis 1,6 bei Eurocontrol 2004, S.49	
	H <sub>2</sub> O	-5 5				x x				x x			x x						Annahme - für NO <sub>x</sub> , HC und CO erfolgt eine Berechnung eines durchschnittlichen EF durch TREMOD, auf Basis der EF für einzelne Flugzeugtypen	
Gesamt-Unsicherheit. oben		+5 +11 +6 +6 +13 +13 +14 +14 +58 +58 +71 +71 +16 +16 +14 +14 +16 +16																		
Gesamt-Unsicherheit. unten		-5 -11 +6 -6 -13 -13 -14 -14 -101 -101 -150 -150 -16 -16 -14 -14 -16 -16																		

n = nationaler Anteil, i = internationaler Anteil

Quelle: ÖKO-INSTITUT (2009)

### 19.1.3.2 Ableitung der Aktivitätsraten zum Straßenverkehr (1.A.3.b)

#### 19.1.3.2.1 Abgleich auf die Energiebilanz

Als Basis der ZSE-Datenerfassung des Straßenverkehrs wird der Endenergieverbrauch entsprechend den Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen zugrunde gelegt. Die Summe der Aktivitätsraten der einzelnen Strukturelemente muss für jedes Jahr den Angaben der Energiebilanz in TJ entsprechen. Die Eckdaten der Energiebilanz sind in folgender Tabelle 386 dargestellt.

Tabelle 386: Energieeinsatz im Straßenverkehr 1990-2012

Jahr	Otto-kraftstoff	Diesel-kraftstoff	Biodiesel	Bio-Ethanol	Flüssig-gas	Erdgas	Petroleum
<b>Energieeinsatz gemäß Energiebilanzen 1990-2011 (Stand: 10/2013) in TJ</b>							
<b>1990</b>	1.330.479	735.920	0	0	138	0	0
<b>1991</b>	1.332.285	785.174	0	0	137	0	0
<b>1992</b>	1.344.129	853.502	0	0	229	0	0
<b>1993</b>	1.350.617	907.787	0	0	184	0	473
<b>1994</b>	1.276.637	932.060	0	0	184	0	559
<b>1995</b>	1.299.982	964.013	1.504	0	138	0	610
<b>1996</b>	1.299.879	964.580	2.046	0	115	0	638
<b>1997</b>	1.297.487	979.586	3.652	0	106	0	357
<b>1998</b>	1.300.463	1.022.794	4.081	0	106	0	637
<b>1999</b>	1.300.602	1.097.036	5.370	0	100	0	637
<b>2000</b>	1.237.055	1.108.105	12.276	0	94	0	414
<b>2001</b>	1.199.318	1.097.416	16.740	0	98	0	471
<b>2002</b>	1.166.381	1.105.842	20.460	0	607	0	472
<b>2003</b>	1.108.989	1.078.352	29.948	0	694	0	0
<b>2004</b>	1.072.720	1.110.931	38.806	1.144	1.887	0	0
<b>2005</b>	992.377	1.078.620	71.824	6.817	2.357	3.127	0
<b>2006</b>	930.834	1.082.042	130.165	13.418	4.605	4.446	0
<b>2007</b>	892.982	1.073.987	143.235	12.061	8.942	5.845	0
<b>2008</b>	854.002	1.102.623	109.393	16.328	15.652	7.144	0
<b>2009</b>	829.227	1.114.939	89.375	23.691	23.842	8.443	0
<b>2010</b>	791.416	1.168.063	88.886	30.577	21.823	8.768	0
<b>2011</b>	787.803	1.197.252	82.810	32.292	23.613	8.771	0
<b>Vorläufige Angaben gemäß Mineralöl-Zahlen 2012 (fossil) und Amtliche Mineralöldaten 12/2012 (bio)</b>							
<b>2012</b>	739.659	1.220.797	85.485	32.778	24.591	8.934	0

Quellen: Auswertetabellen der Energiebilanzen, Mineralöl-Zahlen 2011 des Mineralölwirtschaftsverbandes MWV () und Amtliche Mineralöldaten.

Die Energiebilanz wird auch zur Modellierung der Verkehrsmengengerüste in TREMOD herangezogen. So führt das DIW zur Ableitung der Gesamtfahrleistung eine Kraftstoffverbrauchs berechnung durch (DIW, 2002). Die Ergebnisse der Berechnung werden für den PKW-Verkehr z.T. in TREMOD übernommen. Da das DIW mit der Kraftstoffverbrauchs berechnung 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 387).

Tabelle 387: Heizwerte für Otto- und Dieselkraftstoff

Jahr	Ottokraftstoff	Dieselkraftstoff
1990-1992	43,543 MJ/kg	42,704 MJ/kg
ab 1993	43,543 MJ/kg	42,960 MJ/kg

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Die Korrekturfaktoren werden in TREMOD separat für die einzelnen Fahrzeugkategorien wie folgt abgeleitet:

- Zunächst wird ein Korrekturfaktor für Ottokraftstoff aus dem berechneten Ottokraftstoff-Verbrauch aller Fahrzeugkategorien und dem Absatz an Ottokraftstoff gemäß der Energiebilanz abgeleitet.
- Der Korrekturfaktor für den Ottokraftstoff wird auch für Diesel verbrauchende Fahrzeuge der PKW und sonstigen Fahrzeuge  $\leq 3,5$  t (Leichte Nutzfahrzeuge (LNF), Wohnmobile, motorisierte Zweiräder (MZR)) zur Kraftstoffanpassung an die Energiebilanz verwendet.
- Die Differenz zwischen dem korrigierten Dieselkraftstoff-Verbrauch der PKW sowie der sonstigen Fahrzeuge  $\leq 3,5$  t und der Energiebilanz wird den schweren Nutzfahrzeugen und Bussen zugeordnet.
- Der Korrekturfaktor für die schweren Nutzfahrzeuge und Busse berechnet sich damit aus deren nach dem Inlandsprinzip berechneten Energieverbrauch und der für diese Gruppe berechneten Differenz zur Energiebilanz.

Die folgende Tabelle 388 fasst die verwendeten Anpassungsfaktoren zusammen.

Tabelle 388: Korrekturfaktoren zur Anpassung an die Energiebilanz

Jahr	Geltungs- bereich	Ottokraftstoff (inkl. Bio-Ethanol) PKW, LNF, MZR	Dieselkraftstoff (inkl. Biodiesel) PKW, LNF	Dieselkraftstoff (inkl. Biodiesel) SNF, Busse
1990	ABL	1,038	1,038	1,115
1990	NBL	1,066	1,066	1,420
1991	ABL	1,035	1,035	1,110
1991	NBL	1,061	1,061	1,015
1992	ABL	1,039	1,039	1,189
1992	NBL	0,997	0,997	1,200
1993	ABL	1,042	1,042	1,191
1993	NBL	0,976	0,976	1,301
1994	ABL	0,984	0,984	1,181
1994	NBL	0,984	0,984	1,181
1995	D	0,996	0,996	1,205
1996	D	0,997	0,997	1,183
1997	D	0,993	0,993	1,186
1998	D	0,985	0,985	1,248
1999	D	0,986	0,986	1,308
2000	D	0,955	0,955	1,337
2001	D	0,941	0,941	1,240
2002	D	0,935	0,935	1,199
2003	D	0,921	0,921	1,140
2004	D	0,927	0,927	1,088
2005	D	0,916	0,916	1,083
2006	D	0,896	0,896	1,118
2007	D	0,889	0,889	1,061
2008	D	0,892	0,892	1,053
2009	D	0,887	0,887	1,093
2010	D	0,879	0,879	1,128
2011	D	0,891	0,891	1,096
2012	D	0,888	0,888	1,176

Anmerkungen: 1994 Korrekturfaktoren ABL und NBL wie in D gesamt

### 19.1.3.2.2 Zuordnung von Bio-Kraftstoffen, Petroleum sowie Erd- und Flüssiggas auf die Strukturelemente

Bio-Kraftstoffe, Petroleum sowie Erd- und Flüssiggas sind in der Energiebilanz für den Bereich Verkehr ausgewiesen. Für den Import ins ZSE werden Ergebnisse für diese Energieträger wie folgt abgeleitet:

- Biodiesel wird allen Strukturelementen mit Dieselantrieb entsprechend ihrem Anteil am Verbrauch von konventionellem Dieselkraftstoff zugeordnet.
- Bio-Ethanol wird allen Strukturelementen mit Ottoantrieb entsprechend ihrem Anteil am Verbrauch von konventionellem Ottokraftstoff zugeordnet.
- Petroleum wird den Bussen auf Außerortsstraßen und damit den Strukturelementen SV BUS KOAO und SV BUS MTAO entsprechend ihrem Anteil am Verbrauch von konventionellem Dieselkraftstoff zugeordnet
- Flüssiggas wird den Otto-PKW, konventionell, auf Innerortsstraßen (Strukturelement SV PKWO KOIO) zugeordnet.

### 19.1.3.2.3 Aktivitätsrate für Verdunstung

Als Aktivitätsrate für die Verdunstungsemissionen wird der gesamte Ottokraftstoff-Verbrauch innerorts nach TREMOD angesetzt, bei Mopeds der Gesamtverbrauch. Es werden die Energiebilanz-korrigierten Werte verwendet.

### 19.1.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

#### 19.1.3.3.1 Emissionsfaktoren aus TREMOD

Die Emissionsfaktoren werden im ZSE für den Bereich „Antrieb“ in kg/TJ, für den Bereich „Verdunstung“ in kg/t angegeben. Für die Materialien „Ottokraftstoff“ und „Dieselkraftstoff“ können diese Werte für alle Strukturelemente aus TREMOD abgeleitet werden. Hierfür werden die Emissionen in Tonnen und der Energieverbrauch in TJ (umgerechnet aus den Ergebnissen „Energieverbrauch in t“ mit den Heizwerten nach Tabelle 387) aus den TREMOD-Ergebnissen abgeleitet und den entsprechenden Strukturelementen zugeordnet. Der Emissionsfaktor je Strukturelement ergibt sich dann als Quotient aus den Emissionen in Tonnen je Strukturelement dividiert durch den Energieverbrauch je Strukturelement in TJ. Bei den Emissionsfaktoren für die Verdunstung wird analog (Verdunstungsemissionen in kg / Innerortsverbrauch in t) vorgegangen.

Für diese Ableitung werden die nicht auf die Energiebilanz korrigierten Ergebnisse von TREMOD verwendet, da diese Korrektur in den Aktivitätsraten für ZSE bereits enthalten ist. Eine Verwendung der korrigierten Werte (Emissionen und Energieverbrauch) führt allerdings zu den gleichen Ergebnissen, da sich der Korrekturfaktor bei der Berechnung der mittleren Emissionsfaktoren (Emissionen korrigiert / Energie korrigiert = Emission unkorrigiert / Energie unkorrigiert) herauskürzt.

#### 19.1.3.3.2 Emissionsfaktoren für Biodiesel, Bio-Ethanol, Petroleum, Erd- und Flüssiggas

Die Emissionsfaktoren für Biodiesel und Petroleum werden durchweg denjenigen von konventionellem Diesel gleichgesetzt. Die Emissionsfaktoren von Bio-Ethanol werden denjenigen von konventionellem Ottokraftstoff gleichgesetzt.

Ausnahmen:

- Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von Biodiesel wird mit 70,8 t/TJ angesetzt
- Der SO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von Petroleum wird in den Jahren, in denen Dieselkraftstoff einen höheren Wert aufweist, mit 24 kg/TJ angesetzt. In allen anderen Jahren wird der niedrigere Wert von Dieselkraftstoff übernommen

Wie für Diesel und Ottokraftstoff werden auch für Flüssig- und Erdgas die Emissionsfaktoren aus dem „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 3.1“ verwendet.

#### 19.1.3.4 Ableitung der Daten für West- und Ostdeutschland 1994

In TREMOD wird zwischen alten und neuen Bundesländern nur bis zum Jahr 1993 unterschieden. Da ZSE eine Differenzierung auch für 1994 erfordert, muss eine Aufteilung mit vereinfachten Annahmen erfolgen. Randbedingungen sind:

- Die Aktivitätsraten für Antrieb müssen in der Summe den Werten der Energiebilanz (jeweils alte und neue Bundesländer) entsprechen.
- Die Emissionen, die sich durch Verknüpfung der Aktivitätsraten mit den Emissionsfaktoren ergeben, müssen im Gesamtergebnis den TREMOD-Ergebnissen für Deutschland entsprechen.
- Unter diesen Randbedingungen kann im Rahmen dieser Arbeit eine Aufteilung nur unter den folgenden Annahmen vorgenommen werden:

- Die Emissionsfaktoren für alte und neue Bundesländer werden für alle Strukturelemente so angesetzt wie für Deutschland insgesamt im Jahr 1994.
- Die Anteile der Strukturelemente an den Aktivitätsraten je Energieträger werden für alte und neue Bundesländer jeweils gleich angesetzt und entsprechen denen von Deutschland insgesamt im Jahr 1994.

Mit diesen Annahmen werden die genannten Randbedingungen erfüllt. Nicht erfüllt wird eine dritte Randbedingung: die Plausibilität der Emissionsergebnisse in der Zeitreihe jeweils für alte bzw. neue Bundesländer.

## **19.2 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Industrieprozesse (2)**

### **19.2.1 Mineralische Produkte (2.A)**

### **19.2.2 Chemische Industrie (2.B)**

### **19.2.3 Metall Produktion (2.C)**

### **19.2.4 Andere Produktion (2.D)**

#### **19.2.4.1 Zellstoff- und Papierherstellung (2.D.1)**

Der Faserstoff zur Papierherstellung wird mittels chemischer oder mechanischer Verfahren entweder aus Frischfasern oder durch die Aufbereitung von Altpapier erzeugt. Es wird zwischen integrierten und nichtintegrierten Zellstoff- und Papierfabriken unterschieden. In nichtintegrierten Zellstoffwerken (zur Erzeugung von Marktzellstoff) wird lediglich Zellstoff zum Verkauf auf dem freien Markt hergestellt. Demgegenüber werden in integrierten Fabriken Zellstoff- und Papier am gleichen Standort erzeugt. Eine Papierfabrik kann entweder den an einem anderen Standort erzeugten Faserstoff einfach zu Papier verarbeiten oder in den gesamten Aufschlussprozess an ein und demselben Standort integriert sein.

Sulfatzellstofffabriken werden sowohl integriert als auch nichtintegriert betrieben, während Sulfitzellstoffanlagen normalerweise in die Papiererzeugung eingebunden, also integriert, sind. In den meisten Fällen sind auch der mechanische Aufschluss und die Aufbereitung von Altpapier fester Bestandteil der Papierproduktion, jedoch gibt es auch einige Einzelfälle, in denen diese Prozesse separat ausgeführt werden.

##### **19.2.4.1.1 Verfahren zur Fasergewinnung**

###### **Sulfatverfahren**

Beim Sulfatverfahren handelt es sich um das weltweit am häufigsten eingesetzte Aufschlussverfahren, da damit höhere Zellstofffestigkeiten erzielt werden und das Verfahren bei sämtlichen Holzarten eingesetzt werden kann. In den beiden deutschen Anlagen wird zur Ausschleusung von Carbonat aus dem Laugenkreislauf dieses an Calcium gebunden (Kaustifizierung) und in einem eigenen Kalkofen unter Freisetzung von CO<sub>2</sub> zu Branntkalk gebrannt, der dann wieder zur Kaustifizierung genutzt wird. Das aus dem eingesetzten CaCO<sub>3</sub> freigesetzte CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>-Emissionen (das bei der Herstellung des Branntkalks freigesetzte CO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>-mindernder Verbrennungstechnik im Rückgewinnungskessel betrieben (> 20 % NO<sub>x</sub>-Reduktion, Angaben des Verbandes Deutscher Papierfabriken (VDP), September 2004 (VDP, 2004)).

Weitere emissionsmindernde Techniken werden in Deutschland bisher nicht angewendet:

- Scrubber nach dem Rückgewinnungskessel (> 85 % SO<sub>2</sub>-Reduktion)
- SNCR-Technik zur NO<sub>x</sub>-Reduktion nach dem Hilfskessel (> 30 % NO<sub>x</sub>-Reduktion)
- SNCR-Technik zur NO<sub>x</sub>-Reduktion nach dem Rückgewinnungskessel (> 30 % NO<sub>x</sub>-Reduktion)
- NO<sub>x</sub>-mindernder Verbrennungstechnik im Hilfskessel (> 20 % NO<sub>x</sub>-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<sub>2</sub> werden bei Wasch- und Sortievorgängen 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<sub>2</sub>-Scrubber nach dem Rückgewinnungskessel (> 98 % SO<sub>2</sub>-Reduktion) betrieben. Eine Anlage wendet NO<sub>x</sub>-mindernde Verbrennungstechnik im Rückgewinnungs- und im Hilfskessel an (insgesamt > 40 % NO<sub>x</sub>-Reduktion, ebd.).

Weitere emissionsmindernde Techniken werden in Deutschland bisher nicht angewendet:

- SNCR-Technik zur NO<sub>x</sub>-Reduktion nach dem Hilfskessel (> 30 % NO<sub>x</sub>-Reduktion)
- SNCR-Technik zur NO<sub>x</sub>-Reduktion nach dem Rückgewinnungskessel (> 30 % NO<sub>x</sub>-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.

### 19.2.4.1.2 Papier und Kartonherstellung

Papier wird aus Faserstoffen, Wasser und chemischen Additiven hergestellt. Darüber hinaus besteht ein hoher Energiebedarf, um das gesamte Verfahren zu realisieren. Elektrische Energie wird vor allem zum Betrieb der verschiedenen Motorantriebe und bei der Mahlung der Fasern benötigt. Prozesswärme wird in der Hauptsache zur Erwärmung von Wasser, anderen Flüssigkeiten und Luft sowie zur Wasserverdampfung in der Trockenpartie der Papiermaschine und zur Umwandlung von Dampf in Elektroenergie (bei Kraft-Wärme-

Kopplung) genutzt. Große Mengen an Wasser werden als Prozesswasser und zur Kühlung benötigt. In der Papierproduktion selbst können verschiedene Zusätze als Prozesshilfsmittel bzw. zur Verbesserung der Produkteigenschaften (Papierhilfsmittel) zur Anwendung kommen.

Die Abgasemissionen aus nichtintegrierten Papierfabriken gehen meist von Dampferzeugern und Energieerzeugungsanlagen aus. Dabei handelt es sich in der Regel um Standardkessel, die sich nicht von anderen Verbrennungsanlagen unterscheiden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Anlagen in der gleichen Weise wie sonstige Hilfskessel gleicher Kapazität betrieben werden (siehe weiter unten).

In energieeffizienten nichtintegrierten Papierfabriken werden Wärme und Energie in folgenden Größenordnungen verbraucht:

- In nichtintegrierten Fabriken zur Herstellung von ungestrichenem Feinpapier besteht ein Prozesswärmeverbrauch 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 Prozesswärmeverbrauch 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<sub>2</sub>;
- Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Hilfskesseln durch Regelung der Feuerungsbedingungen sowie Einbau von Brennern mit geringen NO<sub>x</sub>-Emissionen;
- Verminderung der SO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Einsatz von Rinde, Gas bzw. schwefelarmen Brennstoffen oder Reinigung des Abgases von Schwefelverbindungen;
- Verwendung wirksamer Elektrofilter (bzw. Schlauchfilter) zur Staubabscheidung in Hilfskesseln, die mit festen Brennstoffen befeuert werden.

Es ist festzustellen, dass die produktsspezifischen Abgasemissionen insgesamt in hohem Maße standortabhängig sind (z.B. eingesetzte Brennstoffart, Größe und Typ der Fabrik, integrierte bzw. nichtintegrierte Bauart des Werkes, Stromerzeugung). In diesem

Zusammenhang muss festgestellt werden, dass die in Deutschland eingesetzten Hilfskessel sehr unterschiedliche Größen aufweisen (von 10 bis mehr als 200 MW). Bei kleineren Kesseln lohnt sich nur die Nutzung von schwefelarmen Brennstoffen und der entsprechenden Verbrennungstechnologien, während bei größeren Kesseln auch sekundäre Minderungsmaßnahmen hilfreich sein können.

Weitere Informationen zu Aktivitätsraten sind in Kapitel 18 erläutert.

**19.3 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Lösemittel und andere Produktverwendung (3)**

**19.4 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Landwirtschaft (4)**

**19.4.1 Verteilungen von Haltungs- Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Weidegangdaten (CRF 4.A, 4.B, 4.D)**

Die dem deutschen Inventar zugrunde liegenden Verteilungen von Haltungs- Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Angaben zum Weidegang sind in Tabelle 389, Tabelle 390, Tabelle 391 und Tabelle 392 wiedergegeben. Diese Tabellen umfassen auch Angaben zu Emissionsfaktoren (u. a. auch für NH<sub>3</sub>). Zu weiteren Details siehe HAENEL et al. (2014).

Tabelle 389: Häufigkeitsverteilungen von Tierhaltungsverfahren(in %) sowie zugehörige Einstreumengen und NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren

livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	bedding material (straw) kg placed <sup>d</sup>	NH <sub>3</sub> -N EF for housing, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in excreta	
dairy cattle	tied systems, solid storage	31	31	31	31	15	15	15	15	13	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	9	9	9	9	5,0	0,066	
	tied systems, slurry	37	37	37	37	36	36	36	36	34	34	33	31	30	28	27	25	24	23	21	20	18	18	18	0,066	0,066	
	cubicles, solid storage	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	5,0	0,197	
	cubicles, slurry	29	29	29	29	46	46	46	46	49	49	50	52	53	55	56	57	59	60	61	63	64	64	64	0,197	0,197	
	loose housing, deep bedding	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,0	0,197	
	time spent on pastures (in % of year)	18	18	18	18	14	14	14	14	13	13	13	12	12	12	11	11	11	11	11	10	11	11	11			
male beef cattle	tied systems, solid storage	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	7	2,0	0,066
	tied systems, slurry	7	7	7	7	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6	7	7	8	8	9	10	10	10	10	10	0,066	0,066
	loose housing, fully slatted floor, slurry	84	84	84	84	89	89	89	89	91	91	87	84	81	78	74	71	68	65	61	58	55	55	55	0,099	0,099	
	loose housing, sloped floor	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	6	8	10	12	15	17	19	21	24	26	28	28	28	2,5	0,213	
	time spent on pastures (in % of year)	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3			
	time spent on pastures (in % of year)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2,0	0,066	
heifers	tied systems, solid storage	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	2,0	0,066	
	tied systems, slurry	15	15	15	15	17	17	17	17	17	17	16	16	15	14	14	13	12	12	11	10	10	10	10	0,066	0,066	
	loose housing, Fullyslatted floor, slurry	48	48	48	48	49	49	49	49	49	49	49	49	48	48	47	47	47	46	46	45	45	45	45	0,099	0,099	
	loose housing, solid storage	29	29	29	29	25	25	25	25	25	25	26	27	28	29	30	31	32	33	33	34	35	35	35	3,0	0,197	
	time spent on pastures (in % of year)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
	time spent on pastures (in % of year)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	2,5	0,066	
calves	tied systems, solid storage	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,066
	deep litter	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2,5	0,197
	time spent on pastures (in % of year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		

livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	bedding material (straw) kg place d <sup>-1</sup>	NH <sub>3</sub> -N EF for housing, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in excreta
suckler cows	tied systems, solid storage	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	17	17	5,0	0,066
	tied systems, slurry	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	0,066	
	loose housing, slurry	9	9	9	9	8	8	8	8	6	6	7	8	9	9	10	11	12	13	14	14	14	14	14	0,197	
	deep litter	82	82	82	82	86	83	83	86	86	84	82	80	78	76	74	71	69	67	65	63	63	63	63	8,0	0,197
	time spent on pastures (in % of year)	41	40	42	42	42	42	43	43	44	44	44	44	45	44	45	45	45	46	46	47	47	47	47		
mature males > 2 years	tied systems, solid storage	16	16	16	16	15	15	15	15	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	5,0	0,066
	tied systems, slurry	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0,066	
	loose housing, slurry	38	38	38	38	35	35	35	35	36	36	36	36	35	35	35	35	34	34	34	34	33	33	33	33	0,197
	loose housing, solid storage	37	37	37	37	86	41	41	41	41	41	42	42	43	43	43	44	44	44	44	44	44	44	44	5,0	0,197
	time spent on pastures (in % of year)	35	33	33	34	33	33	33	32	33	33	32	32	32	32	33	33	33	34	34	34	34	34	34		
fattening pigs	fully slatted floor, slurry	49	49	49	49	57	57	57	57	62	62	63	64	64	65	66	67	68	69	70	71	72	72	72	0,3	
	partly slatted floor, slurry	40	40	40	40	34	34	34	34	31	31	31	30	29	28	27	26	26	25	24	23	22	22	22	0,3	
	litter based, solid storage	8	8	8	8	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	0,30		
	deep litter	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,4	
	time spent on pastures (in % of year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
weaners	fully slatted floor, slurry	45	45	45	45	57	57	57	57	62	62	63	64	64	65	66	67	68	68	69	70	71	71	71	0,3	
	partly slatted floor, slurry	41	41	41	41	33	33	33	33	28	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	23	23	0,3	
	litter based, solid storage	10	10	10	10	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	0,15		
	deep litter	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,4	
	time spent on pastures (in % of year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
sows	solid storage	42	42	42	42	26	26	26	26	24	24	23	22	21	21	20	19	18	17	16	15	14	14	14	0,5	0,34
	slurry	58	58	58	58	74	74	74	74	76	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	86	0,34	
	time spent on pastures (in % of year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
boars	solid storage	32	32	32	32	23	23	23	23	21	21	21	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	15	15	0,5	0,34
	slurry	68	68	68	68	77	77	77	77	79	79	79	80	80	81	81	82	82	83	84	84	85	85	85	0,34	
	time spent on pastures (in % of year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	bedding material (straw) kg place a <sup>-1</sup>	kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in excreta		
laying hens	cages; ≥2010: small group housing systems floor management, aviary free range, organic farming	95	95	95	95	95	94	92	90	89	88	87	85	84	81	77	73	70	68	62	38	18	14	13	0,5	a	b	
	4	4	4	4	4	5	5	7	7	7	7	7	7	9	12	14	15	17	22	45	63	64	64	0,5	a	b		
	1	1	1	1	1	2	2	4	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	22	23	0,5	a	b		
broilers	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,4	0,09	b	
pullets	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,75	0,09	b	
ducks	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	19,5	0,16	b	
geese	floor management and free range	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,57	c	
turkeys, female	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,3	0,22	b
turkeys, male	floor management	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,3	0,22	b
livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	bedding material (straw) kg place d <sup>-1</sup>	kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in excreta		
buffalo	straw based system	NO	NO	NO	NO	NO	NO	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	5,0	0,197	
	slurry based system	NO	NO	NO	NO	NO	NO	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0,197	
	time spent on pastures (in % of year)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		
horses	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	8,0 / 5,0	0,22	
(heavy horses / light horses, ponies)	time spent on pastures (in % of year)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21		
mules and asses	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	5,0	0,22	
	time spent on pastures (in % of year)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21		
sheep without lambs	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,4	0,22	
	time spent on pastures (in % of year)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	53			
lambs	straw based system	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,16	0,22	
	time spent on	57	57	58	58	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	56	55			

livestock category	housing type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	bedding material (straw kg place d <sup>-1</sup> )	kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in excreta
	pastures (in % of year)																									
goats	straw based system time spent on pastures (in % of year)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,4	0,22

a s. Tabelle 392: Legehennen, haltungsspezifische partielle NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren

b related to N excreted

c related to TAN (UAN) excreted

Tabelle 390: Häufigkeitsverteilungen von Lagerverfahren (in %) sowie zugehörige Emissionsfaktoren

livestock category	storage type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	NH <sub>3</sub> -N EF for storage, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	NH <sub>3</sub> -N EF for storage, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	N <sub>2</sub> O EF for storage, kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system	N <sub>2</sub> O EF for storage, kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system	CH <sub>4</sub> MCF for storage, kg CH <sub>4</sub> -C per kg C in storage system	maximum CH <sub>4</sub> producing capacity (Bo) m <sup>3</sup> per kg CH <sub>4</sub>
all cattle, untreated slurry	open tank (% of total untreated slurry)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	0,150	0,000	0,170	0,230		
	solid cover (% of total untreated slurry)	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21	22	22	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24	0,015	0,005	0,170	0,230		
	natural crust (% of total untreated slurry)	38	38	38	38	41	41	41	41	42	42	41	41	40	40	39	39	38	38	37	37	36	36	36	0,045	0,005	0,100	0,230		
	plastic film (% of total untreated slurry)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,023	0,000	0,170	0,230		
	artificial crust (chaff) (% of total untreated slurry)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0,030	0,000	0,170	0,230		
	storage below animal confinement s > 1 month (% of total untreated slurry)	39	39	39	39	35	35	35	35	35	34	34	34	33	33	33	33	32	32	32	32	32	32	32	0,045	0,002	0,170	0,230		
dairy cows, digested	share of digested slurry (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	5	8	12	14	18	22	27	30						

livestock category	storage type																							NH <sub>3</sub> -N EF for storage, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	NH <sub>3</sub> -N EF for storage, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	N <sub>2</sub> O EF for storage, kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system (leachate / urine)	N <sub>2</sub> O EF for storage, kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system (leachate / urine)	CH <sub>4</sub> MCF for storage, kg CH <sub>4</sub> -C per kg C in storage system	maximum CH <sub>4</sub> producing capacity (Bo) m <sup>3</sup> per kg CH <sub>4</sub> < 10 °C	
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012						
slurry	total cattle slurry, related to slurry of dairy cows)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	22	27	33	38	44	49	58	0,000	0,001	0,010	0,230		
	gas tight storage (% of total digested cattle slurry)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	85	84	78	73	67	62	56	51	42	0,150	0,001	0,017	0,230		
dairy cattle, solid	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
male beef cattle, solid	solid storage (% of total solid manure)	44	44	44	44	39	39	39	37	37	30	27	25	23	22	22	21	20	20	20	20	20	20	20	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
	deep bedding / sloped floor (% of total solid manure)	56	56	56	56	61	61	61	61	63	63	70	73	75	77	78	78	79	80	80	80	80	80	80	0,600	0,010	0,010	0,170	0,230	
heifers, solid	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
calves, solid	solid storage (% of total solid manure)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
	deep bedding (% of total solid manure)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,010	0,010	0,170	0,230	
suckler cows, solid	solid storage (% of total solid manure)	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	9	10	11	13	14	15	17	18	20	21	21	21	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230
	deep bedding (% of total solid manure)	93	93	93	93	93	93	93	93	94	94	93	91	90	89	87	86	85	83	82	80	79	79	79	0,600	0,010	0,010	0,170	0,230	
mature males, solid	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,020	0,230

livestock category	storage type																							NH <sub>3</sub> -N EF for storage,	NH <sub>3</sub> -N EF for storage,	N <sub>2</sub> O EF for storage	N <sub>2</sub> O EF for storage	CH <sub>4</sub> MCF for storage	maximum CH <sub>4</sub> producing capacity (Bo)	
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system	kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system	kg CH <sub>4</sub> -C per kg C in storage system	m <sup>3</sup> per kg CH <sub>4</sub>	
all pigs, untreated slurry	open tank (% of total untreated slurry)	47	47	47	47	27	27	27	27	27	25	24	22	20	19	17	15	14	12	10	9	9	9	9	0,150	0,000	0,250	0,300		
	solid cover (% of total untreated slurry)	18	18	18	18	22	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26	26	0,015	0,005	0,250	0,300		
	natural crust (% of total untreated slurry)	3	3	3	3	13	13	13	13	13	14	16	17	19	20	22	23	25	26	28	29	29	29	29	0,105	0,005	0,150	0,300		
	plastic film (% of total untreated slurry)	0	0	0	0	7	7	7	7	7	6	6	5	4	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0,023	0,000	0,250	0,300		
	artificial crust (chaff) (% of total untreated slurry)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	0,030	0,000	0,250	0,300		
	storage below animal confinement s > 1 month (% of total untreated slurry)	32	32	32	32	30	30	30	30	31	31	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32	32	32	32	0,105	0,002	0,250	0,300		
fattening pigs, digested slurry	share of digested slurry (% of total pig slurry, related to slurry of fattening pigs)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	5	8	11	13	16	21	25	28							
	gas tight storage (% of total digested pig slurry)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	17	23	29	34	40	46	52	60	0,000	0,001	0,010	0,300		
	open tank (% of total digested pig slurry)	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	86	84	83	77	71	66	60	54	48	40	0,150	0,001	0,021	0,300		
fattening pigs / weaners, solid	solid storage (% of total solid manure)	75	75	75	75	70	70	70	69	69	69	70	71	71	72	72	73	73	74	71	71	71	71	71	0,600	0,030	0,013	0,005	0,030	0,300
	deep bedding (%)	25	25	25	25	30	30	30	31	31	31	30	30	29	29	28	28	27	27	26	29	29	29	29	0,600	0,010	0,250	0,300		

livestock category	storage type																							NH <sub>3</sub> -N EF for storage, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	NH <sub>3</sub> -N EF for storage, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	N <sub>2</sub> O EF for storage, kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system	N <sub>2</sub> O EF for storage, kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system	CH <sub>4</sub> MCF for storage (leachate / urine), kg CH <sub>4</sub> -C per kg C in storage system	maximum CH <sub>4</sub> producing capacity (Bo) m <sup>3</sup> per kg CH <sub>4</sub> < 10 °C		
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012							
	of total solid manure)																														
sows / boars, solid	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,030	0,013	0,005	0,030	0,300
Laying hens	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,140		0,001	0,015	0,390	
broilers	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,170		0,001	0,015	0,360	
pullets	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,170		0,001	0,015	0,390	
ducks	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,240		0,001	0,015	0,360	
geese	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,160		0,001	no calculation of VS	no calculation of VS	
turkeys, female	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,240		0,001	0,015	0,360	
turkeys, male	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,240		0,001	0,015	0,360	
buffalo	slurry, with natural crust (% of total slurry)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,045		0,005	0,100	0,100	
horses (heavy horses / light horses, ponies)	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,02	0,100
mules and asses	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,600	0,013	0,013	0,005	0,02	0,330

livestock category	storage type																					NH <sub>3</sub> -N EF for storage, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system	NH <sub>3</sub> -N EF for storage, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN in storage system (leachate / urine)	N <sub>2</sub> O EF for storage, kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system	N <sub>2</sub> O EF for storage, kg N <sub>2</sub> O-N per kg N in storage system (leachate / urine)	CH <sub>4</sub> MCF for storage, kg CH <sub>4</sub> -C per kg C in storage system	maximum CH <sub>4</sub> producing capacity (Bo) m <sup>3</sup> per kg CH <sub>4</sub> < 10 °C	
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011					
all sheep	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,280	0,013	0,02	0,190
goats	solid storage (% of total solid manure)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,280	0,013	0,02	0,180

Tabelle 391: Häufigkeitsverteilungen von Ausbringungsverfahren (in %) sowie zugehörige Emissionsfaktoren

livestock category	application type																					NH <sub>3</sub> -N EF for application, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN applied					
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012			
all cattle, untreated slurry	broadcast, without incorporation	9	9	9	9	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0.50		
	broadcast, incorporation < 1 h	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.10	
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	11	11	18	0.26	
	broadcast, incorporation < 6h	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	
	broadcast, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	0	0.40	
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	0	19	19	19	19	20	20	18	17	15	13	11	10	8	6	5	3	1	1	0	0.43	
	broadcast, incorporation < 24h	33	33	33	33	11	11	11	11	11	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0.46	
	broadcast, incorporation < 48h	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	
	broadcast, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	16	16	16	0.50	
	broadcast, grassland	45	45	45	45	43	43	43	41	41	42	42	42	42	42	43	43	43	43	43	44	44	44	44	0.60		
	trailing hose, without incorporation	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46	
	trailing hose, incorporation < 1 h	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0.04	
	trailing hose, incorporation < 4h	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.15	
	trailing hose, incorporation < 6h	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	
	trailing hose, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.24	
	trailing hose, incorporation < 12h	0	0	0	0	8	8	8	8	8	8	7	7	6	5	5	4	3	2	2	1	0	0	0	0.30		
	trailing hose, incorporation < 24h	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.39	
	trailing hose, incorporation < 48h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46	
	trailing hose, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	0.35	
	trailing hose, short vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	
	trailing hose, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0.54	
	trailing shoe	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.36	
	injection (open slot)	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.24	
	rubber and injection	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	0.05		
dairy cattle, digested slurry	broadcast, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	
	broadcast, incorporation < 1 h	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.10	

livestock category	application type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	NH <sub>3</sub> -N EF for application, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN applied
	broadcast, incorporation < 4h	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	16	0.26
	broadcast, incorporation < 8h	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0.40
	broadcast, incorporation < 12h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.43
	broadcast, vegetation	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0.50
	broadcast, grassland	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0.60
	trailing hose, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46
	trailing hose, incorporation < 1 h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0.04
	trailing hose, incorporation < 4h	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0.15
	trailing hose, incorporation < 8h	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.24
	trailing hose, incorporation < 12h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.30
	trailing hose, vegetation	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	0.35
	trailing hose, grassland	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0.54
	trailing shoe	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.36
	injection (open slot)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.24
	grubber and injection	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	0.05
all cattle, solid manure	broadcast, without incorporation	13	13	13	13	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.90
	broadcast, incorporation < 1 h	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0.09
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.45	
	broadcast, incorporation < 12h	7	7	7	7	36	36	36	36	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	0.81
	broadcast, incorporation < 24h	47	47	47	47	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0.90
	broadcast, incorporation < 48h	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.90
	broadcast, vegetation	22	22	22	22	27	27	27	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	0.90

livestock category	application type																					NH <sub>3</sub> -N EF for application, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN applied			
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
all pigs, untreated slurry	broadcast, without incorporation	8	8	8	8	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0.25
	broadcast, incorporation < 1 h	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	0.04
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	9	9	9	15	0.09
	broadcast, incorporation < 6h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.11
	broadcast, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	0.13
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	27	27	27	27	27	25	22	20	18	15	13	11	8	6	3	1	1	0	0	0.16
	broadcast, incorporation < 24h	47	47	47	47	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0.21
	broadcast, incorporation < 48h	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25
	broadcast, vegetation	32	32	32	32	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	23	23	23	23	23	23	23	23	0.25
	broadcast, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	0.30
	trailing hose, without incorporation	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0.18
	trailing hose, incorporation < 1 h	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.02
	trailing hose, incorporation < 4h	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	10	0.06
	trailing hose, incorporation < 6h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
	trailing hose, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	0	0.09
	trailing hose, incorporation < 12h	0	0	0	0	10	10	10	10	9	9	9	8	7	6	5	5	4	3	2	1	1	1	0	0.11
	trailing hose, incorporation < 24h	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0.14
	trailing hose, incorporation < 48h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17
	trailing hose, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	8	11	13	16	19	21	24	27	29	29	29	0.13
	trailing hose, short vegetation	1	1	1	1	8	8	8	8	9	9	8	7	6	5	5	4	3	2	2	1	0	0	0	0.25
	trailing hose, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.21
	trailing shoe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0.12
	injection (open slot)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.06
	grubber and injection	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0.03	

livestock category	application type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	NH <sub>3</sub> -N EF for application, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN applied
fattening pigs, digested slurry	broadcast, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25
	broadcast, incorporation < 1 h	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.04
	broadcast, incorporation < 4h	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	16	0.09
	broadcast, incorporation < 8h	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0.13
	broadcast, incorporation < 12h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.16
	broadcast, vegetation	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0.25
	broadcast, grassland	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0.30
	trailing hose, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18
	trailing hose, incorporation < 1 h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0.02
	trailing hose, incorporation < 4h	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0.06
	trailing hose, incorporation < 8h	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.09
	trailing hose, incorporation < 12h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.11
	trailing hose, vegetation	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	0.13
	trailing hose, grassland	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0.21
	trailing shoe	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.12
	injection (open slot)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.06
	grubber and injection	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	0.03
all pigs, solid manure	broadcast, without incorporation	20	20	20	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0.90
	broadcast, incorporation < 1 h	5	5	5	5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0.09
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.45
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	51	51	51	51	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	0.81
	broadcast, incorporation < 24h	70	70	70	70	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0.90
	broadcast, incorporation < 48h	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.90
	broadcast, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.90
all cattle and pigs, leachate	broadcast, without incorporation	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	45	41	36	32	27	23	18	14	9	5	0	0	0	0.20
	broadcast, incorporation < 1 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	0.02	
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	4	5	6	7	7	8	8	19	0.07
	broadcast, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	4	5	6	6	7	8	8	0.12
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	0.14
	broadcast, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	6	7	8	10	11	13	14	15	15	0.20
	broadcast, grassland	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	49	49	49	49	48	48	48	48	47	47	47	47	0.20
	trailing hose, without incorporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18
	trailing hose, incorporation < 1 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
	trailing hose, incorporation < 4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.05
	trailing hose, incorporation < 8h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.09
	trailing hose, incorporation < 12h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	
	trailing hose, vegetation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	0.10
	trailing hose, grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	0.14
	trailing shoe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0.08
	injection (open slot)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.04
	grubber and injection	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	0.02
laying hens, broadcast, without incorporation		8	8	8	8	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0,90	

livestock category	application type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	NH <sub>3</sub> -N EF for application, kg NH <sub>3</sub> -N per kg TAN applied
solid manure	broadcast, incorporation < 1 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	broadcast, incorporation < 4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	
	broadcast, incorporation < 12h	0	0	0	0	11	11	11	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	0,40
	broadcast, incorporation < 24h	92	92	92	92	83	83	83	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	0,45
poultry, except laying hens, solid manure	broadcast, incorporation < 24 h	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,45
all other animals, solid manure *)	broadcast, without incorporation	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0,90

\*) (horses, mules and asses, sheep, goats, buffalo)

Tabelle 392: Legehennen, haltungsspezifische partielle NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren

[in kg NH <sub>3</sub> -N je ausgeschiedenem kg N]	≤ 2000	2001 - 2009	≥ 2010
Käfighaltung; ab 2010: Kleingruppenhaltung		0,164	0,066
Bodenhaltung, Voliere	0,351	lineare Interpolation	0,090
Intensive Auslaufhaltung, Freilandhaltung, ökologische Erzeugung		0,099	

Quelle: HAENEL ET AL., 2014

## 19.5 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quell-/Senkenkategorie Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (5)

### 19.5.1 Landnutzungsmatrix

#### 19.5.1.1 Begründung der Entscheidung für ein stichprobenbasiertes System

Für die jährliche Erfassung der Landnutzungsänderungen stehen in Deutschland verschiedene räumlich explizite Daten zur Verfügung. Jeder dieser Datensätze weist spezifische Vor- und Nachteile auf, z.B.:

- periodische vs. jährliche Erfassung
- regionale vs. national vollständige Erfassung
- flächig vollständige vs. (systembedingte) unvollständige (lückige) Erfassung
- fokussiert auf die (Ist-) Zustandserfassung vs. Erfassung von Veränderungen
- Erfassung einer einzelnen Landnutzungskategorie: Wald

Durch die genannten Unterschiede in den Datensätzen ergeben sich für jede weitere Verwendung folgende Fragestellungen:

- Können mit diesen Daten alle Landnutzungsarten adäquat erfasst werden?
- Stimmen die Definitionen der Landnutzungs- und Landnutzungsänderungs-Klassen zwischen den Datensätzen aber auch mit nationalen oder internationalen Definitionen überein?
- Werden die Daten fortgeführt?
- Entwickelt sich deren Erhebung weiter?
- Stehen neue Informationsquellen zur Verfügung, etc.?

Mit der Entwicklung und dem Aufbau solcher sowohl inhaltlich umfassenden als auch räumlich expliziten und vollständigen, GIS-basierten Kartenwerke wurde häufig erst in den 1990er Jahren begonnen. Der Datenbestand wurde nach und nach aufgebaut und in seiner Qualität sukzessive verbessert. Dies impliziert jedoch, dass nicht für jede einzelne Fläche bzw. jeden einzelnen Stichprobennpunkt Informationen über die Landnutzung im Jahr 1990 bzw. davor aber auch danach vorliegen. Aus diesem Grund wurde nun ein flexibles System entwickelt, welches die Informationen möglichst vieler Datenquellen nutzt, um:

- umfassende und vollständige Landnutzungsänderungs-Informationen zu erhalten,
- den qualitativen Unterschieden der einzelnen Datenquellen gerecht zu werden,
- die räumlichen als auch qualitativen Entwicklungen der Daten zu berücksichtigen und
- Veränderungen zwischen verschiedenen Datenquellen zu verifizieren und
- eine konsistente Definition der Landnutzungskategorien in der Zeitreihe zu gewährleisten bzw.
- eigene Recherchen zuzulassen.

Diesen Ansprüchen wird angesichts der Datenlage in Deutschland nur ein stichprobenbasiertes System gerecht, da

- Datenquellen validiert werden können
- hierdurch die Quantifizierung unterschiedlicher Fehlerquellen möglich ist.
- Veränderungen punktweise und nicht in der Fläche betrachtet werden, weshalb ein stichprobenbasiertes System:

1. robuster auf kleinere Ungenauigkeiten in der Grenzziehung einer Fläche zwischen unterschiedlichen Datenquellen reagiert und
  2. eine nicht zu erreichende 100%ige Genauigkeit in der Georeferenzierung nicht benötigt wird (FULLER 2003).
- die Plausibilität von Landnutzungsänderungen verifiziert werden kann und
  - sich Datenquellen, welche nur stichprobenartig vorliegen, in dieses System integrieren lassen, wodurch die Datenbasis erweitert werden kann.

Ein solches stichprobenbasiertes System, welches bereits seit 1987 existiert und seitdem periodisch auch Landnutzungsveränderungen von und zu Wald sehr genau erfasst, ist die Bundeswaldinventur (BWI). Das BWI-Netz wird nun auch konsequent für die Erfassung der gesamten Landnutzungsveränderungen genutzt. Damit wird neben der Konsistenz in der Flächenberechnung auch eine vollständige Konsistenz zwischen den Berichten unter der Klimarahmenkonvention und der im Rahmen von Artikel 3.3/3.4 des Kyoto-Protokolls erreicht. Die Entscheidung Deutschlands für ein stichprobenbasiertes System wurde im Mai 2011 in einem nationalen Expertenworkshop abgestimmt und anschließend in einem internationalen Expertenworkshop vorgestellt, diskutiert und von den internationalen Experten als sehr gut geeignet und zukunftsweisend eingeschätzt.

#### **19.5.1.2 Begründung der Entscheidung für das BWI-Raster**

Einige der 31 LULUCF-Klassen (Hauptlandnutzungsklassen ohne Wechsel zu „Other Land“) sind deutschlandweit nur von sehr geringem Ausmaß. Deshalb wurde in einer Simulation geprüft, ob diese mit dem derzeitigen bundesweiten Grund-Raster von 4km x 4km und den Bundesland-spezifischen Verdichtungen bis hin zu 2km x 2km ausreichend genau erfasst werden können oder ob eine weitere Verdichtung des BWI-Netzes nötig wäre. Hierzu wurde ein systematisches, einfaches Stichprobennetz mit einer Rasterweite von 100m x 100m generiert. Aus diesem wurden bis zu 25 Subnetze je Rasterweite 200m x 200m, 500m x 500m, 1.000m x 1.000m und 2.000m x 2.000m gezogen. Aus statistischer Sicht ist gewünscht, dass möglichst jede der 31 LULUCF-Klassen erfasst wird. Jedoch wird nicht der Anspruch erhoben, dass sich die Schätzung des Flächenanteiles jeder noch so kleinen LULUCF-Klasse signifikant von Null unterscheidet. Auf Grund der erzielten Ergebnisse ist ein 1km x 1km-Netz als optimal anzusehen. Ignoriert man die Anordnung der bundesweit 217.603 BWI-Trakt-Ecken in Trakten und Verdichtungsgebieten, so repräsentiert jede Trakt-Ecke eine Fläche von 1,644km<sup>2</sup>, was bei einer quadratischen Anordnung in etwa einer Netzdichte von 1.280m x 1.280m entspricht. Die Wahl des aktuellen BWI 2012-Netzes bildet aus statistischer Sicht somit einen guten Kompromiss. Die Anzahl realisierter Stichprobenpunkte liegt nahe an dem eines systematischen 1km x 1km-Netzes. Da die Korrelation zwischen den Trakt-Ecken kleiner 1 ist, steigt die Wahrscheinlichkeit, mit einem Trakt mehrere Landnutzungsänderungsklassen zu erfassen, auch die für Landnutzungsänderungsklassen mit sehr kleinen Flächenanteilen. Gleichzeitig ist die Anzahl kleinster Stichprobenelemente bei einer Traktstichprobe geringer als bei einer einfachen Stichprobe, wenn die gleiche Anzahl Probepunkte realisiert wird. Der Stichprobenfehler wird somit konservativ geschätzt.

Betrachtet man die Anforderungen an die Berichterstattung, so ist die Wahl des BWI 2012-Netzes als optimal einzustufen, da:

- nur mit dem BWI-Netz eine in sich konsistente Landnutzungsmatrix zu erstellen ist,
- welche gleichzeitig konsistent mit den BWI-Waldflächenschätzungen ist,

- aber auch zu den BWI-Kohlenstoffvorratsänderungsschätzungen.

Den hohen qualitativen Ansprüchen vor allem unter dem Kyoto-Reporting kann somit Rechnung getragen werden.

### 19.5.1.3 Umsetzung der Transition Time

#### Schritt 1

Für Punkte, welche ursprünglich zu einer remaining-Kategorie gehören, gilt:

Ereignis	Beschreibung	Formel	Variablen
<b>1. Fall: keine Änderung</b>			
<b>Fläche verbleibt als Ganzes in remaining Kategorie</b>		$A_{Jahr} = A_{Punkt}$	$A_{Jahr}$ anteilige Fläche des Punktes in der Kategorie des im Berechnungsalgorithmus aktuell betrachteten Jahres $A_{Punkt}$ die vom Punkt repräsentierte Fläche
<b>2. Fall: Änderung zu anderer Landnutzung</b>			
Jahr innerhalb der Veränderungsperiode	Anstiegsphase, d.h. Fläche verschwindet im Maße der jährlichen Änderungen aus der remaining Kategorie	$A_{Jahr} = A_{Punkt} - \left( \frac{A_{Punkt}}{\text{Zeitspanne}} * (Jahr - Anfangsjahr) \right)$	<b>Zeitspanne</b> = Dauer der Veränderungsperiode <b>Jahr</b> = Im Berechnungsalgorithmus aktuell betrachtetes Jahr <b>Anfangsjahr</b> = Beginn der Transition Time für diesen Punkt
Jahr nach der Veränderungsperiode	Fläche ist aus remaining Kategorie bereits verschwunden	$A_{Jahr} = 0$	
<b>Fall 3: Änderung aus anderer Landnutzung hin zur betrachteten Landnutzung</b>			
Jahr früher oder gleich als Anfangsjahr + 20 Jahre	Fläche ist in neuer remaining Kategorie noch nicht angekommen	$A_{Jahr} = 0$	
Jahr später als Anfangsjahr + 20 Jahre (aber noch innerhalb des gesperrten Zeitraums)	Fläche kommt entsprechend den jährlichen Änderungen stückweise zur neuen remaining Kategorie hinzu	$A_{Jahr} = A_{Punkt} * \left( \frac{Jahr - (Anfangsjahr + 20)}{\text{Zeitspanne}} \right)$	

#### Schritt 2

Für Punkte, welche zu einer Landnutzungsänderungs-Kategorie gehören, gilt:

Ereignis	Beschreibung	Formel	Variablen
<b>1. Fall: Jahr innerhalb der Veränderungsperiode (Anstiegsphase)</b>			
Änderungen über die gesamte Veränderungsperiode werden für jeden Beobachtungspunkt auf jährliche Änderungen umgerechnet	D.h., mit jedem Jahr nimmt die Änderungsfläche um die jährliche Änderung zu, bis sie zum Ende der Veränderungsperiode die gesamte Punktfäche umfasst.	$A_{Jahr} = A_{Punkt} * \left( \frac{(Jahr - Anfangsjahr)}{\text{Zeitspanne}} \right)$	
<b>Fall 2: Zeitraum von Ende der Veränderungsperiode bis 20 Jahre nach Beginn der Veränderungsperiode (Plateauphase)</b>			
Fläche verbleibt in Änderungskategorie		$A_{Jahr} = A_{Punkt}$	
<b>Fall 3: Zeitraum zwischen 20 Jahren nach Beginn der Veränderungsperiode und 20 Jahren nach Ende der Veränderungsperiode (Abstiegsphase)</b>			
In Änderungskategorie verbleibende Fläche	vermindert sich jedes Jahr um die jährliche Änderung	$A_{Jahr} = A_{Punkt} * \left( \frac{(Endjahr - Jahr)}{\text{Zeitspanne}} \right)$	<b>Endjahr</b> = Jahr in dem die Transition Time für diesen Punkt

### Schritt 3

Nun erfolgt die Summierung aller Flächenwerte der Stichprobenpunkte pro Landnutzungs- bzw. Landnutzungsänderungskategorie pro Jahr innerhalb des Zeitraumes 1991 bis 2012.

### Schritt 4

Anschließend muss für alle Jahre bis einschließlich 2010 eine Korrektur der Flächensummen aufgrund der in Transition Time befindlichen Änderungen aus den Vorjahren (1970-1990) durchgeführt werden. Dabei gilt für die remaining-Kategorien:

$$\sum A_{Jahr,korrigiert} = \sum A_{Jahr} + \left( (2010 - Jahr) * \sum Zuwachs \right)$$

Mit  $\sum A_{Jahr}$  = in Schritt 3 berechnete Summe aller Flächen innerhalb der betrachteten Landnutzungs- bzw. Landnutzungsänderungskategorie und  $\sum Zuwachs$  = in den Zeitraum von 1970-1990 extrapolierte Flächensummen der jährlichen Änderungen für alle Landnutzungsänderungskategorien, die nach Ablauf der Transition Time einen Flächenzuwachs innerhalb der betrachteten Landnutzungskategorie bewirken, Bezugszeitraum 1990-2000.

Für die Landnutzungsänderungskategorien gilt:

$$\sum A_{Jahr,korrigiert} = \sum A_{Jahr} + \left( \sum A_{Bezugsjahr} * (2010 - Jahr) \right)$$

Mit  $\sum A_{Bezugsjahr}$  = in den Zeitraum von 1970-1990 extrapolierte Flächensumme der jährlichen Landnutzungänderung in der betrachteten Kategorie für den Bezugszeitraum 1990-2000.

Für die Jahre nach 2010 entfällt die Korrektur der Flächensummen, da die Transition Time aller Änderungen vor 1990 in 2010 abläuft. Somit werden für die Folgejahre die Flächensummen aus Schritt 3 berichtet.

### **19.5.2 Ermittlung der Emissionsfaktoren für den Mineralboden**

Grundlage zur Ermittlung der flächendeckenden und nach Klimaregionen gewichteten durchschnittlichen Kohlenstoffvorräte in Mineralböden, in Abhängigkeit von der Landnutzung, bilden folgende Datenquellen:

1. Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:1.000.000 (BÜK 1000; BGR 1995, 1997, 2007)
2. Schätzprofile der BÜK 1000 n 2.3; FISBo BGR (BGR 2011)
3. „Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands – Bericht über länderübergreifende Auswertung von Punktinformationen im FISBo BGR-“ (DÜWEL et al. 2007)
4. Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II; vTI 2011)
5. Datensätze des Basis-Digitalen Landschaftsmodells (B-DLM) des Amtlichen Topographisch- Kartographischen InformationsSystems (ATKIS®) der Jahre 2000, 2005, 2010 (AdV 2000; 2005; 2010)
6. IPCC-Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use (IPCC 2006)

Der Ermittlung der Emissionsfaktoren für die einzelnen Landnutzungskategorien wurde ein Rückfallsystem zugrunde gelegt. Das bedeutet:

- Liegen spezifisch erhobene Bodendaten für eine Landnutzungskategorie vor (BZE II-Daten; Daten der BGR-Studie (DÜWEL et al. 2007)), so werden diese für sich oder in Kombination mit Daten der BÜK 1000 herangezogen, zur Bestimmung der Bodenkohlenstoffvorräte in der entsprechenden Kategorie.
- Existieren solche Daten nicht, liegen der Bestimmung die Schätzwerte der BÜK 1000 zugrunde.

Aufgrund der unterschiedlichen Datenlage für die einzelnen Landnutzungskategorien wurden die flächengewichteten, nutzungs- und bodenspezifischen Kohlenstoffgehalte für unterschiedliche Kategorien getrennt bestimmt.

### 19.5.2.1 Landnutzungskategorie Wald (Forest Land)

Allen Flächen, die durch die Bundeswaldinventur als Wald im Sinne der Definition nach Bundeswaldgesetz und von Deutschland gewählter IPCC-Definition fallen, wurde der mittlere Kohlenstoffvorrat im Mineralboden bis 30 cm Bodentiefe zugeordnet, der in der Bodenzustandserhebung II (BZE II) ermittelt wurde.

Die BZE II ist eine systematische Stichprobenerhebung und wurde durchgeführt, um grundlegende Informationen über den Zustand von Waldböden und die in ihnen ablaufenden Veränderungen zu gewinnen. Ziel war es, u.a. Daten von zentralen Bodeneigenschaften zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wurden flächendeckend, in einem 8 x 8 km Raster, ca. 2.000 Punkte durch die jeweiligen Bundesländer boden- und standortkundlich intensiv untersucht. Die Arbeitsanleitung war einheitlich durch Bund und Länder erarbeitet und festgelegt worden (siehe Kapitel 7.2.2.2 und 7.2.4.4).

Nach Abschluss der Arbeiten konnten den LULUCF-Inventarberechnungen ab der Submission 2013 die Ergebnisse der Waldbodeninventur (BZE II) bezüglich des Bodenkohlenstoffvorrats sowie dessen Veränderungsrate zugrunde gelegt werden. Der im Rahmen dieser Erhebung ermittelte mittlere Kohlenstoffvorrat für Mineralböden, bis 30 cm Tiefe, beträgt  $61,1 \pm 3,3 \text{ Mg ha}^{-1}$  für das Jahr 2006. Die mittlere jährliche Veränderungsrate, die für den Zeitraum zwischen den jeweiligen Erhebungen bestimmt wurde, beträgt  $0,27 \pm 0,18 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (vergl. Kapitel 7.2.2.2). Um den Kohlenstoffvorrat der mineralischen Forstböden für die unterschiedlichen Berichtsjahre zu ermitteln, wurde die mittlere Veränderungsrate dem für das Jahr 2006 ermittelten durchschnittlichen Mineralbodenkohlenstoffvorrat aller Forstböden Deutschlands zugeschlagen bzw. abgeschlagen, so dass sich für den Berichtszeitraum seit 1990 folgende Zeitreihe ergibt (Tabelle 393):

Tabelle 393: Mittlerer Kohlenstoffvorrat [bis 30 cm Bodentiefe in  $\text{Mg C ha}^{-1} \pm 1,96 * \text{Standardfehler}$ ] in den mineralischen Waldböden Deutschlands von 1990 – 2012

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	56,78 $\pm 3,09$	57,05 $\pm 3,10$	57,32 $\pm 3,12$	57,59 $\pm 3,13$	57,86 $\pm 3,15$	58,13 $\pm 3,16$	58,40 $\pm 3,18$	58,67 $\pm 3,19$	58,94 $\pm 3,20$	59,21 $\pm 3,22$	59,48 $\pm 3,23$
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	59,75 $\pm 3,25$	60,02 $\pm 3,26$	60,29 $\pm 3,28$	60,56 $\pm 3,29$	60,83 $\pm 3,31$	61,10 $\pm 3,32$	61,37 $\pm 3,34$	61,64 $\pm 3,35$	61,91 $\pm 3,37$	62,18 $\pm 3,38$	62,45 $\pm 3,40$
	2012										
Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	62,72 $\pm 3,41$										

Diese Werte bilden für das jeweilige Jahr die Grundlage für alle Berechnungen im Rahmen der Inventarerstellung.

### **19.5.2.2 Landnutzungskategorien Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land**

#### **19.5.2.2.1 Allgemein zu 5.B - 5.F**

In der Bodenübersichtskarte BÜK 1000 werden die Böden Deutschlands in 71 bodenkundlich charakterisierten Legendeneinheiten zusammengefasst. Diese sogenannten Leitbodenassoziationen (LBA) sind durch Leit- und Begleitboden Typen gekennzeichnet und werden durch einen flächenrepräsentativen Leitboden charakterisiert, dem ein ausgewähltes Bodenprofil zugewiesen ist. Diese Profilbeschreibungen enthalten neben deskriptiven Parametern auch Angaben zu Bodeneigenschaften, wie Humus- und Stickstoffgehalten sowie bodenphysikalischen Kennwerten (DÜWEL et al. 2007). Der den vorliegenden Berechnungen zugrunde liegende Datensatz enthält u.a. abgeleitete Lagemaße für Kohlenstoff ( $C_t$ ), anorganischen Kohlenstoff ( $C_i$ ), Stickstoff ( $N_t$ ), Steingehalt und die Rohdichte<sub>trocken</sub> sowie die Spannweite dieser Werte durch Klassenangaben nach KA 4 (AG BODEN 1994).

Der mittlere Kohlenstoffvorrat einer LBA kann aus diesen Daten durch Multiplikation des Kohlenstoffgehaltes mit der Masse des Bodens, korrigiert um Skelett- und Carbonatgehalt, berechnet werden. Zur Bestimmung der mittleren Kohlenstoffvorräte in den Mineralböden der Kategorien Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstiges Land wurde die BÜK 1000 mit dem Basis-DLM (Kapitel 7.1.3.2.1) verschnitten. Die nutzungsspezifischen Flächendaten und die Bodeneigenschaften der BÜK 1000 (Trockenrohdichte, Skelettgehalt) wurden mit den Gehalten an organischem Kohlenstoff der BGR-Studie „Gehalte organischer Substanz in Oberböden Deutschlands: Länderübergreifende Auswertung von Punktinformationen im FISBo BGR“ (DÜWEL et al. 2007) kombiniert.

DÜWEL et al. 2007 weisen typische Gehalte an organischer Substanz ( $C_{org}$ ) bzw. Humus in Oberböden Deutschlands für 15 Bodenausgangsgesteinsgruppen und 4 Klimazonen aus. Grundlage hierfür bildete die flächendeckende Auswertung der Daten von ca. 14.000 Profilen, in Abhängigkeit von der Nutzung (Acker, Grünland und Wald) und nach Klimaregion.

Zudem werden die 71 Legendeneinheiten der BÜK nach ihren pedo-lithologischen Merkmalen diesen 15 Bodenausgangsgesteinsgruppen zugewiesen (DÜWEL et al. 2007), so dass diese die Verbindung zu den Angaben der Legendeneinheiten der BÜK 1000 bilden.

#### **19.5.2.2.2 Ackerland**

##### **Ackerland mit annuellen Kulturen**

Für Ackerflächen mit annuellen Früchten führt die BGR-Studie eine Gültigkeit ihrer Werte bis 30 cm Tiefe aus. Daher konnte der Kohlenstoffgehalt aus der BGR-Arbeit auf alle Leitbodenassoziationen der BÜK 1000 übertragen werden.

Tabelle 394: Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit annuellen Kulturen

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	Schranken	
		obere [%]	untere [%]
Ackerland annuell	59,77	50,07	32,67

### Ackerland mit perennierenden Kulturen

Bezüglich der Ackerflächen mit perennierenden Kulturen (z.B. Obstbäume, Wein) wurde davon ausgegangen, dass die Flächen nicht gepflügt werden und zu 75 % mit Gras bestanden sind. Daher wurden die Profileigenschaften der Grünlandprofile der Berechnung des mittleren Kohlenstoffvorrates zugrunde gelegt. Die Vorgehensweise ist im Kapitel 19.5.2.2.3 beschrieben. Die ermittelten Werte für diese Flächen zeigt Tabelle 395.

Tabelle 395: Fläche [ha], mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands mit perennierenden Kulturen

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	Schranken	
		obere [%]	untere [%]
Ackerland perennierend	72,64	68,18	46,40

### Kohlenstoffvorrat Ackerland

Der mittlere Kohlenstoffvorrat für den Mineralboden in Ackerland ergibt sich durch:

$$C_{\text{Min Acker}} = \frac{(C_{\text{Acker annuell}} * A_{\text{Acker annuell}} + C_{\text{Acker perennierend}} * A_{\text{Acker perennierend}})}{A_{\text{Acker annuell}} + A_{\text{Acker perennierend}}}$$

$C_{\text{Min Acker}}$ : Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands [ $\text{Mg ha}^{-1}$ ]

$C_{\text{Acker annuell}}$ : Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands mit annuellen Kulturen [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]

$C_{\text{Acker perennierend}}$ : Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat aller mineralischen Ackerböden Deutschlands mit perennierenden Kulturen [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]

$A_{\text{Acker annuell}}$ : Mineralbodenfläche Deutschlands unter Acker mit annuellen Kulturen [ha]

$A_{\text{Acker perennierend}}$ : Mineralbodenfläche Deutschlands unter Acker mit perennierenden Kulturen [ha]

Tabelle 396 zeigt den mittleren Kohlenstoffvorrat für Mineralböden unter Acker, der allen diesbezüglichen Berechnungen im Inventar zugrunde liegt.

Tabelle 396: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Ackerflächen Deutschlands

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	Schranken		Verteilungsfunktion
		obere [%]	untere [%]	
Ackerland	60,03	50,50	32,99	lognormal

### 19.5.2.2.3 Grünland

Die Landnutzungskategorie Grünland setzt sich aus der Subkategorie „Grünland im engeren Sinne“ und „Gehölze“ zusammen (vergleiche Kapitel 0). Die Berechnung erfolgt für beide Subkategorien aufgrund derselben Datengrundlage. Unterschiede im Kohlenstoffvorrat dieser Subkategorien bedingen sich folglich nur in der unterschiedlichen räumlichen Verteilung der Landnutzungen und somit unterschiedlichen Anteilen von Bodenausgangsgesteinsgruppen und Klimazonen.

Für Grünlandflächen führt die BGR-Studie eine Gültigkeit ihrer Werte bis 10 cm Tiefe an (DÜWEL et al. 2007). Die Bodenkohlenstoffgehalte wurden den Eigenschaften der Mineralbodenprofile der BÜK 1000 via Relation über die Bodenausgangsgesteinsgruppe folgendermaßen zugeordnet: Die Bodenkohlenstoffgehalte der BGR-Studie (DÜWEL et al. 2007) wurden dem obersten Horizont entsprechend der angegebenen Mächtigkeit zugeteilt, (maximal 10 cm Mächtigkeit); die Trockenrohdichte sowie der Skelettgehalt wurden für diese Horizonte aus der BÜK 1000 übernommen, genau wie die gesamten Eigenschaften und Mächtigkeiten der darunter liegenden Horizonte bzw. Tiefenstufen bis 30 cm. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 397.

Tabelle 397: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) für Grünlandflächen Deutschlands

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	Schranken		Verteilungsfunktion
		obere [%]	untere [%]	
Grünland i. e. S.	77,43	77,87	45,93	lognormal
Gehölze	73,18	83,27	42,94	lognormal

#### 19.5.2.2.4 Terrestrische Feuchtgebiete, Siedlungen und Sonstige Flächen

Zur Bestimmung der mittleren Kohlenstoffgehalte für Mineralböden in Terrestrischen Feuchtgebieten (Feuchtgebiete ist unterteilt in Terrestrische Feuchtgebiete und Gewässer) wurde wie beim Grünland verfahren. Die Beschreibung des Verfahrens ist folglich Kapitel 19.5.2.2.3 zu entnehmen. Unterschiede im Kohlenstoffvorrat zwischen Grünland und Terrestrischen Feuchtgebieten bedingen sich wiederum nur in der räumlichen Verteilung der Kategorieflächen.

Die der BÜK 1000 zugrunde liegende Datenbank weist keine Leitprofile für Böden auf Siedlungsflächen und sonstigem Land aus, lediglich für Wald-, Acker- und Grünlandstandorte; aber auch für diese Nutzungen liegen nicht für alle Leitbodenassoziationen Leitprofile vor. Daher wurden als stellvertretende Leitprofile, für Böden unter Siedlungen und sonstigem Land, die Profile der Grünlandstandorte herangezogen (aufgrund der relativen Ähnlichkeit zu Gärten und Parkanlagen). Für die Leitbodenassoziationen, für die keine Grünlandleitprofile mit bodenkundlichen Kennwerten vorlagen, wurde auf die Horizontierung der Waldbodenprofile zurückgegriffen, da Siedlungsböden und insbesondere Böden unter sonstigem Land häufig gestört und im Oberboden nicht so tief entwickelte A-Horizonte aufweisen, wie landwirtschaftlich bewirtschaftetes Grün- oder Ackerland. Diese Vorgehensweise führte bei 42 der 71 Leitbodenprofile zu veränderten, i.d.R. geringeren, Kohlenstoffvorräten, verglichen mit dem Grünland. Zusätzlich hat die räumliche Verteilung von Siedlungsflächen und sonstigem Land in der Bodenlandschaft einen deutlichen Einfluss auf die mittleren Kohlenstoffvorräte der Mineralböden, zum einen gegenüber den Grünlandböden, zum anderen der Mineralböden dieser Kategorien (5.E und 5.F) untereinander.

Die mittleren Kohlenstoffgehalte sind in Tabelle 398 aufgeführt.

Tabelle 398: Mittlerer flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] und dessen Unsicherheiten (obere und untere Schranke in %) in Mineralböden unter Terrestrischen Feuchtgebieten, Siedlungen und Sonstigen Flächen

Mineralboden	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]	Schranken		Verteilungsfunktion
		obere [%]	untere [%]	
Terrestrische Feuchtgebiete	73,99	52,48	43,85	lognormal
Siedlungen	58,67	84,97	45,11	lognormal
Sonstige Flächen	55,60	92,86	44,56	lognormal

Die aus diesen mittleren, nach Klimaregion, Landnutzung und Flächen gewichteten Kohlenstoffvorräten abgeleiteten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 253 und Tabelle 254 in Kapitel 7.1.5 dargestellt, die Emissionsfaktoren mit statistischen Kennwerten zur Beschreibung der Unsicherheiten in Tabelle 304 bzw. Tabelle 309 in den Kapiteln 7.5.5 bzw. 7.6.5.

#### 19.5.2.2.5 Unsicherheiten

Da mit Einzelprofilen keine Aussagen zur Heterogenität der Bodenparameter innerhalb der Legendeneinheiten getroffen werden können (DÜWEL et al. 2007), wurde zur Abschätzung der potentiellen Spannweite der Kohlenstoff- bzw. Stickstoffvorräte einer LBA, somit zur Bestimmung der Unsicherheit, eine jeweilige Extremkonstellation der Klassenwerte konstruiert:

LBA-Kohlenstoffvorrat<sub>maximum</sub>:  $C_{\text{org}}$ -Gehalt<sub>maximum</sub>, Rohdichte<sub>maximum</sub>, Skelettgehalt<sub>minimum</sub>

LBA-Kohlenstoffvorrat<sub>minimum</sub>:  $C_{\text{org}}$ -Gehalt<sub>minimum</sub>, Rohdichte<sub>minimum</sub>, Skelettgehalt<sub>maximum</sub>

Die Werte für die Trockenraumdichte, den Skelettgehalt sowie die Kohlenstoffgehalte der Horizonte, für die keine Werte aus der Oberbodenstudie der BGR (DÜWEL et al. 2007) vorlagen, wurden nach entsprechenden Klassenangaben aus den Leitprofilbeschreibungen der BÜK 1000 (BGR 1997) mittels der KA 4 abgeleitet.

Die so ermittelten mini- und maximalen Kohlenstoffvorräte bildeten die obere und untere Schranke und geben im Zusammenhang mit dem Lagemaß die für derartige Daten typische linkssteile Verteilung wieder.

Die Kohlenstoffgehalte der BGR-Studie (DÜWEL et al. 2007) sind mit einer deskriptiven Statistik hinterlegt. Aus dieser wurden die Werte für das 25%- bzw. 75%-Perzentil als untere und obere Schwellenwerte für den Kohlenstoffgehalt abgeleitet.

#### 19.5.2.3 Geplante Verbesserungen

Die in den vorangegangenen Kapiteln aufgeführten Werte stellen die im Moment besten, flächendeckend verfügbaren Daten dar. Zur Verbesserung dieser Datengrundlage wurden und werden in Deutschland derzeit Großinventuren zur Ermittlung des Kohlenstoff- und Stickstoffgehalts in Mineralböden durchgeführt:

- die Bodenzustandserhebung II Wald, für alle Waldböden; die Ergebnisse kamen ab der Submission 2013 zur Anwendung
- die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft, für Acker- und Grünlandböden (vgl. Kapitel 7.3.8)
- Die Ergebnisse der BZE-Landwirtschaft werden schrittweise zur Validierung der jetzigen Emissionsfaktoren herangezogen.

Sofern in vorhergehenden Berichterstattungen in diesem Kapitel Verbesserungen benannt wurden, sind diese in Form einer Übersicht unter Kapitel 10.4 Verbesserungen des Inventars, Tabelle 335 zu finden. Sind diese bereits erledigt, sind sie im selben Kapitel in Tabelle 334 abgebildet.

### **19.5.3 Ableitung der Berechnungsgrößen (Emissionsfaktoren) für die Biomasse**

#### **19.5.3.1 Perennierende Ackerkulturen**

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Waldflächen“ werden landesspezifische Kohlenstoffvorräte für Obstgehölze, Wein und Weihnachtsbaumkulturen in Deutschland erhoben. Aus diesen werden sowohl für die ober- als auch die unterirdische Biomasse Kohlenstoffvorräte abgeleitet.

##### **19.5.3.1.1 Obstbäume**

Im Rahmen des oben genannten Forschungsprojektes wurden aus den zwei Hauptobstanbaugebieten Deutschlands (Altes Land, Norddeutschland und Bodenseegebiet, Süddeutschland) insgesamt 100 Obstbäume (91 Apfel-, 6 Kirsch und 3 Pflaumenbäume) unterschiedlichen Alters und Sorte destruktiv untersucht. Zusätzlich wurden an 210 lebenden Apfelbäumen folgende Parameter erhoben:

- Stammfußdurchmesser
- Brusthöhendurchmesser
- Höhe

Anhand aller erhobenen Daten konnte mittels Regression ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen Baumalter und mittlerem Stammdurchmesser (=Stammfuß + Brusthöhendurchmesser)/2 ermittelt werden:

Gleichung 45: Regressionsgleichung zur Abschätzung des mittleren Stammdurchmessers [cm] von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom Baumalter [a]

$$S_{mean\_Apfel} = 19,1645 * (1 - e^{(-0,0357x)})$$

S<sub>mean\_Apfel</sub>: Mittlerer Stammdurchmesser Apfelbaum [cm]

x: Baumalter [a]

Statistische Kennwerte:

r<sup>2</sup> = 0,5855

n = 300

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 1,4318 ± 19,72 %

Gleichung 46: Regressionsgleichung zur Abschätzung des mittleren Stammdurchmessers [cm] von Kirsch- und Pflaumenbäumen in Abhängigkeit vom Baumalter [a]

$$S_{mean\ Kirsche/Pflaume} = 53,8165 * (1 - e^{(-0,0252x)})$$

S<sub>mean\_KirschePflaume</sub>: Mittlerer Stammdurchmesser Kirsche/Pflaume [cm]

x: Baumalter [a]

Statistische Kennwerte:

r<sup>2</sup> = 0,9486

n = 9

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 1,2963 ± 11,14 %

Mittels der Ergebnisse der destruktiven Untersuchung konnten die Masse, der Wasser- und Kohlenstoffgehalt der Obstgehölze getrennt nach den Kompartimenten oberirdische Biomasse (Stamm und Äste) und unterirdische Biomasse (Wurzeln) ermittelt werden. Die derart untersuchten Apfelbäume waren alle 6 und 9 Jahre, die Kirsch- und Pflaumenbäume 4, 12 und 14 Jahre alt.

Die Biomasse der Bäume wurde um den durch Trocknung bei 105°C gemessenen Wassergehalt korrigiert und zur Ermittlung des Kohlenstoffvorrates der Pflanzenteile bzw. der ganzen Pflanze mit dem prozentualen Kohlenstoffgehalt der Biomasse<sub>trocken</sub> multipliziert.

Aus diesen Daten lassen sich hochsignifikante Beziehungen zwischen mittlerem Stammdurchmesser und Kohlenstoffvorrat der gesamten Pflanze [Gleichung 47 (Apfel); Gleichung 49 (Kirsche/Pflaume)] und der Oberirdischen Biomasse [Gleichung 48 (Apfel); Gleichung 50 (Kirsche/Pflaume)] ableiten.

Gleichung 47: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates der gesamten Biomasse von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$\ln C_{ges\_Apfel} = -2,1774 + 1,7565 * \ln x$$

In  $C_{ges\_Apfel}$ : Logarithmus des Kohlenstoffvorrats der gesamten Apfelbaumbiomasse [kg Pflanze<sup>-1</sup>]

In x: Logarithmus des mittleren Stammdurchmessers [cm]

Statistische Kennwerte:

$r^2 = 0,8011$

n = 90

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 0,1915

Gleichung 48: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der oberirdischen Biomasse von Apfelbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$\ln C_{above\_Apfel} = -2,7521 + 1,9533 * \ln x$$

In  $C_{above\_Apfel}$ : Logarithmus des Kohlenstoffvorrats in den oberirdischen Pflanzen [kg Pflanze<sup>-1</sup>]

In x: Logarithmus des mittleren Stammdurchmessers [cm]

Statistische Kennwerte:

$r^2 = 0,9321$

n = 90

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 0,1953

Gleichung 49: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates der gesamten Biomasse von Kirsch- und Pflaumenbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$C_{ges\_Kirsche/Pflaume} = 0,0369 x^{2,2725}$$

$C_{ges\_KirschePflaume}$ : Kohlenstoffvorrat der gesamten Kirsch-/Pflaumenbaumbiomasse [kg Pflanze<sup>-1</sup>]

x: Mittlerer Stammdurchmesser Kirsche/Pflaume [cm]

Statistische Kennwerte:

$r^2 = 0,9608$

n = 9

p < 0,0001

Standardfehler der Schätzung = 1,8582 (15 %)

Gleichung 50: Regressionsgleichung zur Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der oberirdischen Biomasse von Kirsch- und Pflaumenbäumen in Abhängigkeit vom mittleren Stammdurchmesser

$$C_{above\_Kirsche/Pflaume} = 0,0238 x^{2,3586}$$

$C_{above\_KirschePflaume}$ : Kohlenstoffvorrat der oberirdischen Kirsch-/Pflaumenbaumbiomasse [kg Pflanze<sup>-1</sup>]

x: Mittlerer Stammdurchmesser Kirsche/Pflaume [cm]

Statistische Kennwerte:

$r^2 = 0,9321$

$n = 9$

$p < 0,0001$

Standardfehler der Schätzung = 2,025 (20,31 %)

Die Differenzen zwischen dem Kohlenstoffvorrat der gesamten Pflanze und ihren oberirdischen Teilen, ergibt den C-Wurzelvorrat gleichnamiger Arten (siehe Gleichung 51).

Gleichung 51: Abschätzung des Kohlenstoffvorrates in der Wurzelmasse gleichnamiger Obstgehölze

$$C_{below} = C_{ges} - C_{above}$$

$C_{below}$ : Unterirdischer Kohlenstoffvorrat [kg Pflanze $^{-1}$ ]

$C_{ges}$ : Kohlenstoffvorrat der gesamten Pflanze [kg Pflanze $^{-1}$ ]

$C_{above}$ : Oberirdischer Kohlenstoffvorrat [kg Pflanze $^{-1}$ ]

Der absolute C-Vorrat aller Obstbäume Deutschlands wurde mithilfe der Ergebnisse der letzten statistischen Vollerhebung im Obstbau errechnet (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007). Mittels dieser wurden vom Statistischen Bundesamt die Stückzahlen von Apfel-, Birn-, Süß- / Sauerkirsch-, Pflaumen- / Zwetschgen-, Mirabellen- und Reneklodenbäumen in unterschiedlichen Altersklassen ermittelt, sowie die mit diesen Bäumen in der Altersklasse bestockten Flächen (siehe Tabelle 399).

Tabelle 399: Ergebnisse der letzten Obstbaumvollerhebung 2007 durch das Statistische Bundesamt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007)

Altersklasse	Baumobst insgesamt	Äpfel	Birnen	Süßkirschen	Sauerkirschen	Pflaumen, Zwetschen	Mirabellen, Renekloden
<1	Fläche [ha]	6.337	2.610	558	1.669	569	561
	Anzahl [n]	77.908.784	1.959.650	374.357	349.898	309.888	174.950
1-4	Fläche [ha]	1.314	1.283	30	125	9	142
	Anzahl [n]	3.493.397	3.460.242	51.926	92.723	6.720	98.538
5-9	Fläche [ha]	7.403	5.159	252	859	330	713
	Anzahl [n]	15.410.632	13.645.705	466.895	563.239	234.410	452.011
10-14	Fläche [ha]	10.606	7.275	350	783	866	1.186
	Anzahl [n]	19.740.123	17.334.084	581.720	458.483	579.748	722.909
15-19	Fläche [ha]	10.321	7.603	454	763	372	1.057
	Anzahl [n]	19.602.081	17.527.552	831.342	322.364	260.231	632.286
20-24	Fläche [ha]	8.599	5.995	338	764	791	621
	Anzahl [n]	12.899.071	11.365.689	443.150	219.989	543.127	290.899
>25	Fläche [ha]	3.333	1.837	119	519	507	284
	Anzahl [n]	3.348.345	2.569.271	126.438	143.442	351.826	130.916

Zur Ermittlung des gesamten Kohlenstoffvorrats in Obstgehölzen wurden die gemessenen bzw. durch Regression ermittelten Kohlenstoffvorräte in der ober- und unterirdischen Biomasse von Einzelbäumen einer jeden Altersklasse mit der Stückzahl multipliziert. Dabei wurden die für Apfelbäume ermittelten Werte auch den Birnen zugeteilt, die für Kirsche und Pflaume sowohl den Zwetschgen als auch den Mirabellen und Renekloden.

Die Berechnung der flächenbezogenen Emissionsfaktoren für die einzelnen Obstbaumarten erfolgte mittels Division durch die jeweils bestockte Fläche.

Tabelle 400: Flächenbezogene Kohlenstoffvorräte [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] (Range, bzw.  $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) in der Biomasse von Obstgehölzen Deutschlands

Obstgehöll	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]			Fläche [ha]
	$\text{Bio}_{\text{above}}$	$\text{Bio}_{\text{below}}$	$\text{Bio}_{\text{total}}$	
Äpfel	7,50 (2,2 – 18,6)	1,21 (0,5 – 2,5)	8,70 (2,5 – 21,5)	31.762
Birnen	4,70 (1,4 – 11,7)	0,73 (0,3 – 1,5)	5,43 (1,6 – 13,4)	2.101
Süßkirschen	8,44 $\pm$ 3,87	1,47 $\pm$ 0,42	9,91 $\pm$ 3,70	5.482
Sauerkirschen	25,66 $\pm$ 11,77	4,10 $\pm$ 1,20	29,76 $\pm$ 11,12	3.444
Pflaumen/Zwetschen	13,01 $\pm$ 5,97	2,36 $\pm$ 0,69	15,37 $\pm$ 5,74	4.564
Mirabellen/Renekloden	12,46 $\pm$ 5,72	2,06 $\pm$ 0,60	14,53 $\pm$ 5,43	561

### 19.5.3.1.2 Weihnachtsbaumplantagen

In Deutschland werden derzeit auf ca. 14.000 – 15.000 ha Weihnachtsbäume außerhalb des Waldes, auf landwirtschaftlichen Flächen kultiviert (STATISTISCHES BUNDESAMT 2007). Bei einem durchschnittlichen Baumbesatz von 6000 Pflanzen pro ha, werden 50 t Biomasse trocken produziert (PÖPKEN 2011). Hiervon entfallen 45,6 % auf die Wurzelmasse. Dieser Wert entstammt der Übersichtsarbeit von MOKANY et al. (2006), die in ihrer Arbeit Wurzel/Spross-Verhältnisse für zahlreiche Vegetationstypen in Abhängigkeit von Biomasse, klimatischen und standortkundlichen Parametern abgeleitet haben. Diese Wurzel/Spross-Verhältnisse wurden als Default-Werte in die IPCC – Guidelines 2006 (IPCC 2006) übernommen.

Tabelle 401: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg ha}^{-1}$ ] ( $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weihnachtsbaumbiomasse Deutschlands

Gehöll	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg ha}^{-1}$ ]			Fläche [ha]
	$\text{Bio}_{\text{above}}$	$\text{Bio}_{\text{below}}$	$\text{Bio}_{\text{total}}$	
Weihnachtsbaum	17,3 $\pm$ 8,6	5,2 $\pm$ 2,6	22,5 $\pm$ 11,3	14.666

### 19.5.3.1.3 Wein

Zur Ableitung eines landesspezifischen mittleren Kohlenstoffvorrates für Weinstöcke wurden im Projekt „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Waldflächen“ (PÖPKEN 2011) 74 Weinstöcke destruktiv untersucht. Die Rebstöcke waren 15 bzw. 25 Jahre alt. Ermittelt wurden die Masse sowie der Wasser- und Kohlenstoffgehalt der ober- und unterirdischen Pflanzenteile (PÖPKEN 2011). Der Kohlenstoffvorrat des Rebstocks bzw. von Pflanzenteilen errechnet sich nach Gleichung 52.

Gleichung 52: Berechnung des Kohlenstockvorrats in Weinstöcken

$$C_{\text{vine}} = C_{\text{cont above}} * M_{105 \text{ Bio above}} + C_{\text{cont below}} * M_{105 \text{ Bio below}} + M_{\text{cut fresh}} * WC_{\emptyset} * C_{\emptyset}$$

$C_{\text{vine}}$ : Kohlenstoffvorrat eines Weinstocks [kg]

$C_{\text{cont above}}$ : Kohlenstoffgehalt des Stocks [Masse-%]

$M_{105 \text{ Bio above}}$ : Biomasse trocken des Stocks [kg]

$C_{\text{cont below}}$ : Kohlenstoffgehalt der unterirdischen Biomasse [Masse-%]

$M_{105 \text{ Bio below}}$ : Biomasse trocken der unterirdischen Biomasse [kg]

$M_{\text{cut fresh}}$ : Frischgewicht des Schnittholzes pro Pflanze [kg]

Das jährliche Schnittholz wurde bei der Ermittlung der Biomasse von Weinstöcken nicht berücksichtigt, da der jährliche Zuwachs dem des Schnittes entspricht und somit ein kurzfristiges Gleichgewicht darstellt. Da das Schnittholz in der vorherigen Submission fälschlicherweise in die Berechnungen des Kohlenstoffvorrates der Biomasse von

Weinstöcken einbezogen worden war, wurden diese Werte für die vorliegende Submission entsprechend korrigiert.

Da in Deutschland durchschnittlich 4000 Weinstöcke auf einem ha stocken (PÖPKEN 2011), wurden zur Berechnung des Kohlenstoffvorrats pro Flächeneinheit die C-Vorräte der einzelnen Pflanzenkompartimente bzw. der Gesamtpflanze mit 4000 multipliziert und somit die Vorräte pro ha ermittelt. Der absolute Kohlenstoffvorrat errechnet sich durch Multiplikation der Emissionsfaktoren mit der Weinanbaufläche. Die Werte können Tabelle 402 entnommen werden.

Tabelle 402: Flächenbezogener Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] ( $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls) der Weinstockbiomasse Deutschlands

Gehölz	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]			Fläche [ha]
	$\text{Bio}_{\text{above}}$	$\text{Bio}_{\text{below}}$	$\text{Bio}_{\text{total}}$	
Wein	$1,12 \pm 0,06$	$0,54 \pm 0,04$	$1,66 \pm 0,09$	102.026

#### 19.5.3.1.4 Mittlerer Kohlenstoffvorrat in der Biomasse von perennierenden Ackerkulturen

Zur Berechnung des mittleren flächenbezogenen Kohlenstoffvorrates von Ackerlandgehölzen, wurde der absolute Kohlenstoffvorrat der einzelnen Kulturarten kompartimentweise berechnet, aufsummiert und durch die Fläche dividiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 403 dargestellt.

Tabelle 403: Ermittlung des flächengewichteten Kohlenstoffvorrates absolut [ $\text{Mg C}$ ] und flächenbezogen [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] für Ackerlandgehölze in Deutschland (KV 2  $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Obstgehölze	Kohlenstoffvorrat in Mg			Kohlenstoffvorrat in Mg $\text{ha}^{-1}$			ha
	$\text{Bio}_{\text{above}}$	$\text{Bio}_{\text{below}}$	$\text{Bio}_{\text{total}}$	$\text{Bio}_{\text{above}}$	$\text{Bio}_{\text{below}}$	$\text{Bio}_{\text{total}}$	
Äpfel	238.132	38.300	276.432	7,50	1,21	8,70	31.762
Birnen	9.880	1.531	11.411	4,70	0,73	5,43	2.101
Süßkirschen	46.261	8.068	54.328	8,44	1,47	9,91	5.482
Sauerkirschen	88.374	14.135	102.508	25,66	4,10	29,76	3.444
Pflaumen/ Zwetschen	59.385	10.763	70.148	13,01	2,36	15,37	4.564
Mirabellen/ Renekloden	6.992	1.158	8.150	12,46	2,06	14,53	561
Weihnachtsbaum	253.224	76.761	329.985	17,27	5,23	22,50	14.666
Wein	114.766	54.600	169.366	1,12	0,54	1,66	102.026
<b>Summe</b>	<b>817.013</b>	<b>205.315</b>	<b>1.022.328</b>				<b>164.606</b>
	<b><math>\pm 367.831</math></b>	<b><math>\pm 67.349</math></b>	<b><math>\pm 432.101</math></b>				
<b>Flächengewichtete Kohlenstoffvorratsraten für Nutzgehölze (KV 2)</b>				<b>4,96</b>	<b>1,25</b>	<b>6,21</b>	
				<b><math>\pm 2,23</math></b>	<b><math>\pm 0,41</math></b>	<b><math>\pm 2,63</math></b>	

Da in Deutschland perennierende Ackerkulturen immer mit Gras durchwachsen sind, berechnet sich der gesamte Biomassekohlenstoffvorrat pro Flächeneinheit für diese Flächen nach Gleichung 53:

Gleichung 53:

$$\text{C-Vorrat}_{\text{cro2}} = \text{C-Vorrat}_{\text{Obstgehölze}} + \text{Biomasse}_{\text{Grünland}} * 0,75$$

Der Faktor für die Grünlandbiomasse ergibt sich aus dem Umstand, dass nur die Flächen direkt unter den Gehölzpflanzen frei von Bewuchs gehalten werden. In Obstbaumplantagen und Weingärten nur zwischen den Gehölzreihen Gras wächst. Es wird der Wert für Grünland

i.e.S. zugrunde gelegt. Tabelle 404 zeigt den Kohlenstoffvorrat für Flächen mit Ackerlandgehölzen.

Tabelle 404: Flächengewichteter Mischwert des Kohlenstoffvorrates [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ] für Ackerlandgehölzflächen in Deutschland ( $\pm$  Hälfte des 95 % Konfidenzintervalls)

Gehölz	Kohlenstoffvorrat [ $\text{Mg C ha}^{-1}$ ]		
	$\text{Bio}_{\text{above}}$	$\text{Bio}_{\text{below}}$	$\text{Bio}_{\text{total}}$
Ackerlandgehölzflächen	$11,23 \pm 2,91$	$8,23 \pm 2,24$	$2,99 \pm 1,31$

#### 19.5.4 Unsicherheiten

Die Bestimmung der Unsicherheiten des deutschen LULUCF-Inventars erfolgte gemäß den Vorgaben des IPCC (2000; IPCC– Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories). Bei Normalverteilung wird das 95 % Konfidenzintervall angegeben bzw.  $\pm$  die Hälfte des 95 % -Konfidenzintervalls oder  $1,96 \times$  der Standardfehler in % vom Mittelwert.

Bei unsymmetrischen Verteilungen, hier in der Regel logarithmisch normalverteilte Daten, werden die Unsicherheiten in % vom Lagemaß, als obere und untere Schranke, dargestellt; in der Regel ermittelt über die Quantile ( $p = 0,025$  bzw.  $p = 0,975$ ). Bei der Unsicherheitsfortpflanzungsrechnung wurde in solch einem Fall, gemäß IPCC (2000), im Sinne einer konservativen Abschätzung, der Abstand zwischen dem Extremwert des schiefen Achsenabschnitts zum Lagemaß per definitionem zur Hälfte des 95 %-Konfidenzintervalls erklärt.

Die Ergebnisse der Unsicherheitsberechnung des deutschen LULUCF - Inventars sind für alle Pools und Subkategorien in Tabelle 405 dargestellt. Die Gesamtunsicherheit des deutschen LULUCF-Inventars beträgt demnach 23,20 % bezüglich der Höhe der Emissionen bzw. 5,54 % bezüglich des Trends. Den größten Beitrag zur Gesamtunsicherheit leistet der Biomassepool, gefolgt von den Quellgruppen organische Böden, Mineralböden und tote organische Substanz. Alle anderen Pools sind marginal und deren Einfluss auf die Gesamtunsicherheit praktisch nicht wahrnehmbar.

Bezogen auf die Landnutzungskategorien treten die größten Unsicherheiten in der Subkategorie verbleibender Wald auf. Hier leistet der Biomassepool aufgrund der Unsicherheit des Emissionsfaktors von 56 % und der absoluten Größe der Senke von -41.163 Gg CO<sub>2</sub>-eq. CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Abstand den größten Beitrag zur Gesamtunsicherheit des LULUCF-Inventars. In dieser Landnutzungskategorie folgt der Mineralboden und die Streu; der Beitrag letzterer wird im Wesentlichen von der Höhe des Emissionsfaktors (125 %) beeinflusst. Außerhalb des Waldsektors tragen insbesondere die Emissionen aus den organischen Böden der Verbleibkategorien des Ackerlandsektors und des Grünlands i.e.S. erheblich zur Gesamtunsicherheit des LULUCF-Inventars bei, aufgrund der absoluten Höhe der Emissionen (32.796 Gg CO<sub>2</sub>-eq.) und der Unsicherheit der Emissionsfaktoren (50 %). Weitere wahrnehmbare Unsicherheiten treten vereinzelt in allen anderen Landnutzungs- bzw. Übergangskategorien auf, meist jedoch in Verbindung mit Wald, Ackerland und Grünland i.e.S. Deren Beitrag ist i.d.R. jedoch < 1%.

Tabelle 405: Uncertainty Calculation for the German GHG Emissions from Sector 5.A - 5.F (LULUCF)

Source category	Pool	Gas	B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M	
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emission s, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions , Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)		Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)		Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)		Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012		Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emission s introduced by emission factor uncertainty		Uncertainty in trend in national emission s introduced by activity data uncertainty		Uncertainty introduced into the trend in total national emissions					
							[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	Type A sensitivity	Type B sensitivity	y [%]	y [%]	[%]	[%]	[%]				
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	-	10.128,433	-10.520,684	10.520,684	1,234	65,333	65,345	5,761	0,008	0,082	0,553	0,143	0,571											
			10.128,43	3																						
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Organischer Boden	CO2	483,676	483,676	554,699	554,699	1,234	180,882	180,887	0,841	0,001	0,004	0,147	0,008	0,147											
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Biomasse	CO2	-	54.312,326	-41.163,192	41.163,192	1,234	56,354	56,367	19,444	0,074	0,321	4,172	0,561	4,210											
			54.312,32	6																						
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Streu	CO2	1.911,200	1.911,200	1.989,062	1.989,062	1,234	125,400	125,406	2,090	0,002	0,016	0,204	0,027	0,206											
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	EF Totholz	CO2	-	1.407,268	2.066,027	2.066,027	1,234	106,869	106,876	1,850	0,026	0,016	2,818	0,028	2,819											
			1.407,268																							
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Waldbrand	CH4	8,591	8,591	1,855	1,855	15,000	35,000	38,079	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002											
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Waldbrand	N2O	1,965	1,965	0,424	0,424	15,000	35,000	38,079	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000											
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Waldbrand	CO2	IE	IE																						
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Mineralischer Boden	Drainage	NO	NO																						
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Organischer Boden	Drainage	56,700	56,700	65,026	65,026	1,234	264,706	264,709	0,144	0,000	0,001	0,025	0,001	0,025											
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Mineralischer Dünger	Düngung	NO	NO																						
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Kalkstein (CaCO3)	Düngung	116,785	116,785	61,039	61,039	5,000	1,770	5,304	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001	0,003											
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	213,144	213,144	13,776	13,776	9,031	24,909	26,495	0,003	0,001	0,000	0,036	0,001	0,036											
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	16,453	16,453	9,335	9,335	9,031	180,882	181,108	0,014	0,000	0,000	0,008	0,001	0,009											
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-	2.342,104	-1.473,594	1.473,594	9,031	10,315	13,710	0,169	0,006	0,012	0,057	0,147	0,158											
			2.342,104																							
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-351,921	351,921	-187,854	187,854	9,031	3,638	9,736	0,015	0,001	0,001	0,004	0,019	0,019											
5.A.2.1 Cropland converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	-26,046	26,046	-14,778	14,778	9,031	48,686	49,517	0,006	0,000	0,000	0,004	0,001	0,004											
5.A.2.2 Grassland i.s.s. 1 converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	951,179	951,179	524,069	524,069	8,321	43,173	43,967	0,193	0,003	0,004	0,122	0,048	0,131											
5.A.2.2 Grassland i.s.s. 1 converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	32,114	32,114	23,350	23,350	8,321	180,882	181,074	0,035	0,000	0,000	0,009	0,002	0,010											
5.A.2.2 Grassland i.s.s. 1 converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-	2.655,106	-2.099,826	2.099,826	8,321	18,406	20,200	0,355	0,003	0,016	0,054	0,193	0,200											
			2.655,106																							
5.A.2.2 Grassland i.s.s. 1 converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-402,572	402,572	-275,380	275,380	8,321	3,638	9,082	0,021	0,001	0,002	0,003	0,025	0,025											

Source category	Pool	Gas									Activit				Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emission introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emission introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)		Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)										
							Base year emissions [Gg a <sup>-1</sup> ]	Base year emissions [Gg a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]						
5.A.2.2 Grassland i.s.s. 1 converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	-29,795	29,795	-21,664	21,664	8,321	48,686	49,392	0,009	0,000	0,000	0,002	0,002	0,003					
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	175,251	175,251	75,233	75,233	16,089	45,001	47,790	0,030	0,001	0,001	0,031	0,013	0,034					
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	4,636	4,636	2,754	2,754	16,089	180,882	181,597	0,004	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002					
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-201,454	201,454	-196,597	196,597	16,089	173,351	174,096	0,287	0,000	0,002	0,012	0,035	0,037					
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-89,014	89,014	-49,741	49,741	16,089	3,638	16,495	0,007	0,000	0,000	0,001	0,009	0,009					
5.A.2.2 Woody Grassland converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	-6,588	6,588	-3,913	3,913	16,089	48,686	51,276	0,002	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001					
5.A.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	50,578	50,578	19,411	19,411	33,059	28,570	43,694	0,007	0,000	0,000	0,006	0,007	0,009					
5.A.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	33,892	33,892	17,368	17,368	33,059	180,882	183,879	0,027	0,000	0,000	0,020	0,006	0,021					
5.A.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-241,612	241,612	-162,658	162,658	33,059	123,896	128,231	0,175	0,000	0,001	0,060	0,059	0,085					
5.A.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-46,903	46,903	-22,613	22,613	33,059	3,638	33,259	0,006	0,000	0,000	0,001	0,008	0,008					
5.A.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	-3,471	3,471	-1,779	1,779	33,059	48,686	58,850	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001					
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	49,067	5,453	49,370	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	0,950	0,950	0,609	0,609	49,067	180,882	187,419	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001					
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-72,085	72,085	-49,523	49,523	49,067	25,644	55,365	0,023	0,000	0,000	0,004	0,027	0,027					
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-9,854	9,854	-5,943	5,943	49,067	3,638	49,202	0,002	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003					
5.A.2.3 Waters converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	-0,729	0,729	-0,468	0,468	49,067	48,686	69,123	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	54,673	54,673	-10,698	10,698	21,020	41,254	46,301	0,004	0,000	0,000	0,020	0,002	0,020					
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	4,896	4,896	4,067	4,067	21,020	180,882	182,100	0,006	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001					
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-688,632	688,632	-712,268	712,268	21,020	129,934	131,623	0,786	0,001	0,006	0,072	0,165	0,180					
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-117,271	117,271	-91,665	91,665	21,020	3,638	21,332	0,016	0,000	0,001	0,000	0,021	0,021					
5.A.2.4 Settlements converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	-8,679	8,679	-7,211	7,211	21,020	48,686	53,030	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002					
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	Mineralischer Boden	CO2	2,176	2,176	-3,447	3,447	44,253	43,831	62,285	0,002	0,000	0,000	0,002	0,002	0,003					
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	Organischer Boden	CO2	0,515	0,515	0,294	0,294	44,253	180,882	186,217	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Biomasse	CO2	-109,154	109,154	-66,827	66,827	44,253	25,644	51,146	0,029	0,000	0,001	0,007	0,033	0,033					
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Streu	CO2	-14,922	14,922	-8,020	8,020	44,253	3,638	44,402	0,003	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004					
5.A.2.5 Other Land converted to Forest Land	EF Totholz	CO2	-1,104	1,104	-0,631	0,631	44,253	48,686	65,793	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.B.1 Cropland remaining Cropland	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	1,048	50,505	50,516	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.B.1 Cropland remaining Cropland	Organischer Boden	CO2	20,607,96	20,607,964	22,617,278	22,617,278	1,048	50,000	50,011	9,479	0,027	0,177	1,332	0,262	1,357					
5.B.1 Cropland remaining Cropland	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	1,048	8,430	8,495	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					

Source category	Pool	Gas									Activit				Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emission introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emission introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)		Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)										
							Base year emissions [Gg a <sup>-1</sup> ]	Base year emissions, Betrag in [Gg a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]						
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	-53,941	53,941	-3,750	3,750	9,031	24,909	26,495	0,001	0,000	0,000	0,009	0,000	0,009	0,000	0,000	0,009		
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	107,413	107,413	59,460	59,460	9,031	50,000	50,809	0,025	0,000	0,000	0,016	0,006	0,017					
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	222,704	222,704	128,826	128,826	9,031	20,352	22,266	0,024	0,001	0,001	0,013	0,013	0,018					
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	EF DOM	CO2	199,916	199,916	53,559	53,559	9,031	6,426	11,084	0,005	0,001	0,000	0,007	0,005	0,009					
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	N2O-N	N2O	0,000	0,000	0,167	0,167	9,031	83,832	84,317	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.B.2.2 Grassland i.s.s. converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	2.492,353	2.492,353	3.311,982	3.311,982	5,318	49,096	49,384	1,371	0,008	0,026	0,379	0,194	0,426					
5.B.2.2 Grassland i.s.s. converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	2.247,032	2.247,032	2.985,986	2.985,986	5,318	50,000	50,282	1,258	0,007	0,023	0,348	0,175	0,390					
5.B.2.2 Grassland i.s.s. converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	85,294	85,294	-375,412	375,412	5,318	12,993	14,039	0,044	0,004	0,003	0,046	0,022	0,051					
5.B.2.2 Grassland i.s.s. converted to Cropland	N2O-N	N2O	326,325	326,325	433,640	433,640	5,318	106,351	106,483	0,387	0,001	0,003	0,108	0,025	0,111					
5.B.2.2 Woody Grassland converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	129,579	129,579	73,832	73,832	19,954	51,096	54,854	0,034	0,000	0,001	0,019	0,016	0,025					
5.B.2.2 Woody Grassland converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	65,982	65,982	37,596	37,596	19,954	50,000	53,834	0,017	0,000	0,000	0,009	0,008	0,012					
5.B.2.2 Woody Grassland converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	414,208	414,208	197,163	197,163	19,954	162,845	164,063	0,271	0,001	0,002	0,240	0,043	0,244					
5.B.2.2 Woody Grassland converted to Cropland	N2O-N	N2O	17,605	17,605	10,031	10,031	19,954	107,289	109,128	0,009	0,000	0,000	0,005	0,002	0,006					
5.B.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	4,397	4,397	2,052	2,052	102,479	36,759	108,872	0,002	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002					
5.B.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	51,587	51,587	24,074	24,074	102,479	50,000	114,026	0,023	0,000	0,000	0,009	0,027	0,029					
5.B.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	7,673	7,673	0,000	0,000	102,479	108,832	149,487	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,006					
5.B.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Cropland	N2O-N	N2O	0,473	0,473	0,221	0,221	36,886	101,248	107,758	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.B.2.3 Waters converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	36,886	51,096	63,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.B.2.3 Waters converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	17,098	17,098	8,121	8,121	36,886	50,000	62,134	0,004	0,000	0,000	0,003	0,003	0,004					
5.B.2.3 Waters converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	-8,976	8,976	-1,435	1,435	36,886	8,430	37,837	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001					
5.B.2.3 Waters converted to Cropland	N2O-N	N2O	0,000	0,000	0,000	0,000	36,886	0,000	36,886	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	-17,339	17,339	-14,910	14,910	12,287	49,155	50,667	0,006	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002					
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	276,434	276,434	237,716	237,716	12,287	50,000	51,488	0,103	0,000	0,002	0,008	0,032	0,033					
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	102,296	102,296	53,613	53,613	12,287	108,848	109,540	0,049	0,000	0,000	0,035	0,007	0,036					
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	N2O-N	N2O	0,000	0,000	0,000	0,000	12,287	0,000	12,287	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	Mineralischer Boden	CO2	-3,875	3,875	-1,699	1,699	50,648	51,781	72,433	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001					
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	Organischer Boden	CO2	16,852	16,852	7,389	7,389	50,648	50,000	71,170	0,004	0,000	0,000	0,003	0,004	0,005					
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	EF Biomasse	CO2	-5,838	5,838	0,000	0,000	50,648	8,430	51,345	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	N2O-N	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	50,648	0,000	50,648	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
Liming		CO2	1.158,933	1.158,933	1.844,302	1.844,302	5,000	2,903	5,781	0,089	0,006	0,014	0,017	0,102	0,103					

Source category	Pool	Gas									Activit				Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emission introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emission introduced by acuity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)		Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)										
							%	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]	[%]						
5.C.1 Grassland i.s.s. remaining Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	1,626	77,869	77,886	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.C.1 Grassland i.s.s. remaining Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	11.968,54	11.968,544	10.178,416	10.178,416	1,626	50,000	50,026	4,267	0,008	0,079	0,380	0,183	0,421					
5.C.1 Grassland i.s.s. remaining Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	1,626	24,511	24,565	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-287,833	287,833	-203,392	203,392	17,111	43,173	46,440	0,079	0,001	0,002	0,022	0,038	0,044					
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	82,692	82,692	77,882	77,882	17,111	50,000	52,847	0,034	0,000	0,001	0,000	0,015	0,015					
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	294,150	294,150	481,750	481,750	17,111	20,783	26,921	0,109	0,002	0,004	0,034	0,091	0,097					
5.C.2.1 Forest Land converted to Grassland i.s.s.	EF DOM	CO2	270,652	270,652	195,476	195,476	17,111	6,426	18,278	0,030	0,000	0,002	0,003	0,037	0,037					
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-206,844	206,844	-170,910	170,910	13,223	49,096	50,846	0,073	0,000	0,001	0,008	0,025	0,026					
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	70,750	70,750	58,459	58,459	13,223	50,000	51,719	0,025	0,000	0,000	0,003	0,009	0,009					
5.C.2.2 Cropland converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	-7,001	7,001	8,124	8,124	13,223	12,993	18,538	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002					
5.C.2.25 Woody Grassland converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-55,796	55,796	-53,711	53,711	17,196	56,919	59,460	0,027	0,000	0,000	0,001	0,010	0,010					
5.C.2.25 Woody Grassland converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	59,393	59,393	57,174	57,174	17,196	50,000	52,874	0,025	0,000	0,000	0,001	0,011	0,011					
5.C.2.25 Woody Grassland converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	552,271	552,271	740,520	740,520	17,196	162,741	163,647	1,016	0,002	0,006	0,287	0,141	0,320					
5.C.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-1,671	1,671	-1,156	1,156	59,180	47,361	75,798	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001					
5.C.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	39,146	39,146	27,083	27,083	59,180	50,000	77,474	0,018	0,000	0,000	0,004	0,018	0,018					
5.C.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	11,781	11,781	11,044	11,044	59,180	108,812	123,864	0,011	0,000	0,000	0,000	0,007	0,007					
5.C.2.3 Waters converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	23,079	77,869	81,217	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.C.2.3 Waters converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	48,380	48,380	38,811	38,811	23,079	50,000	55,069	0,018	0,000	0,000	0,002	0,010	0,010					
5.C.2.3 Waters converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	-27,412	27,412	-12,863	12,863	23,079	24,511	33,667	0,004	0,000	0,000	0,002	0,003	0,004					
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-223,166	223,166	-244,484	244,484	13,834	57,481	59,123	0,121	0,000	0,002	0,016	0,037	0,041					
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	83,331	83,331	91,292	91,292	13,834	50,000	51,879	0,040	0,000	0,001	0,005	0,014	0,015					
5.C.2.4 Settlements converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	85,535	85,535	63,596	63,596	13,834	108,888	109,763	0,058	0,000	0,000	0,014	0,010	0,017					
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland i.s.s.	Mineralischer Boden	CO2	-78,667	78,667	-53,613	53,613	35,933	59,669	69,653	0,031	0,000	0,000	0,009	0,021	0,023					
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland i.s.s.	Organischer Boden	CO2	15,585	15,585	10,621	10,621	35,933	50,000	61,573	0,005	0,000	0,000	0,002	0,004	0,004					
5.C.2.5 Other Land converted to Grassland i.s.s.	EF Biomasse	CO2	-25,138	25,138	-1,837	1,837	35,933	24,511	43,497	0,001	0,000	0,000	0,004	0,001	0,004					
5.C.1 Woody Grassland remaining Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	7,615	83,273	83,621	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.C.1 Woody Grassland remaining Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	33,001	33,001	33,842	33,842	7,615	180,882	181,043	0,051	0,000	0,000	0,004	0,003	0,005					
5.C.1 Woody Grassland remaining Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	7,615	185,892	186,048	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.C.2.1 Forest Land converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-146,235	146,235	-71,111	71,111	15,457	45,001	47,581	0,028	0,001	0,001	0,023	0,012	0,026					

Source category	Pool	Gas									Activit				Combine	Type A	Type B	Uncertain	Uncertain	Uncertain
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	uncertainty (half the 95% confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012	sensitivity	sensitivity	y	y	y	y	y	y	y	y
			[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
5.C.2.1 Forest Land converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	8,029	8,029	5,453	5,453	15,457	180,882	181,542	0,008	0,000	0,000	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,003	
5.C.2.1 Forest Land converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-149,460	149,460	27,388	27,388	15,457	115,399	116,430	0,027	0,001	0,000	0,150	0,005	0,150	0,005	0,150	0,005	0,150	
5.C.2.1 Forest Land converted to Woody Grassland	EF DOM	CO2	169,878	169,878	68,998	68,998	15,457	6,426	16,739	0,010	0,001	0,001	0,004	0,012	0,004	0,012	0,004	0,012	0,013	
5.C.2.2 Cropland converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-122,077	122,077	-152,131	152,131	17,630	51,096	54,052	0,069	0,000	0,001	0,015	0,030	0,033	0,030	0,015	0,030	0,033	
5.C.2.2 Cropland converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	4,001	4,001	4,986	4,986	17,630	180,882	181,739	0,008	0,000	0,000	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	
5.C.2.2 Cropland converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-390,705	390,705	-375,630	375,630	17,630	162,845	163,796	0,516	0,000	0,003	0,015	0,073	0,075	0,073	0,015	0,073	0,075	
5.C.2.25 Grassland i.s.s. converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	23,584	23,584	73,734	73,734	19,770	56,919	60,255	0,037	0,000	0,001	0,023	0,016	0,028	0,016	0,023	0,016	0,028	
5.C.2.25 Grassland i.s.s. converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	3,051	3,051	9,539	9,539	19,770	180,882	181,960	0,015	0,000	0,000	0,009	0,002	0,010	0,010	0,009	0,002	0,010	
5.C.2.25 Grassland i.s.s. converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-232,360	232,360	-651,723	651,723	19,770	162,741	163,937	0,895	0,003	0,005	0,553	0,142	0,571	0,142	0,553	0,142	0,571	
5.C.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	0,101	0,101	0,053	0,053	139,405	49,098	147,799	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.C.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	0,314	0,314	0,165	0,165	139,405	180,882	228,369	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.C.2.3 Terrestrial Wetlands converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-3,934	3,934	-2,457	2,457	139,405	115,678	181,150	0,004	0,000	0,000	0,001	0,004	0,004	0,004	0,001	0,004	0,004	
5.C.2.3 Waters converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	74,650	83,273	111,835	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.C.2.3 Waters converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	0,291	0,291	0,207	0,207	74,650	180,882	195,681	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.C.2.3 Waters converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-13,722	13,722	-4,264	4,264	74,650	185,892	200,321	0,007	0,000	0,000	0,012	0,004	0,013	0,013	0,000	0,012	0,013	
5.C.2.4 Settlements converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-60,730	60,730	-78,558	78,558	23,460	59,712	64,156	0,042	0,000	0,001	0,010	0,020	0,023	0,020	0,010	0,020	0,023	
5.C.2.4 Settlements converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	2,328	2,328	3,012	3,012	23,460	180,882	182,397	0,005	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
5.C.2.4 Settlements converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-146,097	146,097	-67,534	67,534	23,460	149,045	150,881	0,085	0,001	0,001	0,080	0,017	0,082	0,017	0,080	0,017	0,082	
5.C.2.5 Other Land converted to Woody Grassland	Mineralischer Boden	CO2	-6,668	6,668	-4,788	4,788	82,097	62,020	102,890	0,004	0,000	0,000	0,001	0,004	0,004	0,004	0,001	0,004	0,004	
5.C.2.5 Other Land converted to Woody Grassland	Organischer Boden	CO2	0,299	0,299	0,214	0,214	82,097	180,882	198,641	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.C.2.5 Other Land converted to Woody Grassland	EF Biomasse	CO2	-18,835	18,835	0,000	0,000	82,097	185,892	203,213	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,025	0,000	0,025	0,000	0,025	
5.D.1 Terrestrial Wetlands remaining Terrestrial Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	24,789	52,479	58,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.1 Terrestrial Wetlands remaining Terrestrial Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	24,789	38,986	46,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.1 Peat Extraction	Organischer Boden	CO2	2,044,089	2,044,089	2,120,512	2,120,512	2,480	38,986	39,065	0,694	0,002	0,017	0,066	0,058	0,088	0,058	0,066	0,058	0,088	
5.D.1 Terrestrial Wetlands remaining Terrestrial Wetlands	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	24,789	144,774	146,881	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.1 Forest Land converted to Terrestrial Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-6,986	6,986	-9,056	9,056	62,610	28,570	68,820	0,005	0,000	0,000	0,001	0,006	0,006	0,001	0,001	0,006	0,006	
5.D.2.1 Forest Land converted to Terrestrial Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	62,610	0,000	62,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.1 Forest Land converted to Terrestrial Wetlands	EF Biomasse	CO2	4,195	4,195	25,222	25,222	62,610	61,155	87,521	0,018	0,000	0,000	0,010	0,017	0,020	0,017	0,010	0,017	0,020	
5.D.2.1 Forest Land converted to Terrestrial Wetlands	EF DOM	CO2	9,726	9,726	14,207	14,207	62,610	6,426	62,939	0,007	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,010	0,010	
5.D.2.2 Cropland converted to Terrestrial Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-8,764	8,764	-4,565	4,565	81,251	36,759	89,180	0,003	0,000	0,000	0,001	0,004	0,004	0,001	0,001	0,004	0,004	

Source category	Pool	Gas					Activit		Combine		Type A sensitivit	Type B sensitivit	Uncertain	Uncertain	Uncertain	
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	uncertainty (half the 95% confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012						
							uncertainty (half the 95% confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012						
			[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	y	y	y	[%]
5.D.2.2 Cropland converted to Terrestrial Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	81,251	0,000	81,251	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.2 Cropland converted to Terrestrial Wetlands	EF Biomasse	CO2	-12,658	12,658	-5,588	5,588	81,251	108,832	135,817	0,006	0,000	0,000	0,005	0,005	0,007	
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Terrestrial Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	4,216	4,216	7,808	7,808	36,755	47,361	59,950	0,004	0,000	0,000	0,001	0,003	0,003	
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Terrestrial Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	36,755	0,000	36,755	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.3 Grassland i.s.s. 1 converted to Terrestrial Wetlands	EF Biomasse	CO2	-30,459	30,459	-106,714	106,714	36,755	108,812	114,852	0,103	0,001	0,001	0,067	0,043	0,079	
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Terrestrial Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-0,144	0,144	-0,098	0,098	109,350	49,098	119,867	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Terrestrial Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	109,350	0,000	109,350	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Terrestrial Wetlands	EF Biomasse	CO2	8,817	8,817	7,376	7,376	109,350	115,678	159,182	0,010	0,000	0,000	0,001	0,009	0,009	
5.D.2.35 Waters converted to Terrestrial Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	92,915	52,479	106,711	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.35 Waters converted to Terrestrial Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	92,915	0,000	92,915	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.35 Waters converted to Terrestrial Wetlands	EF Biomasse	CO2	-4,419	4,419	-14,742	14,742	92,915	144,774	172,026	0,021	0,000	0,000	0,012	0,015	0,019	
5.D.2.4 Settlements converted to Terrestrial Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-0,088	0,088	-0,038	0,038	89,168	47,631	101,092	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.4 Settlements converted to Terrestrial Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	89,168	0,000	89,168	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.4 Settlements converted to Terrestrial Wetlands	EF Biomasse	CO2	-4,170	4,170	-0,613	0,613	89,168	108,548	140,477	0,001	0,000	0,000	0,003	0,001	0,003	
5.D.2.5 Other Land converted to Terrestrial Wetlands	Mineralischer Boden	CO2	-0,863	0,863	-0,345	0,345	70,791	49,850	86,581	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.5 Other Land converted to Terrestrial Wetlands	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	70,791	0,000	70,791	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.5 Other Land converted to Terrestrial Wetlands	EF Biomasse	CO2	-2,944	2,944	0,000	0,000	70,791	144,774	161,155	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,003	
5.D.1 Waters remaining Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	5,703	0,000	5,703	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.1 Waters remaining Waters	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	5,703	0,000	5,703	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.1 Waters remaining Waters	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	5,703	0,000	5,703	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.1 Forest Land converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	52,546	5,453	52,828	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5.D.2.1 Forest Land converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	52,546	0,000	52,546	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.1 Forest Land converted to Waters	EF Biomasse	CO2	50,736	50,736	70,110	70,110	52,546	24,952	58,169	0,034	0,000	0,001	0,004	0,041	0,041	
5.D.2.1 Forest Land converted to Waters	EF DOM	CO2	35,893	35,893	24,968	24,968	52,546	6,426	52,937	0,011	0,000	0,000	0,000	0,014	0,014	
5.D.2.2 Cropland converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	26,064	50,505	56,834	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.2 Cropland converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	26,064	0,000	26,064	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.2 Cropland converted to Waters	EF Biomasse	CO2	45,104	45,104	18,653	18,653	26,064	8,430	27,393	0,004	0,000	0,000	0,002	0,005	0,006	
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	30,447	77,869	83,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.3 Grassland i.s.s. converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	30,447	0,000	30,447	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.D.2.3 Grassland i.s.s. 1 converted to Waters	EF Biomasse	CO2	19,534	19,534	37,353	37,353	30,447	24,511	39,088	0,012	0,000	0,000	0,004	0,013	0,013	

Source category	Pool	Gas									Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)				Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012				Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emission introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emission introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions , Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Type A sensitivity	Type B sensitivity	y	y	y	y	y	y	y				
			[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]					
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	82,352	83,273	117,117	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	82,352	0,000	82,352	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.3 Woody Grassland converted to Waters	EF Biomasse	CO2	24,069	24,069	51,737	51,737	82,352	185,892	203,317	0,088	0,000	0,000	0,000	0,000	0,043	0,047	0,063						
5.D.2.35 Terrestrial Wetlands converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	196,591	52,479	203,475	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.35 Terrestrial Wetlands converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	196,591	0,000	196,591	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.35 Terrestrial Wetlands converted to Waters	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	196,591	144,774	244,147	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.4 Settlements converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	41,354	84,966	94,495	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.4 Settlements converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	41,354	0,000	41,354	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.4 Settlements converted to Waters	EF Biomasse	CO2	34,388	34,388	41,713	41,713	41,354	162,741	167,913	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,019	0,023						
5.D.2.5 Other Land converted to Waters	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	100,273	92,858	136,664	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.5 Other Land converted to Waters	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	100,273	0,000	100,273	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.D.2.5 Other Land converted to Waters	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	100,273	0,000	100,273	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.E.1 Settlements remaining Settlements	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	2,480	84,966	85,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.E.1 Settlements remaining Settlements	Organischer Boden	CO2	1.382,358	1.382,358	1.632,004	1.632,004	2,480	50,000	50,061	0,685	0,003	0,013	0,134	0,045	0,142								
5.E.1 Settlements remaining Settlements	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	2,480	162,741	162,760	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	-60,180	60,180	23,567	23,567	16,630	41,254	44,480	0,009	0,001	0,000	0,026	0,004	0,026								
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	32,871	32,871	32,887	32,887	16,630	50,000	52,693	0,015	0,000	0,000	0,001	0,006	0,006								
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	214,636	214,636	905,615	905,615	16,630	54,280	56,770	0,431	0,006	0,007	0,299	0,166	0,342								
5.E.2.1 Forest Land converted to Settlements	EF DOM	CO2	282,968	282,968	427,310	427,310	16,630	6,426	17,828	0,064	0,001	0,003	0,008	0,078	0,079								
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	78,360	78,360	126,500	126,500	9,017	49,155	49,975	0,053	0,000	0,001	0,021	0,013	0,024								
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	145,249	145,249	234,480	234,480	9,017	50,000	50,807	0,100	0,001	0,002	0,039	0,023	0,045								
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-431,571	431,571	-727,917	727,917	9,017	108,848	109,221	0,666	0,003	0,006	0,277	0,072	0,286								
5.E.2.3 Grassland i.s.s. converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	347,202	347,202	1.080,054	1.080,054	14,163	57,481	59,200	0,536	0,006	0,008	0,340	0,169	0,379								
5.E.2.3 Grassland i.s.s. converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	74,476	74,476	231,675	231,675	14,163	50,000	51,967	0,101	0,001	0,002	0,063	0,036	0,073								
5.E.2.3 Grassland i.s.s. converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-129,369	129,369	-817,246	817,246	14,163	108,888	109,805	0,752	0,005	0,006	0,592	0,128	0,606								
5.E.2.3 Woody Grassland converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	37,397	37,397	99,993	99,993	41,120	59,712	72,501	0,061	0,001	0,001	0,030	0,045	0,055								
5.E.2.3 Woody Grassland converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	5,797	5,797	15,501	15,501	41,120	50,000	64,737	0,008	0,000	0,000	0,004	0,007	0,008								
5.E.2.3 Woody Grassland converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	88,373	88,373	774,904	774,904	41,120	149,045	154,614	1,004	0,005	0,006	0,806	0,352	0,879								
5.E.2.4 Terrestrial Wetlands converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	11,457	11,457	5,261	5,261	47,461	47,631	67,240	0,003	0,000	0,000	0,002	0,003	0,003								
5.E.2.4 Terrestrial Wetlands converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	265,720	265,720	122,006	122,006	47,461	50,000	68,939	0,070	0,001	0,001	0,049	0,064	0,081								

Source category	Pool	Gas									Activit				Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emission introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emission introduced by acuity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)		Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)										
							95% confidence interval	95% confidence interval	95% confidence interval	95% confidence interval										
			[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[Gg a <sup>-1</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	y	y	[%]		
5.E.2.4 Terrestrial Wetlands converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	22,801	22,801	0,614	0,614	47,461	108,548	118,471	0,001	0,000	0,000	0,017	0,000	0,017	0,000	0,017	0,000		
5.E.2.4 Waters converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	49,684	52,479	72,268	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.E.2.4 Waters converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	5,537	5,537	4,159	4,159	49,684	50,000	70,488	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	
5.E.2.4 Waters converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-18,157	18,157	-19,634	19,634	49,684	162,741	170,156	0,028	0,000	0,000	0,003	0,000	0,011	0,000	0,011	0,011		
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	Mineralischer Boden	CO2	-4,106	4,106	-2,029	2,029	70,791	62,805	94,635	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,002	0,002		
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	Organischer Boden	CO2	1,775	1,775	0,877	0,877	70,791	50,000	86,668	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001		
5.E.2.5 Other Land converted to Settlements	EF Biomasse	CO2	-18,165	18,165	-1,223	1,223	70,791	162,741	177,471	0,002	0,000	0,000	0,020	0,000	0,020	0,000	0,020	0,020		
5.F.1 Other Land remaining Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	42,315	0,000	42,315	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.1 Other Land remaining Other Land	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	42,315	0,000	42,315	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.1 Other Land remaining Other Land	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	42,315	0,000	42,315	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.1 Forest Land converted to Other Land	EF DOM	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.2 Cropland converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.3 Grassland i.s.s. converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.3 Grassland i.s.s. converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.3 Grassland i.s.s. converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.3 Woody Grassland converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.3 Woody Grassland converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.3 Woody Grassland converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.4 Terrestrial Wetlands converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.4 Terrestrial Wetlands converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.4 Terrestrial Wetlands converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.4 Waters converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.4 Waters converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.4 Waters converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	Mineralischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		

Source category	Pool	Gas														
			Base year emissions [CO <sub>2</sub> -eq.]	Base year emission, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Year 2012 emissions, Betrag in [CO <sub>2</sub> -eq.]	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)		Emission factor	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2012	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emission introduced by emission factor	Uncertainty in trend in national emission introduced by activity data	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
							%	[Gg a <sup>-1</sup> ]	%	%	%	%	%	%	%	
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	Organischer Boden	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5.F.2.5 Settlements converted to Other Land	EF Biomasse	CO2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<b>Summe</b>			<b>128.070,729</b>	<b>128.070,729</b>	<b>119.328,455</b>	<b>119.328,455</b>					<b>23,198</b>					<b>5,538</b>

### 19.5.5 Veränderungen der Emissionsergebnisse zwischen NIR 2010 und NIR 2014

Im Sektor LULUCF berichtet Deutschland im Rahmen des Kyoto-Protokolls über Aufforstung (KP Art. 3.3), Entwaldung (KP Art. 3.3) sowie Waldbewirtschaftung (KP Art. 3.4). Aufgrund der Umsetzung von Empfehlungen aus den IPCC-Reviews und Inventarverbesserungsmaßnahmen, wurden während der ersten Verpflichtungsperiode (Submission 2010 bis 2014) die Berichtsmethoden sowie zahlreiche Eingangsdaten in weiten Teilen geändert. Das nachfolgende Kapitel stellt die wesentlichen Änderungen und ihre Auswirkungen auf die Emissionsergebnisse dar, am Beispiel des Bezugsjahres 1990 und des ersten Jahres der ersten Kyotoperiode (2008). Tabelle 406 gibt einen Überblick über die CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen [THG in CO<sub>2</sub>-Equivalents] für die Aufforstung, Entwaldung und Waldbewirtschaftung.

Tabelle 406: Gesamtemissionen [Gg CO<sub>2</sub>-eq.] und Veränderungen der Submission 2008 und 2014 für die Jahre 1990 und 2008

[Gg CO <sub>2</sub> -eq.]	Sub. 2010 1990	Sub. 2014 1990	Veränderung	Sub. 2010 2008	Sub. 2014 2008	Veränderung
			Sub. 2014 zu 2010			Sub. 2014 zu 2010
<b>KP 3.3 Aufforstung</b>	-49,65	873,03	<b>922,69</b>	-2615,20	-5331,54	<b>-2716,34</b>
<b>KP 3.3 Entwaldung</b>	2875,25	1595,33	<b>-1279,92</b>	16393,61	2126,50	<b>-14267,11</b>
<b>KP 3.4 Waldbewirtschaftung</b>	-65424,45	-66677,31	<b>-1252,86</b>	-20331,89	-46759,02	<b>-26427,13</b>

Die Submission 2014 berechnet für alle drei Landnutzungskategorien, sowohl für 1990, wie für 2008, eine höhere CO<sub>2</sub>-Senke als die Submission 2010. Einzige Ausnahme ist das Jahr 1990 für die Aufforstung; dort gab es einen leichten Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emission zwischen der Submission 2010 und 2014. Damit zeigt sich der Trend der Emissionsminderung zwischen 1990 und 2008 von Submission 2010 zu Submission 2014 verstärkt. Ursache hierfür sind vor allem verbesserte landesspezifische Daten und Methoden, die die nationalen Bedingungen und Trends besser abbilden. Einige dieser Verbesserungen beruhen auf den Empfehlungen des In country Reviews 2010. Ein wichtiger Punkt war die Änderung der damaligen Methode zur Erfassung der Landnutzung und Landnutzungsänderungen. Ziel war es, eine konsistente einheitliche Methodik zur Erfassung von Landnutzungsänderungen im LULUC-Sektor und der Forstwirtschaft zu entwickeln. Die neue Methodik erweitert das bisher verwendete, stichprobenbasierte System für die Erfassung der Waldfläche und der Landnutzungsänderungen von und zu Wald, auf alle Landnutzungskategorien und – änderungen und basiert auf dem Netz der Bundeswaldinventur 2012. Außerdem wurden weitere Daten eingearbeitet (ATKIS, BWI, CIR, CORINE, GSE) (siehe Kapitel 7.1.3). Die Einführung dieser neuen Methode und neuer Daten für die Herleitung der Aktivitätsdaten hat zu einer Rekalkulation aller Flächen des LULUCF-Sektors von 1990 an geführt. Diese Änderungen spiegeln sich auch in den geänderten Emissionen wider.

Weitere wesentliche Änderungen an den Daten und Methoden für die Herleitung der Emissionsfaktoren (EF) zwischen Submission 2010 und Submission 2014 werden im Folgenden nach den drei Landnutzungskategorien aufgeschlüsselt. Eine Gegenüberstellung der Emissionen, aufgeschlüsselt nach Pools, findet sich für

- Aufforstung in Tabelle 407,
- Entwaldung in Tabelle 408 und
- Waldbewirtschaftung in Tabelle 409.

Tabelle 407: Gesamtemissionen [Gg CO<sub>2</sub>-eq.] und Veränderungen der Submission 2008 und 2014 für die Jahre 1990 und 2008 für die Pools der Aufforstung

Aufforstung [Gg CO <sub>2</sub> -eq.] Pool	Sub. 2010 1990	Sub. 2014 1990	Veränderung Sub. 2014 zu 2010	Sub. 2010 2008	Sub. 2014 2008
<b>Mineralischer Boden</b>	-4,40	59,11	<b>63,51</b>	-101,11	705,81
<b>Organischer Boden</b>	0,14	4,67	<b>4,54</b>	2,81	63,86
<b>Oberirdische Biomasse - Abnahme</b>	IE	911,89	-	IE	331,14
<b>Oberirdische Biomasse - Zunahme</b>	-34,47	-313,63	<b>-279,16</b>	-1603,21	-4829,16
<b>Unterirdische Biomasse - Abnahme</b>	8,22	330,43	<b>322,22</b>	IE	129,27
<b>Unterirdische Biomasse - Zunahme</b>	IE	-63,99	-	-507,43	-973,37
<b>Streu</b>	-19,13	-51,62	<b>-32,49</b>	-406,27	-704,32
<b>Totholz</b>	0,00	-3,82	<b>-3,82</b>	0,00	-54,78

Tabelle 408: Gesamtemissionen [Gg CO<sub>2</sub>-eq.] und Veränderungen der Submission 2008 und 2014 für die Jahre 1990 und 2008 für die Pools der Entwaldung

Entwaldung [Gg CO <sub>2</sub> -eq.] Pool	Sub. 2010 1990	Sub. 2014 1990	Veränderung Sub. 2014 zu 2010	Sub. 2010 2008	Sub. 2014 2008	Veränderung Sub. 2014 zu 2010
<b>Mineralischer Boden</b>	9,10	-22,21	<b>-31,31</b>	229,91	-308,55	<b>-538,46</b>
<b>Organischer Boden</b>	5,11	11,55	<b>6,44</b>	22,50	181,55	<b>159,06</b>
<b>Oberirdische Biomasse - Abnahme</b>	1718,63	1161,73	<b>-556,90</b>	9887,23	1695,29	<b>-8191,94</b>
<b>Oberirdische Biomasse - Zunahme</b>	IE	-542,40	-	IE	-374,15	-
<b>Unterirdische Biomasse - Abnahme</b>	356,98	208,02	<b>-148,95</b>	2417,81	298,25	<b>-2119,56</b>
<b>Unterirdische Biomasse - Zunahme</b>	IE	-190,40	-	IE	-137,26	-
<b>Streu</b>	741,41	879,80	<b>138,40</b>	3413,83	644,84	<b>-2769,00</b>
<b>Totholz</b>	44,00	89,23	<b>45,23</b>	422,07	72,42	<b>-349,65</b>

Im Folgenden werden die Änderungen für Aufforstung und Entwaldung unterteilt nach den Pools aufgelistet:

- Mineralischer Boden: Auf Empfehlungen des In country Reviews 2010 wurde eine neue Methode zur Berechnung der Emissionen aus Mineralböden eingeführt. Zusätzlich kamen neue Datenquellen zur Anwendung(siehe Kapitel 7.1.5).
- Organischer Boden: Korrektur eines falschen Emissionsfaktors (fälschlicherweise Berücksichtigung einer 20jährigen Übergangszeit).
- Ober- und unterirdische Biomasse - Abnahme bei Aufforstung bzw. Zunahme bei Entwaldung: Zur Bestimmung der annuellen Biomasse wurde eine neue Berechnungsmethode eingeführt und erweiterte Datengrundlagen verwendet. Des Weiteren wurden für die Gehölzbiomasse aus einem Forschungsprojekt landesspezifische EF hergeleitet.
- Ober- und unterirdische Biomasse - Zunahme bei Aufforstung bzw. Abnahme bei Entwaldung: Für die Bundeswaldinventur 2012 wurden neue Funktionen für die Herleitung der EF der Biomasse eingeführt. Diese Funktionen wurden rückwirkend für alle Bundeswaldinventuren angewendet. Außerdem standen mit der BWI 2012 neue Daten zur Verfügung.
- Streu: Mit den Ergebnissen der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald konnten die EF angepasst werden. Totholz: Durch die Daten der BWI 2012 für Totholz konnten ebenfalls die EF korrigiert werden.

Tabelle 409: Gesamtemissionen [Gg CO<sub>2</sub>-eq] und Veränderungen der Submission 2008 und 2014 für die Jahre 1990 und 2008 für Pools der Waldbewirtschaftung

Waldbewirtschaftung [Gg CO <sub>2</sub> -eq.]	Sub. 2010	Sub. 2014	Veränderung	Sub. 2010	Sub. 2014	Veränderung
Pool	1990	1990	Sub. 2014 zu 2010	2008	2008	Sub. 2014 zu 2010
<b>Mineralischer Boden</b>	NO	-10663,31	<b>-10663,31</b>	NO	-10477,82	<b>-10477,82</b>
<b>Organischer Boden</b>	601,41	572,46	<b>-28,95</b>	598,15	545,57	<b>-52,58</b>
Oberirdische Biomasse - Abnahme	IE	IE	-	IE	IE	-
Oberirdische Biomasse - Zunahme	-44789,27	-52168,20	<b>-7378,93</b>	-13346,52	-35706,84	<b>-22360,33</b>
Unterirdische Biomasse - Abnahme	IE	IE	-	IE	IE	-
Unterirdische Biomasse - Zunahme	-17738,38	-5144,48	<b>12593,90</b>	-4011,04	-5278,17	<b>-1267,12</b>
<b>Streu</b>	NO	2016,78	<b>2016,78</b>	NO	1980,45	<b>1980,45</b>
<b>Totholz</b>	-3717,74	-1485,01	<b>2232,73</b>	-3681,59	2057,08	<b>5738,67</b>

Im Folgenden werden die Änderungen für die Waldbewirtschaftung unterteilt nach den Pools aufgelistet:

- Mineralischer Boden: Anhand der Ergebnisse der zwei Bodenzustandserhebungen im Wald, konnten erstmals eine Kohlenstoffveränderung im mineralischen Böden berechnet werden.
- Organischer Boden: Für die Veränderung sind alleinig die veränderten Aktivitätsdaten verantwortlich.
- Ober- und unterirdische Biomasse: Für die Bundeswaldinventur 2012 wurden neue Funktionen für die Herleitung der EF der Biomasse eingeführt. Diese Funktionen wurden rückwirkend für alle Bundeswaldinventuren angewendet. Außerdem standen mit der BWI 2012 neue Daten zur Verfügung.
- Streu: Mit den Ergebnissen der zwei Bodenzustandserhebungen im Wald konnte erstmals eine Kohlenstoffveränderung in der Streu berechnet werden.
- Totholz: Durch die neuen Daten der BWI 2012 konnten verbesserte EF in Anwendung gebracht werden

**19.6 Weitere detaillierte methodische Beschreibungen für die Quellkategorie Abfall und Abwasser (6)****19.6.1 *Abfall (6.A)*****19.6.2 *Abwasser (6.B) – Angaben zur Bestimmung der Emissionsfaktoren der Abwasser- und Schlammbehandlung (6.B.2)***

Es gelten die Ausführungen des Kapitels 14.6.2 im NIR 2008.

**19.6.3 *Bestimmung der Lachgasemissionen in der Abwasserbehandlung (6.B.2)***

Es gelten die Ausführungen des Kapitels 14.6.3 im NIR 2008.

## 20 ANHANG 4: CO<sub>2</sub> REFERENZVERFAHREN UND VERGLEICH MIT DEM SEKTORANSATZ UND RELEVANTE INFORMATIONEN ZUR NATIONALEN ENERGIEBILANZ

Die Bemühungen zur Verbesserung der deutschen Treibhausgas-Emissionsberichterstattung schlossen in den vergangenen Jahren auch methodische Arbeiten am CO<sub>2</sub>-Referenzverfahren (dem Referenzansatz) ein. Eine erste grundlegende Überarbeitung erfolgte hier im Rahmen einer durch die Prognos AG durchgeführten Studie mit dem Ziel, landesspezifische Emissionsfaktoren und Kohlenstoffgehalte (carbon contents) zu ermitteln und in die Berechnung einzubeziehen.

Das so angepasste Verfahren kam erstmals in der Submission 2008 zum Einsatz. Da die Überführung der detaillierten landesspezifischen Eingangsdaten in das strukturell wie funktionell restriktive System des CRF-Reporters (u.a. vorgegebene Brennstoffe / Brennstoffgruppen, im Falle des nicht-energetischen Verbrauchs Materialien / Materialgruppen) jedoch nicht in vollem Umfang möglich war, konnte im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Referenz- und Sektoralverfahren leider keine nachhaltige Verbesserung erzielt werden. Aus der erhöhten Komplexität des Verfahrens resultierten vielmehr eine verminderte Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Mit der Submission 2013 wurden daher die landesspezifischen Emissionsfaktoren und Kohlenstoffgehalte wieder auf die default-Werte des IPCC zurückgeführt.

Seitdem wurde vor allem die Zuordnung der Aktivitätsdaten schrittweise weiter überarbeitet. Dabei konnten in erster Linie systematische Ungereimtheiten und Fehler beseitigt und das Gesamtverfahren hinsichtlich seiner Transparenz und Nachvollziehbarkeit vereinfacht und verbessert werden.

Alle genannten Schritte haben auf maximal aggregierter Ebene seitdem zwar zu einer sehr guten Übereinstimmung zwischen beiden Berechnungsansätzen geführt. Jedoch bestehen in den Substrukturen aus genannten Gründen nach wie vor Abweichungen, die zwar zumindest teilweise mit landesspezifischen Besonderheiten erklärt, jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht zufriedenstellend beseitigt werden können.

Das Referenzverfahren bietet damit auch in Zukunft Raum für weitere Verbesserungen, der derzeit allerdings an vielen Stellen auch durch die systemischen Vorgaben des CRF-Reporters begrenzt wird. Neben der Prüfung und Revision der für den nicht-energetischen Verbrauch genutzten landesspezifischen Kohlenstoffgehalte, die als nächste Arbeitsschritte geplant sind, würde eine größtmögliche Flexibilisierung der Datenhaltung im CRF-Reporter die Vergleichbarkeit beider Ansätze ebenfalls verbessern.

### 20.1 Vergleich der Ergebnisse des sektoralen und des Referenz-Ansatzes

Im Folgenden soll genauer auf die Ergebnisse der Gegenüberstellung der mit sektoralem und Referenz-Ansatz berechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen eingegangen werden. Anhand der mit beiden Ansätzen für das Jahr 2012 ermittelten Emissionsmengen sollen dabei vor allem die Gründe für zwischen beiden Methoden bzw. Datensätzen bestehende Abweichungen betrachtet werden. Die Ausführungen beziehen sich dabei - soweit möglich - auf die nachfolgende grafische Darstellung zur Veranschaulichung der sich für 2012 ergebenden Unterschiede.

Während sich auf Basis der Nationalen Gesamtemissionen nur vergleichsweise kleine Abweichungen ergeben (siehe Kapitel 3.2.1.1), nehmen diese auf Ebene der Brennstoffgruppen (fest, flüssig, gasförmig, Abfall, Biomasse), besonders aber auf Brennstoffebene deutlich zu. Als wesentliche Gründe hierfür müssen der modellhafte Charakter des Referenzverfahrens sowie die teilweise zu restriktive Struktur des CRF-Reporters angeführt werden.

Zum CRF-Reporter: Eine Zuordnung der innerhalb der Nationalen Energiebilanzen aufgeführten Brennstoffe erscheint für eine Vielzahl einander ähnlicher, aber zwischen sektoralem und Referenzansatz abweichend benannter insbesondere Festbrennstoffe nicht immer eindeutig und zufriedenstellend möglich. Für Materialien, deren Einsatzmengen nicht unmittelbar den Nationalen Energiebilanzen, sondern spezifischeren Angaben z.B. von Industrieverbänden entnommen werden, ergeben sich weitere Unterschiede. (siehe Anmerkung zu Steinkohlen unten).

Neben den beschriebenen Unterschieden seitens der Aktivitätsdaten ergeben sich im „Modell“ Referenzansatz (inkl. des nicht-energetischen Verbrauchs) weitere Diskrepanzen zwischen beiden Verfahren: Sofern im Referenzansatz als CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, *Fractions of C Stored* etc. Vorgabewerte des IPCC (defaults) zum Einsatz kommen, ergeben sich unausweichlich auch hier teilweise gravierende Unterschiede. Hinsichtlich der EF(CO<sub>2</sub>) sei hier auf die Braunkohlen verwiesen, die im sektoralen Ansatz gemäß ihrer je nach Herkunftsregion (sogenanntes Revier) mit sehr unterschiedlichen Kohlenstoffgehalten bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aufgeführt sind, welche im Schnitt deutlich über dem Richtwert des IPCC liegen.

Zusätzliche Diskrepanzen ergeben sich durch die Berücksichtigung des nicht-energetischen Verbrauchs und der hier verwendeten *Fractions of C Stored*: Bis zuletzt kam hier im deutschen Inventar eine Mischung aus auf Expertenschätzungen beruhenden Anteilen und wiederum IPCC defaults zum Einsatz, die, im Bemühen, die Transparenz des Verfahrens zu erhöhen, mit der vorliegenden Berichterstattung, soweit möglich, auf IPCC defaults umgestellt wurde.

### Reporting of energy sector emissions: Reference Vs. Sectoral approach

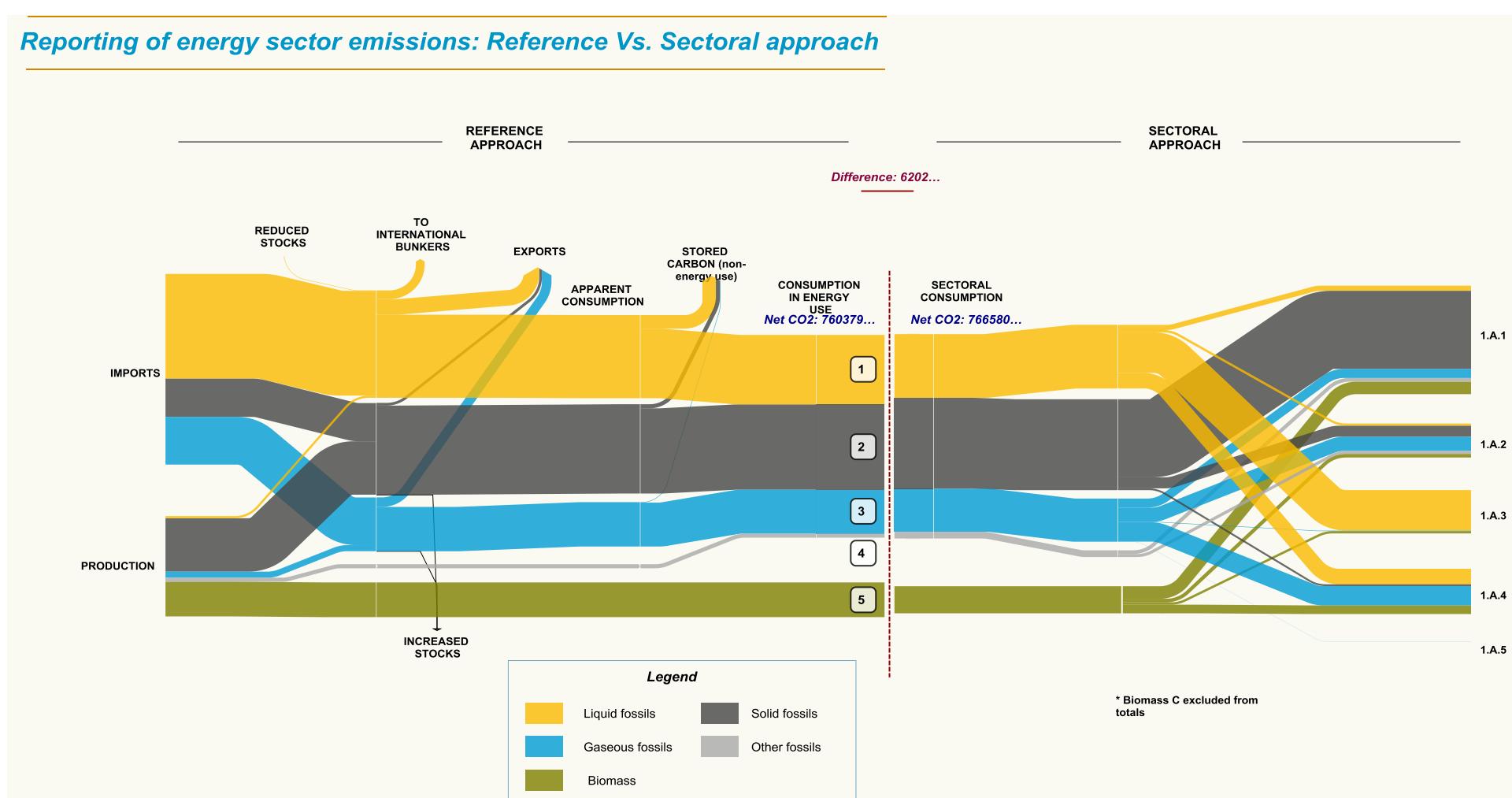


Abbildung 83: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen 2012 gemäß Sektoralem und Referenz-Ansatz

## Allgemeine Hinweise

Der Referenzansatz soll, so, wie er im Reference Manual der 1996 IPCC Guidelines beschrieben wird, für alle Berichtsstaaten anwendbar sein. Allein diese Abstraktion und Verallgemeinerung führt unausweichlich zu erheblichen Diskrepanzen zum Sektoralen Ansatz Folge: Die im Referenzansatz verwendeten default-Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> unterscheiden sich teilweise deutlich von den im Sektoralen Ansatz verwendeten landesspezifischen Emissionsfaktoren.

Die IPCC-Vorgaben zu den *Fractions C Stored* entsprechen ebenfalls nicht nationalen Gegebenheiten in Deutschland. Die Ableitung landesspezifischer Werte ist aber allein schon angesichts der diversen Produkte und Materialien sehr schwierig und so nicht leistbar.

Insgesamt erlaubt der Sektorale Ansatz wesentlich differenziertere Berechnungen. Da sich Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren leichter an die nationalen Gegebenheiten anpassen lassen, ergeben sich letztlich realistischere, exaktere – von denen des Referenzverfahrens ggf. stark abweichende - Ergebnisse.

### Flüssige Brennstoffe - *Liquid Fuels* [1]:

Die mit beiden Ansätzen ermittelten CO<sub>2</sub>-Emissionen der flüssigen Brennstoffe unterscheiden sehr deutlich. Eine Ursache hierfür sind die unterschiedlichen Herangehensweise beider Berechnungsverfahren: Während im Sektoralen Ansatz das im Laufe eines Jahres direkt emittierte Kohlendioxid berichtet wird, werden im Referenzansatz vielmehr alle Emissionen berücksichtigt, die innerhalb eines Zeitraumes von zwanzig Jahren emittiert werden. Die jeweiligen Anteile werden über die sogenannten *Fractions of C Stored* bestimmt. Dieses Verfahren führt letztlich dazu, dass ein großer Anteil des nicht-energetisch genutzten Anteils der Mineralöle im Referenzansatz als Emission berücksichtigt wird. Im Sektoralen Ansatz werden diese Anteile dagegen zum einen als Prozessemissionen in CRF 2.B berichtet, zum anderen in der Abfallverbrennung (als sogenannte *Other Fuels*) innerhalb CRF 1.A.

Eine Berücksichtigung dieser im Sektoralen Ansatz erfassten Emissionen auch im Referenzverfahren würde letztlich jedoch auch nicht zu einer Übereinstimmung der beiden Datensätze führen: Die vorliegenden IPCC defaults zu den *Fractions of C Stored* unterscheiden sich dazu zu deutlich von den nationalen Gegebenheiten in Deutschland. Allerdings ist es trotz erheblicher Anstrengungen bisher nicht gelungen, valide landesspezifische *Fractions of C Stored* abzuleiten.

### Festbrennstoff - *Solid Fuels* [2]:

**Braunkohlen:** Im Sectoral Approach werden revierspezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren verwendet, die deutlich über den IPCC-defaults im Referenzverfahren liegen. Auch für die Braunkohlenbriketts sowie Braunkohlenstaub und –Wirbelschichtkohle werden im Sektoralen Ansatz landesspezifische Emissionsfaktoren verwendet, die erheblich von den im Referenzansatz verwendeten IPCC-Vorgaben abweichen.

**Steinkohle:** Die Aktivitätsdaten für die Eisen- und Stahlerzeugung werden den sogenannten BGS-Bögen (bereitgestellt durch den entsprechenden Industrieverband) entnommen und liegen mengenmäßig über den Angaben der Energiestatistik. Die für die Steinkohlen verwendeten EF(CO<sub>2</sub>) werden im Sektoralen Ansatz mit Hilfe von Einzeldaten zu den

Herkunftsgebieten berechnet. Die Struktur des Referenzansatz orientiert sich dagegen an der der IEA-Daten, das heißt, Steinkohlen werden in *Anthracite*, *Coking Coal*, *Sub-bituminous Coal* und *Other Bituminous Coal* unterschieden.

Da in Deutschland insgesamt sehr viel Kohle eingesetzt wird, führen selbst nur leicht abweichende Emissionsfaktoren und Heizwerte in der Summe zu relevanten Unterschieden zwischen den mit beiden Ansätzen ermittelten Emissionen.

### **Gasförmige Brennstoffe – *Gaseous Fuels* [3]:**

Bei den gasförmigen Brennstoffen ist die Differenz zwischen den Ansätzen insgesamt relativ gering. Der Referenzansatz weist hier für Erdgas etwas höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen aus.

Ursache dafür die Unterscheide ist wiederum der nicht emittierte Kohlenstoff (*Carbon Stored*): Für Erdgas ist dieser Anteil gemäß IPCC-Vorgabe zur *Fraction of C Stored* relativ niedrig. Dies führt dazu, dass hier ein großer Teil des nicht-energetischen Verbrauchs als emissionswirksam berücksichtigt wird.

Im Sektoralen Ansatz werden dagegen nur die jährlich direkt entstandenen Emissionen berechnet, zum einen also die Emissionen aus der Erdgasverbrennung (CRF 1.A), zum anderen prozessbedingte Emissionen (CRF 2.B). Letztlich wird ein Teil der aus Erdgas hergestellten Produkte als Abfall ebenfalls der Verbrennung zugeführt. Welchen Anteil die Erdgas-basierten Produkte an der Abfallverbrennung ausmachen, ist anhand der derzeit existierenden Statistiken allerdings nicht ermittelbar.

### **Biomasse - *Biomass* [5]:**

Die Biomasse kann im Sektoralen Ansatz aufgrund zusätzlicher detaillierter statistischer Daten sehr differenziert berichtet werden. Für die einzelne Stoffgruppen kommen hier spezifische EF(CO<sub>2</sub>) zum Einsatz, was, verglichen mit den Ergebnissen des Referenzansatzes, geringere Kohlendioxid-Emissionen zur Folge hat. Da hier unter Biomasse auch der biogene Anteil der Abfälle mit berichtet wird, liegen die Aktivitätsdaten im Sektoralen Ansatz dagegen leicht oberhalb derer des Referenzverfahrens. Die verwedenten Abfalldaten, die mengenmäßig über den Werten der Energiebilanz liegen, werden dabei der Abfallstatistik (Fachserie 19, Reihe 1) des statistischen Bundesamtes entnommen.

## **21 ANHANG 5: ÜBERPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND DER POTENTIELL NICHT ERFASSTEN QUELLEN UND SENKEN VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN**

Die folgenden zwei Tabellen enthalten die Quellen für Treibhausgase, die bisher im Treibhausgasinventar von Deutschland noch nicht berücksichtigt werden, mit einer Begründung, warum diese Quellen nicht berichtet werden. Diese Tabelle ist eine Zusammenfassung der CRF-Tabelle 9(a), in der eine detailliertere Darstellung der nicht erfassten Quellen und Senken zu finden ist. Zusätzliche Informationen finden sich in Kapitel 1.8.

Tabelle 410: Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden

Source/sink category	GHG	Allocation used by the Party / Explanation
5 LULUCF	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	According to IPCC GPG 2003 HWP do not have to be reported (p.1.11 chp.1.7).

Tabelle 411: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE)

Source/sink category	GHG	Allocation used by the Party / Explanation
1.AA.2.A Iron and Steel	CO <sub>2</sub>	The use of reducing agents is part of the carbon balance. Emissions were reported under blast furnace gas incineration (solid fuels).
1.AA.2.B Non-Ferrous Metals	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Reported in source category 1.A.2.f. Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data.
1.AA.2.C Chemicals	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Reported in source category 1.A.2.f Other (unspecified industrial power plants).
1.AA.2.D Pulp, Paper and Print	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Reported in source category 1.A.2.f Other (unspecified industrial power plants).
1.AA.2.E Food Processing, Beverages and Tobacco	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Reported in source category 1.A.2.f Other because of confidential data.
1.AA.3.B Road Transportation	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub> emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
1.AA.3.C Railways	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub> emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed
1.AA.3.C Railways	CO <sub>2</sub>	Aggregation formula under 1.C.3 - CO <sub>2</sub> Emissions from Biomass does not include CRFs 1.A.3.c and d. - Therefore, CO <sub>2</sub> emissions from biodiesel in these categories are set to zero to prevent inclusion in national totals and are included under CRF 1.A.3.e - Biomass instead!
1.AA.3.D Navigation	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub> emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed
1.AA.3.D Navigation	CO <sub>2</sub>	Aggregation formula under 1.C.3 - CO <sub>2</sub> Emissions from Biomass does not include CRFs 1.A.3.c and d. - Therefore, CO <sub>2</sub> emissions from biodiesel in these categories are set to zero to prevent inclusion in national totals and are included under CRF 1.A.3.e - Biomass instead!
1.B.1.A.2.2 Post-Mining Activities	CH <sub>4</sub>	included in 1.B.1.A.2.1
1.B.2.B.1 Exploration	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	considered in 1.B.2.a.i
1.B.2.C.1.1 Oil	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	included in 1.B.2.A.ii
1.B.2.C.1.2 Gas	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	included in 1.B.2.B.iv
1.B.2.C.1.3 Combined	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	included in 1.B.2.A.ii and in 1.B.2.B.iv
1.B.2.C.2.3 Combined	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	considered in 1.B.2.C.2.1. and 1.B.2.C.2.2.
1.C1.B Marine	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub> emissions from lubricants assumed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed!
2.2.1 Grassland i.t.s.s.	Carbon	5.C.2.1-5.C.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.2.1 Grassland i.t.s.s.	Carbon	5.B.2.1-5.B.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.2.1 Terr.Wetlands	Carbon	5.D.2.1-5.D.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.2.2 Waters	Carbon	5.D.2.1-5.D.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.2.2 Woody GL	Carbon	5.C.2.1-5.C.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.2.2 Woody GL	Carbon	5.B.2.1-5.B.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.1 GL i.t.s.s. to Terr.WL	Carbon	5.D.2.1-5.D.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.1 Grassland i.t.s.s.	Carbon	5.E.2.1-5.E.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.1 Terr.Wetlands	Carbon	5.B.2.1-5.B.2.4: Living Biomass, to avoid double counting

Source/sink category	GHG	Allocation used by the Party / Explanation
2.3.1 Terr.WL to GL i.t.s.s.	Carbon	5.C.2.1-5.C.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.2 GL i.t.s.s. to Waters	Carbon	5.D.2.1-5.D.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.2 Terr.WL to WGL	Carbon	5.C.2.1-5.C.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.2 Waters	Carbon	5.B.2.1-5.B.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.2 Woody GL	Carbon	5.E.2.1-5.E.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.3 Waters to GL i.t.s.s.	Carbon	5.C.2.1-5.C.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.3 WGL to Terr.WL	Carbon	5.D.2.1-5.D.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.4 Waters to WGL	Carbon	5.C.2.1-5.C.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.3.4 WGL to Waters	Carbon	5.D.2.1-5.D.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.4.1 Grassland i.t.s.s.	Carbon	5.C.2.1-5.C.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.4.1 Terr.Wetlands	Carbon	5.E.2.1-5.E.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.4.1 Terr.Wetlands	Carbon	5.D.2.1-5.D.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.4.2 Waters	Carbon	5.E.2.1-5.E.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.4.2 Waters	Carbon	5.D.2.1-5.D.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.4.2 Woody GL	Carbon	5.C.2.1-5.C.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
2.A.3 Limestone and Dolomite Use	CO2	allocation: 1.A.1.a, 2.A.1 and 2.A.2, 2.A.7, 2.C.1, 5.B, 5.G
2.A.7.2a - Ceramic production	CO2	see 2.A.7.2b bricks an tiles
2.B.1 Ammonia Production	CO2	According to the GL 1996 all emissions including the recovered amount are reported at the emissions.
2.C.1.2 Pig Iron	CH4	is considered in 1.A.2
2.C.1.2 Pig Iron	CO2	is considered in oxygen steel
2.C.1.3 Sinter	CO2, CH4	is considered in CRF 1A2
2.C.1.4 Coke	CO2, CH4	is considered in CRF 1A1c
2.F.1 Refrigeration and Air Conditioning Equipment	HFCs, PFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.2 Foam Blowing	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.3 Fire Extinguishers	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.4 Aerosols/ Metered Dose Inhalers	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.5 Solvents	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.7 Semiconductor Manufacture	HFCs, PFCs, SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.8 Electrical Equipment	SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
2.F.P2.2 In products	SF6	Because of confidentiality reasons production data of potential emissions is reported together with import and export data.
3.D.3 N2O from Aerosol Cans	N2O	Emissions of N2O used in Aerosol cans of cream are aggregated in technical use of N2O in 3.D.4 Other Use of N2O.
5.A.1 C from liming forests	CO2	CRF 5.G., 5.A.1, 5(IV) CO2 ..., Limestone, Included in Limestone
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	Carbon	Table 5.A: Biomass gains, Losses are included in Gains.

Source/sink category	GHG	Allocation used by the Party / Explanation
5.A.1 Forest Land remaining Forest Land	CO2	Table 5.A.1: Biomass gains. Due to the stock change method used for the estimation of carbon stock changes in biomass, CO2-emissions are included in category 5.A. carbon stock change in biomass.
5.A.2 Land converted to Forest Land	CH4	CRF 5.A.1: Area burned under Land converted to Forest Land cannot be differentiated from Area burned reported under Forest Land remaining Forest Land, therefore it is included in the latter category.
5.A.2 Land converted to Forest Land	CO2	5.A.1: Due to the stock change method used for the estimation of carbon stock changes in biomass, CO2-emissions are included in category 5.A. carbon stock change in biomass.
5.A.2 Land converted to Forest Land	N2O	CRF 5.A.1: Area burned under Land converted to Forest Land cannot be differentiated from Area burned reported under Forest Land remaining Forest Land, therefore it is included in the latter category.
5.B.1 Cropland remaining Cropland	CO2	Table 5 (IV) B Limestone: As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included on limestone use.
5.B.2.1 Forest Land converted to Cropland	N2O	Reported under 4.D. (see NIR 7.3.4.4)
5.B.2.2 Grassland converted to Cropland	N2O	Reported under 4.D. (see NIR 7.3.4.4)
5.B.2.3 Wetlands converted to Cropland	N2O	Reported under 4.D. (see NIR 7.3.4.4)
5.B.2.4 Settlements converted to Cropland	Carbon	5.B.2.1-5.B.2.4: Living Biomass, to avoid double counting
5.B.2.5 Other Land converted to Cropland	N2O	Reported under 4.D. (see NIR 7.3.4.4)
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO2	Table 5 (IV) B: As it is not possible to distinguish between the application on Cropland or Grassland, lime application is reported under Cropland.
5.C.1 Grassland remaining Grassland	CO2	Table 5 (IV) B Limestone: As data cannot be differentiated with regard to types of application (dolomite or lime) dolomite use is included on limestone use.
5.E.2.2 Cropland converted to Settlements	Carbon	5.E.2.1-5.E.2.4: Living Biomass: to avoid double counting
6.B.1 Industrial Wastewater	CH4	CH4 is generated, but it is covered or flared off. Covered CH4 is included in 1A1. Emissions from leakage are assumed to be very low - thus negligible.
6.B.2.1 Domestic and Commercial (w/o human sewage)	CH4	CH4 is generated, but it is covered or flared off. Covered CH4 is included in 1A1. Emissions from leakage are assumed to be very low - thus negligible.
AWACS maintenance	SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Car Tyres	SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Cement	CO2, CH4, N2O	Reported in source category 1.A.2.f. Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data.
Ceramics	CO2, CH4, N2O	Reported in source category 1.A.2.f. Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data.
Double glaze windows	SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Geothermal ORC plants	HFCs	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Glass Wares	CO2, CH4, N2O	Reported in source category 1.A.2.f. Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data.
lime	CO2, CH4, N2O	Reported in source category 1.A.2.f. Other (unspecified industrial power plants) because of confidential data.
Magnesium production	SF6	The confidential emissions are reported in 2G.

Source/sink category	GHG	Allocation used by the Party / Explanation
Military use	CH4, N2O	CH4 emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed
N2O for Medical Using	N2O	The emissions from the production of N2O for the use as Anästhetikum are included in the emissions from the use of Anästhetica in 3D
Optical Glass Fibre	SF6	The confidential emissions are reported in 2G.
Other non-specified	CH4	is considered in steel
Other non-specified	CH4	CH4 emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed
Other non-specified	N2O	N2O emissions from lubricants supposed to be included in corresponding emissions from liquid fuels consumed
Other non-specified	SF6	Confidential SF6-emissions of the use in AWACs, Sport shoes and for Welding are reported in "Unspecified mix of HFCs" to keep confidentiality of these data.
Shoes	PFCs, SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Solar Technology	PFCs, SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Trace gas	SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.
Welding	SF6	The potential emissions are not disaggregated into the subcategorys. Such detailed informations are because of confidential and technical reasons not possible.

## **22 ANHANG 6: ZUSATZINFORMATIONEN ALS BESTANDTEIL DES NIR ODER ANDERE HILFREICHE REFERENZINFORMATIONEN**

### **22.1 Zusatzinformationen zur Inventarerstellung und zum Nationalen System**

#### **22.1.1 Festlegungen im Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung**

Durch das Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung haben die Staatssekretäre vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Bundesministerium des Innern (BMI); Bundesministerium der Verteidigung (BMVg); Bundesministerium der Finanzen (BMF); Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) die Zuständigkeiten für die Quell- und Senkengruppen sowie die notwendige Finanzierung für 2008 geregelt. Die Vereinbarung lautet:

*BMUB, BMI, BMVg, BMF, BMWi, BMVBS, BMEL 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<sup>140</sup> „Emissionssituation“ ist die zuständige Nationale Koordinierungsstelle („single national entity“) für die Berichterstattung nach VN-Klimarahmenkonvention und Kyoto-Protokoll. Die Nationale Koordinierungsstelle ist dafür zuständig, das nationale Inventar zu erstellen, auf eine ständige Verbesserung des Inventars hinzuwirken, die am nationalen System Beteiligten zu unterstützen und die Entscheidungen des Koordinierungsausschusses vorzubereiten.
2. Für alle zu klärenden Fragen im Rahmen des Nationalen Systems sowie zur offiziellen Erörterung und Freigabe der Inventare und der nach den Artikeln 5, 7 und 8 des Kyoto-Protokolls notwendigen Berichte wird ein Koordinierungsausschuss aller betroffenen Ressorts eingerichtet, der den Prozess begleitet und insbesondere Zweifelsfragen, z.B. bei der Festlegung einzelner Emissionsfaktoren, klärt.

Insbesondere legt der Ausschuss die Hauptquell- und -senkengruppen, die Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung der Datenerhebung und -verarbeitung sowie den jährlichen Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsplan fest.

Soweit erforderlich kann der Ausschuss die Methoden zur Berechnung der Emissionen in den Quellgruppen und zur Berechnung des Abbaus in den Senkengruppen festlegen. Die Federführung hat BMU. Ausschusssitzungen finden statt, wenn mindestens ein Ressort die Notwendigkeit hierfür sieht. Nachgeordnete Behörden und weitere an der Erstellung der Inventare beteiligte Institutionen können nach Bedarf zu Sitzungen hinzugezogen werden.

3. Für die Erstellung des nationalen Inventars werden Daten zur Berechnung der Emissionen und des Abbaus verwendet, die nach Maßgabe der Anforderungen des Art. 3 Abs. 1 der

<sup>140</sup> Anm. des Autors: aktuell I 2.6.

*Entscheidung 280/2004/EG und des Art. 2 Abs. 1 der Durchführungsbestimmungen zur Berechnung der Emissionen in den Quell- und des Abbaus in den Senkengruppen erforderlich sind. Die Erstellung des Inventars erfolgt jährlich. Dabei ist die Durchführung einer Qualitätskontrolle nach den Anforderungen des Art. 12 der Durchführungsbestimmungen sicherzustellen. Ebenso ist eine nachweisbare Dokumentation und Archivierung erforderlich.*

*Bestehende Datenflüsse, etwa auf der Grundlage freiwilliger Vereinbarungen oder gesetzlicher Vorschriften sollen nicht grundlegend geändert, sondern nur ggf. vervollständigt und verbessert werden, um eine verlässliche Datengrundlage zu schaffen. Daher ist mit der Zuständigkeit nicht zwingend die Erhebung und Weitergabe von Daten verbunden. Für die Aufgabenverteilung zwischen BMU/UBA, BMVBS und BMWI wird insbesondere auf Anlage 1 verwiesen.*

*Die Zuständigkeiten für die Sicherstellung der Datenlieferung an die Nationale Koordinierungsstelle sowie die Qualitätskontrolle, Dokumentation und Archivierung der Daten verteilen sich wie folgt auf die Ressorts:*

- a) *Für die Quellgruppe 1 (Energie) ist - mit Ausnahme der Quellgruppen 1.A.3 (Verkehr) und 1.A.5a (Energie: Sonstige), soweit Emittenten der Bundeswehr betroffen sind, - das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie zuständig.*
- b) *Für die Quellgruppen 2 (Produktionsprozesse) und 3 (Verwendung von Lösemitteln und anderen Erzeugnissen) ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie zuständig.*
- c) *für die Quellgruppe 1.A.3 (Verkehr) ist das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zuständig.*
- d) *Für die Quellgruppe 1.A.5a (Energie: Sonstige) ist, soweit Emittenten der Bundeswehr betroffen sind, das Bundesministerium für Verteidigung zuständig. Soweit Daten der Geheimhaltung unterliegen, werden vom Umweltbundesamt die Erfordernisse der Geheimhaltung berücksichtigt.*
- e) *Für die Quell- und Senkengruppen 4 (Landwirtschaft) und 5 (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, ist das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zuständig.*
- f) *Für die Quellgruppe 6 (Abfall) und Quellgruppe 7 sowie die Treibhausgas-Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse, ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zuständig.*
- g) *Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ist auch für die Erstellung der Tabellen im einheitlichen Berichtsformat nach Art. 2 Abs. 2 Buchstabe a der Entscheidung 2005/166/EG (Durchführungsbestimmungen) in den Quell- und Senkengruppen 4 und 5.*

*Grundsätzlich sind für Durchführungsaufgaben der amtlichen Statistik einschließlich Datenlieferung, Qualitätskontrolle, Dokumentation und Archivierung der Daten die nach den einschlägigen Statistikvorschriften bestimmten Behörden zuständig. Die Zusammenarbeit der statistischen Ämter des Bundes und der Länder mit den mit der Berichterstattung befassten Stellen erfolgt durch das Statistische Bundesamt. Dabei ist die statistische Geheimhaltung sicher zu stellen.*

4. *Die zuständigen Ressorts klären kurzfristig, wie die anforderungsgerechte Bereitstellung der Daten dauerhaft sichergestellt wird, soweit dies nicht schon der Fall ist. Insbesondere betrifft*

dies Vereinbarungen, Verordnungen oder Gesetze, die zur Institutionalisierung des Nationalen Systems erforderlich werden. Freiwillige Vereinbarungen mit Verbänden und/oder Einzelunternehmen stehen gesetzlichen Vorschriften für die Zwecke der Emissionsberichterstattung grundsätzlich gleich. Umweltbundesamt und Statistisches Bundesamt prüfen, wie im Abstimmungsgespräch am 12.09.2006 vereinbart, darüber hinaus, welche Daten aus dem amtlichen statistischen System für die Berichterstattung bereit gestellt werden können oder nach ihrer Auffassung zusätzlich über das amtliche statistische System erhoben werden sollen. Die Ressorts, UBA und Statistisches Bundesamt übermitteln ihre entsprechenden Vorschläge bis zum 15.07.2007 an das BMU.

5. Bis zum 31.07.2007 wird BMU die beteiligten Ressorts zur Abstimmung der Vorschläge und Festlegung eines Fahrplans zur Implementierung der notwendigen Instrumente einladen. Die zuständigen Ressorts bzw. die Bundesregierung werden die Etablierung der erforderlichen Instrumente schnellstmöglich veranlassen.
6. Soweit für die Wahrnehmung der unter 3. genannten Zuständigkeiten zusätzliche Mittel erforderlich sind, werden diese aus den Einnahmen des Verkaufs von AAUs finanziert, in Erweiterung der Vereinbarung der Staatssekretäre vom 22.12.2006 zu Artikel 3.4 Kyoto-Protokoll.

Hierzu wird bereits für das Haushaltsjahr 2008 ein Einnahmetitel im Einzelplan 16 eingerichtet. Die zu finanzierenden Mehrbedarfe werden nach Prüfung durch BMF als Ausgaben in den Einzelplänen der Ressorts ausgewiesen. Die Nachmeldungen der Ressorts hierzu müssen bis zum 6.6.2007 gegenüber BMF erfolgen.

Sollten über den in im Haushalt 2008 festgestellten Mehrbedarf hinaus in den kommenden Jahren zusätzliche Haushaltsmittel erforderlich sein, werden in den darauf folgenden Jahren im entsprechenden Umfang zusätzliche AAUs veräußert.

[...]

#### **Anlage: Aufgabenverteilung zwischen BMU/UBA, BMVBS und BMWi**

Zwischen BMU, BMVBS und BMWi besteht Einigkeit, dass die bisherigen Strukturen der Emissionsberichterstattung beibehalten werden sollen und UBA auch weiterhin seine bisherigen Aufgaben in den Quellgruppen 1, 1.A.3, 2 und 3 ausübt. BMVBS und BMWi stellen sicher, dass etwaige Datenlücken in den Quellgruppen, für die sie zuständig sind, geschlossen werden.

Im Einzelnen:

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 erklärt. Soweit Datenoptimierungen durch Änderung bestehender Erhebungen auf Grundlage des Umweltstatistikgesetzes (UStatG) oder der 13. BlmSchV erforderlich sein sollten, ist das BMU zuständig. Das UBA übernimmt die Dokumentation und Archivierung der im UBA eingehenden Daten.

BMVBS:

Zur Quellgruppe 1.A.3 (Verkehr) werden Emissionen bei UBA über das TREMOD-Modell berechnet. Für die Schließung von Lücken und für die Emissionen des internationalen Luftverkehrs stellt das BMVBS, soweit notwendig, Daten/Berechnungen zur Verfügung bzw. stellt sicher, dass diese durch Dritte zur Verfügung gestellt werden. Die Emissionen des Schiffsverkehrs können derzeit aus Daten der Energiebilanz und Default-Emissionsfaktoren berechnet werden. Das UBA übernimmt die Dokumentation und Archivierung der im UBA eingehenden Daten.

## 22.1.2 Zusatzinformationen zum Qualitätssystem Emission

### 22.1.2.1 Mindestanforderungen an ein System zur Qualitätskontrolle und – sicherung

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

Aus diesen wurden von UBA „Allgemeine Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung“ abgeleitet (Stand November 2007), die im Folgenden wiedergegeben werden.

#### 22.1.2.1.1 Einführung

Die Vertreter der beteiligten Ressorts im Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare legen die in diesem Dokument beschriebenen allgemeinen Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS) bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung fest. Sie werden damit Grundlage für die Erhebung, Verarbeitung, Weitergabe und Berichterstattung von allen Daten, die der THG-Berichterstattung dienen.

Diese QK/QS Mindestanforderungen müssen auf allen Ebenen der Inventarerstellung eingehalten werden. In vielen Fällen kann dabei auf existierenden Prozessen und Systemen aufgebaut werden, z. B. den Qualitätsstandards der öffentlichen Statistik. Im Anhang 1 dieses Dokuments ist exemplarisch die Umsetzung der QK/QS Mindestanforderungen und das QK/QS System im Umweltbundesamt dargestellt. Eine entsprechende Beschreibung zur Umsetzung dieser Mindestanforderungen ist von allen beteiligten Institutionen vorzunehmen, so dass sie im Rahmen der Berichterstattung 2009 mit dem Inventarbericht veröffentlicht werden kann. Auf Anfrage unterstützt das Umweltbundesamt die Ministerien bei der Erstellung der QK/QS Systeme in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen.

#### 22.1.2.1.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung

Die Durchführungsbestimmungen 2005/166/EG zur Entscheidung 280/2004/EG verlangen, dass das nationale Treibhausgasinventar den QK/QS Anforderungen der IPCC good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories (IPCC good

practice guidance) und der *IPCC good practice guidance for land use, land-use change and forestry* (IPCC Good Practice Guidance for LULUCF) entspricht.

Um die Verbesserung der Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der nationalen Emissionsinventare und insbesondere die Erfüllung der Anforderungen an die „Gute Inventarpraxis“ zu gewährleisten, fordern die *IPCC Good Practice Guidance* die Einführung eines Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungssystems. Ein QK/QS System umfasst:

- eine zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten
- die Entwicklung und Umsetzung eines QK/QS-Plans
- allgemeine QK Verfahren
- quellgruppenspezifische QK Verfahren
- QS Verfahren und
- Verfahren für die Berichterstattung,
- Verfahren für die Dokumentation und Archivierung

QK/QS Maßnahmen können im Konflikt zu Anforderungen an Pünktlichkeit und Kosteneffizienz stehen. Bei der Entwicklung eines QK/QS Systems sollen deshalb die vorhandenen zeitlichen, personellen und materiellen Ressourcen berücksichtigt werden. Es ist gute Praxis, höhere Anforderungen an die Datenqualität der Hauptkategorien zu stellen. Für andere Quellgruppen ist es nicht notwendig, alle quellgruppenspezifischen QK Verfahren umzusetzen. Des Weiteren sind nicht alle Maßnahmen jährlich notwendig, z.B. muss die Methodik zur Erhebung von Daten nur einmalig detailliert überprüft werden. Danach reichen periodische Kontrollen, ob die Voraussetzungen für die Anwendung der Methodik weiterhin gegeben sind. Ein weiteres Kriterium für die Anforderungen an die QK/QS Maßnahmen ist die Unsicherheit einer Angabe. Um die gesamte Unsicherheit des Inventars zu reduzieren, sollten diejenigen Quellgruppen detailliert überprüft werden, die eine hohe Unsicherheit aufweisen.

#### **22.1.2.1.3 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten**

Das Umweltbundesamt als Nationale Koordinierungsstelle ist zuständig für das QK/QS System des nationalen Treibhausgasinventars und hat dafür die Stelle des Koordinators für das Qualitätssystem Emissionen (QSE) eingerichtet. Es ist gute Praxis, dass alle an der Inventarerstellung beteiligten Unternehmen und Organisationen einen QK/QS Koordinator ernennen und dem QSE Koordinator mitteilen.

Der QK/QS Koordinator ist verantwortlich dafür, dass ein QK/QS System entwickelt und umgesetzt wird. Die Umsetzung sollte in geeigneter Weise institutionalisiert werden, z.B. durch eine Hausanweisung oder Verbändevereinbarung.

Damit die nationale Koordinierungsstelle ihre unterstützenden Aufgaben zielgerichtet wahrnehmen kann, sind dem QSE Koordinator für die Wahrnehmung der folgenden weiteren Funktionen namentlich Personen zu benennen:

Fachverantwortlicher – Zuständige Person für die Datengewinnung, Dateneingabe, Berechnung entsprechend den vorgegebenen Methoden, für die Durchführung von QK-Maßnahmen und die Erstellung des Textbeitrags für den Nationalen Inventarbericht.

Qualitätskontrollverantwortlicher - Zuständige Person für die Prüfung und Freigabe der Daten und Berichtsteile (Funktion kann vom QK/QS Koordinator mit wahrgenommen werden).

### 22.1.2.1.4 QK/QS Plan

Der QK/QS Plan soll die Organisation und Durchführung von QK/QS Maßnahmen sicherstellen. Er enthält eine Darstellung über alle durchzuführenden QK/QS Maßnahmen sowie den Zeitplan zur Umsetzung der Maßnahmen. Der QK/QS Plan legt die Schwerpunkte der durchzuführenden Maßnahmen fest. Kriterien für die Auswahl der Quellgruppen, die detailliert geprüft werden, sind u.a.:

- die Relevanz der Quellgruppe (Hauptkategorie ja/nein, Unsicherheiten hoch/gering)
- der Zeitpunkt und die Ergebnisse der letzten detaillierten QK/QS Maßnahme für die Quellgruppe
- Änderungen der Methodik oder der Datengrundlage
- Ergebnisse der jährlichen Inventarüberprüfung unter der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto Protokoll
- vorhandene Ressourcen zur Durchführung der QK/QS Maßnahmen

Es ist gute Praxis, einen QK/QS Plan anzulegen und jährlich nach Ende der Inventarerstellung zu überprüfen und zu aktualisieren.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der jährlichen Inventarüberprüfung und der Ergebnisse aus den ihr bekannten QK/QS-Maßnahmen erstellt die nationale Koordinierungsstelle für das gesamte Inventar einen Verbesserungsplan. Auf dieser Grundlage leitet sie Vorschläge für einen verbindlichen Inventar-Plan für das nächste Berichtsjahr ab, der dem Koordinierungsausschuss als Beschlussvorlage vorgelegt wird. Der QK/QS Koordinator legt gemeinsam mit dem QSE Koordinator in der Nationalen Koordinierungsstelle Verfahren und Termine fest, wie und in welchem Umfang die QK/QS-Maßnahmen der Institution in den Inventar-Plan für das Gesamtinventar Eingang finden.

### 22.1.2.1.5 Allgemeine Qualitätskontrolle

Nach der Definition der IPCC (Kapitel 8.1 *Good Practice Guidance*) ist die Qualitätskontrolle (QK) ein System routinemäßiger fachlicher Maßnahmen zur Messung und Kontrolle der Qualität des in Erarbeitung befindlichen Inventars.

Hierfür soll das QK-System:

- Routinemäßige und einheitliche Überprüfungen ermöglichen, um für die Integrität, Korrektheit und Vollständigkeit der Daten Sorge zu tragen;
- Fehler und Auslassungen ermitteln und beheben;
- Inventarmaterial dokumentieren und archivieren sowie alle QK-Aktivitäten aufzeichnen.

In Tabelle 8.1 der *IPCC Good Practice Guidance* ist eine vollständige Liste der allgemeinen QK-Maßnahmen dargestellt. Anforderungen an die allgemeinen QK-Verfahren nach Tier 1 lassen sich aus den in Kapitel 8.6 der *IPCC Good Practice Guidance* benannten ableiten. Typische allgemeine Qualitätskontrollmaßnahmen bei der Ermittlung der Aktivitätsrate sind die Überprüfung der Daten auf Übertragungsfehler, Überprüfung auf Vollständigkeit, Überprüfung der Formeln zur Zusammenfassung der Daten sowie Plausibilitätsprüfungen anhand von externen Datenquellen und früheren Berechnungen. Lieferanten von Emissionsberechnungen müssen zusätzliche QK-Maßnahmen durchführen, z.B. die Überprüfung der Formeln zur Berechnung der Emissionen.

Die notwendigen Qualitätskontrollen sollen in Form von Checklisten dokumentiert werden. Die Listen sollen mindestens die durchgeführte Maßnahme, das Ergebnis der Kontrolle, die ggf. umgesetzte Korrektur und den Bearbeiter enthalten. Im Anhang 2 dieses Dokuments ist exemplarisch eine Checkliste im Umweltbundesamt dargestellt.

Nicht alle Qualitätskontrollen müssen jährlich durchgeführt werden, sondern können auch periodisch umgesetzt werden. Dies gilt insbesondere für Aspekte der Datenerhebung, die sich nicht jährlich ändern. Für Hauptkategorien werden höhere Anforderungen an die Häufigkeit und Vollständigkeit der QK-Maßnahmen als für andere Quellgruppen gestellt. Es ist darauf zu achten, dass alle Quellgruppen zumindest periodisch einer detaillierten Qualitätskontrolle unterliegen.

#### **22.1.2.1.6 Quellgruppenspezifische Qualitätskontrolle**

Ergänzend zu den Tier 1 Verfahren sollten die besonders relevanten Quellgruppen (z.B. Hauptkategorien), immer unter Abwägung von Ressourcenaspekten, bei der Ermittlung von Aktivitätsraten, Emissionen und Unsicherheiten einer Qualitätskontrolle nach Tier 2 unterzogen werden (siehe Kapitel 8.7 *Good Practice Guidance*). Die Kapitel der *IPCC Good Practice Guidance* zu den einzelnen Quellgruppen (Kapitel 1-5) enthalten zusätzliche Hinweise zu quellgruppenspezifischen QK-Maßnahmen. Diese müssen bei der Erstellung des QK/QS Plans berücksichtigt werden. :

Werden zusammengefasste **Aktivitätsraten** aus Sekundärquellen verwendet, ist es gute Praxis, die QK Maßnahmen bei der Erstellung der Sekundärquellen zu evaluieren. Ist das Niveau dieser Maßnahmen ausreichend, reicht es darauf in der Dokumentation zu verweisen. Falls die Sekundärquellen den Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle nicht genügen, sollen QK/QS Kontrollen von der Institution durchgeführt werden, die die Daten verwendet. Die Ergebnisse der nachträglichen QK/QS Kontrollen sollen in die Bestimmung der Unsicherheiten der Aktivitätsraten einfließen. Des Weiteren sollen, soweit möglich, verschiedene Quellen verglichen werden, um die Güte der Daten zu ermitteln.

Bei der Verwendung von anlagenspezifischen Aktivitätsdaten ist es gute Praxis, die Methodik und den QK/QS Standard bei der Datenermittlung zu überprüfen. Sollten diese nicht den Mindestanforderungen genügen, soll die Verwendung der Daten grundsätzlich überdacht und ggf. die Unsicherheitsangaben angepasst werden.

Bei **Emissionsdaten** gehört es zur guten Praxis, die verwendeten Emissionsfaktoren zu überprüfen. Dazu gehört die Verwendung von nationalen Emissionsfaktoren für Hauptkategorien und die Überprüfung der Gültigkeit der IPCC Standardfaktoren unter nationalen Gegebenheiten. Werden Emissionen durch direkte Messung ermittelt ist es gute Praxis, die Messmethoden und verwendeten Qualitätsstandards zu überprüfen. Emissionsdaten und Emissionsfaktoren sollen mit Daten der Vorjahre sowie unabhängigen Quellen überprüft und Abweichungen erklärt werden.

Die **Qualitätskontrolle** der Unsicherheiten umfasst die Überprüfung, ob die Berechnung frei von Fehlern ist und die Dokumentation zur Reproduktion der Ergebnisse ausreichend ist. Bei der Verwendung von Expertenschätzungen soll die Qualifikation der Experten und die Methodik zur Schätzung überprüft und dokumentiert werden.

### 22.1.2.1.7 Verfahren zur Qualitätssicherung

Während das Ziel der Qualitätskontrolle hauptsächlich die korrekte Anwendung einer Methodik ist, soll bei der Qualitätssicherung die Methodik als solche untersucht und ggf. verbessert werden.

Nach der Definition der IPCC (Kapitel 8.1 *Good Practice Guidance*) beruhen die Maßnahmen der **Qualitätssicherung** (QS) „*auf einem planvollen System von Überprüfungen durch Personen, die nicht unmittelbar an der Erarbeitung des Inventars mitwirkten. Solche Überprüfungen – am besten durch unabhängige Dritte – sollten an einem fertig gestellten Inventar nach Realisierung von QK-Prozeduren erfolgen. Durch sie wird:*

- verifiziert, dass die Kriterien der Datenqualität erfüllt wurden,
- dafür Sorge getragen, dass das Inventar die bestmöglichen Schätzungen von Emissionen und Senken auf der Grundlage des neuesten Standes der Wissenschaft und der verfügbaren Daten berücksichtigt, und
- die Effizienz des QK-Systems gefördert“.

Das geforderte Instrument der Qualitätssicherung sind Peer Reviews. Die Durchführung von Audits wird angeregt, stellt aber keine verbindliche Anforderung dar.

### 22.1.2.1.8 Verfahren zur Berichterstattung

Die Einleitung, Koordinierung und Gesamtorganisation der Berichterstattung erfolgt durch die Nationale Koordinierungsstelle. Zuarbeiten von Datenteilen oder Berichten durch Dritte erfolgen unter Beachtung der Vereinbarungen über Umfang Form und Zeitpunkt dieser Zuarbeit.

### 22.1.2.1.9 Dokumentation und Archivierung

Es besteht die generelle Pflicht alle Daten und Informationen zur Inventarberechnung für jedes Berichtsjahr zu dokumentieren und zu archivieren. Die Dokumentation soll es ermöglichen, die Emissionsberechnung vollständig nachzuvollziehen. Die allgemeinen Anforderungen an die Dokumentation und Archivierung für den gesamten Prozess der Erstellung von Treibhausgasinventaren ergeben sich aus Kapitel 8.10.1 der *IPCC Good Practice Guidance*.

Die Datenlieferanten haben die Pflicht, die folgenden Informationen zu den an das UBA gelieferten Daten für die Inventarberechnungen zu dokumentieren:

#### Lieferanten von Daten:

- Veröffentlichung / Quelle der Aktivitätsdaten mit detailliertem Verweis auf entsprechende Tabellennummern und -bezeichnungen und Seiten der Originalquellen;
- Erhebungsinhalte (Definitionen der erhobenen Merkmale, Abschneidegrenzen, Erhebungseinheiten) und Erhebungsmethodik;
- Rechtsgrundlagen, Verordnungen, auf denen die Erhebung basiert;
- Zeitliche und räumliche Vergleichbarkeit zu Vorjahresdaten, Veränderungen hinsichtlich Definitionen, Geltungsbereichen, Abschneidegrenzen, Quellen von Aktivitätsraten oder der Methodik der Datengewinnung;
- Revisionen von bereits veröffentlichten Daten;

- Genauigkeit bzw. quantitative Fehlerangabe der Aktivitätsdaten, Methodik der Fehlerschätzung und Benennung der Experten, welche die Fehlerschätzung vorgenommen haben.
- Geheimhaltung und Datenschutz: Dokumentation falls Einzelangaben als geheim gelten.

Diese Dokumentation soll dem UBA jährlich zusammen mit den Daten zur Verfügung gestellt werden und wird vom UBA zentral archiviert.

### **Qualitätskontrolle**

Im Rahmen der Qualitätskontrolle soll die Dokumentation zuständige und durchführende Mitarbeiter, Art, Datum und Ergebnisse der Qualitätskontrollen sowie Korrekturen und Modifikationen, die durch die Qualitätskontrollen ausgelöst wurden, erfassen. Die Dokumentation und Archivierung der Qualitätskontrollen erfolgt intern durch die Daten liefernde Einrichtung. Eine allgemeine Beschreibung der regelmäßig durchgeführten Qualitätskontrollen wird dem UBA für den nationale Inventarbericht und die Inventarüberprüfung zur Verfügung gestellt.

### **Lieferanten von Emissionsberechnungen**

Für Lieferanten von Emissionsberechnungen umfassen die Mindestanforderungen zur Dokumentation zusätzlich die folgenden Bestandteile:

- Beschreibung der Berechnungsmethodik und Begründung der Wahl der Methode;
- Annahmen und Kriterien zu Auswahl von Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren;
- Dokumentation der Emissionsfaktoren und deren Quellen mit detaillierten Verweis auf entsprechende Nummern und Seiten der Originalquellen;
- Berechnungsmodelle;
- Berechnungsdateien, Berechnungssoftware.

Punkte 1-4 werden im Rahmen der gelieferten Beschreibungen für den nationalen Inventarbericht dokumentiert und archiviert. Für Berechnungsmodelle ist eine gesonderte Dokumentation der Modelle entsprechend allgemeiner wissenschaftlichen Praxis erforderlich sowie eine interne Dokumentation in Form von Handbüchern oder Anleitungen. Die Dokumentation und Archivierung der Berechnungsdateien oder Berechnungssoftware erfolgt intern beim Datenlieferanten. Diese sollen dem UBA zur Verfügung gestellt werden, falls dies im Rahmen der Inventarüberprüfung gefordert wird.

### **Qualitätssicherung**

Lieferanten von Emissionsberechnungen sind neben Maßnahmen zur Qualitätskontrolle auch zur Qualitätssicherung verpflichtet. Im Rahmen der Qualitätssicherung soll die Dokumentation die zuständigen und durchführenden Mitarbeiter, Art, Datum und Ergebnisse der Qualitätssicherung sowie Korrekturen und Modifikationen, die durch die Qualitätssicherung ausgelöst wurden, erfassen. Darüber hinaus sollen quellgruppenspezifische Qualitätskontrollen dokumentiert werden.

Die Dokumentation und Archivierung der Qualitätssicherung erfolgt intern durch die Daten liefernde Einrichtung, sowie durch eine Zusammenfassung der Sicherungsmaßnahmen im nationalen Inventarbericht.

## Vertrauliche Daten / Geheimhaltung

Generell sind vertrauliche Daten bei der Übermittlung als solche zu kennzeichnen, damit bei ihrer Verwendung entsprechende Vorkehrungen getroffen werden.

Im Rahmen der Inventarüberprüfung besteht eine generelle Pflicht, vertrauliche Daten offen zu legen, falls dies im Rahmen der Inventarüberprüfung aus Gründen der Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Emissionsberechnungen von den Inventarprüfern für erforderlich gehalten wird. Inwieweit dies tatsächlich die Offenlegung von Einzelangaben berührt, soll im Einzelfall mit der Daten liefernden Einrichtung geklärt werden.

### **22.1.2.1.10 Anlage 1: Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Emissionsberichterstattung im Umweltbundesamt**

#### **22.1.2.1.10.1 Einführung**

Die vom Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare beschlossenen allgemeinen Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS) bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung gelten für alle Beteiligten. Sie sind Grundlage für die Erhebung, Verarbeitung, Weitergabe und Berichterstattung von allen Daten, die der THG-Berichterstattung dienen und damit auch verbindlich für alle Arbeitseinheiten, die im Umweltbundesamt an der Erfüllung dieser Aufgabe mitwirken.

#### **22.1.2.1.10.2 System zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung**

Über die vom Koordinierungsausschuss des Nationalen Systems Emissionsinventare beschlossenen allgemeinen Mindestanforderungen an die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (QK/QS) bei der Treibhausgasemissionsberichterstattung gelten im Umweltbundesamt die konkreten Festlegungen der Hausanordnung Nr. 11/2005, die das im QSE-Handbuch festgelegte Verfahren für alle an der Emissionsberichterstattung Beteiligten des UBA verbindlich vorschreibt (Geschäftsordnung des Umweltbundesamtes, Band II, Ziffer XV).

Die Anforderungen von Kapitel 8 der IPCC Good Practice Guidance sind über die Hausanordnung vollständig umgesetzt. Für eine effektive Erfassung und Durchführung von Maßnahmen zur kontinuierlichen Inventarverbesserung wurden geeignete UBA-spezifische Instrumente etabliert (Verbesserungsplan und Inventarplan, siehe unter 22.1.2.1.10.3). Im Ergebnis wurde das Qualitätssystem Emissionsinventare (QSE) entwickelt, dass die in Kapitel 22.1.2.1.2 benannten Punkte implementiert hat.

#### **22.1.2.1.10.2.1 Zuständige Stelle für die Koordinierung der QK/QS Aktivitäten im UBA**

Hausanordnung Nr. 11/2005 regelt, dass das Fachgebiet *Emissionssituation* (FG I 2.6) "Nationale Koordinierungsstelle" im UBA ist. Diese Zuständigkeit ist in der Organisationsübersicht des UBA unter der Rubrik: „Kontaktstellen internationaler Organisationen“ ausgewiesen und von den relevanten Ministerien durch einen Staatssekretärsbeschluss vom 05.06.2007 bestätigt worden.

Die Rollen und Verantwortlichkeiten der Nationalen Koordinierungsstelle und der an der Emissionsberichterstattung beteiligten Fachgebiete ergeben sich aus Kapitel 3.2 "Rollen und

"Verantwortlichkeiten" des QSE-Handbuchs. Die Fortschreibung und Pflege des QSE-Handbuchs und dessen Anhänge und Anlagen obliegt der Nationalen Koordinierungsstelle unter Einbeziehung der durch die Fachabteilungen benannten Ansprechpartner/innen. Die auf der Intranetseite der Nationalen Koordinierungsstelle veröffentlichte Version des QSE-Handbuchs und der mitgeltenden Unterlagen ist verbindlich.

#### 22.1.2.1.10.2.2 Verfahren zur Berichterstattung

Komplexe Tätigkeiten sind im Allgemeinen dadurch gekennzeichnet, dass am Ende des Durchlaufens einer Vielzahl von unterschiedlichen, aber miteinander in Verbindung stehenden und aufeinander aufbauenden Tätigkeiten (Prozessen), ein Produkt erzeugt wird. Für ein erfolgreiches Management dieser Prozesse ist es wichtig, sich dieser existierenden oder zu schaffenden Prozessabläufe bewusst zu werden und sie auf eine logische, der Realität entsprechende Weise zu beschreiben (Tätigkeiten, Abhängigkeiten, Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten u.v.m.) und in Verbindung zu setzen.

In der Praxis lassen sich die Abläufe komplexer Prozesse nicht widerspruchsfrei in die hierarchisch geprägten, traditionellen Strukturen von Unternehmen und Institutionen einpassen. Sie laufen diesen oft diametral entgegen, da sie meist Organisationseinheiten übergreifend gelagert sind. Eine an der Erstellung des Produkts orientierte Organisation von zusammenhängenden Arbeitsprozessen erfordert es, dass man sich von starren Hierarchiestrukturen löst und die Arbeitsprozesse mit dem Ziel der Verbesserung neu definiert.

Die Emissionsberichterstattung wurde daher zunächst als ein Prozess beschrieben, bei dem über mehrere miteinander verbundene Tätigkeiten am Ende ein Produkt (NIR und Inventare) entsteht (siehe Abbildung 84) Weiterführende Informationen finden sich im QSE-Handbuch Kapitel 4.3.

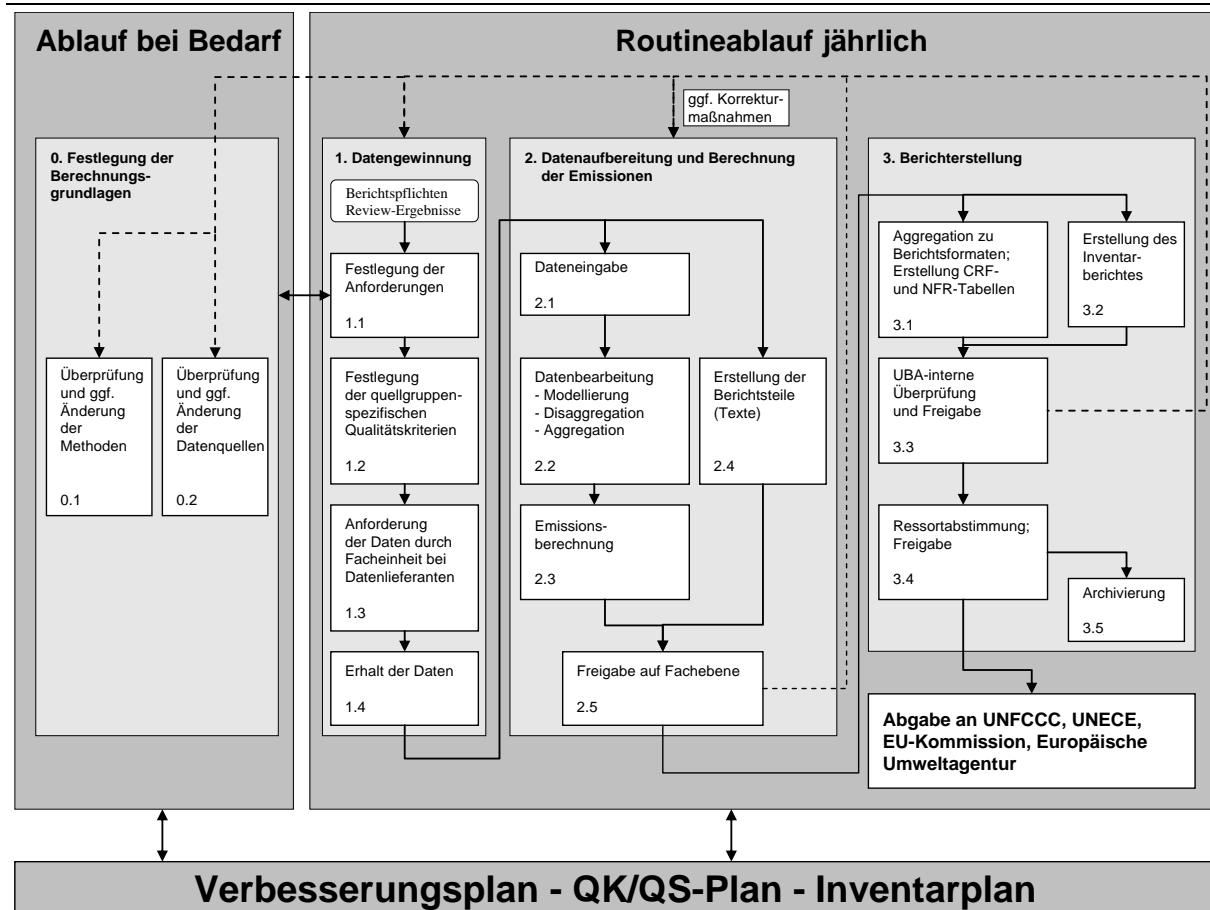


Abbildung 84: Übersicht zum gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung

Den innerhalb der abgebildeten Haupt- und Teilprozesse ablaufenden Tätigkeiten wurden über ein Rollenkonzept entsprechende Zuständigkeiten zugeordnet, die diese Prozesse durchführen/ausführen. Beispielsweise arbeiten viele Mitarbeiter in unterschiedlichen Arbeitseinheiten und Quellgruppen, führen dort aber im Wesentlichen die gleichen Tätigkeiten aus. Dies führte zur Entwicklung einer Personengruppe (Rolle; z.B. Fachverantwortliche). Dieser muss eine weitere Personengruppe (Rolle) nachgeordnet sein, die sicherstellt, dass die Anforderungen, die die erste Gruppe bei Ihrer Arbeit zu beachten und zu erfüllen hat, auch erreicht worden sind (z.B. Fachlicher Ansprechpartner). Des Weiteren wurde gemäß den Anforderungen des IPCC (siehe Kapitel 22.1.2.1.2) ein Koordinator für das QSE bestellt, damit sichergestellt wird, dass das System weiterentwickelt wird.

Im Ganzen wurde ein umfassendes Rollenkonzept entwickelt, dass den vielfältigen Anforderungen Rechnung trägt, die dem UBA aus seiner Aufgabe als Nationale Koordinierungsstelle erwachsen. Hierzu gehören folgende Rollen:

## 1. Fachverantwortlicher auf operativer Ebene (FV)

- Wesentliche Zuständigkeiten: Datengewinnung, Dateneingabe und Berechnung entsprechend den vorgegebenen Methoden, Durchführung von QK-Maßnahmen, Erstellen des NIR-Textes.

## 2. QK-Verantwortlicher (QKV)

- Ist Vorgesetzter des FV

- Wesentliche Zuständigkeiten: Prüfung und Freigabe der Daten und Berichtsteile

### 3. Fachliche Ansprechpartner (FAP)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Quellgruppenspezifische Betreuung der fachlich Zuarbeitenden (Inventararbeit und Berichterstellung) und Qualitätskontrolle/Qualitätssicherung in den zugehörigen Quellgruppen in NIR und ZSE.

### 4. Berichtskoordinator (NIRK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Koordination von textlichen Zuarbeiten, Erstellung des NIR aus den einzelnen Zulieferungen, übergreifende QK und QS für den NIR

### 5. ZSE-Koordinator (ZSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Wartung der Datenbanken, Emissionsberechnung und Aggregation, Übergreifende QK und QS bei Eingabe und Berechnung des Inventars

### 6. QSE-Koordinator (QSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: Aufrechterhaltung und Fortentwicklung des QSE (System, Checklisten, Verbesserungsplan, Inventarplan, QK/QS-Plan und QSE-Handbuch)

### 7. NaSE-Koordinator (NaSEK)

- Mitarbeiter der Nationalen Koordinierungsstelle
- Wesentliche Zuständigkeiten: termingerechte und anforderungskonforme Berichterstattung, Einbindung nationaler Institutionen, Festlegung/Dokumentation von rechtlichen Vereinbarungen

Die oben erläuterten Rollen haben i.d.R. Aufgaben in mehreren Haupt- und Teilprozessen der Emissionsberichterstattung.

#### 22.1.2.1.10.3 QK-Plan, QS-Plan und Inventarplan

Um zu gewährleisten, dass alle Verbesserungspotentiale, die im Zuge der Inventararbeiten ermittelt werden, einer systematischen Umsetzung zugeführt werden können, ist es unerlässlich diese zunächst auf koordinierte Weise zusammenzutragen. Dabei sind die erkannten Verbesserungspotentiale mit allen Informationen zu versehen (Herkunft des Verbesserungspotentials, Quellgruppe, Zuständigkeit, Priorität, etc.), die für eine zielgerichtete Weiterverwendung notwendig sind. Aufbauend auf diesen grundlegenden Informationen sind Festlegungen zur Umsetzung der erkannten Verbesserungspotentiale zu treffen (Handlungsbedarf/Korrekturmaßnahme, Terminsetzungen, etc.).

Zur Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE (siehe Abbildung 85) 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<sub>2</sub>-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

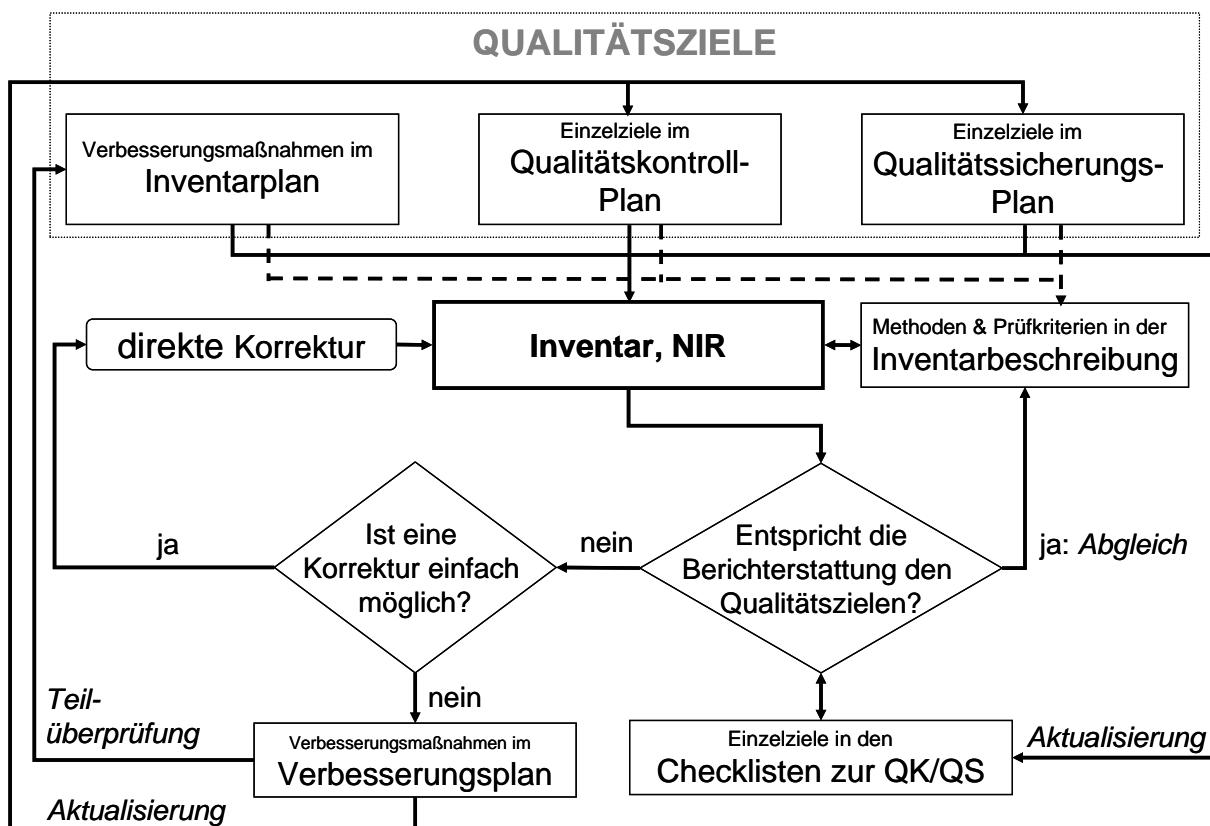


Abbildung 85: Steuerung und Dokumentation im Rahmen des NaSE und des QSE

Die **Qualitätsziele** wurden den allgemeinen Qualitätszielen der *IPCC Good Practice Guidance* entnommen (Transparenz, Konsistenz, Genauigkeit, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit). Darüber hinaus sind für die einzelnen Quellgruppen operative Einzelziele zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung aus dem Vergleich zwischen den Anforderungen aus den *IPCC Good Practice Guidance*, den Ergebnissen der unabhängigen Inventarüberprüfungen (UNFCCC und EU) und der Inventarrealität abgeleitet worden.

In einem **Verbesserungsplan** werden alle Verbesserungsmöglichkeiten beziehungsweise Beanstandungen aus den Ergebnissen der unabhängigen Inventarüberprüfungen, gesammelt und mit möglichen Korrekturmaßnahmen hinterlegt. Sie werden durch die Nationale Koordinierungsstelle kategorisiert, mit Prioritäten versehen und in Rücksprache mit

den Fachverantwortlichen teilweise in den **Inventarplan** überführt. Dort werden sie mit Terminen und Verantwortlichkeiten hinterlegt. Der Inventarplan durchläuft als Anhang des NIR einen Abstimmungs- und Freigabeprozess im UBA und im Koordinierungsausschuss und stellt somit ein verbindliches Vorgabedokument für die zukünftig umzusetzenden Verbesserungsmaßnahmen dar.

Um die Kontrolle und Durchführung von Maßnahmen zur Inventarverbesserung transparent und effektiv zu steuern, sind sie nach Maßgabe der IPCC Good Practice Guidance (Kapitel 8.5) im **Qualitätskontrollplan/Qualitätssicherungsplan (QK/QS-Plan)** rollenspezifisch sowie gegebenenfalls quellgruppenspezifisch vorgegeben. Der QK-Plan bezieht sich ausschließlich auf die Ziele der Qualitätskontrolle des Inventars. Im QS-Plan können die Ziele der Qualitätssicherung das Inventar, den Prozess der Berichterstattung oder das QSE selbst zum Gegenstand haben. Weiterhin erfolgt im Qualitätssicherungsplan die zeitliche Planung von Qualitätssicherungsmaßnahmen, die durch externe Dritte vorgenommen werden.

In den **Checklisten zur Qualitätskontrolle und zur Qualitätssicherung** sind entsprechend den Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsplänen alle Einzelziele im Prozess der Emissionsberichterstattung aufgeführt. Die Checklisten werden allen für Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung verantwortlichen Akteuren zur Verfügung gestellt und sollen die Kontrolle der Erreichung der Einzelziele erleichtern. In den Checklisten wird die Durchführung von Maßnahmen zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung dokumentiert. Sofern Einzelziele nicht erreicht werden und keine direkte Korrektur möglich ist, hat ein Eintrag in den Verbesserungsplan (siehe oben) zu erfolgen.

#### 22.1.2.1.10.4 Verfahren zur allgemeinen und quellgruppenspezifischen Qualitätskontrolle

Aus den Anforderungen der IPCC Good Practice Guidance hat das Umweltbundesamt ein Checklistenkonzept entwickelt, in dem die Qualitätsanforderungen als konkrete Ziele formuliert wurden. Diese Einzelziele gilt es, zu erreichen. Die Zielerreichung wird in den Checklisten eingetragen und dokumentiert. Es sind Einträge von Ja (Ziel ist erreicht), über „Trifft nicht zu“ (Zielformulierung korrespondiert nicht mit der speziellen Situation der Quellgruppe; nur sehr selten als Antwort möglich) bis hin zu „Nein“ (Ziel konnte nicht erreicht werden) möglich.

Die Checklisten bestehen aus einem allgemeinen Teil, der die gesamten Tier 1 QK-Anforderungen der IPCC Good Practice Guidance reflektiert und mit jeder Berichterstattung durchgeführt wird. Zusätzlich beinhalten die Checklisten einen quellgruppenspezifischen Teil (Tier 2), der konkrete Zielvorgaben für den Bereich der Hauptkategorien macht.

Checklisten gibt es für die ersten fünf Rollen des Rollenkonzepts. In dem Maße, wie die verschiedenen Rollen für verschiedene Haupt- und Teilprozesse der Emissionsberichterstattung zuständig sind (vergleiche Kapitel 22.1.2.1.10.2.2), beziehen sich auch die Checklisten überwiegend auf mehrere Haupt- und Teilprozesse der Emissionsberichterstattung. Sie stellen somit einen Querschnitt durch die Emissionsberichterstattung her. Hierbei ist für die Checklisten der FV und der FAP eine gemeinsame Grundgesamtheit der zu erreichenden Ziele vorgesehen. Da die FAP dafür zuständig sind, die Arbeiten der FV zu prüfen, lässt sich dies am besten gewährleisten, wenn sich beide an gleichen Zielen orientieren müssen.

### 22.1.2.1.10.5 Verfahren zur Qualitätssicherung

Bereits mit dem Rollenkonzept sind die Verfahren derart gestaltet, dass die Qualitätssicherung immer zumindest über ein Vieraugenprinzip gestützt wird. In diesem Zusammenhang wurde den Fachlichen Ansprechpartnern (FAP) die Aufgabe übertragen, die Qualität der Emissionsberechnungen und textlichen Zuarbeiten der Fachverantwortlichen (FV) sicherzustellen.

IPCC stellt unter dem Punkt „Überprüfung durch unabhängige Experten (Expert-Peer Review)“ klar, dass das obige von UBA gewählte formale Prüfverfahren, die Überprüfungen eines Experten-Peer Review ergänzen, aber nicht ersetzen kann (Good Practice Guidance; Kapitel 8.8). Um unter Abwägung der vorhandenen Ressourcen, der begründeten Forderung nach Einbeziehung externer Experten entsprechen zu können, werden zum einen, für konkrete Fragestellungen, detaillierte Überprüfungen durch externe Dritte im Rahmen von Forschungsvorhaben und Gutachten durchgeführt. Eine Beauftragung Dritter wird generell von beiden Seiten (d.h. FV und FAP) gemeinsam betreut. Zum anderen wurde das Instrument eines unregelmäßig durchgeführten Workshops zum Nationalen System ins Leben gerufen. Ziel dieses Workshops ist es, nationale Experten ins UBA zu laden und gemeinsam mit den UBA-Experten (FV) zu ausgewählten Quellgruppen aktuelle Inventarfragen zu besprechen.

Audits wurden im Umweltbundesamt bislang nicht durchgeführt und sind zurzeit nicht geplant. Laut Good Practice Guidance sind Audits nicht zwingend durchzuführen.

### 22.1.2.1.10.6 Dokumentation und Archivierung

Bei der Erstellung der deutschen Treibhausgas-Inventare soll eine im Grundsatz einheitliche Praxis bei der Dokumentation und Archivierung erreicht werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der zentralen Dokumentation und Archivierung in der Nationalen Koordinierungsstelle und der dezentralen Dokumentation und Archivierung, die in den Facheinheiten des UBA und in anderen Institutionen erfolgt.

Die Dokumentationsverfahren für Daten und Kontextinformationen unterscheiden sich bedarfsgemäß und umfassen einige Informationen überlappend, wobei es sich teilweise um Redundanzen handelt und teilweise um Informationen mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad. Bei beiden ist die Konsistenz regelmäßig sicherzustellen.

Um eine im Grundsatz einheitliche Praxis für alle Arbeitseinheiten des Umweltbundesamtes zu erreichen, sind für die verwendeten Instrumente allgemeine oder speziell für die Emissionsberichterstattung entwickelte Vorgaben einzuhalten. Im Umweltbundesamt können für die Dokumentation die in Tabelle 412 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 412: Dokumentationsinstrumente im Umweltbundesamt

Instrument	Vorgaben zur Dokumentation
<b>öffentlich verfügbar</b>	
Nationales Inventar (CRF-Tabellen, CRF-Reporter)	Anhang 2, QSE-Handbuch: Anleitung zur Durchführung der Rückrechnungen in den CRF-Tabellen
Nationaler Inventarbericht	Anhang 3, QSE-Handbuch: Vorgaben bei der Erstellung von Berichtsteilen im Nationalen System
Publikation veröffentlichte Handbücher, Anleitungen	GO des UBA: Punkt 6.2 Veröffentlichungen Bei IT-Beschreibungen: Vorgehensmodell UBA, sonst: keine speziellen Vorgaben
<b>intern zentral in der Nationalen Koordinierungsstelle verfügbar</b>	
Datenbank ZSE	Anhang 5, QSE-Handbuch: Vorgaben für die Datendokumentation im ZSE
Inventarbeschreibung	Anhang 4, QSE-Handbuch: Anforderungen an die Dokumentation und Archivierung
<b>intern dezentral verfügbar</b>	
Akten der zentralen Registratur	GO des UBA: Punkt 4.2.10 Aktenbehandlung
Handakte	Keine speziellen Vorgaben
interne Handbücher, Anleitungen	Bei IT-Beschreibungen: Vorgehensmodell UBA, sonst: keine speziellen Vorgaben

Ein integriertes Dokumentationskonzept legt fest, welche wesentlichen Inhalte in den genannten Dokumentationsinstrumenten vorgehalten werden sollen und wie zwischen den genannten Dokumentationsinstrumenten Konsistenz und Transparenz durch ein entsprechendes Verweissystem zwischen diesen Instrumenten herzustellen ist (siehe Anhang 4, QSE-Handbuch).

#### **22.1.2.1.11 Anhang 2: Beispiel einer allgemeinen Checkliste für die Rolle Fachverantwortlicher**

Im unten stehenden Beispiel (Stand: CHKL 2010) sind nur die relevanten Anforderungen abgebildet. Darüber hinaus gehende Detailinformationen wurden zur Verbesserung der Übersichtlichkeit entfernt.

Tabelle 413: Allgemeine Checkliste für Fachverantwortliche

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	Optionales Ziel
<b>Hauptprozess: 0. Festlegung der Berechnungsgrundlagen</b>			
0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Die Berechnungsmethode steht im Einklang mit der aktuellen Hauptkategorienanalyse.	
0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Die Auswahl der Berechnungsmethode ist nach dem Entscheidungsbaum der IPCC-Good Practice Guidance erfolgt, bzw. stimmt mit diesen überein.	Abweichungen vom Entscheidungsbaum der IPCC-Good Practice Guidance sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Die Auswahl der Berechnungsmethode hat die Anforderungen aus dem Inventarplan berücksichtigt.	Abweichungen vom Inventarplan wurden fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Die ausgewählte Berechnungsmethode kann für die gesamte Zeitreihe ab 1990 angewendet werden oder wird bereits konsistent angewandt.	Bei Methodenwechsel in der Zeitreihe(n) ist die Durchführung einer Rekalkulation gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) und die Erstellung einer nachvollziehbaren Dokumentation sichergestellt.

0.1	Überprüfung und ggf. Änderung der Methoden	Abweichungen von den durch 0.1.01-0.1.04 geforderten Zielen sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Wurden neue Datenquellen verwendet?	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Datenquelle(n) ist/sind für die Zukunft langfristig verfügbar (z.B. auf Basis gesetzlicher Grundlagen, Vereinbarungen mit längerer Laufzeit [> 3 Jahre] etc.).	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Aus der/den Datenquelle(n) ist eine/mehrere vollständige Zeitreihe(n) ab 1990 verfügbar.	Lücken in der Datenverfügbarkeit für Zeitreihe(n) ab 1990 wurden nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Aus der/den Datenquelle(n) ist eine/mehrere vollständige Zeitreihe(n) ab 1990 verfügbar.	Für den Umgang mit Datenlücken wurde gemäß der IPCC Good Practice Guidance (Kap. 7.3.2.2) ein fachlich geeignetes Vorgehen (Inter-/Extrapolation) festgelegt und nachvollziehbar dokumentiert. Hinweis: Fortschreibung ist keine Extrapolation !
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Aus der/den Datenquelle(n) ist eine/mehrere vollständige Zeitreihe(n) ab 1990 verfügbar.	Nach der Schließung von Datenlücken ist, wo notwendig, eine Rekalkulation der Zeitreihe(n) gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) erfolgt und diese nachvollziehbar in NIR und CRF dokumentiert.

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	Optionales Ziel
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Datenquelle(n) deckt/decken die Quellgruppe vollständig ab.	Die unvollständige Abdeckung wurde in einer Hochrechnung und in der Unsicherheitsberechnung berücksichtigt. Alle Schritte sind nachvollziehbar dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Für die Datenquelle(n) liegen Angaben von Unsicherheiten (Höhe und Verteilung) vor.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	EF und AR stimmen in Ihrem Quellgruppenzuschnitt überein.	Bei fehlender Übereinstimmung von EF und AR können andere Datenquellen Deckungsgleichheit herstellen. Alternativ wurde die fehlende Übereinstimmung in einer Hochrechnung und in der Unsicherheitsberechnung berücksichtigt und alles nachvollziehbar dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Verfahren zur Berechnung der Ausgangsdaten sind nachvollziehbar beschrieben.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Auswahl der Datenquelle(n) hat die Anforderungen aus dem Inventarplan berücksichtigt.	Abweichungen wurden nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Die Annahmen und Kriterien, die zur Auswahl der jeweiligen Datenquelle(n) geführt haben sind nachvollziehbar dokumentiert.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Für die Datenquelle(n) werden durch den Datenlieferanten geeignete routinemäßige Qualitätskontrollen durchgeführt. Bei Einzelvorhaben wurden einmalige Qualitätskontrollen durchgeführt. Die Durchführung ist dokumentiert.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Bei der Verwendung einer/mehrerer neuer Datenquellen wurde eine Rekalkulation gemäß QSE-Handbuch (Anhang 2) auf Basis dieser andere(n) Datenquelle(n) durchgeführt.	

0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Bei Verwendung von IPCC-Default-EF sind diese hinsichtlich ihrer Generierung mit den nationalen Gegebenheiten verglichen worden und in Deutschland anwendbar. Das Ergebnis dieser Prüfung wurde nachvollziehbar dokumentiert.	Für IPCC Default-Werte die nicht mit den nationalen Gegebenheiten übereinstimmen, wurden die Abweichungen in den Unsicherheiten berücksichtigt und dokumentiert .
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Bei Verwendung anderer EF als der IPCC Default-EF, wurden diese nachvollziehbar begründet und dokumentiert. Hinweis: Die Verwendung anderer EF ist nur zulässig, wenn diese eine exaktere Berechnung der landesspezifischen Emissionen ermöglichen.	
0.2	Überprüfung und ggf. Änderung der Datenquellen	Ein Vergleich der verwendeten AR gegen andere Datenquellen (z.B. EU-ETS, IEA, EPER etc.) ist erfolgt und das Ergebnis nachvollziehbar dokumentiert.	

**Hauptprozess: 1. Datengewinnung**

1.1	Festlegung der Anforderungen	Die Anforderungen an die Daten berücksichtigen die Hinweise aus dem Inventarplan und den Inventarüberprüfungen (z.B. S&A Report, Centralized Review).
-----	------------------------------	---

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	Optionales Ziel
1.3	Anforderung der Daten durch Facheinheit bei Datenlieferanten	Die Anforderungen an die QK und die Datenformate sind an die Datenlieferanten und/oder die Auftragnehmer weitergegeben worden und diese Weitergabe ist dokumentiert. Hinweis: Wo Datenlieferanten über NaSE-Vereinbarungen eingebunden sind, ist Ziel erreicht.	Der Datenlieferant (z.B. Verbände) führt eigene routinemäßige Qualitätskontrollen durch und dieses Ergebnis ist dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Der Datenlieferant bzw. der Auftragnehmer hat die geforderten Qualitätskontrollen durchgeführt und dokumentiert.	Der Datenlieferant (z.B. Verbände) führt eigene routinemäßige Qualitätskontrollen durch und dieses Ergebnis wurde dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten sind vollständig und weisen keine Datenlücken auf.	Alle Datenlücken in der Zeitreihe ab 1990 sind im Einklang mit den IPCC Good Pract. Guidance durch Extrapolation/Interpolation (Kap.7.3.2.2) geschlossen worden und nachvollziehbar dokumentiert und begründet. Hinweis: Fortschreibung ist keine Extrapolation
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten sind konsistent mit den Vorjahreswerten und nachvollziehbar beschrieben.	Deutliche Abweichungen von den Vorjahreswerten sind nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die erhaltenen Daten liegen im Vergleich zu anderen Datenquellen (z.B. ETS-Daten, IEA, EPER etc.) in der gleichen Größenordnung. Das Prüfungsergebnis wurde dokumentiert.	Die Ursachen für Abweichungen sind nachvollziehbar begründet und dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die Methodik/Annahmen auf denen die Unsicherheitsbestimmungen basieren, sind nachvollziehbar dokumentiert.	Konnten keine Annahmen abgeleitet werden, wurde alternativ eine Expertenschätzung durchgeführt und die Qualifikation des Experten nachvollziehbar dokumentiert.
1.4	Erhalt der Daten	Die Unsicherheitsbestimmungen sind vollständig und plausibel.	

**Hauptprozess: 2. Datenaufbereitung / Emissionsberechnung**

2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE) /	Die EF sind vollständig im ZSE eingetragen.
-----	--------------------------------	---

2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Dokumentation der Datenherkunft von EF ist vollständig und entspricht den Anforderungen des QSE Handbuchs (Anhänge 3, 4 und 5).	
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Entwicklung der EF innerhalb der Zeitreihe ist plausibel und im Falle von Auffälligkeiten (z.B. Größenordnungsänderungen) nachvollziehbar begründet und dokumentiert.	Unplausible EF wurden korrigiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die AR sind vollständig im ZSE eingetragen.	
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Dokumentation der Datenherkunft von AR ist vollständig und entspricht den Anforderungen des QSE Handbuchs (Anhänge 3, 4 und 5).	

Prozess Nr.	Teilprozess Bezeichnung	Einzelziel	Optionales Ziel
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Entwicklung der AR innerhalb der Zeitreihe ist plausibel und im Falle von Auffälligkeiten (z.B. Größenordnungsänderungen) nachvollziehbar begründet und dokumentiert.	Unplausible Abweichungen wurden korrigiert.
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Nach Abschluss der Dateneingabe in das ZSE wurde die Richtigkeit der Eingabe von Zahlen, Einheiten und Umrechnungsfaktoren überprüft und bestätigt.	
2.1	Dateneingabe (bevorzugt ZSE)	Die Unsicherheiten sind vollständig im ZSE eingegeben und entsprechend den Anforderungen des QSE Handbuchs (Anhänge 3, 4 und 5) dokumentiert.	
2.2	Datenbearbeitung (Modellbildung, Disaggregation, Aggregation)	Eine adäquate Beschreibung der Modelle in Bezug auf Aufbau, Modellstruktur, Rechengang, Annahmen etc. liegt in der Inventarbeschreibung vor.	
2.3	Emissionsberechnung	Die aktuellen Inventarberechnungen sind mit Berechnungen vorhergehender Berichterstattungen abgeglichen worden.	Bei signifikanten Änderungen oder auffälligen Abweichungen vom erwarteten Trend, wurde die Rechnung und die Eingangsdaten der Berechnung überprüft und weiterbestehende Unterschiede begründet und dokumentiert.
2.3	Emissionsberechnung	Die Ergebnisse der Emissionsberechnung der aktuellen/vorhergehenden Berichterstattungen sind mit anderen Datenquellen für Deutschland, insbesondere ETS-Daten, abgeglichen worden und vergleichbar. Das Ergebnis wurde nachvollziehbar dokumentiert.	Wenn eine Vergleichbarkeit nicht gegeben ist bzw. ein Vergleich nicht durchgeführt wurde, ist dies fachlich und nachvollziehbar begründet worden.
2.3	Emissionsberechnung	Der nationale implizierte EF (national Implied EF; siehe S&A Report I) der vorhergehenden Berichterstattung ist mit den implizierten EF anderer Länder vergleichbar (gleiche Größenordnung).	Extreme implied EF, sind im NIR fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert worden bzw. es wurde auf eine bestehende Begründung verwiesen.
2.4	Erstellung Berichtsteile (Texte)	Die Quellgruppe ist für den NIR entsprechend der geforderten sechs Unterkapitel des NIR ("Beschreibung der Quellgruppe", "Methodische Aspekte" etc.) vollständig und nachvollziehbar beschrieben.	
2.5	Freigabe auf der Fachebene	Die Werte von AR, EF, ED und deren Unsicherheiten im NIR sind aktuell und mit den Werten im ZSE kongruent.	
2.5	Freigabe auf der Fachebene	Die Dokumentation der Datenherkunft von AR, EF, ED und deren Unsicherheiten im NIR ist aktuell und mit den Angaben im ZSE kongruent.	Fehlende oder unvollständige Dokumentationen der Datenherkunft sind fachlich und nachvollziehbar begründet und dokumentiert.

## 22.1.3 Das Datenbanksystem Zentrales System Emissionen

Als informationstechnologisches Werkzeug für die Inventarerstellung etabliert und pflegt das Umweltbundesamt seit 1998 eine integrierte nationale Datenbank, das *Zentrale System Emissionen (ZSE)*. Das ZSE setzt die vielfältigen Anforderungen an die Emissionsberechnung und -berichterstattung um und automatisiert wesentliche Arbeitsschritte. Es unterstützt die Inventarplanung und die Berichterstattung (z. B. durch Emissionsberechnung, -rekalkulation und Fehleranalyse) sowie das Inventarmanagement (z. B. durch Archivierung, jährliche Evaluierung der Daten) und das Qualitätsmanagement auf der Datenebene (siehe UBA 2003a, Projekthandbuch Decor). Mit Hilfe des ZSE werden die Schlüsselanforderungen der Transparenz, Konsistenz, Vollständigkeit, Vergleichbarkeit und Genauigkeit auf der Datenebene erfüllt.

Dabei wird der Datendokumentation eine zentrale Rolle eingeräumt. Das ZSE speichert die zuständigen Bearbeiter, die Datenquellen und Berechnungsverfahren sowie die Unsicherheiten von Zeitreihenwerten. Auch Zeitpunkt und Verursacher von Änderungen werden festgehalten. Das System verfügt über eine Historienverwaltung, die gelöschte Werte archiviert und bei Bedarf wiederherstellt. Rückverfolgungen und Rekonstruktion von Daten sowie eine unabhängige Überprüfung durch Dritte werden so ermöglicht. Für die Durchführung der Qualitätssicherung auf der Datenebene werden unterstützende Instrumente bereitgestellt (z. B. eine Komponente zur Erfassung von Unsicherheiten, Plausibilitätsprüfungen). Der Transparenz wird vor allem dadurch Rechnung getragen, dass die Datenerfassung in derselben Struktur erfolgt, in der die Daten bereitstehen und sämtliche Bearbeitungen und Transformationen hin zu einem Berichtsformat erst im ZSE selbst und damit nachvollziehbar erfolgen. Das ZSE verwaltet dazu detaillierte technik-spezifische Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren, die über Rechenregeln (Berechnungsverfahren) zu aggregierten, quellgruppenspezifischen Werten für die Berichtsformate verdichtet werden. Die Aggregation der einzelnen ZSE-Zeitreihen zu den CRF-Berichtszeilen beispielsweise sind in Anhang 3 bzw. Kapitel 3ff jeweils bei den einzelnen Quellgruppen beschrieben. Neben der Aggregation und Modellbildung für Berechnungen unterstützt das ZSE auch die Durchführung von Szenarien- und Prognoseberechnungen sowie beim Reference Approach.

Über das Zentrale System Emissionen wird zudem der Datenaustausch im Rahmen des Nationalen Systems, also innerhalb des UBA und mit Dritten, organisiert. Neben der Direkteingabe werden dazu aus vorhandenen Datenbanken aggregierte Werte über eine Standardschnittstelle importiert (z. B. TREMOD für Verkehrsdaten oder GAS-EM für Daten zur Landwirtschaft). Ziel ist es, dass Inventardaten möglichst direkt von den inhaltlich zuständigen Fachverantwortlichen in das ZSE eingepflegt oder vom ZSE-Administrator über die Importschnittstelle eingelesen werden. Dies gilt für UBA-interne und für externe Mitwirkende am Nationalen System. Um dies zu erreichen, wurden verschiedene Maßnahmen umgesetzt:

- Mit der Bereitstellung eines *Standardisierten Importformats des ZSE* im Jahr 2002 wurde der direkte Datenimport aus anderen emissionsrelevanten Datenbanken ermöglicht.
- Im September 2002 wurde den beteiligten Fachexperten aus dem UBA ein direkter Zugang zum ZSE über das UBA-Netzwerk ermöglicht
- Seit November 2002 werden jährlich Schulungen für die betroffenen UBA-Mitarbeiter zur Handhabung des ZSE durchgeführt.

- Seit 2005 erfolgt die Erfassung qualitativer und quantitativer Angaben über die Datenunsicherheit im ZSE.
- Seit 2006 erfolgt die Erfüllung der Berichtsverpflichtungen unter der Genfer Luftreinhaltekonvention und von EU-Regelungen (z. B. der NEC-Richtlinie) über das ZSE.
- Über einen Fernzugriff können seit 2008 auch UBA-externe Datenlieferanten und Experten sowie Projektpartner interaktiv mit dem ZSE arbeiten.

## 22.2 Ergänzenden Informationen wie nach Artikel 7, Absatz 1 des Kyoto-Protokolls gefordert

### 22.2.1 KP-LULUCF

Die CRF-Tabellen werden separat berichtet.

### 22.2.2 Standard Electronic Format (SEF) Tabellen

#### 22.2.2.1 Standard Electronic Format for the reported year 2011

## UNFCCC SEF application

Version 1.2

<b>Workflow</b>  <input type="button" value="Unlock file"/>  <input type="button" value="Completeness Check"/>  <input type="button" value="Consistency Check"/>  <input type="button" value="Lock file"/>	<b>Settings</b>  Party: Germany ISO: DE Submission year: 2014 Reported year: 2013 Commitment period: 1  Completeness check: YES Consistency check: YES File locked: YES  Lock timestamp: 10.01.2014 15:59 Submission version number: 1 Submission type: Official
<b>Functions</b>  <input type="button" value="Mandatory data"/>  <input type="button" value="Import XML"/>  <input type="button" value="Reset SEF"/>  <input type="button" value="Export XML"/>	

Party Germany  
 Submission year 2014  
 Reported year 2013  
 Commitment period 1

**Table 1. Total quantities of Kyoto Protocol units by account type at beginning of reported year**

Account type	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Party holding accounts	2,73E+09	21356847	NO	1151721	NO	NO
Entity holding accounts	NO	1743668	NO	9686008	NO	NO
Article 3.3/3.4 net source cancellation accounts	NO	NO	NO	NO		
Non-compliance cancellation accounts	NO	NO	NO	NO		
Other cancellation accounts	3425	15000	NO	892199	NO	NO
Retirement account	2,18E+09	38097446	NO	1,24E+08	NO	NO
tCER replacement account for expiry	NO	NO	NO	NO	NO	
ICER replacement account for expiry	NO	NO	NO	NO		
ICER replacement account for reversal of storage	NO	NO	NO	NO		NO
ICER replacement account for non-submission of certification report	NO	NO	NO	NO		NO
<b>Total</b>	<b>4,91E+09</b>	<b>61212961</b>	<b>NO</b>	<b>1,36E+08</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>

Party Germany  
 Submission year 2014  
 Reported year 2013  
 Commitment period 1

Table 2 (a). Annual internal transactions

Transaction type	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
<b>Article 6 issuance and conversion</b>												
Party-verified projects		1366335					1366335		NO			
Independently verified projects		NO					NO		NO			
<b>Article 3.3 and 3.4 issuance or cancellation</b>												
3.3 Afforestation and reforestation			NO				NO	NO	NO	NO		
3.3 Deforestation			NO				NO	NO	NO	NO		
3.4 Forest management			NO				NO	NO	NO	NO		
3.4 Cropland management			NO				NO	NO	NO	NO		
3.4 Grazing land management			NO				NO	NO	NO	NO		
3.4 Revegetation			NO				NO	NO	NO	NO		
<b>Article 12 afforestation and reforestation</b>												
Replacement of expired tCERs							NO	NO	NO	NO	NO	
Replacement of expired ICERs							NO	NO	NO	NO		
Replacement for reversal of storage							NO	NO	NO	NO		NO
Replacement for non-submission of certification report							NO	NO	NO	NO		NO
<b>Other cancellation</b>							100	3276	NO	246004	NO	NO
<b>Sub-total</b>		1366335	NO				1366435	3276	NO	246004	NO	NO

Transaction type	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Retirement	1	NO	NO	NO	NO	NO

Party Germany  
 Submission year 2014  
 Reported year 2013  
 Commitment period 1

[Add registry](#)[Delete registry](#)[No external transactions](#)**Table 2 (b). Annual external transactions**

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
<b>Transfers and acquisitions</b>												
CH	535	1046938	NO	915039	NO	NO	535	78511	NO	1528496	NO	NO
JP	NO	NO	NO	866069	NO	NO	NO	26379	NO	NO	NO	NO
EU	142	74292898	NO	61660174	NO	NO	322046263	7237993	NO	28202094	NO	NO
IT	NO	17878	NO	174993	NO	NO	NO	111	NO	4088	NO	NO
GB	NO	NO	NO	375661	NO	NO	NO	NO	NO	10024	NO	NO
NL	NO	NO	NO	2199	NO	NO	NO	6283	NO	NO	NO	NO
FR	NO	2362162	NO	62059	NO	NO	NO	NO	NO	3169	NO	NO
CDM	NO	NO	NO	4982814	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
LU	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	6680	NO	NO
BE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	237413	NO	3802426	NO	NO
UA	NO	204795	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
PL	NO	463610	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SE	NO	8742	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Sub-total</b>	<b>677</b>	<b>78397023</b>	<b>NO</b>	<b>69039008</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>322046798</b>	<b>7586690</b>	<b>NO</b>	<b>33556977</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>

**Additional information**

Independently verified ERUs								NO				
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--

**Table 2 (c). Total annual transactions**

<b>Total (Sum of tables 2a and 2b)</b>	<b>677</b>	<b>79763358</b>	<b>NO</b>	<b>69039008</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>323413233</b>	<b>7589966</b>	<b>NO</b>	<b>33802981</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
--	------------	-----------------	-----------	-----------------	-----------	-----------	------------------	----------------	-----------	-----------------	-----------	-----------

Party Germany  
 Submission year 2014  
 Reported year 2013  
 Commitment period 1

**Table 3. Expiry, cancellation and replacement**

Transaction or event type	Expiry, cancellation and requirement to replace		Replacement					
			Unit type					
	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
<b>Temporary CERs (tCERS)</b>								
Expired in retirement and replacement accounts	NO							
Replacement of expired tCERs		NO	NO	NO	NO	NO		
Expired in holding accounts	NO							
Cancellation of tCERs expired in holding accounts	NO							
<b>Long-term CERs (ICERs)</b>								
Expired in retirement and replacement accounts		NO						
Replacement of expired ICERs			NO	NO	NO	NO		
Expired in holding accounts		NO						
Cancellation of ICERs expired in holding accounts		NO						
Subject to replacement for reversal of storage		NO						
Replacement for reversal of storage			NO	NO	NO	NO		NO
Subject to replacement for non-submission of certification report		NO						
Replacement for non-submission of certification report			NO	NO	NO	NO		NO
<b>Total</b>			NO	NO	NO	NO	NO	NO

Party	Germany
Submission year	2014
Reported year	2013
Commitment period	1

**Table 4. Total quantities of Kyoto Protocol units by account type at end of reported year**

Account type	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Party holding accounts	2409801325	94760110	NO	45117050	NO	NO
Entity holding accounts	NO	513797	NO	956706	NO	NO
Article 3.3/3.4 net source cancellation accounts	NO	NO	NO	NO		
Non-compliance cancellation accounts	NO	NO	NO	NO		
Other cancellation accounts	3525	18276	NO	1138203	NO	NO
Retirement account	2180899877	38097446	NO	124218728	NO	NO
tCER replacement account for expiry	NO	NO	NO	NO	NO	
ICER replacement account for expiry	NO	NO	NO	NO		
ICER replacement account for reversal of storage	NO	NO	NO	NO		NO
ICER replacement account for non-submission of certification report	NO	NO	NO	NO		NO
<b>Total</b>	<b>4590704727</b>	<b>133389629</b>	<b>NO</b>	<b>171430687</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>

Party  
Submission year  
Reported year  
Commitment period

Germany  
2014  
2013  
1

**Table 5 (a). Summary information on additions and subtractions**

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
<b>Starting values</b>												
Issuance pursuant to Article 3.7 and 3.8	4868096694											
Non-compliance cancellation							NO	NO	NO	NO		
Carry-over	NO	NO		NO								
<b>Sub-total</b>	4868096694	NO		NO			NO	NO	NO	NO		
<b>Annual transactions</b>												
Year 0 (2007)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 1 (2008)	111031173	NO	NO	48712902	NO	NO	103572319	NO	NO	8671720	NO	NO
Year 2 (2009)	372071597	863729	NO	52171623	NO	NO	352967489	541351	NO	26795677	NO	NO
Year 3 (2010)	297102669	8289950	NO	64167793	NO	NO	266517290	4605787	NO	43794853	NO	NO
Year 4 (2011)	207943064	38212452	NO	109134582	NO	NO	200351177	8363527	NO	61624932	NO	NO
Year 5 (2012)	53063615	58832501	NO	71579172	NO	NO	71786779	31490006	NO	69822433	NO	NO
Year 6 (2013)	677	79763358	NO	69039008	NO	NO	323413233	7589966	NO	33802981	NO	NO
Year 7 (2014)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 8 (2015)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Sub-total</b>	1041212795	185961990	NO	414805080	NO	NO	1318608287	52590637	NO	244512596	NO	NO
<b>Total</b>	5909309489	185961990	NO	414805080	NO	NO	1318608287	52590637	NO	244512596	NO	NO

**Table 5 (b). Summary information on replacement**

	Requirement for replacement		Replacement					
	Unit type		Unit type					
	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
<b>Previous CPs</b>			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 1 (2008)			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 2 (2009)			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 3 (2010)			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 4 (2011)			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 5 (2012)			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 6 (2013)			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 7 (2014)			NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 8 (2015)			NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Total</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

**Table 5 (c). Summary information on retirement**

Year	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs
Year 1 (2008)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 2 (2009)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 3 (2010)	854569558	670990	NO	49721049	NO	NO
Year 4 (2011)	418523027	4194506	NO	33374387	NO	NO
Year 5 (2012)	907807291	33231950	NO	41123292	NO	NO
Year 6 (2013)	1	NO	NO	NO	NO	NO
Year 7 (2014)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Year 8 (2015)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Total</b>	2180899877	38097446	NO	124218728	NO	NO

Party Germany  
 Submission year 2014  
 Reported year 2013  
 Commitment period 1

[Add transaction](#)[Delete transaction](#)[No corrective transaction](#)**Table 6 (a). Memo item: Corrective transactions relating to additions and subtractions**

	Additions						Subtractions					
	Unit type						Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

[Add transaction](#)[Delete transaction](#)[No corrective transaction](#)**Table 6 (b). Memo item: Corrective transactions relating to replacement**

	Requirement for replacement		Replacement					
	Unit type		Unit type					
	tCERs	ICERs	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

[Add transaction](#)[Delete transaction](#)[No corrective transaction](#)**Table 6 (c). Memo item: Corrective transactions relating to retirement**

	Retirement					
	Unit type					
	AAUs	ERUs	RMUs	CERs	tCERs	ICERs

**No problems found!**

### **22.2.2.2 Discrepant transactions**

No discrepant transactions occurred in 2013.

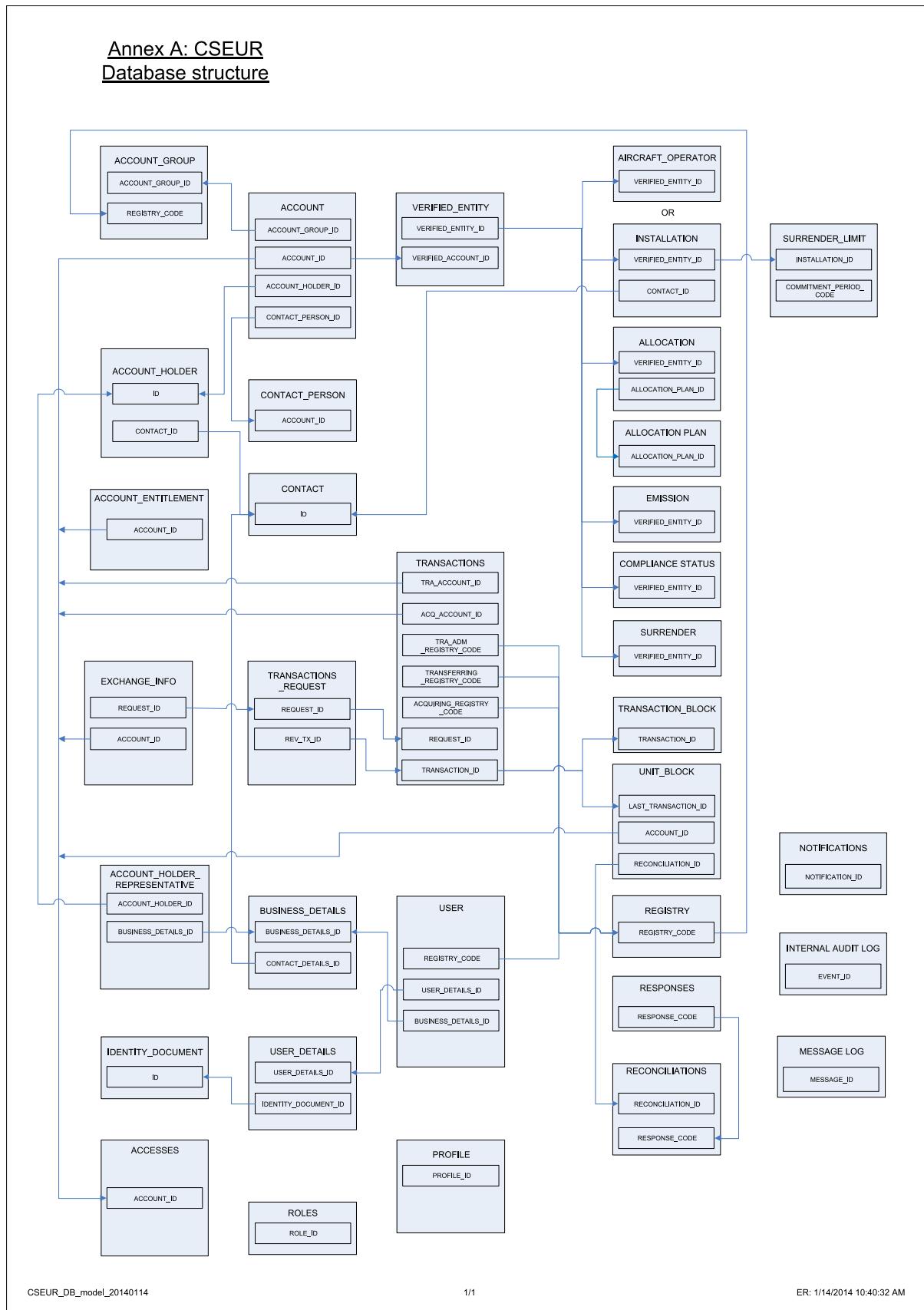
**22.2.3 Detaillierte Informationen über das nationale System und Änderungen im nationalen System**

Alle Informationen wurden in den vorangegangenen Kapiteln gegeben.

**22.2.4 Weitere detaillierte Informationen zu den Nationalen Registern und der Buchführung der Kyoto-Einheiten**

The required documents are confidential and accessible for assessors only. Therefore the documents which are mentioned in the below table are not available within this document.

## 22.2.4.1 Annex A: CSEUR DB Model



## 22.2.4.2 Annex B: CR 2013 - ITERATION 5.2 QTM & Regression

### CR2013 v5.2 FAT & REGRESSION REPORT

Contract:	FC CLIMA.B.1/FRA/2012/0007, SC4				
File location:					
<b>Status information</b>					
Security classification:	Public	State :			
Current version number:	1.00	Date of first issue:	11.1.2013		
Prepared by:	Unisystems	Date:	11.1.2013		
Verified by:	--	Date:			
Approved by:	--	Date:			
<b>Circulation / distribution list</b>					
Name	Address	I/A	Name	Address	I/A
<b>Document change record</b>					
Version	Date	Description	Affected sections		
1.00	11.1.2013	Final version			
<b>PURPOSE:</b> FAT Report includes the test cases covering the Use cases / requirements implemented in for QTM 01 (ETS V5.2)					
<b>FAT REPORT STRUCTURE:</b>					
Report includes:					
* the execution status of each test case in FAT testing.					
* the list of opened issues					

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
Tamper with Browser Request Data	TC_QTM01_03: Verify that it is not possible to modify transaction data after a transaction's confirmation	HIGH	PASSED	
Transaction Units Paging	TC_QTM01_01: Browse Transaction Details of a Transaction with Less Than 10 Lines	MEDIUM	PASSED	
	TC_QTM01_02: Browse Transaction Details of a Transaction with More Than 10 Lines	MEDIUM	PASSED	
National Holidays	TC_QTM01_08: Insert an Add to TAL transaction	HIGH	PASSED	
	TC_QTM01_09: Insert an internal transfer transaction	HIGH	PASSED	
New Activity Codes	TC_QTM01_05: Insert a new Installation	HIGH	PASSED	Translations for the new activity type codes are not included in this v5.2 build. They will be included in the build that will be provided on 18/01/2013 for deployment at the UT environment.
	TC_QTM01_06: Update an Existing Installation	HIGH	PASSED	
	TC_QTM01_07: Browse an Installation	HIGH	PASSED	
Portuguese Translation	TC_QTM01_11: Confirm new menu item for Portuguese exists	MEDIUM	PASSED	
Issuance Limits	TC_QTM01_04: Save Issuance Limits for Phase 3	HIGH	PASSED	
Upload emissions via XML file	TC_QTM01_10: Upload XML files for different periods	MEDIUM	PASSED	
New Activity Type Codes	Request update of business details of Authorised Representative (Medium)	MEDIUM	PASSED	
	Request update of business details of Additional Authorised Representative (Medium)	MEDIUM	PASSED	
	Request update of business details of AR/ AAR that requires approval (Medium)	MEDIUM	PASSED	
	Cancel the update of business details of AR/AAR (Low)	LOW	PASSED	
	Request update of business details of AR/ AAR is approved by EUTL (High)	HIGH	PASSED	
	Request update of business details of AR/ AAR is rejected by EUTL (High)	HIGH	PASSED	
	Request update of business details of AR/ AAR is rejected by Administrator (High)	HIGH	PASSED	
	Request update of business details of AR/ AAR is approved by Administrator and by EUTL (High)	HIGH	PASSED	
	Request update of business details of AR/ AAR is approved by Administrator and rejected by EUTL (High)	HIGH	PASSED	
Upload emissions via XML file	Enter CO2 emissions to OHA (High)	High	PASSED	
	Enter CO2, N2O and PFC emissions to OHA (High)	HIGH	PASSED	
	Enter CO2 emissions to AOHA (High)	HIGH	PASSED	
	Enter emissions to Verified account as National Administrator (Medium)	MEDIUM	PASSED	
	Enter emissions – Data Validation – Negative Testing (Low)	LOW	PASSED	
	Yearly compliance status logging job – 1st May (Medium)	MEDIUM	PASSED	
	Upload emissions with XML file for one installation/ operator (High)	HIGH	PASSED	
	Upload XML file with multiple emissions elements-Data Validation (High)	HIGH	PASSED	
	Upload emission file with invalid format – Negative testing (Low)	LOW	PASSED	
	Upload XML file with invalid size – Negative testing (Low)	LOW	PASSED	
	Upload XML file with invalid emissions elements – Negative testing (Low)	LOW	PASSED	
	Upload XML file when pending emissions exists (Low)	LOW	PASSED	
	Cancel the upload of XML file (Low)	LOW	PASSED	
Translations of activity types	Upload XML file when pending emissions exists (Low)	LOW	PASSED	
	Log in as PT user and verify activity types are in PT	MEDIUM	PASSED	
	Log in as GR user and verify activity types are in GR	MEDIUM	PASSED	
	Insert an Installation with a new activity type in GR	MEDIUM	PASSED	
	Update an Installation with a new activity type in GR	MEDIUM	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
Add role for account statements tab	Log in with a user with the new permission (PERM_ACC_STATEMENTS_VIEW) and confirm this user can access the "Statements" tab of an OHA	HIGH	PASSED	
	Log in with a user without the new permission (PERM_ACC_STATEMENTS_VIEW) and confirm this user cannot access the "Statements" tab of an OHA	HIGH	PASSED	
	Log in with a user who has the permission (PERM_ACC_STATEMENTS_VIEW) and is a Verifier and confirm this user cannot access the "Statements" tab of an OHA	HIGH	PASSED	
Transferring and acquiring accounts are reversed in account statements	Log in as a user who can access account statements and confirm transferring and acquiring accounts are not reversed.	HIGH	PASSED	
Fixes for the population of SEF reports	Run a SEF report from the interface. Verify data against UN and database figures.	HIGH	PASSED	
Enabling Phase 3 Allocation from 1/1/2013	As CA: Enter Issuance Limits for Phase3; As CA: Enter figures for P3 issuance; As NA: Upload Allocation Table for Phase 3 in EUCR and EUTL; As NA: Check installation(s) to receive units. Confirm allocations to OHA are performed and transaction(s) is/are generated which is/are completed and allocate to OHA(s) the amount(s) checked.	HIGH	PASSED	
Surrender CER for CYP OHA incorrect	Surrender allowances for OHA, CYP Registry. Confirm it is routed to EU Deletion account	MEDIUM	PASSED	
	Surrender CERs for OHA, CYP Registry. Confirm it is routed to EU Cancellation account	MEDIUM	PASSED	
	Surrender allowances for AOHA, CYP Registry. Confirm it is routed to EU Deletion account	MEDIUM	PASSED	
	Surrender allowances for AOHA, CYP Registry. Confirm it is routed to EU Aviation Set-aside account	MEDIUM	PASSED	
	Surrender allowances for OHA, MT Registry. Confirm it is routed to EU Deletion account	HIGH	PASSED	
	Surrender CERs for OHA, MT Registry. Confirm it is routed to EU Cancellation account	HIGH	PASSED	
	Surrender allowances for AOHA, MT Registry. Confirm it is routed to EU Deletion account	HIGH	PASSED	
	Surrender allowances for AOHA, MT Registry. Confirm it is routed to EU Aviation Set-aside account	HIGH	PASSED	
	Surrender allowances for OHA, GR Registry. Confirm it is routed to EU Deletion account	HIGH	PASSED	
	Surrender CERs for OHA, GR Registry. Confirm it is routed to KP Greece Party Holding account	HIGH	PASSED	
	Surrender allowances for AOHA, GR Registry. Confirm it is routed to EU Deletion account	HIGH	PASSED	
	Surrender allowances for AOHA, GR Registry. Confirm it is routed to EU Aviation Set-aside account	HIGH	PASSED	
Account closure requests for AOHA are getting rejected by EUTL	1. Choose an AOHA 2. Select account closure	HIGH	PASSED	Note: The user must NOT have permission PERM_ACC_CLOSE_BYPASS because it

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	3. Confirm account is closed. 4. Choose an OHA 5. Select account closure 6. Confirm account is closed.			is not implemented correctly.
SD Agent cannot close Reconciliation	1. Connect as SD Agent 2. Go to AdminèReconciliation page 3. Choose an open Reconciliation 4. Confirm "Close" is available 5. Close the Reconciliation 6. Confirm the status of the Reconciliation is now closed	HIGH	PASSED	Note: To access the "Administration" menu, the role of the user must have one of the following permissions: * PERM_USERS_SEARCH * PERM_ROLE_PERMISSION_UPDATE * PERM_BLOCKS_VIEW * PERM_GROUPS_LIST
Amendments to NAP/CAAT are rejected by EUTL with the response code 7704	1. Connect as NA 2. Go to Phase 2 NAP  Add an entry 3. Add a NAP entry via the screen 4. Confirm the add is applied on the NAP 5. Add a NAP entry via the screen 6. Confirm the add is applied on the NAP 7. Check in EUTL=>NAP/NAAT menu=>Select CP & Registry=>NAP=>installations=>check the corresponding installation that the entry is added  Delete an entry 9. Delete a NAP entry via the screen 10. Confirm the deletion is applied on the NAP 11. Delete a NAP entry via the screen 12. Confirm the deletion is applied on the NAP 13. Check in EUTL=>NAP/NAAT menu=>Select CP & Registry=>NAP=>installations=>check the corresponding installation that the entry is deleted	HIGH	PASSED	
	1. Connect as NA 2. Go to Phase 2 NAP =>Aviation Allocation Plans  Add an entry 3. Add a NAAT entry via the screen 4. Confirm the add is applied on the NAAT 5. Add a NAAT entry via the screen 6. Confirm the add is applied on the NAAT 7. Check in EUTL=>NAP/NAAT menu=>Select CP & Registry=>NAAT=>installations=>check the corresponding installation that the entry is added  Delete an entry	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	9. Delete a NAAT entry via the screen 10. Confirm the deletion is applied on the NAAT 11. Delete a NAAT entry via the screen 12. Confirm the deletion is applied on the NAAT 13. Check in EUTL=>NAP/NAAT menu=>Select CP & Registry=>NAAT=>installations=>check the corresponding installation that the entry is deleted			
Birth date is only validating on year and not on date of year	TC_V5.4_13: 1. Connect as NA 2. Go to Account Request 3. Submit an OHA open request 4. Declare a new Account Holder 5. Enter the birth date of the account holder as <<today>> +1 day -18 years 6. Ensure the on screen validation states "applicant must be at least 18 years old" 7. Enter the birth date of the account holder as <<today>> -1 day -18 years 8. Ensure the on screen validation does not reject the applicant 9. Enter the birth date of the account holder as <<today>> -18 years 10. Ensure the on screen validation does not reject the applicant	LOW	PASSED	
Sort by transaction order is not correct	TC_V5.4_14: 1. Connect as NA 2. Go to Transactions 3. Click Search 4. Sort by Transaction ID 5. Ensure sorting is not string-based but number based (i.e. EU7 comes below EU27)	HIGH	PASSED	
Filtering despite letter size	TC_V5.4_15: 1. Connect as NA 2. Go to Accounts 3. Click Search 4. Sort by Account Holder Name 5. Ensure sorting is not affected by letter capitalization (i.e. "a" comes before "B")	LOW	PASSED	
Names of ARs not visible during the account opening procedure	TC_V5.4_16: 1. Connects as NA 2. Connect to menu Account Request 3. Select to open an Operator Holding Account 4. Select a new account holder 5. Provide details of the account holder 6. Add a new AR via the provision of its URID 7. Check that the table at the top of the page contains the full details of the AR corresponding to the provided URID 7. Repeat for second AR 8. Complete the account request 9. Confirm the full details of the entered users appear on the application form	HIGH	PASSED	
Technical error message whilst un-	TC_V5.4_17:	LOW	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
enrolling user	1. Connect as NA 2. Go to menu Administration==>Users==>Click the search button 3. Click on the radio button next to a user 4. Click the un-enroll button 5. From the subsequent confirmation screen click on "submit" without entering a reason 6. The following error message appears: "Please provide a reason for the un-enrolment request (maximum 255 characters)"			
When searching on Account holder in the Claim Account section, error message displayed is not user friendly	TC_V5.4_18: 1. Connect as NA 2. Go to menu Accounts==>Claim Account 3. Enter the Identifier of an account which is in status "Transfer Pending" 4. Click next 5. Enter the Identifier of an account holder already recorded in the Registry and is already linked to the specific account 6. Click Submit 7. The error message appears: "The account holder with identifier ZZZ is already linked to the account YYY" where ZZZ and YYY the identifiers of the account holder and account respectively.	HIGH	PASSED	
Delete NAAT entry: Spelling Error in the confirmation screen	TC_V5.4_19: 1. Connect as NA 2. Go to menu EUETS==>Allocation Tables Phase 3 3. Select the tab National Aviation Allocation Tables 4. Click on an aircraft operator radio button 5. Click the Delete button 6. The alert mentions "Confirm the deletion of 1 aircraft operator"	LOW	PASSED	
Wrong ID in notification e-mail		HIGH	PASSED	
Labels wrong in Pre-Allocation	TC_V5.4_20: 1. Connect as CA, EU Registry 2. Go to menu EUETS==>Pre-allocation 3. Confirm that in section: "Union-wide issuance" the second and third column are titled: "Issuance" and "Issued" respectively.	LOW	PASSED	
Please change "National Allocation Plans" to "National Allocation Tables" everywhere they relate to Phase 3.	TC_V5.4_21: 1. Connect as NA 2. Go to EUETS==>Allocation Tables Phase 3 3. Confirm the term "Plans" does not appear in this screen but only the term "Tables"	HIGH	PASSED	
Make the phase clear on allocation and allocation plans	TC_V5.4_22: 1. Connect as NA 2. Observe EUETS menu 3. Confirm the available selections specify Allocation Plans Phase 2 & Allocation Tables Phase 3.	LOW	PASSED	
Account Statements PDF	1. Log in as NA or AR. 2. Select an account 3. Select the "Account Statements" tab. Ensure the following:	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	a. Commission flag is on the upper left b. Text "Registry admin of country XX" is on the upper right c. On the bottom of the report, a disclaimer appears from system translations; if a Registry provides text, this text appears instead.			
<b>Names of ARs not visible during the account opening procedure</b>	TC_V5.4.1_1: 1. Connects as NA 2. Connect to menu Account Request 3. Select to open an Operator Holding Account 4. Select a new account holder 5. Provide details of the account holder 6. Add a new AR via the provision of its URID 7. Check that the table at the top of the page DOES NOT contain the full details of the AR corresponding to the provided URID 7. Repeat for second AR 8. Complete the account request 9. Confirm the full details of the entered users DO NOT appear on the application form	MEDIUM	PASSED	
<b>Account statements pending functionality</b> <b>a. Alignment of GUI with PDF</b> <b>b. Extension to show transaction details + statement PDF</b>	TC_V5.4.1_2: 1. Confirm transaction requests and transactions respect statuses presented in sheet "Transaction statuses" of the current sheet in both screen and PDF form. 2. Confirm every transaction request offers "show PDF" button and presents details of the request 3. Confirm every transaction offers "show PDF" button and presents details of the transactions.	HIGH	PASSED	
<b>Account statements - PDF file - logo</b> <b>Replace "Registry Administrator of Country Czech Republic" with the logo of our company at the top of generated PDF Account Statement.</b>	TC_V5.4.1_3: 1. Log in as Czech NA 2. Select PDF generation of an account statement of an account. At the top right corner, the "OTE" logo must appear. 3. Log in as GR NA 4. Select PDF generation of an account statement of an account. At the top right corner, the "OTE" logo must not appear.	LOW	PASSED	
<b>Unable to access registry if there are no characters in the national welcome page</b>	TC_V5.4.1_4: 1. Ensure a Registry has no front page text via the Administration=>Update Front Page text menu selection 2. Log in as a user of Registry's user 3. Visit the home page and ensure it shows an entry screen, with all usual menus in place	HIGH	PASSED	
<b>(EUTL, change in V_TOTALS_ACCOUNT_IDENTIFIER view, already applied in PROD)</b>	TC_V5.4.1_5: <<This has been tested internally via database queries>>	MEDIUM	PASSED	
<b>It must be possible to add a user as AAR to an account with status EXCLUDED</b>	TC_V5.4.1_6: 1. Log in as NA 2. Exclude an account via the account list screen 3. Go to the "Additional Authorized Representatives" tab 4. Click the "Add AAR" button 5. Fill in the AAR details	MEDIUM	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	6. Confirm the AAR is added on the specific account			
Change in dynamic compliance calculation for AOHA	<p>TC_V5.4.1_7:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. For a BLOCKED AOHA account</li> <li>2. Submit &amp; verify 2012 emissions equal to zero for this AOHA</li> <li>3. Confirm account status turns to INACTIVE of this AOHA</li> </ol> <p>TC_V5.4.1_8:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. For an OPEN AOHA account</li> <li>2. Submit &amp; verify 2012 emissions equal to zero for this AOHA</li> <li>3. Confirm account status turns to INACTIVE of this AOHA</li> </ol>	HIGH	PASSED	
Validations for remaining ARs when removing un-enrolled user from account	<p>TC_V5.4.2_1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select an account. Set its status to SUSPENDED</li> <li>2. Confirm the button REMOVE does not appear for any AR of the account</li> </ol> <p>TC_V5.4.2_2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select an account.</li> <li>2. Set an AR to "view-only"</li> <li>3. Confirm the button REMOVE appears next to the AR</li> </ol> <p>TC_V5.4.2_3:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Set the MIN_REP_ACCOUNT for a registry to 2</li> <li>2. Select an account with two ARs.</li> <li>3. Confirm the button REMOVE does not appear</li> </ol> <p>TC_V5.4.2_4:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Set the MIN_REP_ACCOUNT for a registry to 2</li> <li>2. Select an account with three ARs.</li> <li>3. Un-enrol two of its ARs</li> <li>4. Confirm the enrolled AR cannot be removed</li> </ol> <p>The respective flowchart appears on the worksheet "Remove AR flowchart"</p>	HIGH	PASSED	
Button "Remove" appears next to ARs if ARs attached to an account are more than MIN_REP_ACCOUNT	<p>TC_V5.4.2_5:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select an account</li> <li>2. Select "View Details"</li> <li>3. Select the "Authorized Representatives" tab</li> <li>4. Confirm a table with the following data appears:</li> </ol> <p>Minimum number of ARs allowed for this account</p> <p>Maximum number of ARs allowed for this account</p> <p>Number of view-only ARs of this account</p> <p>Number of un-enrolled ARs of this account</p> <p>Number of enrolled ARs of this account</p>	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	TC_V5.4.2_6: 1. Define MIN REP ACCOUNT for a Registry as 2 2. Set 2 ARs for an account 3. Confirm the "Remove" button does not appear next to any AR 4. Add an AR to the account 5. Confirm the "Remove" button appears next to every AR of the account	HIGH	PASSED	
<b>Transaction details unrecoverable error</b>	TC_V5.4.2_7: 1. Locate a migrated transaction (i.e. without transaction request) 2. Open transaction details tab for this transaction 3. Ensure the screen works and shows empty comments	HIGH	PASSED	
<b>Unable to remove an AR from 3 accounts</b>	It should be possible to remove an enrolled AR. See EUCR-319 and EUCR-320 above	HIGH	PASSED	
<b>Users able to see names of Service Desk Agents</b> <b>User sees SD people in the list of claimants of the task</b>	TC_V5.4.2_8: 1. Connex as any user 2. Claim a task 3. Assign it to a user 4. Confirm the list of SD agents of this Registry do not appear in the list	HIGH	PASSED	
<b>Wrong label in the "Units" part of the ITL notification page ref #222</b>	The page KYOTO Protocol=>ITL Notifications contains an extra column which is empty. This column was removed.	MEDIUM	PASSED	
<b>New transaction types for Banking</b>	Banking is implemented by deleting installation and aviation allowances of Phase 2 and issuing equal number of Phase 3 allowances (Reg 920/2010, art.57).  To track such transactions, the following new transaction types were introduced: <ul style="list-style-type: none"> <li>• DeletionChapter2Banking (10,33)</li> <li>• IssuanceChapter2Banking (1,33)</li> <li>• DeletionChapter3Banking (10,34)</li> <li>• IssuanceChapter3Banking (1,34)</li> </ul>	HIGH	PASSED	
<b>Export of a transaction's XML needs to export its number of units</b>	TC_V6.1_1: 1. Connect as NA 2. Navigate to Accounts=> Transactions Screen 3. Enter search criteria and click "Search and Export" 4. On the generated CSV file confirm the field "NB of Units" exists and contains the actual transaction units.	MEDIUM	PASSED	
<b>Management of eligibility lists and blocking of transfer of ineligible units to ETS accounts</b>	UC_BL_001: Initial list upload	HIGH	PASSED	
	UC_BL_003: Export lists from EUCR	HIGH	PASSED	
	UC_BL_008: View Lists	HIGH	PASSED	
	UC_BL_006: View List Change Logs	HIGH	PASSED	
	UC_BL_007: View (in)eligible units of a Registry (Unit Block Management screen)	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	UC_BL_027: Modify list projects UC_BL_028: Modify list unit blocks UC_BL_009: Perform transactions on (in-)eligible units UC_BL_033: Manage incoming transactions UC_BL_011: Select (in)eligible units for a transaction UC_BL_012: Block incoming transactions into EUETS accounts when they contain ineligible units UC_BL_031: Block in-eligible unit types UC_BL_013: View eligible and ineligible units of a user's accounts (Account Holdings screen) UC_BL_014: View entitlement, surrendered and exchanged quantities (Placeholder of future functionality) UC_BL_016: Account statements show balances of (in-)eligible units	HIGH	PASSED	
Must make it clear to an AR that they can only select destination accounts from their Trusted Account List	TC_V6.1_2: 1. Connect as AR of an account 2. Navigate via Accounts menu to the specific account 3. Propose a "transfer of allowances" transaction for the specific account 4. The transfer screen shows very clearly that the account entry fields are disabled and that the user can only click on the "select from trusted accounts" hyperlink. 5. Confirm that it is not possible to click on the account entry fields, which are clearly disabled.	HIGH	PASSED	Issue was implemented by presenting visually the inability of the account fields to be clicked.
Display Account Identifier in Account Closure Task	TC_V6.1_3: 1. Connect as NA 2. Via the Accounts screen locate an account 3. Click on the "Close" hyperlink of the account 4. Connect as second NA 5. Claim the account closure task and observe its task description screen 6. Confirm the identified of the account to be closed is visible on the task description screen	MEDIUM	PASSED	
Account Holder Details Update needs name of Account Holder, not just the ID	TC_V6.1_4: 1. Connect as NA 2. Select an account and navigate to Account Main => Account Holder section 3. Click on Update and change some details of the account holder 4. Connect as second NA 5. Claim the business details update of the account holder 6. Confirm the task description screen contains sections: Account Holder: Non-updatable details Account Holder: Updated details 7. Confirm that the account holder name appears in "Account Holder: Non-updatable details" section	MEDIUM	PASSED	
Cannot see who requested and approved a transaction	TC_V6.1_5: 1. Connect as AR 2. Navigate to Accounts=>Transactions screen and locate a transaction 3. Click on "Request Details" tab 4. Confirm this tab contains the following columns:  User Act: The action on the transaction (i.e. proposal, approval) Act Date: The respective date of the action	MEDIUM	PASSED	Since response codes already appear on another tab, a new tab was introduced named "request details". This tab presents the lifetime of the request of the transaction.

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	User ID: The ID of the user performing the transaction User First Name: the first name of the user performing the update User Last Name: the last name of the user performing the update			
Check digits do not display when looking at Unit Block display	TC_V6.1_6: 1. Connect as NA 2. Navigate to Administration => Unit Blocks screen 3. Enter any search criteria (or none at all) and click on "Search" 4. Confirm the generated account list contains the Holding Account 5. Confirm the Holding Account column contains the check digit of each account	MEDIUM	PASSED	
Inconsistency of terminology between External Platform and Trading Platform	TC_V6.1_7: Confirm the following sections contain the term "External Trading Platform" and neither "External Platform" nor "Trading Platform" 1. Account Request screen: account type drop-down 2. Email notification with the request; the attachment name 3. Content of the account opening PDF; the account type 4. Account search: the account type filter drop-down 5. Account search results: the account type 6. View account details: the account type	HIGH	PASSED	
Claiming all tasks errors if you already own one	TC_V6.1_8: Confirm the three following scenarios: A 1. Go to Task List screen and click and claim three tasks 2. None of the tasks are claimed 3. All three of the tasks should now belong to the logged-in user  B 1. Go to Task List screen and click and claim three tasks 2. One of the tasks is already claimed by the logged-in user; two other tasks are unclaimed 3. All three of the tasks should now belong to the logged-in user  C 1. Go to Task List screen and click and claim three tasks 2. One of the tasks is already claimed by another user 3. The message "Claim task item error:One or more task items cannot be claimed, because they are not in unclaimed status." appears and claiming stops	MEDIUM	PASSED	1. It was not requested to alter the execution of tasks unclaiming 2. The error message might need to be altered as well since "Claim task item error:One or more task items cannot be claimed, because they are not in unclaimed status." is not always relevant
Allow "Return to Search" on filter selections	TC_V6.1_9: 1. Connect as NA 2. Navigate to Accounts search screen 3. Enter some criteria (or none at all) and click on "Search" 4. Click on a column to alter sorting 5. Click on an account from the list of returned accounts 6. View the details of the account	MEDIUM	PASSED	The up or down arrow of the sorted column is not preserved.

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	7. Click on "Return to Search" 8. Observe that the account search criteria and sorting are preserved			
Data field 'VAT Registration Number with Country Code' too short	TC_V6.1_10: 1. Connect as AR 2. Request a new account via "Account Request" screen 3. Request the creation of a new Account Holder 4. Select account holder is company 5. Conform the VAT field can enter and save 55 characters totally	HIGH	PASSED	
Comments being truncated	TC_V6.1_11: 1. Connect as AR of an account 2. Navigate to the account 3. Propose a transaction 4. Enter comments 5. Confirm entered comments can reach 256 characters 6. Confirm the comments are preseved in the transaction details screen	HIGH	PASSED	
Sorting in Unit Block Search Result	TC_V6.1_12: 1. Connect as NA 2. Navigate to Administration => Unit Blocks screen 3. Enter some criteria (e.g. Holding Account Type=Operator Holding Account) 4. On the presented list, alter sorting by clicking on column headers 5. Confirm that entered criteria are respected after altering the sorting	MEDIUM	PASSED	
Sorting in JI Projects and conversion to ERUs. Improvement of the UI.	TC_V6.1_13: 1. Connect as NA 2. Navigate to KYOTO protocol => JI projects screen 3. Enter some criteria (e.g. Track=TRACK_1) 4. On the presented list, alter sorting by clicking on column headers 5. Confirm that entered criteria are respected after altering the sorting	MEDIUM	PASSED	
Date range selection in account statements do not allow start date=end date	TC_V6.1_14: 1. Connect as AR of an account 2. Select the account via Account search screen 3. Navigate to "Account Statements" tab 4. Enter Start Date and End Date the same date 5. Confirm the account statement is generated for this specific date in screen and PDF form.	MEDIUM	PASSED	
Account statements do not show all categories of transaction	TC_V6.1_15: 1. Connect as AR of an account 2. Select the account via Account search screen 3. Navigate to "Account Statements" tab 4. Enter a start and an end date 5. Confirm the generated statement contains the following sections: A(Request), B(Pending), C(Completed) and D(Terminated). Default (original) tab is Completed tab.	MEDIUM	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
NL - Request to change pop up text non domestic emissions	<p>TC_V6.1_16:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Connect as NA for NL (or another Registry using the standard EN language translation)</li> <li>2. Navigate to an AOHAccount</li> <li>3. Navigate to Compliance tab</li> <li>4. Hover over the question mark next to non-domestic emissions</li> <li>5. Confirm the explanatory text is the following: "Relate to all flights which departed from an aerodrome situated in the territory of an EU Member State and arrived at an aerodrome situated in the territory of another EU Member State or a third country and to all flights which departed from an aerodrome situated in the territory of a third country and arrive at an aerodrome situated in the territory of an EU Member State".</li> </ol>	MEDIUM	PASSED	
Phase 3 duration in Surrender screen needs to be 2013–2020 (Jira issue revised for clarity)	<p>TC_V6.1_17:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Connect as AR of an account</li> <li>2. Select the account via Account search screen</li> <li>3. Navigate to Surrender tab</li> <li>4. Confirm the Phase 3 duration presented on upper left corner is 2013–2020</li> </ol>	MEDIUM	PASSED	
SD Agent role _ does not work properly	<p>TC_V6.1_18:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Connect as SD_Agent</li> <li>2. Confirm that under Administration, the menu entries Send Message, Reconciliation, Message Logs are shown and that they lead to respective screens</li> </ol> <p>Note: The functionality of those menu entries is defined in respective use case documents.</p>	HIGH	PASSED	
After every insert/deletion of record in EUCR eligibility/ineligibility lists, all four lists must be exported from EUCR and imported in EUTL.  This is changed so that only the affected list needs to be exported from EUCR and imported in EUTL.	<p>UC_BL_001_TC_009:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Connect as CA</li> <li>2. Add a project in CDM Negative list</li> <li>3. Download CDM Negative list from EUCR</li> <li>4. Upload CDM Negative list in EUTL</li> <li>5. Add the same project in General Positive List</li> <li>6. Download General Positive List from EUCR</li> <li>7. Upload General Positive List in EUTL</li> <li>8. Delete the project from CDM Negative list</li> <li>9. Download CDM Negative list from EUCR</li> <li>10. Upload CDM Negative list in EUTL</li> <li>11. Confirm the specific project in EUCR and in EUTL is eligible</li> </ol> <p>Repeat the above for ERU Negative list and Application Procedure Positive list.</p>	HIGH	PASSED	
"View list log" link should show the screen analysing changes to logs, as described in UC_BL_006.	<p>TC_V6.1.1_01:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as NA or CA</li> <li>2. Click the link Administration=&gt;View List Log</li> <li>3. Confirm the respective screen appears</li> </ol>	HIGH	PASSED	
After the compliance status of all accounts is calculated and published in	TC_V6.1.1_02:	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
<b>EUTL Public (on 15 May), emissions may be entered/modified via NA intervention.</b>  <b>EUTL Public shows a ** next to the compliance status of an account, if emissions are entered/modified manually after 15 May.</b>	1. Login as NA 2. Find an account and enter its Compliance tab 3. Enter/modify emissions for 2012 for this account 4. Login as verifier of this account 5. Approve emissions entered during step [3] 6. Go to EUTL Public => OHA Search => View Details - All Periods=> Navigate to the table Compliance Information for 2012. Next to the Compliance Code, a ** must appear.			
<b>An AR can be removed from an account, provided at least 2 ARs remain for this account. The number "2" corresponds to a limit defined per Registry, called MIN REP ACCOUNT.</b>  <b>AARs can also be removed from accounts.</b>	TC_V6.1.1_03:  Confirm AARs can be removed from an account.	HIGH	PASSED	
<b>Transactions in status COMPLETED appear to ARs/AARs of transferring and acquiring accounts.</b>  <b>Transactions in status DELAYED_CANCELLED should not appear to ARs/AARs of acquiring accounts, because the transaction is not completed.</b>	TC_V6.1.1_04:  1. Login as AR of account A 2. Enter a transfer from account A to account B 3. Programmatically set the transaction to status DELAYED-CANCELLED 4. Login as as AR of account B, without access to account A 5. The last logged-in user must NOT see the mentioned transactions	HIGH	PASSED	
<b>The number of ARs of an account is compared to the maximum allowed per Registry.</b>  <b>This number used to count only ENROLLED users of this account. This is now changed; this number now also includes VALIDATED users of this account.</b>	TC_V6.1.1_06:  1. Login as NA 2. Assume the limit of minimum ARs for this Registry is 2 3. Find an account with 2 ENROLLED ARs 4. Add a VALIDATED user on this account as AR 5. Remove an ENROLLED AR 6. The AR should be allowed to be removed, because the remaining ARs (1 ENROLLED + 1 VALIDATED) is acceptable for the account	HIGH	PASSED	
<b>After deleting a project from a list, the screen needed an additional refresh to remove the deleted record.</b>  <b>This is now fixed and no additional refresh is needed.</b>	TC_V6.1.1_07:  1. Connect as CA 2. Navigate to Administration => View List Details 3. Select a list 4. Delete a record 5. Confirm the deletion 6. The record is deleted without a screen refresh on the underlying "View List Details" screen	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
<b>When entering a record in an (in-)eligibility list, the value in "project identifier" field should be numeric only. A friendly message should appear.</b>	TC_V6.1.1_08:  1. Connect as CA 2. Navigate to Administration => View List Details 3. Select a list 4. Click on "Insert" button 5. In the "Project Identifier" field enter "abc" and click "Insert" 6. The message "Project Identifier: the value provided must be numeric." should appear	HIGH	PASSED	
<b>In "Request Details" tab of a transaction, clarify the labels of user and action</b>	TC_V6.1.1_09:  1. Connect as any user 2. Open a transaction 3. Navigate to "Transaction Details" 4. Confirm the headers of the table are: User Action, Action Date, URID	HIGH	PASSED	
<b>The name of ERU Negative list appears with correct capitalisation in View List Details screen</b>	TC_V6.1.1_10:  1. Connect as CA 2. Navigate to Administration => View List Details 3. Ensure the name of list ERU Negative list appears with correct capitalisation.	HIGH	PASSED	
<b>The names of exported list filenames should have identifiable names</b>	TC_V6.1.1_15:  1. Connect as CA 2. Navigate to Administration=>View List Details 3. Perform a search 4. Export the retrieved records 5. Ensure the proposed filename is related to the chose list & current date	HIGH	PASSED	
<b>Unit block management screen should show list eligibility information of presented unit blocks.</b>	TC_V6.1.1_16:  1. Connect as NA 2. Navigate to Administration=>Unit Blocks 3. Ensure information on eligibility and flagging reason appears	HIGH	PASSED	
<b>Delayed processes (for example: DELAYED transactions to be processed at 10:00 AM) are spread to be executed over an interval with width equal to a parameter defined per Registry.</b>  <b>Name of the parameter:</b> <b>registryConfig.ALL.DELAYED_START_SPREAD_RANGE</b> <b>Default value=0</b>	TC_V6.1.1_17:  1. Set DELAYED_START_SPREAD_RANGE =300 2. Enter a transfer and approve it, so that after 26 hours the time is non-working. 2. Confirm the transaction has execution time 26 hours + a random value between 0 and 300. So, practically, the transaction is entered between 10:00 AM and 10:05 AM.	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
		MEDIUM	PASSED	
An error was generated in LOAD environment when CSRF guard was disabled.		HIGH	PASSED	
Visual fixes for higher screen resolutions	TC_V6.1.1_18:  1. Increase screen resolution to maximum 2. Ensure the top-screen banner in the homepage appears correctly	LOW	PASSED	
Task list headers are correctly displayed if zoom is increased	TC_V6.1.1_19:  1. Increase browser zoom 2. Ensure task list headers are correctly displayed	LOW	PASSED	
Present a friendly error message if user forgets to select relationship type of AR/AAR to account holder	TC_V6.1.1_20:  1. View an account 2. Click on AR or AAR tab and click on add AR or add AAR 3. Click next directly without selecting a radio button (Representative is already related to the Account Holder OR Representative is not yet related to the Account Holder) 4. The presented error message is user-friendly	LOW	PASSED	
Present a friendly error message if delegation is requested without selecting an external platform	TC_V6.1.1_21:  1. Display the list of account 2. Click on Delegate link on the right 3. Click on Next without selecting an external platform	LOW	PASSED	
Set-aside quantity checks the surrenders completed by AOHA until 30-APRIL 00:00:00.	TC_V6.1.1_22:	HIGH	PASSED	
This was corrected to check the surrendered quantity until 30-APRIL 23:59:59	1. Attempt a set-aside transaction 2. Confirm the allowed quantity can reach up to the surrendered amount by AOHA, including 30-APRIL.	HIGH	PASSED	
The "Request" tab shows the name of the actual users who initiated and approved a transaction. This tab should not be available to AR/AARs of the acquiring account.	TC_V6.1.2_1:  1. Enter a transaction from one Registry account to an account of another Registry. 2. Approve the transaction request as AAR 3. Confirm that the tab "Request" is visible to:  * The NA of the transferring Registry * The NA of the acquiring Registry * The AR(s) of the transferring account * The AAR(s) of the transferring account	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	The AR(s) and AAR(s) of the acquiring account should not be able to view the "Request" tab.			
<b>Improvement in UI</b> <b>The term "Ineligible" should be replaced by "Ineligible for ICH". The term "Eligible" should be replaced by "Eligible for ICH".</b>	<p>TC_V6.1.2_2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as CA</li> <li>2. Navigate to all lists management screens (view lists, view list logs, unit block management, account holdings)</li> <li>3. Confirm the terms "Eligible" and "Ineligible" are now "Eligible for ICH" and "Ineligible for ICH"</li> </ol> <p>Repeat for NA.</p> <p>Repeat for AR, AAR for account holdings screen only.</p>	LOW	PASSED	
<b>Withdrawal of a transaction is only available to transferring Registry administrator.</b>	<p>TC_V6.1.2_3:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as NA</li> <li>2. Enter a transfer from an account to another Registry account</li> <li>3. Approve it as AAR</li> <li>4. Login as transferring Registry NA</li> <li>5. Ensure button "withdrawal" is visible for this transaction</li> <li>6. Login as the acquiring Registry NA</li> <li>7. Ensure the button "withdrawal" is not visible for this transaction</li> </ol>	HIGH	PASSED	
<b>AR/AAR of the aquiring account of a transaction can only see transactions in status COMPLETED.</b>	<p>TC_V6.1.2_4:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as NA</li> <li>2. Enter a transfer from an account to another Registry account</li> <li>3. Approve it as AAR</li> <li>4. Login as transferring Registry NA</li> <li>5. Ensure the transaction appears in the "Transactions" screen as DELAYED.</li> <li>6. Login as acquiring Registry NA</li> <li>7. Ensure the transaction does not appear in the "Transactions" screen.</li> </ol> <p>Repeat steps 6-7 as acquiring account AR, AAR.</p>	HIGH	PASSED	
<b>Improvement in UI. In account holdings screen, Eligible/Ineligible terminology should be constrained only to CER and ERU units.</b>	<p>TC_V6.1.2_5:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as NA</li> <li>2. Select an account and navigate to holdings screen</li> <li>3. Ensure that under columns "Eligible for ICH" and "Ineligible for ICH" values 0 or positive appear only for CER and "ERU from AAU".</li> <li>4. For AAU, Allowances there are not any values; the cell is empty.</li> </ol> <p>Repeat as AR, AAR.</p>	MEDIUM	PASSED	
<b>CSV export functionality is not available</b>	TC_V6.1.2_6:	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
for ICH lists.	<p>1. Login as CA  2. Navigate to "View ICH Lists"  3. Select a list type  4. Click on export to CSV  5. Ensure the generated CSV file corresponds to the list selected.</p> <p>Note: full list contents are included in the CSV</p>			
Change the titles of menu options to include the ICH acronym	<p>TC_V6.1.2_7:</p> <p>1. Login as NA  2. Ensure the menu options "View ICH Lists" and "View ICH List Log" exist under menu "Administration"</p> <p>Repeat for CA</p>	LOW	PASSED	
Show in account statement CSV the eligibility flag of contained unit blocks	<p>TC_V6.1.2_8:</p> <p>1. Login as NA  2. Select an account and navigate to account statement  3. Enter a date range containing accounts with CER/ERU units contained in lists or in no lists  4. Generate account statement CSV  5. Ensure the last column of the CSV is "Eligible for ICH" or "not Eligible for ICH" according to the flag of the specific unit blocks.</p>	HIGH	PASSED	
Correct a message in account statement when selecting a date period which is longer than a month	<p>TC_V6.1.2_9:</p> <p>1. Login as NA  2. Select an account and navigate to account statement  3. Enter a date range which is longer than a month  4. Ensure the warning message "The selected period should not be longer than a month." appears</p>	MEDIUM	PASSED	
Improvement in UI. In the ITL notification fulfillment page (page ref #222) remove the last column because it is never used	<p>TC_V6.1.2_10:</p> <p>1. Login as NA  2. Navigate to ITL Notifications  3. Select a notification and click on "Fulfill"  4. Ensure that in the next screen the rightmost column is titled "Project Number"</p>	MEDIUM	PASSED	
The following new transaction types are implemented in EUKR and EUTL:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• DeletionChapter2Banking (10,33)</li> <li>• IssuanceChapter2Banking (1,33)</li> <li>• DeletionChapter3Banking (10,34)</li> <li>• IssuanceChapter3Banking (1,34)</li> </ul>	<p>TC_V6.1.2_11:</p> <p>EUKR:</p> <p>1. Login as NA  2. Navigate to Transactions  3. Ensure in Transaction Type drop-down the specified new transaction types exist; by selecting each of them, the</p>	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	<p>appropriate transaction records appear.</p> <p>EUTL:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login and navigate to Transaction Mgt.</li> <li>2. Ensure that in the drop-down box "Supplementary Transaction Type" the records "33-Chapter II Banking" and "34-Chapter III Banking" exist and filter the transactions appropriately.</li> </ol>			
Wording corrections in request details tab.	<p>TC_V6.1.2_13:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as NA</li> <li>2. Locate an outgoing transaction and open its Request Details tab</li> <li>3. Ensure the first two columns are "User Action" and "Action Date"</li> <li>4. Ensure the third column is "User URID"</li> </ol>	HIGH	PASSED	
PDF and CSV button in account statement must be translatable	<p>TC_V6.1.2_14:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as NA</li> <li>2. Locate an account and navigate to "Account Statements" tab</li> <li>3. The buttons "Account Statement PDF" and "Account Statement CSV" must follow the defined translation for the specific Registry</li> </ol>	LOW	PASSED	
The button "Transaction PDF" to become translatable.	<p>TC_V6.1.2_15:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as NA</li> <li>2. Locate a transaction</li> <li>3. Ensure the button "Transaction PDF" follows the translation defined for this Registry</li> </ol>	LOW	PASSED	
Rename "CDM negative list" to "General Negative list". Rename "ERU negative list" to "Article 58 (1) negative list"	<p>TC_V6.1.2_16:</p> <p>EUCR</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as NA</li> <li>2. Navigate to ICH View Lists</li> <li>3. Ensure the lists contained in the "List Names" drop-down field are General Negative List, Article 58(1)Negative List, General Positive List, Application Procedure Positive List</li> </ol> <p>EUTL</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login and navigate to "Eligible/Ineligible Lists Upload"</li> <li>2. Ensure the presented list types are as defined above.</li> </ol>	MEDIUM	PASSED	
The system does not allow to remove AARs and view-only ARs. This functionality has been restored.	<p>TC_V6.1.3_1:</p> <p>TC_1: In an account with AR equal to MIN_REP_ACCOUNT, all ARs are enrolled. Step 1: Remove AR view-only, ENROLLED</p>	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	<p>Step2: Ensure the AR is removed</p> <p>Repeat step 1 for AR view-only: VALIDATED, UNENROLLED</p> <p>TC_2: In an account with AR equal to MIN_REP_ACCOUNT, all ARs are validated.</p> <p>Step 1: Remove AR view-only, ENROLLED</p> <p>Step2: Ensure the AR is removed</p> <p>Repeat step 1 for AR view-only: VALIDATED, UNENROLLED</p> <p>TC_3: In an account with AR equal to MIN_REP_ACCOUNT, one ARs is enrolled and the other is validated.</p> <p>Step 1: Remove AR view-only, ENROLLED</p> <p>Step2: Ensure the AR is removed</p> <p>Repeat step 1 for AR view-only: VALIDATED, UNENROLLED</p> <p>TC_4: In an account with one AAR in status ENROLLED.</p> <p>Step 1: Remove the AAR</p> <p>Step2: Ensure the AAR is removed</p> <p>Repeat for AAR view-only: VALIDATED, UNENROLLED</p>			
<b>In compliance_status table in EUCR, null values cause an error to the account details screen; this is corrected so that zero values are inserted in compliance_status table, whenever a new record is added.</b>  <b>An accompanying database script will set current null values to zero, to correct the problem for existing records.</b>	<p>TC_V6.1.3_2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Connect as NA and request a new AOHA with first year of verification 2012</li> <li>2. Approve the request as second NA</li> <li>3. Open the account details of the new AOHA</li> <li>4. Confirm data appear correctly</li> </ol>	HIGH	PASSED	
<b>The system does not allow to suspend a view-only AR; this functionality is now corrected.</b>	<p>TC_V6.1.3_4:</p> <p>TC_1: In an account with AR equal to MIN_REP_ACCOUNT, all ARs are enrolled.</p> <p>Step 1: Suspend a view-only AR</p> <p>Step2: Ensure the AR is suspended</p> <p>Repeat step 1 for AR view-only: VALIDATED, UNENROLLED</p> <p>TC_1: In an account with one AAR, the AARs is enrolled.</p> <p>Step 1: Suspend the AAR</p> <p>Step2: Ensure the AAR is suspended</p>	HIGH	PASSED	<p>When an AAR is suspended then the button Restore appears.</p> <p>When an AR view-only is suspended the buttons Remove &amp; Restore appear.</p> <p>When an unenrolled AAR is suspended, he is locked on the account because remove no longer works.</p>

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	Repeat step 1 for AAR : VALIDATED, UNENROLLED			When an AR view only is suspended and then removed and the task is rejected, the AR is no longer suspended.  This last occurs for AR (non-view-only as well).
<b>When exporting an ICH list in CSV form, the generated file has XML extension. This is corrected.</b>	TC_V6.1.3_7: 1. Connect as CA for EU Registry 2. Navigate to Administration => View ICH Lists 3. Select a list type and click Search 4. Click on "Export to CSV" 5. Ensure the file generated has a ".csv" extension	HIGH	PASSED	
<b>When exporting an ICH list in XML form, the generated file has only one line. This is now corrected by adding line breaks after every end of tag.</b>	TC_V6.1.3_8: 1. Connect as CA for EU Registry 2. Navigate to Administration => View ICH Lists 3. Select a list type and click Search 4. Click on "Export to XML" 5. Save the file and open it with Wordpad or Notepad++ 6. Ensure the file contains line breaks on each line	HIGH	PASSED	Due to its treatment of carriage-returns, Notepad cannot show the contents properly; please use Wordpad instead.
<b>The message in EUTL when an invalid XML ICH Lists is uploaded is misleading. There is a bug and it displays "List uploaded successfully" while it should display "Invalid File".</b>	TC_V6.1.3_9: 1. Connect to EUTLTC_V6.1.3_9: 2. Navigate to Eligible/Ineligible List Upload 3. Upload the list attached on issue TST-230 and specify it as "General Positive List" 4. Ensure the message "Invalid XML" appears	HIGH	PASSED	
<b>When adding an account to the trusted list, the digit "0" should be evident that it is locked.</b>	TC_V6.1.4_08: 1. Connect as NA 2. Naviagate to an account 3. Open the "Trusted Account" tab 4. Click on "Add" 5. Ensure the digit "0" appears disabled in the next screen	HIGH	PASSED	
<b>The ordering of columns in the holdings screen is changed</b>	TC_V6.1.3_09: 1. Connect as NA 2. Select an account via the Accounts screen 3. Select View Details=>Holdings 4. Ensure the columns Eligible for ICH and Pending/Ineligible for ICH appear before the column Balance	HIGH	PASSED	
<b>The permission with name PERM_BW_LIST_USER_NAMES is created. When this is assigned (to a CA) then the specific user will be able to see which user performed every change in the</b>	TC_V6.1.3_10: 1. Connect as CA for EU Registry 2. Navigate to Administration=>View ICH List Log and select a list type 3. Ensure the rightmost column is "Name" and contains the user who performed last action 4. Connect as NA for any Registry	HIGH	PASSED	The permission PERM_BW_LIST_USER_NAMES needs to be assigned to CA.  This is hidden from the permissions

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
<b>ICH lists.</b>  <b>This permission is hidden and cannot be assigned via the user interface, but only via the database.</b>	5. Navigate to Administration=>View ICH List Log and select a list type 6. Ensure the column "Name" is not shown			management screen and needs to be set via database script.
<b>Change the banking transactions from Chapter 2 , Chapter 3 to Aviation allowances and General Allowances</b>	TC_V6.1.3_11: 1. Connect as NA 2. Navigate to Transactions screen 3. Confirm that in transaction type drop-down list the following transaction types appear: 1-33 Issuance Aviation Allowances Banking 1-34 Issuance General Allowances Banking 10-33 Deletion Aviation Allowances Banking 10-34 Deletion General Allowances Banking  Selecting each of them retrieves the corresponding type of transactions in the lower part of the screen.	HIGH	PASSED	
<b>By selecting two tasks which are assignable to different sets of users, it is possible to assing a task to a user who cannot normally receive it. This issue is now fixed.</b>	1. Login as any user; go to Task List. Select a task and click "Assign". 2. From the drop-down list at the field "New claimant" notice the names of the assignees. 3. Select another task and notice the names of the assignees via the same process. Make sure that the two tasks have some different assignees. 4. Having clicked the second task, select an assignee that appears only to the second task and not to the first one. 5. Check both tasks and then click "Save". 6. Ensure that the selected assignee is saved only to the second task and that the first task remains unaffected.	HIGH	PASSED	
<b>Allocation cannot happen for years later than the current year.</b>	1. Connect as NA 2. Navigate to EUETS=>Allocation Phase 3 3. Confirm that in "Installations" and "Aircraft Operators" tabs the years from the beginning of Phase 3 up to and including the current year appear as possible selections for "Year" drop-down listbox. No future years appear. 4. User selects allocations for a year 5. User clicks "Submit" 6. User connects as second NA and approves the allocations. 7. Allocations to the specified installations are performed at the next allocation job execution.  Repeat for aircraft operators. Note that enough units must have been issued and transferred to EU Allocation account.	HIGH	PASSED	
<b>Users can edit some account details, via the use of a special tool; this issue is now fixed.</b>	A) Test Environment: 1. Firefox Browser 2. Tamper Data Firefox Plugin (TD hereafter)  B) Test Case(s): 1. Open the TD Window 2. Login as NA 3. Navigate to the List of Accounts 4. Find an account that does not offer the "Block" action	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
	<p>5. Click "View Details" and from the TD note the "accountId" parameter      6. Return to the List of Accounts      7. Click the "Block" link on any other account from the list      8. Using TD change the "accountId" to the one you've noted in step (5)</p> <p>Expected Results:      The system should not permit the action (either with an explicit message, or by returning the user to the previous page without applying the attempted change)</p> <p>Repeat the above test for the rest of the account actions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unblock</li> <li>- Suspend</li> <li>- Restore</li> <li>- Close</li> <li>- Delegate</li> <li>- Exclude</li> <li>- Unexclude</li> </ul>			
<b>Users can assign tasks to users with the same role (applicable to AR and AAR users).</b>	<p>1. Log in as AR.      2. Go to Task List. Select a task and click "Assign".      3. From the drop down list at the field "New claimant" check the names of the assignees.      4. Ensure that as an AR you can assign the task only to ARs.      5. Repeat the test with AARs. Ensure that as an AAR you can assign the task only to an other AAR.</p>	HIGH	PASSED	
<b>A users can approve a task he has submitted, via the use of a special tool; this issue is now fixed.</b>	<p>A) Test Environment:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Firebug installed on your Firefox.</li> <li>b. Your ECAS account to be associated with two mobile phone numbers.</li> </ol> <p>B) Test Case(s):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Login as AR</li> <li>2. Propose a transfer of allowance, sign it with Mobile A.</li> <li>3. Navigate to the Task List. Locate the Approve Transaction task and Claim it.</li> <li>4. Open its details. You will not see an Approve button.</li> <li>5. Open your Firebug and inject the following code under the html of the details of the transaction</li> </ol> <pre>&lt;button id="trustedAccountRequestApproveButtonId" name="trustedAccountRequestApproveButtonId" onclick="confirmDialogApprove.show()," type="button" class="ui-button ui-widget ui-state-default ui-corner-all ui-button-text-only" role="button" aria-disabled="false"&gt;&lt;span class="ui-button-text"&gt;Approve&lt;/span&gt;&lt;/button&gt;</pre> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. The approve button appears.</li> <li>7. Click it and sign the transaction with Mobile B.</li> </ol> <p>C) Expected Result:</p> <p>An application error page is displayed informing the user that his signature was not valid.</p>	HIGH	PASSED	

SUMMARY	TEST CASES	PRIORITY	FAT RELEASES 5.2 - 6.1.7.1 EXECUTION STATUS	COMMENTS / ISSUES
<b>Proposing a transfer and directly afterwards clicking the "Accounts" link produces an error; this issue is now fixed.</b>	1. Enter a transfer transaction 2. Directly afterwards click the "Accounts" link 3. Confirm an error does not appear and system operates normally	HIGH	PASSED	
<b>Allocations can be performed for all years since they start of Phase 3 up to and including the current year.</b>		HIGH	PASSED	
<b>Users can sign a transaction in ECAS via a different user than the one proposing the transaction; this issue is now fixed.</b>	<p>(A) Test Setup:</p> <p>1. In order to be able to reproduce this issue, you need to run EUCR on localhost and ECAS Mock on a remote server, otherwise the single sign out prevents you from completing step 1.8 since your http session will have been invalidated already</p> <p>2. For test case 2 you need an ECAS account with 2 mobiles registered.</p> <p>(B) Test Cases:</p> <p>Test Case 1:</p> <p>1.1. Log in as NA 1.2. Propose a transaction as NA 1.3. The system redirects to ECAS for signing 1.4. Logout from ECAS 1.5. Login to ECAS as another user. Since it is an ECAS login (and not a EUCR requested login) the user can login using any of the available options: Password, Mobile or Token options. 1.6. Using browser's history, navigate back to the transaction's signing page. 1.7. ECAS allows the second user to sign the transaction and returns to EUCR.</p> <p>Test Case 2:</p> <p>2.1. Log in as NA using mobile A 2.2. Propose a transaction as NA 2.3. The system redirects to ECAS for signing 2.4 Sign the transaction using mobile B 2.7. ECAS allows the second user to sign the transaction and returns to EUCR.</p> <p>(C) Expected Results:</p> <p>The application should show an error page that the signature is invalid.</p>	HIGH	PASSED	

## 22.3 Zusatzinformationen zu den Trends der Treibhausgase

Hier finden sie die detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion der Kapitel 0.2 und 2.

Tabelle 414: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

THG Emissionen/Senken, CO <sub>2</sub> -äquivalent (Gg)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/-Einbindungen	1.017.136	979.673	932.625	923.602	907.712	906.118	926.982	898.195	890.590	863.353	867.139	879.347	898.954	901.825	890.245
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	1.042.066	1.004.735	957.562	948.684	932.485	930.857	951.863	923.080	915.177	887.891	891.516	907.542	890.876	893.600	881.743
CH <sub>4</sub>	108.807	103.351	99.701	99.279	95.351	91.944	89.234	84.809	79.668	78.201	75.078	72.277	69.213	66.512	62.213
N <sub>2</sub> O	85.724	81.886	82.219	79.575	79.402	79.607	81.155	78.292	64.989	61.549	61.662	62.713	61.372	60.346	63.714
HFCs	4.592	4.214	4.376	6.361	6.851	7.008	6.666	7.385	8.052	8.298	7.430	8.359	8.835	8.198	8.299
PFCs	2.630	2.281	2.068	1.939	1.650	1.792	1.753	1.416	1.528	1.275	823	756	821	879	848
SF <sub>6</sub>	4.642	4.975	5.491	6.262	6.551	6.779	6.460	6.404	6.173	4.497	4.269	3.933	3.236	3.181	3.400
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.223.531	1.176.379	1.126.480	1.117.017	1.097.517	1.093.248	1.112.250	1.076.500	1.051.000	1.017.173	1.016.400	1.027.385	1.042.431	1.040.941	1.028.718
Gesamt-Emissionen ohne CO <sub>2</sub> aus LULUCF	1.248.460	1.201.442	1.151.416	1.142.100	1.122.290	1.117.987	1.137.132	1.101.386	1.075.587	1.041.711	1.040.776	1.055.580	1.034.353	1.032.716	1.020.217
THG Emissionen/Senken, CO <sub>2</sub> -äquivalent (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012							
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/-Einbindungen	870.439	882.128	857.932	842.821	780.058	824.231	805.862	817.718							
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	861.733	873.247	848.549	851.111	785.603	829.402	810.441	821.718							
CH <sub>4</sub>	59.276	56.593	53.852	53.162	51.138	50.056	48.698	48.708							
N <sub>2</sub> O	61.208	60.427	62.112	63.577	63.595	55.035	57.338	56.307							
HFCs	8.448	8.605	8.656	8.782	9.307	8.877	9.153	9.346							
PFCs	726	579	511	496	358	302	241	209							
SF <sub>6</sub>	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316	3.307							
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.003.577	1.011.730	986.396	971.953	907.522	941.694	924.608	935.595							
Gesamt-Emissionen ohne CO <sub>2</sub> aus LULUCF	994.871	1.002.849	977.013	980.243	913.066	946.865	929.187	939.595							

THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO <sub>2</sub> -äquivalent (Gg)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. Energie	1.019.026	983.682	934.720	926.694	905.235	902.073	923.929	892.487	883.053	858.340	856.419	876.581	861.120	857.505	840.488
2. Industrieprozesse	94.221	90.302	92.279	92.448	98.669	96.826	95.823	95.699	81.725	74.581	77.273	74.217	72.312	77.285	81.929
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	4.477	4.337	4.157	4.074	3.547	3.553	3.471	3.446	3.420	3.165	2.909	2.687	2.484	2.267	2.195
4. Landwirtschaft	87.821	79.667	76.917	76.343	73.628	75.764	75.978	75.106	75.113	76.050	75.903	75.190	72.665	71.176	72.331
5. Landnutzung, -änderung & Forstwirtschaft	-24.518	-24.655	-24.501	-24.670	-24.363	-24.332	-24.468	-24.477	-24.180	-24.131	-23.968	-27.789	8.486	8.643	8.912
CO <sub>2</sub>	-24.930	-25.063	-24.937	-25.082	-24.774	-24.739	-24.881	-24.885	-24.587	-24.538	-24.377	-28.195	8.078	8.225	8.501
N <sub>2</sub> O & CH <sub>4</sub>	412	408	435	412	410	407	413	408	407	407	409	407	408	418	411
6. Abfall	42.504	43.046	42.908	42.127	40.801	39.364	37.517	34.239	31.870	29.168	27.863	26.500	25.363	24.065	22.862
THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO <sub>2</sub> -äquivalent (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012							
1. Energie	821.097	831.112	805.767	810.225	753.122	792.256	772.825	786.030							
2. Industrieprozesse	78.627	79.482	81.603	78.819	71.949	68.592	69.344	68.316							
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	2.052	2.074	1.949	1.812	1.626	1.849	1.771	1.694							
4. Landwirtschaft	71.352	69.836	68.698	71.578	69.588	68.368	70.363	69.490							
5. Landnutzung, -änderung & Forstwirtschaft	9.117	9.304	9.812	-7.850	-5.084	-4.694	-4.087	-3.488							
CO <sub>2</sub>	8.706	8.882	9.383	-8.290	-5.545	-5.171	-4.579	-3.999							
N <sub>2</sub> O & CH <sub>4</sub>	411	422	429	440	460	477	493	511							
6. Abfall	21.333	19.922	18.568	17.369	16.321	15.323	14.392	13.553							

Tabelle 415: Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Quellgruppe

THG Emissionen/Senken, Anteile Treibhausgase ohne CO <sub>2</sub> aus LULUCF (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	83,47	83,63	83,16	83,06	83,09	83,26	83,71	83,81	85,09	85,23	85,66	85,98	86,13	86,53	86,43	86,62	87,08	86,85	86,83	86,04	87,59	87,22	87,45
CH <sub>4</sub>	8,72	8,60	8,66	8,69	8,50	8,22	7,85	7,70	7,41	7,51	7,21	6,85	6,69	6,44	6,10	5,96	5,64	5,51	5,42	5,60	5,29	5,24	5,18
N <sub>2</sub> O	6,87	6,82	7,14	6,97	7,08	7,12	7,14	7,11	6,04	5,91	5,92	5,94	5,93	5,84	6,25	6,15	6,03	6,36	6,49	6,97	5,81	6,17	5,99
HFCs	0,37	0,35	0,38	0,56	0,61	0,63	0,59	0,67	0,75	0,80	0,71	0,79	0,85	0,79	0,81	0,85	0,86	0,89	0,90	1,02	0,94	0,99	0,99
PFCs	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,16	0,15	0,13	0,14	0,12	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
SF <sub>6</sub>	0,37	0,41	0,48	0,55	0,58	0,61	0,57	0,58	0,57	0,43	0,41	0,37	0,31	0,31	0,33	0,35	0,34	0,34	0,32	0,34	0,34	0,36	0,35
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
THG Emissionen/Senken, Anteile Quell- & Senkengruppen ohne CO <sub>2</sub> aus LULUCF (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1. Energie	81,62	81,88	81,18	81,14	80,66	80,69	81,25	81,03	82,10	82,40	82,29	83,04	83,25	83,03	82,38	82,53	82,88	82,47	82,66	82,48	83,67	83,17	83,66
2. Industrieprozesse	7,55	7,52	8,01	8,09	8,79	8,66	8,43	8,69	7,60	7,16	7,42	7,03	6,99	7,48	8,03	7,90	7,93	8,35	8,04	7,88	7,24	7,46	7,27
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,36	0,36	0,36	0,36	0,32	0,32	0,31	0,31	0,32	0,30	0,28	0,25	0,24	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,18	0,18	0,20	0,19	0,18
4. Landwirtschaft	7,03	6,63	6,68	6,68	6,56	6,78	6,68	6,82	6,98	7,30	7,29	7,12	7,03	6,89	7,09	7,17	6,96	7,03	7,30	7,62	7,22	7,57	7,40
5. Landnutzung, - änderung & Forstwirtschaft (N <sub>2</sub> O)	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
6. Abfall	3,40	3,58	3,73	3,69	3,64	3,52	3,30	3,11	2,96	2,80	2,68	2,51	2,45	2,33	2,24	2,14	1,99	1,90	1,77	1,79	1,62	1,55	1,44
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle 416: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO<sub>2</sub> in Deutschland seit 1990

Emissionsentwicklung (Gg)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/-Einbindungen	1.017.136	979.673	932.625	923.602	907.712	906.118	926.982	898.195	890.590	863.353	867.139	879.347	898.954	901.825	890.245
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	1.042.066	1.004.735	957.562	948.684	932.485	930.857	951.863	923.080	915.177	887.891	891.516	907.542	890.876	893.600	881.743
CH <sub>4</sub>	5.181	4.921	4.748	4.728	4.541	4.378	4.249	4.039	3.794	3.724	3.575	3.442	3.296	3.167	2.963
N <sub>2</sub> O	277	264	265	257	256	257	262	253	210	199	199	202	198	195	206
HFCs (CO <sub>2</sub> -äquivalent)	4.592	4.214	4.376	6.361	6.851	7.008	6.666	7.385	8.052	8.298	7.430	8.359	8.835	8.198	8.299
PFCs (CO <sub>2</sub> -äquivalent)	2.630	2.281	2.068	1.939	1.650	1.792	1.753	1.416	1.528	1.275	823	756	821	879	848
SF <sub>6</sub> (CO <sub>2</sub> -äquivalent)	4.642	4.975	5.491	6.262	6.551	6.779	6.460	6.404	6.173	4.497	4.269	3.933	3.236	3.181	3.400
NO <sub>x</sub>	2.877	2.633	2.490	2.384	2.225	2.172	2.101	2.032	2.004	1.978	1.919	1.841	1.761	1.706	1.638
SO <sub>2</sub>	5.283	3.905	3.183	2.837	2.372	1.705	1.442	1.205	967	788	638	616	551	522	485
NMVOC	3.066	2.617	2.398	2.250	1.849	1.768	1.706	1.689	1.654	1.514	1.371	1.270	1.208	1.141	1.151
CO	12.428	10.166	8.775	7.974	7.039	6.595	6.126	5.968	5.504	5.130	4.838	4.633	4.340	4.138	3.884
Emissionsentwicklung (Gg)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012							
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/-Einbindungen	870.439	882.128	857.932	842.821	780.058	824.231	805.862	817.718							
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	861.733	873.247	848.549	851.111	785.603	829.402	810.441	821.718							
CH <sub>4</sub>	2.823	2.695	2.564	2.532	2.435	2.384	2.319	2.319							
N <sub>2</sub> O	197	195	200	205	205	178	185	182							
HFCs (CO <sub>2</sub> -äquivalent)	8.448	8.605	8.656	8.782	9.307	8.877	9.153	9.346							
PFCs (CO <sub>2</sub> -äquivalent)	726	579	511	496	358	302	241	209							
SF <sub>6</sub> (CO <sub>2</sub> -äquivalent)	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316	3.307							
NO <sub>x</sub>	1.563	1.554	1.477	1.402	1.303	1.325	1.289	1.269							
SO <sub>2</sub>	460	471	454	454	407	430	424	427							
NMVOC	1.122	1.112	1.049	996	910	1.023	980	952							
CO	3.659	3.579	3.475	3.387	3.006	3.447	3.288	3.290							

Tabelle 417: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO<sub>2</sub> in Deutschland seit 1990

Emissions Trends Changes compared to base year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
	(%)																							
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	0,0	-3,7	-8,3	-9,2	-10,8	-10,9	-8,9	-11,7	-12,4	-15,1	-14,7	-13,5	-11,6	-11,3	-12,5	-14,4	-13,3	-15,6	-17,1	-23,3	-19,0	-20,8	-19,6	
CO <sub>2</sub> emissions (without LULUCF)	0,0	-3,6	-8,1	-9,0	-10,5	-10,7	-8,7	-11,4	-12,2	-14,8	-14,4	-12,9	-14,5	-14,2	-15,4	-17,3	-16,2	-18,6	-18,3	-24,6	-20,4	-22,2	-21,1	
CH <sub>4</sub>	0,0	-5,0	-8,4	-8,8	-12,4	-15,5	-18,0	-22,1	-26,8	-28,1	-31,0	-33,6	-36,4	-38,9	-42,8	-45,5	-48,0	-50,5	-51,1	-53,0	-54,0	-55,2	-55,2	
N <sub>2</sub> O	0,0	-4,5	-4,1	-7,2	-7,4	-7,1	-5,3	-8,7	-24,2	-28,2	-28,1	-26,8	-28,4	-29,6	-25,7	-28,6	-29,5	-27,5	-25,8	-25,8	-35,8	-33,1	-34,3	
HFCs							0,0	-4,9	+5,4	+14,9	+18,4	+6,0	+19,3	+26,1	+17,0	+18,4	+20,5	+22,8	+23,5	+25,3	+32,8	+26,7	+30,7	+33,4
PFCs							0,0	-2,2	-21,0	-14,7	-28,8	-54,1	-57,8	-54,2	-50,9	-52,7	-59,5	-67,7	-71,5	-72,3	-80,0	-83,1	-86,5	-88,3
SF <sub>6</sub>							0,0	-4,7	-5,5	-8,9	-33,7	-37,0	-42,0	-52,3	-53,1	-49,8	-48,7	-49,9	-50,8	-54,1	-54,8	-52,9	-51,1	-51,2
<b>Total Emissions without CO<sub>2</sub> from LULUCF</b>	0,0	-4,1	-8,0	-8,8	-10,4	-10,7	-9,2	-12,0	-14,1	-16,8	-16,9	-15,7	-17,4	-17,5	-18,5	-20,5	-19,9	-22,0	-21,7	-27,1	-24,4	-25,8	-25,0	
<b>Total Emission wrt EU burden sharing</b>	+1,3	-2,5	-6,6	-7,3	-8,9	-9,3	-7,7	-10,6	-12,7	-15,5	-15,6	-14,3	-16,1	-16,2	-17,2	-19,3	-18,6	-20,7	-20,5	-25,9	-23,2	-24,6	-23,8	
NO <sub>x</sub>	0,0	-8,5	-13,4	-17,1	-22,6	-24,5	-27,0	-29,4	-30,4	-31,3	-33,3	-36,0	-38,8	-40,7	-43,1	-45,7	-46,0	-48,7	-51,3	-54,7	-53,9	-55,2	-55,9	
SO <sub>2</sub>	0,0	-26,1	-39,7	-46,3	-55,1	-67,7	-72,7	-77,2	-81,7	-85,1	-87,9	-88,3	-89,6	-90,1	-90,8	-91,3	-91,1	-91,4	-91,4	-92,3	-91,9	-92,0	-91,9	
NMVOC	0,0	-14,6	-21,8	-26,6	-39,7	-42,3	-44,4	-44,9	-46,1	-50,6	-55,3	-58,6	-60,6	-62,8	-62,5	-63,4	-63,7	-65,8	-67,5	-70,3	-66,6	-68,0	-68,9	
CO	0,0	-18,2	-29,4	-35,8	-43,4	-46,9	-50,7	-52,0	-55,7	-58,7	-61,1	-62,7	-65,1	-66,7	-68,8	-70,6	-71,2	-72,0	-72,7	-75,8	-72,3	-73,5	-73,5	

Tabelle 418: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO<sub>2</sub> in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr

Emissions Trends Changes compared to previous year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	(%)																						
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	0,0	-3,7	-4,8	-1,0	-1,7	-0,2	+2,3	-3,1	-0,8	-3,1	+0,4	+1,4	+2,2	+0,3	-1,3	-2,2	+1,3	-2,7	-1,8	-7,4	+5,7	-2,2	+1,5
CO <sub>2</sub> emissions (without LULUCF)	0,0	-3,6	-4,7	-0,9	-1,7	-0,2	+2,3	-3,0	-0,9	-3,0	+0,4	+1,8	-1,8	+0,3	-1,3	-2,3	+1,3	-2,8	+0,3	-7,7	+5,6	-2,3	+1,4
CH <sub>4</sub>	0,0	-5,0	-3,5	-0,4	-4,0	-3,6	-2,9	-5,0	-6,1	-1,8	-4,0	-3,7	-4,2	-3,9	-6,5	-4,7	-4,5	-4,8	-1,3	-3,8	-2,1	-2,7	+0,0
N <sub>2</sub> O	0,0	-4,5	+0,4	-3,2	-0,2	+0,3	+1,9	-3,5	-17,0	-5,3	+0,2	+1,7	-2,1	-1,7	+5,6	-3,9	-1,3	+2,8	+2,4	+0,0	-13,5	+4,2	-1,8
HFCs	0,0	-8,2	+3,8	+45,4	+7,7	+2,3	-4,9	+10,8	+9,0	+3,1	-10,5	+12,5	+5,7	-7,2	+1,2	+1,8	+1,9	+0,6	+1,5	+6,0	-4,6	+3,1	+2,1
PFCs	0,0	-13,3	-9,3	-6,2	-14,9	+8,6	-2,2	-19,2	+7,9	-16,5	-35,5	-8,1	+8,6	+7,1	-3,6	-14,4	-20,2	-11,8	-3,0	-27,8	-15,5	-20,1	-13,5
SF <sub>6</sub>	0,0	+7,2	+10,4	+14,0	+4,6	+3,5	-4,7	-0,9	-3,6	-27,2	-5,1	-7,9	-17,7	-1,7	+6,9	+2,4	-2,4	-1,9	-6,6	-1,6	+4,2	+3,8	-0,3
<b>Total Emissions/Removals with LULUCF</b>	<b>0,0</b>	<b>-3,9</b>	<b>-4,2</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,7</b>	<b>-0,4</b>	<b>+1,7</b>	<b>-3,2</b>	<b>-2,4</b>	<b>-3,2</b>	<b>-0,1</b>	<b>+1,1</b>	<b>+1,5</b>	<b>-0,1</b>	<b>-1,2</b>	<b>-2,4</b>	<b>+0,8</b>	<b>-2,5</b>	<b>-1,5</b>	<b>-6,6</b>	<b>+3,8</b>	<b>-1,8</b>	<b>+1,2</b>
<b>Total Emissions without CO<sub>2</sub> from LULUCF</b>	<b>0,0</b>	<b>-3,8</b>	<b>-4,2</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,7</b>	<b>-0,4</b>	<b>+1,7</b>	<b>-3,1</b>	<b>-2,3</b>	<b>-3,1</b>	<b>-0,1</b>	<b>+1,4</b>	<b>-2,0</b>	<b>-0,2</b>	<b>-1,2</b>	<b>-2,5</b>	<b>+0,8</b>	<b>-2,6</b>	<b>+0,3</b>	<b>-6,9</b>	<b>+3,7</b>	<b>-1,9</b>	<b>+1,1</b>
NO <sub>x</sub>	0,0	-8,5	-5,4	-4,2	-6,7	-2,4	-3,3	-3,3	-1,4	-1,3	-3,0	-4,1	-4,3	-3,1	-3,9	-4,6	-0,6	-5,0	-5,0	-7,0	+1,7	-2,7	-1,5
SO <sub>2</sub>	0,0	-26,1	-18,5	-10,9	-16,4	-28,1	-15,4	-16,4	-19,8	-18,5	-19,1	-3,4	-10,6	-5,2	-7,2	-5,0	+2,2	-3,5	+0,1	-10,5	+5,8	-1,5	+0,8
NMVOC	0,0	-14,6	-8,4	-6,1	-17,8	-4,4	-3,5	-1,0	-2,1	-8,5	-9,4	-7,4	-4,9	-5,5	+0,9	-2,5	-1,0	-5,6	-5,1	-8,6	+12,4	-4,2	-2,8
CO	0,0	-18,2	-13,7	-9,1	-11,7	-6,3	-7,1	-2,6	-7,8	-6,8	-5,7	-4,2	-6,3	-4,7	-6,1	-5,8	-2,2	-2,9	-2,6	-11,2	+14,7	-4,6	+0,1

Tabelle 419: Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Quellgruppen, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr

Emissionsentwicklung gegenüber 1990, Veränderung in %	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1. Energie	0,0%	-3,5%	-8,3%	-9,1%	-11,2%	-11,5%	-9,3%	-12,4%	-13,3%	-15,8%	-16,0%	-14,0%	-15,5%	-15,9%	-17,5%	-19,4%	-18,4%	-20,9%	-20,5%	-26,1%	-22,3%	-24,2%	-22,9%
2. Industrieprozesse	0,0%	-4,2%	-2,1%	-1,9%	4,7%	2,8%	1,7%	1,6%	-13,3%	-20,8%	-18,0%	-21,2%	-23,3%	-18,0%	-13,0%	-16,6%	-15,6%	-13,4%	-16,3%	-23,6%	-27,2%	-26,4%	-27,5%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,0%	-3,1%	-7,1%	-9,0%	-20,8%	-20,6%	-22,5%	-23,0%	-23,6%	-29,3%	-35,0%	-40,0%	-44,5%	-49,4%	-51,0%	-54,2%	-53,7%	-56,5%	-59,5%	-63,7%	-58,7%	-60,4%	-62,2%
4. Landwirtschaft	0,0%	-9,3%	-12,4%	-13,1%	-16,2%	-13,7%	-13,5%	-14,5%	-14,5%	-13,4%	-13,6%	-14,4%	-17,3%	-19,0%	-17,6%	-18,8%	-20,5%	-21,8%	-18,5%	-20,8%	-22,2%	-19,9%	-20,9%
5. Landnutzung, -änderung & Forstwirtschaft																							
CO <sub>2</sub> (Netto-Senke)																							
N <sub>2</sub> O & CH <sub>4</sub>	0,0%	-1,0%	5,7%	0,2%	-0,3%	-1,1%	0,4%	-0,9%	-1,2%	-1,0%	-0,6%	-1,2%	-1,0%	1,6%	-0,2%	-0,1%	2,6%	4,3%	6,9%	11,8%	15,8%	19,7%	24,2%
6. Abfall	0,0%	1,3%	1,0%	-0,9%	-4,0%	-7,4%	-11,7%	-19,4%	-25,0%	-31,4%	-34,4%	-37,7%	-40,3%	-43,4%	-46,2%	-49,8%	-53,1%	-56,3%	-59,1%	-61,6%	-63,9%	-66,1%	-68,1%
Emissionsentwicklung, gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1. Energie	0,00	-3,5%	-5,0%	-0,9%	-2,3%	-0,3%	2,4%	-3,4%	-1,1%	-2,8%	-0,2%	2,4%	-1,8%	-0,4%	-2,0%	-2,3%	1,2%	-3,0%	0,6%	-7,0%	5,2%	-2,5%	1,7%
2. Industrieprozesse	0,00	-4,2%	2,2%	0,2%	6,7%	-1,9%	-1,0%	-0,1%	-14,6%	-8,7%	3,6%	-4,0%	-2,6%	6,9%	6,0%	-4,0%	1,1%	2,7%	-3,4%	-8,7%	-4,7%	1,1%	-1,5%
3. Lösemittel und andere Produktverwendung	0,00	-3,1%	-4,1%	-2,0%	-12,9%	0,2%	-2,3%	-0,7%	-0,7%	-7,5%	-8,1%	-7,7%	-7,5%	-8,7%	-3,2%	-6,5%	1,1%	-6,0%	-7,0%	-10,3%	13,7%	-4,3%	-4,3%
4. Landwirtschaft	0,00	-9,3%	-3,5%	-0,7%	-3,6%	2,9%	0,3%	-1,1%	0,0%	1,2%	-0,2%	-0,9%	-3,4%	-2,0%	1,6%	-1,4%	-2,1%	-1,6%	4,2%	-2,8%	-1,8%	2,9%	-1,2%
5. Landnutzung, -änderung & Forstwirtschaft																							
CO <sub>2</sub> (Netto-Senke)																							
N <sub>2</sub> O & CH <sub>4</sub>	0,0%	-1,0%	6,8%	-5,2%	-0,5%	-0,8%	1,5%	-1,3%	-0,3%	0,1%	0,4%	-0,6%	0,3%	2,6%	-1,7%	0,1%	2,7%	1,6%	2,6%	4,6%	3,6%	3,3%	3,8%
6. Abfall	0,0%	1,3%	-0,3%	-1,8%	-3,1%	-3,5%	-4,7%	-8,7%	-6,9%	-8,5%	-4,5%	-4,9%	-4,3%	-5,1%	-5,0%	-6,7%	-6,6%	-6,8%	-6,5%	-6,0%	-6,1%	-6,1%	-5,8%

## 23 ANHANG 7: TABELLE 6.1 DER IPCC GOOD PRACTICE GUIDANCE

Die Unsicherheiten für die deutschen Treibhausgasinventare sind vollständig für alle Quellgruppen ermittelt.

Begonnen wurde mit einer Ermittlung der Unsicherheiten nach Tier 1 bei den datenliefernden Experten der Facheinheiten im UBA sowie externen Einrichtungen.

Parallel wurden weitere Unsicherheitenangaben durch Expertenschätzungen ermittelt und in die Datenbank ZSE überführt. Es liegt mittlerweile ein überwiegend mittels Expertenschätzung bestimmter Unsicherheiten-Datenbestand vor. Um einen vollständigen Datensatz zu erreichen werden bei noch nicht vorliegenden Expertenschätzungen Unsicherheiten aus Daten der Fachliteratur herangezogen. Eine systematische und vollständige Durchführung der Expertenschätzungen wird kontinuierlich weiter geführt.

Nachfolgend wurden die Voraussetzungen für eine Tier-2 Unsicherheiten-Analyse geschaffen und das Programm "Crystal Ball" zur Durchführung der Monte Carlo Simulation implementiert. In Deutschland werden die Unsicherheiten nach der Tier 2 Methode alle 3 Jahre ermittelt und hätten im letzten Jahr wieder berichtet werden sollen. In dieser Zeit erfolgte jedoch eine Umstellung der Berechnungsalgorithmen und eine Methodenumstellung für die Berechnung. Diese erfolgt nun nicht mehr in einem separaten Verfahren sondern wurde zur Verbesserung der Konsistenz der erhaltenen Ergebnisse direkt in die Datenbank, das Zentrale System Emissionen ZSE integriert. Mittlerweile liegen erste Ergebnisse vor und wurden ebenso wie der geänderte methodische Verfahrensansatz im Rahmen eines Auftrages durch ein externes Unternehmen verifiziert. Dabei wurden fehlerhafte Berechnungsalgorithmen identifiziert und mittlerweile auch korrigiert. Diese Änderungen werden z. Z. programmiert und in das Datenbank-System implementiert. Danach erfolgt eine Überprüfung des integrierten Verfahrens. Diese Arbeiten können erst im laufenden Jahr 2014 abgeschlossen werden. Aus diesen Gründen können die Ergebnisse der Tier 2 Unsicherheitenbestimmung erst mit der nächsten Berichterstattung im NIR 2015 berichtet werden.

Die Ergebnisse der diesjährigen Tier-1-UNSicherheitenanalyse sind nach den Vorgaben von Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance in Tabelle 420 dargestellt.

Tabelle 420: Tabelle 6.1 der IPCC Good Practice Guidance - Details

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr-emissionen [t CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Emissionen 2012 [t CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Kombinierte Unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emissions-faktoren [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emission [%]	Kombinierte Unsicherheit Anteil [%]	Trend- unsicherheit der Emissions-faktoren [%]	Trend- unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Trend- unsicherheit der Emissionen [%]
1 A 1 a	all fuels	Methan	144620,9432	1617482,087	0	0	111,8630918	0,193391859	0	0	0
1 A 1 a	all fuels	Kohlendioxid	339017879,1	329567363,1	4,086997509	1,788528291	4,46120859	1,571479127	1,551935784	0,679149192	1,694033146
1 A 1 a	all fuels	Lachgas	2504403,696	2804135,652	0	0	20,09199026	0,060219046	0	0	0
1 A 1 b	all fuels	Kohlendioxid	20179812,65	18522993,55	3,048232592	4,851735397	5,729839291	0,113439814	0,065055565	0,103546032	0,122286578
1 A 1 b	all fuels	Methan	13304,90658	11274,97937	0	0	16,06258906	0,000193572	0	0	0
1 A 1 b	all fuels	Lachgas	103751,854	59714,16607	0	0	31,01211676	0,001979341	0	0	0
1 A 1 c	all fuels	Methan	77207,20686	9410,74639	0	0	106,9999078	0,001076265	0	0	0
1 A 1 c	all fuels	Lachgas	685476,03	176538,6392	0	0	21,95956458	0,004143577	0	0	0
1 A 1 c	all fuels	Kohlendioxid	64393840,73	11986909,65	3,531308114	2,509517021	4,332183361	0,055504213	0,048771714	0,034659521	0,059832788
1 A 2 a	all fuels	Methan	52462,1538	60949,03233	0	0	26,77500536	0,001744248	0	0	0
1 A 2 a	all fuels	Lachgas	161350,505	128581,4406	0	0	36,83324132	0,005062093	0	0	0
1 A 2 a	all fuels	Kohlendioxid	34741967,2	33054064,07	3,875066945	2,59831508	4,665553031	0,164831376	0,147580593	0,098955937	0,177685984
1 A 2 b	all fuels	Kohlendioxid	1601180,1	1546980,345	11,35830056	0,94792801	11,39778747	0,018845916	0,020245259	0,001689606	0,020315641
1 A 2 b	all fuels	Methan	1164,3765	1434,584882	0	0	72,62308092	0,000111356	0	0	0
1 A 2 b	all fuels	Lachgas	17833,99	7900,726431	0	0	70,32167665	0,000593838	0	0	0
1 A 2 d	all fuels	Kohlendioxid	3646,958126	16196,72756	5,217436401	2,236044172	5,676401689	9,8268E-05	9,73665E-05	4,17285E-05	0,000105932
1 A 2 d	all fuels	Methan	549,270225	2378,9325	0	0	41,43450533	0,000105355	0	0	0
1 A 2 d	all fuels	Lachgas	2918,97891	12642,327	0	0	49,65576208	0,000670978	0	0	0
1 A 2 e	all fuels	Kohlendioxid	1989239	214809,9206	5,041040253	1,809896958	5,356100618	0,001229745	0,00124767	0,000447954	0,001325648
1 A 2 e	all fuels	Methan	3765,405	134,8556942	0	0	38,31155916	5,52219E-06	0	0	0
1 A 2 e	all fuels	Lachgas	25637,775	2356,830272	0	0	58,05275751	0,000146239	0	0	0
1 A 2 f	all fuels	Kohlendioxid	137298795,3	79303545,07	3,339602455	0,571508482	3,388150897	0,287188626	0,305149421	0,05220432	0,309585437
1 A 2 f	all fuels	Methan	145166,3551	147871,3626	0,017520899	0,165278521	27,23720131	0,004304854	2,98515E-06	2,81595E-05	2,83173E-05
1 A 2 f	all fuels	Lachgas	1138531,349	621980,6625	0,258837536	1,669263199	12,57334084	0,008358714	0,000185494	0,001196264	0,00121056
1 A 3 a	Aviation Gasoline	Kohlendioxid	2311344,637	1883323,21	7,180994604	3,59162026	8,029098305	0,016162313	0,01558241	0,007793642	0,017422754
1 A 3 a	Aviation Gasoline	Methan	1998,957211	1670,604952	9,428672264	94,41845869	94,8880667	0,000169433	1,81489E-05	0,000181742	0,000182646
1 A 3 a	Aviation Gasoline	Lachgas	23988,03636	19714,07272	7,061551446	105,9564349	106,1914856	0,002237577	0,000160399	0,002406738	0,002412077
1 A 3 b	all fuels	Kohlendioxid	150358325,6	145826194	9,068935728	0,73587409	9,098741996	1,418171591	1,523761659	0,12364149	1,528769705
1 A 3 b	all fuels	Methan	1106097,334	139246,4043	20,35252781	35,07175269	40,54939241	0,006035041	0,003265333	0,005626867	0,006505692
1 A 3 b	all fuels	Lachgas	1158401,634	1422844,825	9,198405101	26,54608645	28,09457888	0,042725972	0,015079788	0,043519432	0,046058018
1 A 3 c	all fuels	Kohlendioxid	2880820,12	1045259,549	9,994246637	2,998279017	10,43430127	0,011657338	0,012036477	0,003610949	0,012566452
1 A 3 c	all fuels	Methan	2309,5212	457,3354276	9,407086715	32,0101577	33,36380489	1,63088E-05	4,95696E-06	1,68674E-05	1,75807E-05
1 A 3 c	all fuels	Lachgas	12636,22	4662,004589	9,407086715	70,55315036	71,1775267	0,000354672	5,05304E-05	0,000378978	0,000382332
1 A 3 d	Diesel Oil	Kohlendioxid	2065668,2	971497,2	46,98088082	2,998782375	47,07648944	0,048882962	0,052588149	0,003356693	0,052695169
1 A 3 d	Diesel Oil	Methan	1674,2124	697,0387357	44,12362366	31,98409483	54,49657316	4,06011E-05	3,54367E-05	2,56872E-05	4,37675E-05
1 A 3 d	Diesel Oil	Lachgas	8590,1	4333,745571	44,12362366	70,55315036	83,21442898	0,000385455	0,000220323	0,000352294	0,000415515

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr-emissionen [t CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Emissionen 2012 [t CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Kombinierte Unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emissions-faktoren [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emission [%]	Kombinierte Unsicherheit Anteil [%]	Trend- unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Trend- unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Trend- unsicherheit der Emissionen [%]
1 A 3 e	all fuels	Kohlendioxid	4751743,58	4134251,48	41,76576917	2,038734076	41,81549846	0,184776212	0,198949362	0,009711418	0,199186245
1 A 3 e	all fuels	Methan	10730,72574	6893,474707	9,484654371	5,201262074	51,55929222	0,000379889	7,53329E-05	4,13116E-05	8,59168E-05
1 A 3 e	all fuels	Lachgas	32743,34142	25353,22956	28,61215616	34,97766133	49,77365775	0,001348791	0,000835813	0,001021761	0,001320068
1 A 4 a	all fuels	Kohlendioxid	63949629,39	38015962,19	7,618811625	1,143457403	7,704140796	0,313041624	0,333717053	0,050085401	0,337454617
1 A 4 a	all fuels	Methan	1216099,165	55327,16068	0	0	120,6077493	0,007132232	0	0	0
1 A 4 a	all fuels	Lachgas	144213,4706	112095,4816	0	0	92,97829364	0,011139907	0	0	0
1 A 4 b	all fuels	Kohlendioxid	129473971,1	93321128,7	8,04762683	1,304523873	8,152673189	0,813189769	0,865312524	0,140267543	0,876607522
1 A 4 b	all fuels	Methan	1200405,626	734450,7967	0,222489941	0,161810866	143,4925297	0,112642917	0,000188277	0,000136929	0,000232805
1 A 4 b	all fuels	Lachgas	801899,2776	428623,743	0,562780786	0,767428345	75,36843035	0,03452849	0,000277933	0,000379	0,000469987
1 A 4 c	all fuels	Kohlendioxid	11059780,98	6194546,072	12,67935564	1,943092152	12,82737957	0,084929648	0,090496513	0,013868454	0,091553006
1 A 4 c	all fuels	Methan	178493,9224	138745,658	0,678677272	1,354299616	65,47538268	0,009709779	0,000108495	0,000216501	0,000242164
1 A 4 c	all fuels	Lachgas	41727,26978	49402,06796	6,649824331	24,8310861	58,42659613	0,003085088	0,000378513	0,001413403	0,001463209
1 A 5	all fuels	Kohlendioxid	11811096,1	975227,5352	5,217849199	1,303938388	5,378308803	0,005606135	0,005863037	0,001465171	0,006043338
1 A 5	all fuels	Methan	235607,8316	3953,118342	4,110043252	32,88158147	33,61470507	0,00014203	1,87202E-05	0,000149768	0,000150933
1 A 5	all fuels	Lachgas	70377,15169	7078,308141	3,431307023	53,16594857	55,11246477	0,000416957	2,79843E-05	0,000433599	0,000434501
1 B 1	Solid Fuels	Kohlendioxid	11776	2327	0	0	23,80759921	5,92139E-05	0	0	0
1 B 1 a	Solid Fuels	Methan	18415177,65	3345618,612	0	0	37,96471414	0,135758945	0	0	0
1 B 1 b	Solid Fuels	Methan	20399,82	10593,45	0	0	29,91913324	0,000338765	0	0	0
1 B 1 c	Solid Fuels	Methan	1806840	15057	0	0	50	0,000804675	0	0	0
1 B 2 a	Liquid Fuels	Kohlendioxid	64722,60913	57749,09595	0	0	24,8216299	0,001532101	0	0	0
1 B 2 a	Liquid Fuels	Methan	411327,8144	298575,7329	3,778510045	7,557020089	20,8217577	0,006644829	0,001299871	0,002599742	0,0029066
1 B 2 b	Gaseous Fuels	Kohlendioxid	1404105,526	990009,1562	0	0	22,3599757	0,023660419	0	0	0
1 B 2 b	Gaseous Fuels	Methan	6966101,981	5368429,317	0,01332326	0,01332326	11,30060191	0,064842643	8,24106E-05	8,24106E-05	0,000116546
1 B 2 c		Kohlendioxid	474286,1285	406640,4518	0	0	134,3861722	0,058408634	0	0	0
1 B 2 c		Methan	409475,2686	134682,8438	0	0	14,72438119	0,002119636	0	0	0
1 B 2 c		Lachgas	1102,340898	189,4618805	0	0	15,2081419	3,07971E-06	0	0	0
2 A 1		Kohlendioxid	15145810	13028078,93	0	0	3,201562119	0,044581451	0	0	0
2 A 2		Kohlendioxid	5867646,685	4620085,259	2,391357691	10,59499927	10,86151928	0,053635515	0,012729745	0,05639961	0,057818357
2 A 4		Kohlendioxid	374684,1862	270081,7391	50	2	50,03998401	0,014445224	0,015559312	0,000622372	0,015571755
2 A 7	ceramic s	Kohlendioxid	531112,9	329255,9278	0	0	30,16005888	0,010613966	0	0	0
2 A 7	glass	Kohlendioxid	695617,0705	694983,7968	3,1116187	5,49648871	6,316134821	0,004691783	0,002491645	0,004401343	0,005057679
2 B 1		Kohlendioxid	5745000	7631000	0	0	0,710326068	0,005793635	0	0	0
2 B 2		Lachgas	3384400,15	2757014,993	1	5	5,099019514	0,015025803	0,003176613	0,015883065	0,016197612
2 B 3		Lachgas	18804600	370942,156	20	7	21,1896201	0,008401199	0,008547938	0,002991778	0,009056378
2 B 4		Kohlendioxid	443160	10272	10	10	14,14213562	0,0001155268	0,000118353	0,000167377	

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr-emissionen [t CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Emissionen 2012 [t CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Kombinierte Unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emissions-faktoren [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emission [%]	Kombinierte Unsicherheit Anteil [%]	Trend- unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Trend- unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Trend- unsicherheit der Emissionen [%]
2 B 5		Kohlendioxid	6888160,698	9185255,367	3,274168892	3,634583709	21,30739425	0,20918641	0,034651137	0,038465474	0,051771556
2 B 5		Methan	252,85995	581,49504	15	2	15,13274595	9,40536E-06	1,00499E-05	1,33999E-06	1,01389E-05
2 B 5		Lachgas	C	C	20	75	77,62087348	0,005143777	0,001428719	0,005357697	0,005544921
2 C 1		Methan	3918,6	4506,611918	0	0	66,77819583	0,00032166	0	0	0
2 C 1		Kohlendioxid	22711891,28	15908041	6,767296892	5,257611348	8,674717837	0,147497259	0,124038672	0,096367448	0,157074114
2 C 1		Lachgas	27613,095	14879,79042	0	0	65,63420623	0,001043852	0	0	0
2 C 2		Kohlendioxid	429000	6259	0	0	50,48762225	0,000337755	0	0	0
2 C 3		Kohlendioxid	1011923,117	561048,241	0	0	15,03329638	0,009015012	0	0	0
2 C 3		CF4	1358500	63992,5	0	0	15	0,001025964	0	0	0
2 C 3		C2F6	193200	10957,2	0	0	15,03	0,000176023	0	0	0
2 C 4		Schwefelhexafluorid	197103,3	36954,7775	0	0	26,17333685	0,001033812	0	0	0
2 C 5		HFC-134a	0	38737,4	0	0	30,03747659	0,001243672	0	0	0
2 E		Schwefelhexafluorid	167300	113047	0	0	10	0,001208289	0	0	0
2 E		Wasserstoffhalogene	4218500	34282	0	0	15	0,000549629	0	0	0
2 F		HFC-125	115070,8762	1626269,713	0	0	10,38513872	0,018051644	0	0	0
2 F		C2F6	122529,4208	40100,80784	0	0	11,64862417	0,000499275	0	0	0
2 F		Schwefelhexafluorid	6414757,824	3157028,939	0	0	7,927389532	0,026749807	0	0	0
2 F		HFC-134a	2047411,476	5723681,815	0	0	5,751566787	0,035186295	0	0	0
2 F		HFC-143a	56069,96362	1467225,307	0	0	13,65876703	0,021420036	0	0	0
2 F		HFC-152a	101342,0211	33978,49359	0	0	2,593348549	9,4184E-05	0	0	0
2 F		HFC-227ea	582,3683354	67817,98758	0	0	14,77116694	0,001070709	0	0	0
2 F		HFC-23	26377,13854	83747,55649	0	0	12,13702205	0,001086416	0	0	0
2 F		HFC-236fa	0	16980,7176	0	0	9,287325072	0,000168562	0	0	0
2 F		HFC-32	296,6189174	114147,0679	0	0	7,816302889	0,000953626	0	0	0
2 F		C3F8	15784,63156	20631,59825	0	0	10,29127074	0,000226941	0	0	0
2 F		C6F14	2220	8140	0	0	25	0,000217509	0	0	0
2 F		c-C4F8	0	3040,776698	0	0	12,2	3,96512E-05	0	0	0
2 F		CF4	90256,76589	62084,32974	0	0	10,13850772	0,000672772	0	0	0
2 G		Wasserstoffhalogene	442150	138721,4	0	0	15	0,002224061	0	0	0
3		Kohlendioxid	2552000	1436353,6	0	0	7,872087955	0,01208546	0	0	0
3 D		Lachgas	C	C	0,484119091	0,032274606	47,25792246	0,013018075	0,00014376	9,58399E-06	0,000144079

CRF	Kategorie	Gas	Basisjahr-emissionen [t CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Emissionen 2012 [t CO <sub>2</sub> -äquivalent]	Kombinierte Unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emissions-faktoren [%]	Kombinierte Unsicherheit der Emission [%]	Kombinierte Unsicherheit Anteil [%]	Trend- unsicherheit der Emissions- faktoren [%]	Trend- unsicherheit der Aktivitätsdaten [%]	Trend- unsicherheit der Emissionen [%]
4 A 1 a	Milchkühe	Methan	16037402,73	11845949,36	4	40	40,19950248	0,508982019	0,054595273	0,545952727	0,5486757
4 A 1 b	Rinder o. Milchkühe	Methan	12228994,2	7948872,152	2,45785979	24,5785979	24,70118518	0,20986267	0,022510637	0,225106374	0,226229106
4 A 2	other animals	Methan	1327933,645	1037832,928	3,525511207	24,97955245	25,22711378	0,027983814	0,004215749	0,029870141	0,030166171
4 B 1 a	Milchkühe	Methan	2222147,496	1726954,447	4	40	40,19950248	0,074201631	0,007959138	0,079591383	0,07998835
4 B 1 a	Milchkühe	Lachgas	1622287,029	958444,4145	2,830490171	70,76225428	70,81884145	0,072548367	0,003125747	0,078143663	0,078206153
4 B 1 b	Rinder a. Milchkühe	Methan	2282577,071	1445584,758	2,419905825	24,19905825	24,31975256	0,037576351	0,004030577	0,040305768	0,040506796
4 B 1 b	Rinder o. Milchkühe	Lachgas	1455745,629	1092697,199	1,866612967	46,66532418	46,70264152	0,054544776	0,002350062	0,058751545	0,058798528
4 B 2	other animals	Methan	118850,9312	137603,3227	4,583654522	18,57264165	19,12989562	0,002813542	0,000726718	0,00294461	0,00303296
4 B 2	other animals	Lachgas	226061,0947	188052,0055	7,663701132	227,4085601	227,5376573	0,045734416	0,001660511	0,049273108	0,049301079
4 B 8	Schweine	Methan	2024037,031	1643936,251	2,917975524	29,17632796	29,32188081	0,051521522	0,00552703	0,055263805	0,05539501
4 B 8	Schweine	Lachgas	545035,8143	497796,0996	2,285593492	57,12541015	57,17111528	0,030418658	0,001310918	0,032764685	0,0327909
4 B 9	Geflügel	Lachgas	37565,904	51086,22406	5,685826215	56,85826215	57,14184627	0,00312011	0,000334674	0,003346745	0,003363437
4 D 1		Lachgas	29147536,45	25790565,9	16,22939625	53,04338508	55,47065894	1,529100698	0,482267962	1,576221619	1,648349775
4 D 2		Lachgas	2117535,881	1315030,904	20	200	200,9975124	0,282513062	0,030303384	0,303033842	0,304545242
4 D 3		Lachgas	16427501,92	13809951,45	142,9760947	319,4934694	350,0260571	5,166594979	2,274996635	5,083692974	5,569519184
5 A	Kohlendioxid		-69331709,44	-51850916,64	0	0	14,87944647	0,824622355	0	0	0
5 A	Methan		8591,271866	1854,939287	0	0	38,07886553	7,54963E-05	0	0	0
5 A	Lachgas		58664,75716	65449,85341	1,225558491	262,990102	262,9930735	0,018397757	9,24204E-05	0,019832308	0,019832523
5 B	Kohlendioxid		28117744,5	31245739,55	0,287811039	0,167078836	36,00704987	1,202514269	0,010361519	0,006015025	0,011980885
5 B	Lachgas		344403,0195	444058,6945	0	0	104,014272	0,049367962	0	0	0
5 C	Kohlendioxid		11622736,43	10117677,52	0	0	37,38224259	0,40425749	0	0	0
5 D	Kohlendioxid		2209273,443	2277899,313	0	0	33,24267441	0,080936118	0	0	0
5 E	Kohlendioxid		2335429,502	4149357,976	0	0	27,26201658	0,120906812	0	0	0
5 G	Kohlendioxid		116784,7178	61039,16811	0	0	5,30346073	0,000346003	0	0	0
6 A	Methan		38598000	10206000	0	0	50	0,545428037	0	0	0
6 B	Methan		1483199,753	22484,41918	30	36,05551275	46,9041576	0,00112721	0,000777192	0,000934068	0,001215117
6 B	Lachgas		2358684,664	2389173,497	14,46310643	25,23398993	29,0849737	0,074272536	0,039813875	0,06946384	0,080064785
6 D	Methan		49777,896	580528,41	1,401956138	42,05868413	42,08204358	0,026111522	0,000937741	0,028132241	0,028147866
6 D	Lachgas		13982,612	354369,99	1,188891181	50,53023784	50,5442222	0,019144338	0,000485427	0,020631626	0,020637336
<b>Gesamt</b>			<b>(in Gg)</b>	<b>1.227.410.463,114</b>	<b>935.595.469,160</b>			<b>6,134</b>			<b>6,367</b>

Die Unsicherheitsbestimmung für die Quellgruppen erfolgte einerseits bereits sukzessive im Rahmen der Zuarbeit der datenliefernden Facheinheiten im UBA zur aktuellen Emissionsberichterstattung. Andererseits wurden für Quellgruppen, für die bisher keine oder nur unvollständige Angaben zu den Unsicherheiten vorlagen, im Rahmen von Forschungsvorhaben weitere Unsicherheitenbestimmungen von externen Experten durchgeführt und die Ergebnisse in die Unsicherheitenanalyse der aktuellen Berichterstattung eingearbeitet.

Die Unsicherheiten in der Quellgruppe Landwirtschaft (CRF 4) werden von Experten des TI abgeschätzt.

Die derzeitige Arbeitsplanung sieht die Erstellung einer Tier-2-Unsicherheitenanalyse alle drei Jahre vor. Die Bestimmung der Unsicherheiten gemäß dem Tier-1-Ansatz werden in jedem Jahr durchgeführt und berichtet.

## 24 REFERENZEN

- AGEB, 2003: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland - Jahre 1990-1999, Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke, Frankfurt a. M.
- AGEB, 2002: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Sonderauswertung für das UBA zur Darstellung von ausgewählten Energieverbräuchen in der Struktur der Energiebilanz vor 1995 für Zeitreihen von 1995 bis 1999 (unveröffentlicht)
- AGEB, 2011: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland  
URL [http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=29&fileName=druck\\_eb2011\\_23042013.xlsx](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=druck_eb2011_23042013.xlsx)  
<http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63>,  
(Aufruf: 01.08.2013 Köln, Berlin.)
- AGEB, 2012: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland  
URL: [http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=7&clang=0](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=7&clang=0): 01.08.2012), Köln, Berlin.
- AGEB, 2012a: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten (2000-2011) (veröffentlicht am 06.06.2012); URL: [http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=28&clang=0#heizwerte\\_2000\\_bis\\_2011](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=28&clang=0#heizwerte_2000_bis_2011)  
(Aufruf: 27.08.2013), Köln, Berlin.
- AGEB, 2012: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): Energieverbrauch in Deutschland, Daten für das 1. bis 4. Quartal 2012
- AMD, 2002/2003: Amd Saxony LLC&Co. KG, Dresden, Umweltbericht. S. 16
- AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT: Richtlinie des Rates vom 21.Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser; Nr. L 135/40 , 30 S. 91, Artikel 2 Nr. 6
- Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV), Objektartenkatalog (ATKIS-OK), Version 3.2, Stand: 01.07.2003  
([http://www.atkis.de/dstinfo/dstinfo.dst\\_start4?dst\\_oar=1000&inf\\_sprache=deu&c1=1&dst\\_typ=25&dst\\_ver=dst&dst\\_land=ADV](http://www.atkis.de/dstinfo/dstinfo.dst_start4?dst_oar=1000&inf_sprache=deu&c1=1&dst_typ=25&dst_ver=dst&dst_land=ADV))
- ARBEITSGRUPPE BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, 392 S.
- ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. verbesserte und erweiterte Auflage, Hannover
- ATV, 2004: ATV-DWK-M 374: Produktionsspezifische Abwässer und Abfälle aus der Glas- und Mineralfaserindustrie, ATV-DWK Deutsche Vereinigung der Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 08/2004
- ATV, 2000: ATV-DVKK-Arbeitsblatt A 131: Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Ausgabe05/2000, DWA, ISBN 978-3-933707-41-3

- AUGUSTIN, J. (2001): Emission, Aufnahme und Klimarelevanz von Spurengasen. - In: Succow, M. & H. Joosten [Hrsg.]: Landschaftsökologische Moorkunde. 2., völlig neubearb. Aufl.: 28-38; Stuttgart (Schweizerbart`sche Verlagsbuchhandlung).
- BACHMAIER, H., und GRONAUER, A. (2007) Klimabilanz von Biogasstrom. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Freising.
- BAFA, 2013: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Amtliche Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland, URL:  
[http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel\\_rohoel/amtliche\\_mineraloeldaten/index.html](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloeldaten/index.html), (Aufruf: 27.11.2013), Eschborn.
- BAIUDBw, 2013: Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr: Energieeinsatz zur Wärmeversorgung in der Bundeswehr
- BAKER, J.M., OCHSNER, T.E., VENTEREA, R.T., GRIFFIS, T.J., 2007: Tillage and soil carbon sequestration - What do we really know? Agriculture, Ecosystems and Environment, 118, 1 – 5
- BARITZ, R.; SEUFERT, G.; MONTANARELLA, L.; VAN RANST, E. 2010: Carbon concentrations and stocks in forest soils of Europe. Forest Ecology and Management, 260, 262–277
- BASt, 2007: Bundesanstalt für Straßenwesen: Unterreihe Verkehrstechnik; V 164: "Straßenverkehrszählung 2005: Ergebnisse", Thorsten Kathmann, Hartmut Ziegler, Bernd Thomas; 62 Seiten; Bergisch Gladbach, 2007
- BASt, 2009: Bundesanstalt für Straßenwesen: Unterreihe Verkehrstechnik; V 166: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006, Arnd Fitschen, Ingo Koßmann, 239 Seiten; Bergisch Gladbach, 2009
- BATZ, 1995: Kokereien und Produktemissionen. Mündliche Mitteilung. Umweltbundesamt.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LfL) (2007): 20 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Bayern, Teil 3: Entwicklung der Humusgehalte zwischen 1986 und 2007; Schriftenreihe, 10, Freising-Weihenstephan.
- BDZ 2005: Zement-Jahresbericht 2004/2005, Berlin.
- BFI 2012: VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH: Emissionsfaktoren zur Eisen- und Stahlindustrie für die Emissionsberichterstattung. Forschungsbericht, Düsseldorf 2010. – gemeinsame Sonderpublikation von BFI und Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau 2012 (in Veröffentlichung)
- BGR 1995, 1997: Digitale Bodenübersichtskarte der BRD (BUEK 1000); Maßstab: 1:1.000.000; Hannover
- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe), 2011: Schätzprofile der BÜK 1000 n 2.3; FISBo BGR
- BGS BGSS-Bogen- „Brennstoff-, Gas- und Stromwirtschaft der Hochofen-Stahl-und Walzwerke sowie Schmiede-, Preß- und Hammerwerke einschließlich örtlich verbundener sonstiger Betriebe (ohne eigene Kokereien“ ab 2010 vom VDEh, davor Eisen/stahlstatistik des Statistischen Bundesamtes)

- BEYER et al., 2004: Beyer, M.; Chudy, A.; Hoffmann, L.; Jentsch, W.; Laube, W.; Nehring, K.; Schiemann, R.: Rostocker Futterbewertungssystem. Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfs auf der Basis von Nettoenergie. Dummerstorf: Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere. 392 pp.
- BLASING, T.J. (2012): Recent Greenhouse Gas Concentrations; [http://cdiac.ornl.gov/pns/current\\_ghg.html](http://cdiac.ornl.gov/pns/current_ghg.html); access date 01.11.2012
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (Hrsg.), 2011: Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2010, Bonn, 18 S.
- BLUM, W., HEINBACH, R. 2006: Endbericht zum BZE Ringversuch Humus 2006. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising, 216 S.
- BLUM, W.; HEINBACH, R. 2007: Endbericht zum BZE Ringversuch Mineralboden 2007. Teil 1. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising, 218 S.
- BMBF, 1997: Verbundvorhaben des Umweltbundesamtes mit dem BMBF: Deponiekörper, Förderkennzeichen 1460799A bis G (Teilvorhaben), Projektträger Abfallwirtschaft und Altlasten im Umweltbundesamt Berlin, Koordinierung Fachgebiet Abfall- und Siedlungswasserwirtschaft, Bergische Universität - Gesamthochschule Wuppertal
- BMELF (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft), 1990: Bundeswaldinventur 1986 – 1990. Inventurbericht und Übersichtstabellen für das Bundesgebiet nach dem Gebietsstand bis zum 3. 10. 1990 einschließlich Berlin (West)
- BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten), 1994: Der Wald in den neuen Bundesländern - Eine Auswertung vorhandener Daten nach dem Muster der Bundeswaldinventur, Bonn, 38 S.
- BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (Hrsg.), 2001. Aufnahmeanweisung für die Bundeswaldinventur II (2001 - 2002), 2. korrigierte, überarbeitete Ausgabe, Mai 2001, Bonn, 108 S.
- BMELV (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (Hrsg.), 2005. Die zweite Bundeswaldinventur – BWI<sup>2</sup>: Der Inventurbericht. Bonn, 231 S.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (Hrsg.), 2009: Waldbericht der Bundesregierung 2009. Berlin, 117 S. BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (Hrsg.), 2010: Aufnahmeanweisung für die Inventurstudie 2008 im Rahmen der Treibhausgasberichterstattung. 2. korrigierte, überarbeitete Aufl., Bonn, 60 S.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), 2012: Konzept zur Erstellung von THG-Emissions- und Kohlenstoffinventaren der Quell- und Senkengruppen 4 und 5 im Zuständigkeitsbereich des BMELV, AZ: 521-65408/0002, unveröffentlicht.
- BMLFUW, 2005: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich (2005): Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich. Wien.

- BMU, 1990: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Karl Eugen Huthmacher: Eckwerte der ökologischen Sanierung und Entwicklung in den neuen Ländern, Bonn
- BMVg, 2011: Bundesministerium der Verteidigung: Energieeinsatz zur Wärmeversorgung der Bundeswehr (unveröffentlicht).
- BÖRJESSON, P., und BERGLUND, M. (2008): Environmental systems analysis of biogas systems—Part II: The environmental impact of replacing various reference systems. Biomass and Bioenergy 31 (2007) 326–344.
- BPB, 2002: Bundeszentrale für politische Bildung. Projektgruppe Zukunft der Wirtschaft, Die Zukunft der Wirtschaft, Landwirtschaft und Ernährung, herausgegeben von Margarete Wohlan
- BOLTE, A., HERTEL, D., AMMER, C., SCHMID, I., NÖRR, R., KUHR, M. und REDDE, N. (2003): Freilandmethoden zur Untersuchung von Baumwurzeln. Forstarchiv 74: 240 262.
- BOSSHARD, H.H. 1984: Holzkunde. Band 2: Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes. Birkhäuser, Basel. 312 S.
- BURSCHEL, P.; KÜRSTEN, E.; LARSON, B.C. (1993): Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt - eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland. Forstliche Forschungsberichte München, Forstwissenschaftliche Fakultät d. Universität München u. Bayrische Landesanstalt f. Wald u. Forstwirtschaft, Freising, 135 S.
- Burton, C.S. 2004: Uses and Air Emissions of Liquid PFC Heat Transfer Fluids from the Electronics Sector. EPA Document # EPA-430-R-06-901
- BV Glas, 2012: Zeitreihe Scherbeneinsatz Behälterglasindustrie 2007-2011; per E-Mail an das UBA übermittelt.
- BV Glas, 2013: Jahresbericht des Bundesverband Glasindustrie e.V., statistischer Anhang, download August 2013 unter:  
[http://www.bvglas.de/fileadmin/media/Presse/Publikationen/Jahresberichte/130726\\_Jahresbericht\\_BV\\_Glas\\_final\\_Druckfassung.pdf](http://www.bvglas.de/fileadmin/media/Presse/Publikationen/Jahresberichte/130726_Jahresbericht_BV_Glas_final_Druckfassung.pdf)
- BV Kalk, 2011 (Bundesverband der deutschen Kalkindustrie e.V.): Kalk Daten nationaler Inventarbericht; per E-Mail an das UBA übermittelt.
- BVE, 2012: Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V., Broschüre Ernährungsindustrie 2012, URL: [www.bve-online.de](http://www.bve-online.de)
- BYRNE, K.A., B. Chojnicki, T.R. Christensen, M. Drösler, A. Freibauer, T. Friberg, S. Froliking, A. Lindroth, J. Mailhammer, N. Malmer, P. Selin, J. Turunen, R. Valenti & L. Zetterberg, 2004: EU Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. CarboEurope-GHG Report 4/2004. Specific Study, Tipo-Lito Recchioni, Viterbo, October 2004, S.58.
- CAIRNS, M.A.; BROWN, S.; HELMER, E.H.; BAUMGARDNER, G.A., 1997: Root biomass allocation in the world's upland forests. Oecologia, Vol. 111 (1), pp. 1-11

- COOLS, N.; VERSCHELDE, P.; QUATAERT, P.; MIKKELSEN, J.; DE VOS, B. 2006: Quality Assurance and Quality Control in Forest Soil Analysis: 4th Forest Soil Co-ordinating Centre (FSCC) Interlaboratory Comparison, Research Institute for Nature and Forest, Geraardsbergen, 66p + annex, <http://www.icp-forests.org/DocsSoil/4thSoilRingtest.pdf> [zitiert am 20.08.2010]
- CORINAIR, 2006 - EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2006, EEA technical report No. 11/2006; Dezember 2006, Kopenhagen 2006  
URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4>
- CLODIC., D & BEN YAHIA, M. 1997: Centre d'Energétique, Ecole des Mines de Paris: New Test Bench for Measuring Leak Flow Rate of Mobile Air Conditioning Hoses and Fittings. Earth Technology Conference, Baltimore.
- CLODIC D., BARRAULT S., SABA S. 2012: Global inventories of the worldwide fleets of refrigerating and airconditioning equipment in order to determine refrigerant emissions, The 1990 to 2006 updating. Extracts from the Final Report, April 2012.
- CLODIC D., BARRAULT S. 2011: 1990 to 2010 Refrigerant inventories for Europe. Previsions on banks and emissions from 2006 to 2030 for the European Union. Final report. Part A 1990 to 2010 refrigerant inventories for Europe. 18.10.2011.
- DÄMMGEN et al. (2011): Dämmgen, U.; Amon, B.; Gyldenkærne, S.; Hutchings, N.J.; Kleine Klausig, H.; Haenel, H.-D.; Rösemann, C.: Reassessment of the calculation procedure for the volatile solids excretion rates of cattle and pigs in the Austrian, Danish and German agricultural emission inventories. Landbauforschung, 61: 115 - 126
- DÄMMGEN, U.; HUTCHINGS N.J., 2005: The assessment of emissions of nitrogen species from agriculture using the methodology of the atmospheric emission inventory guidebook. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko A (eds) Emissions from European agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. pp 51-62
- DÄMMGEN et al, 2012a: Dämmgen, U., Amon, B., Hutchings, N.J., Haenel, H.-D., Rösemann, C.: Data sets to assess methane emissions from untreated cattle and pig slurry and manure storage systems in the German and Austrian emission inventories. Landbauforschung 62, 1 – 20.
- DÄMMGEN et al, 2012b: Dämmgen, U., Rösemann, C., Haenel H.-D., Hutchings N.J.: Enteric methane emissions from German dairy cows. Landbauforschung, 62: 21 – 32.
- DAV, 2013: Deutscher Asphaltverband e.V., Schieffelingsweg 6, 53123 Bonn, Veröffentlichung zur Asphaltproduktion in Deutschland, <http://www.asphalt.de/site/startseite/aktuelles/asphaltproduktion/> (Dokument asphalt12.pdf), Stand März 2013
- DBU, 2002: Vogt, R., Knappe, F., Giegrich, J., Detzel, A., IFEU-Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (Hrsg.): Ökobilanz Bioabfallverwertung. Untersuchung zur Umweltverträglichkeit von Systemen zur Verwertung von biologisch-organischen Abfällen. Initiativen zum Umweltschutz, Band 52. Erich Schmidt Verlag, Berlin 2002
- DEBRIV, 2004: Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein e.V., Mitteilung vom 15. September 2004 an das IKP Stuttgart.

- DEHSt, 2012: Fackelverluste des JI-Projektes im Saarland:  
<https://www.jicdm.dehst.de/promechg/pages/project2.aspx?PID=3184&ctit=&ccat=&cs cop=&cpac=&cstat=&chost=&cred1=&cred2=>
- DE VRIES, W.; REINDS, G.J.; GUNDERSON, P; STERBA, H. 2006: The impact of nitrogen deposition on carbon sequestration in European Forests and forest soils. Global Change Biology, 12, 1151-1173
- DGE, 2008: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.: Ernährungsbericht 2008, ISBN 978-3-88749-214-4
- DGMK, 1992: Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V.: Forschungsbericht 448-2 - Ansatzpunkte und Potentiale zur Minderung des Treibhauseffektes aus Sicht der fossilen Energieträger, Hamburg, Seite II-89
- DIE VERBRAUCHER INITIATIVE e.V., 2005: Distickstoffmonoxid, (Online Dokument) <http://www.zusatzstoffe-online.de/html/zusatz.php3?nr=942>, Zugriff Mai 2005
- DIETER, M., ELSASSER, P., 2002: Carbon Stocks and Carbon Stock Changes in the Tree Biomass of Germany's Forests. In: Forstwissenschaftliches Centralblatt (121. Jahrgang), S. 195-210. Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag
- DIETER, M.; ENGLERT, H. 2005: Gegenüberstellung und forstpolitische Diskussion unterschiedlicher Holzeinschlagsschätzungen für die Bundesrepublik Deutschland. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie 2005/2, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Ökonomie
- DIN, 2003: DIN EN 1279-3: Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isolierglas - Teil 3: Langzeitprüfverfahren und Anforderungen bezüglich Gasverlustrate und Grenzabweichungen für die Gaskonzentration; Deutsche Fassung EN 1279-3:2002
- DIN, 2004: Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN). DIN 1343. Referenzzustand, Normzustand, Normvolumen; Begriffe und Werte. Internetseite mit Recherchefunktionen. URL: <http://www2.din.de>. Berlin.
- DIW, 1991: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Entwicklung des Energieverbrauchs und seiner Determinanten in der ehemaligen DDR. Von Hans-Joachim Ziesing. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft. Im Unterauftrag: Institut für Energetik (IfE), Leipzig; Institut für Wirtschaftswissenschaften der Akademie der Wissenschaften, Berlin; Staatliche Vorratskommission für nutzbare Ressourcen der Erdkruste, Berlin. Berlin, April 1991
- DIW, 2002: Rieke, H. (DIW): Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr; in: DIW Wochenbericht Nr. 51-52/2002; Berlin, Dezember 2002; Ergebnisse auch kontinuierlich veröffentlicht in „Verkehr in Zahlen“
- DLG, 2005: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (ed.) Bilanzierung der Nährstoff-ausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG/Band 199. DLG-Verlag, Frankfurt/Main. 69 pp
- DMT 2005: Freundliche persönliche Mitteilung von Herrn Meiners, Deutsche Montan Technologie. 28.09.2005. Gelsenkirchen.

- DMT 2011: Meiners et al: „Diffuse Emissionen fester Brennstoffe (Kohlen) – Emissionen von Grubengas aus stillgelegten Bergwerken; Potential zur Freisetzung und Verwertung von Grubengas“, FKZ 360 16 028 im Auftrag des Umweltbundesamtes 2011
- DÖPELHEUER, 2002: Anwendungsorientierte Verfahren zur Bestimmung von CO, HC und Ruß aus Luftfahrttriebwerken, Dissertationsschrift des DLR, Institut für Antriebstechnik, Köln, 2002
- DREXHAGE, M. und COLIN, F. (2001): Estimating root system biomass from breast-height diameters. *Forestry* 74(5): 491–497.
- DRÖSLER, M., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMAN, L., BEYER, C., CHOJNICKI, B., FÖRSTER, C., FREIBAUER, A., GIEBELS, M., GÖRLITZ, S., HÖPER, H., KANTELHARDT, J., LIEBERSBACH, H., HAHN-SCHÖFL, M., MINKE, M., PETSCHOW, U., PFADENHAUER, J., SCHALLER, L., SCHÄGNER, P., SOMMER, M., THUILLE, A., WEHRHAN, M., 2011: Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006–2010; 174 S.
- DüV - Düngeverordnung (2007) Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV). In der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S.221).
- DÜWEL, O., SIEBNER, C.S., UTERMANN, J., KRONE, F., 2007: Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands – Bericht über länderübergreifende Auswertung von Punktinformationen im FISBo BGR-“; BGR, Hannover
- DUNGER, K.; OEHMICHEN, K.; STÜMER, W.; IOST, A.; RIEDEL, T. 2010c: Annex 3, Chapter 19.5.1: Other detailed methodological descriptions for the source/sink category “Land-use change and forestry” – Forest land (5.A), 575–585. In: Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2010. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2008. Dessau: Federal Environment Agency, ISSN 1862-4359, 672 p.
- DWD, 2013: - Deutscher Wetterdienst - Offenbach" Auskunft vom 26.07.2013
- EC, 2006a: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies: Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers. October 2006. Sevilla, Spain.
- EC, 2007: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies: Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others industry. October 2006. Sevilla, Spain.
- EC, 2013: Fleet Register der Europäischen Kommission;  
URL:<http://ec.europa.eu/fisheries/fleet/index.cfm?method=Search.SearchAdvanced&country=DEU>, (Aufruf 22.11.2013)

- EINIG, K., A. JONAS & B. ZASPEL, 2009: Eignung von CORINE-Geodaten und Daten der Flächenerhebung zur Analyse der Siedlungs- und Verkehrslächenentwicklung in Deutschland. Statistisches Bundesamt - Wirtschaft und Statistik 4/2009, S.355 - 364
- EMEP, 2003: Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 3rd Edition September 2003 UPDATE, EEA, Copenhagen, 2003
- EMEP, 2005: European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2005. Technical report No 30., Stand: 31.12.2005  
URL: <http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/>
- EMEP (2006) -EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006, Technical Report No 11/2006. <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4>
- EMEP, 2007: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007, Technical Report No 16/2007. <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5>
- EMEP, 2009: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009, Technical Report No 6/2009. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>
- EMEP/EEA, 2010: EMEP/EEA Guidebook 2009, Kapitel 1.A.3.a, 1.A.5.b Aviation, URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation.pdf> (Update Dezember 2010) und [http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation\\_annex.zip](http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation_annex.zip).
- EUROCONTROL, 2004 – The Advanced Emission Model (AEM3) - Validation Report, Jelinek, F., Carlier, S., Smith, J., EEC Report EEC/SEE/2004/004, Brüssel 2004. URL: [http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard\\_page/DOC\\_Report\\_2004\\_016.html](http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/DOC_Report_2004_016.html)
- EUROCONTROL, 2006 – The Advanced Emission Model (AEM3) - Validation Report, Jelinek, F., Carlier, S., Smith, J., EEC Report EEC/SEE/2004/004, Brüssel 2004  
URL: [http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard\\_page/DOC\\_Report\\_2004\\_016.html](http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/DOC_Report_2004_016.html) [http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard\\_page/DOC\\_Report\\_2006\\_030.html](http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/DOC_Report_2006_030.html)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 1990: Soil Map of the World. Revised Legend. Reprinted with corrections. FAO, Rome, World Soil Resources Report 60
- FAO 1998: World Reference Base for Soil Resources. Rome, Italy.
- FAO Statistical Yearbook 2004; Table D1 - Dietary energy protein and fat consumption 2004; [www.fao.org/docrep/008/y5473m/y5473m00.HTM#Contents\\_en](http://www.fao.org/docrep/008/y5473m/y5473m00.HTM#Contents_en)
- FAO: Statistical Yearbook 2007-2008 (2010); Table D1: Dietary energy protein and fat consumption [www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/d-consumption/en/](http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/fao-statistical-yearbook-2007-2008/d-consumption/en/);
- FAO Statistical Yearbook 2010; Table D1 - Dietary energy protein and fat consumption ; [www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-consumption/en/](http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-consumption/en/)

- FAUSTZAHLEN (1993): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 12th ed., Landwirtschaftsverlag, Münster, 1993
- FHG ISI, 1993: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung: Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland: Emissionsbilanz, Identifikation von Forschungs- und Handlungsbedarf sowie Erarbeitung von Handlungsempfehlungen ; Phase 1, UBA-Berichte 93/09, FKZ 10402682, E. Schmidt-Verlag Berlin, 1993
- FICHTNER et al. 2011: Fichtner, W; Karl, U; Hartel, R; Balussou, D: Fortschreibung der Emissionsfaktoren für Feuerungs- und Gasturbinenanlagen nach 13./17. BImSchV und TA Luft; Bericht zum Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes unter FKZ 3708 42 301, durchgeführt vom Deutsch-Französischen Institut für Umweltforschung (DFIU) und dem Europäischen Institut für Energieforschung (EIFER)
- FISCHER, 1997: Klimawirksame Emissionen durch PKW-Klimaanlagen. Diplomarbeit an der TU Berlin, FB 10, ISS-Fahrzeugtechnik.
- FOEN (Federal Office for the Environment) 2010: Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2008, Bern, Switzerland
- FORTMANN, H., P. RADEMACHER, H. GROH & H. HÖPER (in Veröffentlichung): Stoffgehalte und –vorräte im Boden und deren Veränderungen; GeoBerichte des LBEG;
- FRAVER et. al 2002, Fraver, S.; Wagner, R.G.; Day, M.; 2002. Dynamics of coarse woody debris following gap harvesting in the Acadian forest of central Main, U.S.A. Can. J. For. Res. 32, 2094-2105.
- FRAUENHOFER ISI 2000: Reichert und Schön: "Methanemissionen durch den Einsatz von Gas in Deutschland von 1990 bis 1997 mit einem Ausblick auf 2010"; Auftragsnummer AG GI5-46043-3/31 im Auftrag des Deutschenvereins des Gas- und Wasserfaches e.V., Karlsruhe 2000
- FREIBAUER, A.; GENSIOR, A. 2011: Annex 3, Chapter 19.5.2: Other detailed methodological descriptions for the source/sink category "Land-use change and forestry" (5) – Cropland, grassland, wetlands, settlements and other areas (5.B/5.C/5.D/5.E/5.F), 650-671. In: Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2011. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2009. Dessau: Federal Environment Agency, ISSN 1862-4359, 755 p.
- FULLER, R., SMITH, G. und DEVEREUX, B. (2003): The characterisation and measurement of land cover change through remote sensing: problems in operational applications. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 4: 234-253.
- GÄRTNER, S.; MÜNCH, J.; REINHARDT, G. und VOGT, R. (2008): Materialband: E. Ökobilanzen. In: BMU-Bericht „Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland“, FKZ: 0327544.
- GDA, 2011: Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. (GDA) – GDA Startseite – Produktion, URL: : <http://www.aluinfo.de/index.php/produktion.html>

- GENSIOR, A. & J. ZEITZ (1999): Einfluss einer Wiedervernässungsmaßnahme auf die Dynamik chemischer und physikalischer Bodeneigenschaften eines degradierten Niedermoors. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, 38, S. 267 – 302
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2006): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 10. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt/M., DLG, 247 S.
- GICON, 2008: Implementierung der Bilanz der Emissionsursachen auf Basis der MESAP-Datenbank Bachmann, Thomas; Kalies, Heiko GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH Niederlassung Leipzig 2008
- GLOBAL CARBON PROJECT (2012): The Carbon Budget 2013;  
<http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/13/hl-full.htm>; Zugriff: 25.11.2013
- GRUNDNER, F.; SCHWAPPACH, A. 1952: Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. 10. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 216 S.
- GSE 2003: Service ‘Forest Monitoring Inputs for Greenhouse Gas (GHG) Reporting’. Service Results 2003, Reporting Area: Main parts of the Federal State “Saxony”, Issue 1.0, 50 p.
- GSE 2006: S6 Service Operations Report. Forest Monitoring Inputs for National Greenhouse Gas (GHG) Reporting. Service to BMELV. GSEFM-T2-S6-Ph1. Issue 1.0, 125 p.
- GSE 2007: S6 Service Operations Report. Forest Monitoring Inputs for National Greenhouse Gas (GHG) Reporting. Service to BMELV. GSEFM-T3-S6-Ph2. Issue 2.1, 93 p.
- GSE 2009: S6 Service Operations Report. Forest Monitoring Inputs for National Greenhouse Gas (GHG) Reporting. Service to BMELV. GSEFM-T3-S6-Ph3. Issue 1.0, 211 p.
- GUJER, W.: Siedlungswasserwirtschaft, Springer, 3. Auflage, 2007, ISBN 978-3540343295, Seiten 71 und 93
- HAENEL et al. (2011): Haenel, H.-D.; Dämmgen, U.; Rösemann, C.: Estimating numbers of piglets, weaners and fattening pigs for the German agricultural emission inventory. Landbauforschung, 61: 229 – 236.
- HAENEL et al. (2011a): Haenel, H.-D.; Dämmgen, U.; Laubach, P.; Rösemann, C.: Update of the calculation of metabolizable energy requirements for pigs in the German agricultural emission inventory. Landbauforschung, 61: 217 – 228.
- HAENEL et al. (2014): Haenel H.-D.; Rösemann, C.; Dämmgen, U.; Poddey, E.; Freibauer , A.; Wulf, S.; Eurich-Menden, B.; Döhler, H.; Schreiner, C.; Bauer, B.; Osterburg, B.: Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2012. Report on methods and data (RMD). Submission 2014. Thünen Rep 17, p 348
- HÄUSSLER, T., SIEGMUND, R., RIEDEL, T. und KENTER, B. (2006): S6 Service Operations Report. Forest Monitoring Inputs for National Greenhouse Gas (GHG) Reporting. Service to BMELV. Stage 2 of the Earthwatch GMES Service Element. Technischer Bericht, GAF AG, München

- HAKKILA, P. 1972: Utilisation of residual forest biomass. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 568 S.
- HENRICHSMAYER et al, 1996: Henrichsmeyer, W.; Cypris, Ch.; Löhe, W.; Meuth, M.; Isermeyer F; Heinrich, I.; Schefski, A.; Neander, E.; Fasterding, F.; Neumann, M.; Nieberg, H.: Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BMELF (94 HS 021), Bonn, Braunschweig
- HOBBS et al., 2004: Hobbs P.J.; Webb J.; Mottram T.T.; Grant B.; Misselbrook T.M.: Emissions of volatile organic compounds originating from UK livestock agriculture. *J Science of Food and Agriculture* 84, 1414-1420
- HÖPER, H. (2002): Carbon and nitrogen mineralization rates in German agriculturally used fenlands. In: Broll, G. Merbach, W. und E.-M. Pfeiffer (Hrsg.): Wetlands in Central Europe. Soil organisms, soil ecological processes, and trace gas emissions. Springer, Berlin, 149-164.
- HÖPER, H.; SCHÄFER, W. 2012: Die Bedeutung der organischen Substanz von Mineralböden für den Klimaschutz. Bodenschutz, 3-12, S.72 - 80
- HVG, 2008: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. Teilvorhaben 02: Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Glas- und Mineralfaserindustrie., Forschungsbericht in Veröffentlichung
- IER, 2008: Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung Stuttgart (Herausgeber); Theloke, Jochen; Wagner, Susanne; Jepsen Dirk: Emissionen aus der Nahrungsmittelindustrie, Forschungsbericht UBA-FB 001480, FKZ 206 42 101/01.
- IFE, 1991: IfE Leipzig GmbH, Energiebilanz 1990 für die neuen Bundesländer. Von Jochen Hesselbach und Mitarbeit von Bernd 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 - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH: Aktualisierung des Daten- und Rechenmodells: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980 bis 2020; sowie TREMOD 3.0 ; im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 201 45 112; Berlin 2002
- IFEU, 2003a: Detzel, A., Vogt, R., Fehrenbach, H., Knappe, F., Gromke, U., IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH: Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien. Teil Abfall/Abwasser, Februar 2003
- IFEU, 2009: Helms, H., Lambrecht, U., Knörr, W. , IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH: Aktualisierung des Modells TREMOD-Mobile Machinery , im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 360 16 018, Heidelberg, Korrigendum 11.02.2010.

- IFEU, 2013: Knörr, W. et al, IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH: Fortschreibung des Daten- und Rechenmodells: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030, sowie TREMOD 5.3, im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Berlin.
- IFEU & INFRAS, 2009: IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH und INFRAS Zürich: Ermittlung der Unsicherheiten der mit den Modellen TREMOD und TREMOD-MM berechneten Luftschadstoffemissionen des landgebundenen Verkehrs in Deutschland, FKZ 360 16 023, Heidelberg & Zürich.
- IFEU & ÖKO-INSTITUT, 2010: Entwicklung eines eigenständigen Modells zur Berechnung des Flugverkehrs (TREMOT-AV), Endbericht zum F+E-Vorhaben 360 16 029; URL: <http://www.uba.de/uba-info-medien/4357.html>, Berlin & Heidelberg, November 2010
- IGZ (2007): IGZ – Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren/Erfurt. Düngung im Freilandgemüsebau – Datenbasis für eine erfolgreiche Düngung im Freilandgemüsebau (2. Auflage). Berlin/Bonn.  
[http://www.igzev.de/files/Dueng\\_im\\_FGB.pdf](http://www.igzev.de/files/Dueng_im_FGB.pdf)
- IKP, 1996: Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP), Universität Stuttgart: Ganzheitliche Bilanzierung von Dachbahnen aus Bitumen. In elektronischer Form über die UBA-Fachbibliothek zu beziehen (Signatur UM 381318)
- INFRAS, 2010: Handbuch der Emissionsfaktoren 3.1 -, Bern, Januar 2010: URL: <http://www.hbefa.net>
- IPCC, 1996a: Intergovernmental Panel on Climate Change: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Workbook, 1996
- IPCC, 1996b: Intergovernmental Panel on Climate Change: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3: Reference Manual, 1996
- IPCC, 1996c: Intergovernmental Panel on the Climate Change, Emission Inventory Guidebook, 1996: B 465, B466, B 644
- IPCC, 1999: Intergovernmental Panel on Climate Change: Aviation and the Global Atmosphere, Kapitel 9, Aircraft Emissions: Current Inventories and Future Scenarios, Cambridge University Press, 1999
- IPCC, 2000: Intergovernmental Panel on Climate Change, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC Secretariat, 16th Session, Montreal, 1-8 May 2000  
<http://www.ipcc-nccc.iges.or.jp/public/gp/english/>
- IPCC, 2001: Intergovernmental Panel on Climate Change: Corrigendum of Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc-nccc.iges.or.jp/public/gp/gpcaum.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/WB/SI/2004. Bonn.

- IPCC, 2006: Intergovernmental Panel on Climate Change: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual, Volume 4, 2006
- IPCC 2006a – Intergovernmental Panel on Climate Change: Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 3\_ Mobile Combustion, S. 3.61;  
URL: [http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_3\\_Ch3\\_Mobile\\_Combustion.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)
- IPCC, 2006b – Intergovernmental Panel on Climate Change: Datenbank für Emissionsfaktoren des IPCC; URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>
- IPCC 2006c: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 6 Wastewater Treatment and Discharge, 2006
- IPCC, 2007: Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 URL:  
[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html)
- IPCC, et al, 1997: IPCC/UNEP/OECD/IEA: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Greenhouse Gas Inventory. Volume 3. Reference Manual. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.htm>
- IVT, 2004: Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V.: Fahrleistungserhebung 2002, Teil: Begleitung und Auswertung. Untersuchung im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Projektnummer FE 82.201/2001. Heilbronn/Mannheim.
- JANSSEN, J.; LAATZ, W. 2007: Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. 5. Auflage Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
- JOHANNSON, T. und HJELM, B. (2012): Stump and Root Biomass of Poplar Stands. Forests 3: 166 178.
- JARVIS & PAIN, 1994: Jarvis, S.C.; Pain, B.F.: Greenhouse gas emissions from intensive livestock systems: their estimation and technologies for reduction. Climatic Change 27, 27-38.
- KÄNDLER, G.; BÖSCH, B. 2013: Methodenentwicklung für die 3. Bundeswaldinventur: Modul 3 Überprüfung und Neukonzeption einer Biomassefunktion: Abschlussbericht, 69 S., Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abt. Biometrie und Informatik
- KIRCHGESSNER et al. (1994): Kirchgessner M, Windisch W, Müller HL : Methane release from dairy cows and pigs. In: Aguilera JF (ed) Proc XIII Symp on energy metabolism of farm animals. EAAP Publ 76:399-402
- KIRCHGESSNER et al. (2008): Kirchgessner M, Roth FX, Schwarz, FJ, Stangl GI. Tierernährung. 12. Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt a.M., 635 S.
- KNIGGE, W.; SCHULZ, H. (1966): Grundriss der Forstbenutzung. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 584 S.
- KÖNIG, H.-C., 2007. Waldbrandschutz - Kompendium für Forst und Feuerwehr, 1. Fachverlag Matthias Grimm, Berlin, 197 pp.

KÖNIG, N.; BLUM, U.; SYMOSSEK, F.; BUSSIAN, B.; ELLINGHAUS, R.; FURTMANN, K.; GÄRTNER, A.; GUTWASSER, F.; HAUENSTEIN, M.; KIESLING, G.; KLINGENBERG, U.; KLINGER, T; MÖLLER, A.; NACK, T.; REICHELT, L.; SCHIMMING, C.; STAHN, M.; TREFZ-MALCHER, G.; UTERMANN, J. 2005: Handbuch Forstliche Analytik. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn, 510 S.

<http://www.bmeli.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Wald-Jagd/WaldBodenZustand/Handbuch-Forstliche-Analytik.html>

KOLLMANN, F. 1982: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

KONOPATZKY, A. 2009: Die Veränderungen von Corg- und Nt-Zuständen der Waldböden im Norddeutschen Tiefland am Beispiel Brandenburgs. Tagungsbeitrag zu Kommission III, Böden eine endliche Ressource. DBG, Bonn, 4 S., <http://eprints.dbges.de/373/>

Korrespondenz Abwasser, Abfall 2009, Ausgabe 11, Hg: GFA, D-53773 Hennef, [www.dwa.de/KA](http://www.dwa.de/KA)

KTBL, 2012: Dokumentation zur Datenaufbereitung der Aktivitätsdaten Biogas für den Nationalen Inventarbericht, Submission 2013 für 2011 (Stand: August 2012). Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, 8 S.

KURZ, W.A.; BEUKEMA, S.J.; APPS, M.J. (1996): Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector, Can. J. For. Res., Nr. 26 (11), pp.1973-1979

LABER, H. (2005): Biologische N<sub>2</sub>-Fixierung von Gemüseerbsen und -buschbohnen. In: Infodienst 02/2005 für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), 81-89

LALE, Andreas 2000: Langzeitemissionsverhalten von Deponien für Siedlungsabfälle in den neuen Bundesländern. TU Dresden, Dissertation; Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften.

LANGE, Hans-Jürgen, 1988: Kokereien. VOC aus 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/lq/at/likelgatn.nsf/PrintView/63ED15ADE8FCF595C1256B7B004C6250>, Zugriff Mai 2005

LISKI, J. 1995: Variation in soil organic carbon and thickness of soil horizons within a boreal forest stand - effect of trees and implications for sampling. Silva Fennica, 29, 255–266

- LISKI J.; PERRUCHOU, D.; KARJALAINEN, T. 2002: Increasing carbon stocks in the forest soils of Western Europe. *Forest Ecology and Management*, 169, 159-175
- LUO, Z., WANG, E., SUN, O.J., 2010: Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139, 224 – 231
- MEYER, K., 1999: Die Flüsse der klimarelevanten Gase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O eines nordwestdeutschen Niedermoors unter dem Einfluss der Wiedervernässung. *Göttinger Bodenkundliche Berichte*, 111, 134 S.
- MELLERT, K.; WEIS, W.; RÜCKER, G. 2007: Ermittlung der (potentiell) zu erwartenden Signalstärke von Bodenveränderungen – Grundlage für die Bewertung und Interpretation von Ergebnissen der BZE II. BFH, Eberswalde, 92 S., [http://bfh-web.fh-eberswalde.de/bze/front\\_content.php?idcat=120&idart=224](http://bfh-web.fh-eberswalde.de/bze/front_content.php?idcat=120&idart=224)
- MNUW, 1990: Ministerium für Naturschutz, Umweltschutz und Wasserwirtschaft 1990): Umweltbericht der DDR – Informationen zur Analyse der Umweltbedingungen in der DDR und zu weiteren Maßnahmen, März 1990, statistische Angaben für das Aufkommen an Siedlungsabfall für das Gebiet der ehemaligen DDR Tabelle 12, S. 56
- MOKANY, K., R.J. RAISON & A.S. PROKUSHKIN, 2006: Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology*, 12, 84 - 96
- MÜLLER-BBM (2009a): Bender et al „Inventarverbesserung 2008, Verbesserung und Ergänzung der aktuellen Inventardaten, IPCC-Kategorie (1996) 1.B.2 Diffuse Emissionen aus Erdöl und Erdgas“, Müller-BBM; Bericht Nr. M 76 595/4, UBA FKZ 360 16 012, 136 S.
- MÜLLER-BBM (2009b): Bender et al „Aufbereitung von Daten der Emissionserklärungen gemäß 11. BlmSchV aus dem Jahre 2004 für die Verwendung bei der UNFCCC- und UNECE-Berichterstattung - Bereich Lageranlagen“, Müller-BBM Bericht Nr. M74 244/7, UBA FKZ 3707 42 103/01, 31 S.
- MÜLLER-BBM (2012): Bender und Langer „Ermittlung von Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten im Bereich IPCC (1996) 1.B.2.b.iii“, Müller-BBM Bericht Nr. M96023/01, UBA FKZ 360 16 035, 41 S.
- MÜLLER-USING, S.; BARTSCH, N.; 2009. Decay dynamic of coarse and fine woody debris of a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Germany. *Eur J Forest Res*, 128, 287-296
- MUNDEL, G. (1976): Untersuchungen zur Torfmineralisation in Niedermooren.- Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde. H. 10, 20: 669-679
- MWV, 2006: Mineralölwirtschaftsverband, „Mineralölzahlen 2005“.
- MWV, 2013: Mineralölwirtschaftsverband: MWV Jahresbericht Mineralöl-Zahlen 2011 URL: [http://www.mwv.de/upload/Publikationen/dateien/2011\\_JB\\_Endfassung\\_Internet\\_cp2dg2sNbpnYyDX.pdf](http://www.mwv.de/upload/Publikationen/dateien/2011_JB_Endfassung_Internet_cp2dg2sNbpnYyDX.pdf), (Aufruf: 22.11.2013), Berlin.
- NABUURS G.J.; SCHELHAAS M.J. 2002: Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX. *Ecological Indicators*, 1, 3, 213-223

NEUBAUER, M.; DEMANT, B. (in Vorbereitung): Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen oberirdischer und unterirdischer Biomasse der Kiefer im Nordostdeutschen Tiefland, Thünen-Institut 2013

OECD/IEA, 2013: CO<sub>2</sub>-Emissions from fuel combustion 2013 Edition - Highlights, OECD & IEA, Paris, URL:

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,43840,en.html>

OEHMICHEN, K., DEMANT, B., DUNGER, K., GRÜNEBERG, E., HENNIG, P., KROIHER, K., NEUBAUER, M., POLLEY, H., RIEDEL, T., ROCK, J., SCHWITZGEBEL, F., STÜMER, W., WELLBROCK, N., ZICHE, D. und BOLTE, A. (2011): Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald, Band 343. Landbauforschung — vTI Agriculture and Forestry Research. ISBN 978-3-86576-069-2

OEHMICHEN, K.; DUNGER, K.; Steuk, J.; STÜMER, W.; RIEDEL, T. 2011b: Annex 3, Chapter 19.5.1: Other detailed methodological descriptions for the source/sink category "Land-use change and forestry" (5) – Forest land (5.A), 637-649. In: Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2011. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2009. Dessau: Federal Environment Agency, ISSN 1862-4359, 755 p.

ÖKO-INSTITUT, 2004a: Arbeitsergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 201 42 258 Unterstützung beim Aufbau eines Nationalen Systems für eine transparente Erhebung der Grundlagendaten und für die Emissionsberichterstattung entsprechend Artikel 5(1) des Kyoto-Protokolls, Auftragnehmer Öko-Institut, noch bis 15.10.2005 laufend (unveröffentlicht)

ÖKO-INSTITUT, 2004b: Emissionen in Abwasser- und Schlammbehandlung. Arbeitspapier im Rahmen des dem F+E-Vorhaben 201 42 258 Unterstützung beim Aufbau eines Nationalen Systems für eine transparente Erhebung der Grundlagendaten und für die Emissionsberichterstattung entsprechend Artikel 5(1) des Kyoto-Protokolls (unveröffentlicht)

ÖKO-INSTITUT, 2004c: CO<sub>2</sub> Emissionsfaktoren für die Erstellung der nationalen CO<sub>2</sub>- Inventare. Teilbericht für den nationalen Inventarbericht 2004.

ÖKO-INSTITUT, 2005 Analyse, Dokumentation und Überarbeitung der Bilanz der Emissionsursachen (BEU) / Verena Graichen, Ralph O. Harthan, Julia Repenning Weitere Titel Zeitnahe Erfassung und Bewertung des Energieumsatzes von stationären Quellen als Grundlage für strategische Entscheidungen, Bewertungen von Maßnahmen und die Erfüllung internationaler Berichtspflichten im Bereich Klimaschutz und Luftreinhaltung

ÖKO-INSTITUT, 2006a: Kurzstudie - Stand und Entwicklung von Treibhausgasemissionen in den Vorketten für Erdöl und Erdgas für das Institut für wirtschaftliche Oelheizung e.V. (IWO), Endbericht erstellt von Uwe R. Fritsche. Darmstadt, Juli 2006.

ÖKO-INSTITUT, 2006b: Datenaustausch zwischen Emissionshandel und Nationaler Klimaschutzberichterstattung, Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben FKZ 205 41 521, Berlin, Dezember 2006. Unveröffentlicht.

ÖKO-INSTITUT, 2009: Überarbeitung des Emissionsinventars des Flugverkehrs, vorläufiger Endbericht zum F+E-Vorhaben FKZ 360 16 019, Berlin, August 2009.

ÖKO-INSTITUT, 2013: Inventartool zum deutschen Flugverkehrsinventory 1990-2012, im Rahmen der Aktualisierung des Moduls TREMOD-AV im Transportemissionsmodell TREMOD, Berlin, 2013

ÖKO-INSTITUT / DIW 2007 (Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V.) / DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 2007: Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsdaten für die Berichte über Emissionen aus stationären Feuerungen im Rahmendes Nationalen Inventarberichtes und des Monitoring Mechanismus nach RLEG 99/296; Endbericht zum F&E-Vorhaben FKZ 204 41 132 i.A. des UBA; Berlin

ÖKO-RECHERCHE, 1996, Büro für Umweltforschung und –beratung GmbH: Aktuelle und künftige Emissionen treibhauswirksamer fluorierter Verbindungen in Deutschland, im Auftrag des UBA, FKZ 106 01 074/01, Frankfurt am Main, 1996

ÖKO-RECHERCHE, 2001: Emissionen des Kältemittels R-134a aus mobilen Klimaanlagen. Jährliche Emissionsraten von bis zu sieben Jahre alten PKW-Klimaanlagen, Gutachten für das Umweltbundesamt Berlin, Frankfurt.

ÖKO-RECHERCHE, 2005: Emissionen und Emissionsprognose von H-FKW, FKW und SF6 in Deutschland - Aktueller Stand und Entwicklung eines Systems zur jährlichen Ermittlung (Emissionsdaten bis 2003 und Emissionsprognosen für die Jahre 2010 und 2020), Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau, FKZ 202 41 356.

URL: [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3000](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3000)

ÖKO-RECHERCHE, 2007: Daten von H-FKW, FKW und SF6 für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention für die Berichtsjahre 2004 und 2005 (F-Gas-Emissionen 2004/2005 und Unsicherheitsbestimmung im ZSE), Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau, FKZ 205 41 217/01. URL: [http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3439](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3439)

ÖKO-RECHERCHE, 2009: Öko-Recherche - Büro für Umweltforschung und –beratung GmbH, Dr. Winfried Schwarz: SF<sub>6</sub> und NF<sub>3</sub> in der deutschen Photovoltaik-Industrie - Inventarverbesserung 2008 – Verbesserung und Ergänzung der Daten für die nationale Emissionsberichterstattung gemäß Klimarahmenkonvention in der Quellgruppe Photovoltaik (2.F.9.h), Endbericht, FuE-Vorhaben FKZ 360 16 027, Frankfurt a.M., Dezember 2009.

ÖKO-RECHERCHE 2013: Implementierung der ab dem Berichtsjahr 2013 gültigen IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006 in the Inventarerhebung fluorierter Treibhausgase (HFKW, FKW, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>), Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3712 41 103 1, 2013. Unveröffentlicht.

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 5<sup>th</sup>

- OSOWSKI, S., J. NEUMANN & H. FAHLENKAMP (2004): Nutzung biogener Festbrennstoffe in Vergasungsanlagen. Chemie Ingenieur Technik, 76, No. 7
- PAUL, C.; WEBER, M.; MOSANDL, R. 2009: Kohlenstoffbindung junger Aufforstungsflächen. München: Karl Gayer Institut & Technische Universität München, Lehrstuhl für Waldbau, 70 S (unveröffentlicht)
- PENNSTATE COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES (2011): Calf Rumen Images. <http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/calves/rumen> [2011-02-15]
- PIATKOWSKI B.; JENTSCH W. 2012: Anfrage zur Berechnung der Methanemissionen der Rinder; 18.12.2012 (unveröffentlicht; hinterlegt in der Inventarbeschreibung Landwirtschaft: Inventarüberprüfung 2012)
- PISTORIUS, T.; ZELL, J.; HARTEBRODT, C. 2006: Untersuchungen zur Rolle des Waldes und der Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt des Landes Baden-Württemberg; Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Institut für Forstökonomie, Technischer Bericht; 224 S.
- PÖPKEN, S., 2011: Obstbau, Weinbau und Weihnachtsbaumkulturen in Deutschland. Zwischenbericht des Forschungsprojekts „Methodenentwicklung zur Erfassung der Biomasse mehrjährig verholzter Pflanzen außerhalb von Waldflächen“; Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Weltforstwirtschaft
- PREISEGGER, 1999: Solvay Fluor und Derivate GmbH: Automotive Air Conditioning Impact of Refrigerant on Global Warming, in: Joint IPCC/TEAP Expert Meeting on Options for the Limitation of Emissions of HFCs and PFCs, Petten, 26-28 May 1999.
- PRIETZEL, J.; STETTER, U.; KLEMMT, H.-J.; REHFUESS, K.E. 2006: Recent carbon and nitrogen accumulation and acidification in soils of two Scots pine ecosystems in Southern Germany. Plant and Soil, 289, 153-170
- PROGNOS, 2000: Anwendung des IPCC-Referenzverfahrens zur Ermittlung der verbrennungsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland, Forschungsprojekt des UBA, FKZ 29744850, 2000
- RENTZ et al, 2002: Rentz, Otto; Karl, Ute; Peter, H.: Ermittlung und Evaluierung von Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in Deutschland für die Jahre 1995, 2000 und 2010, Bericht zum Forschungsprojekt des Umweltbundesamtes unter FKZ 299 43 142, durchgeführt vom DFIU (Universität Karlsruhe, Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung)
- RENTZ et al. 2002b: O. Rentz, K. Gütling und U. Karl 2002: Erarbeitung der Grundlagen für das BVT-Merkblatt Großfeuerungsanlagen im Rahmen des Informationsaustausches nach Art. 16(2) IVU-Richtlinie, Forschungsbericht 200 46 317, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- RETTELBERGER et al, 1997: RETTELBERGER, STEGMANN: Neue Aspekte der Deponiegasnutzung. Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft Band 11. Economia-Verlag Bonn 1997. u.a. S. 268, 319
- RICHTLINIE DES RATES vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) (ABI. L 135 vom 30.5.1991, S. 40

- RÖSEMANN et al. 2011: Rösemann C, Haenel H-D, Poddey E, Dämmgen U, Döhler H, Eurich-Menden B, Laubach P, Dieterle M, Osterburg B: Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2009. Methods and data. Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research, Sonderheft 342
- RÖSEMANN et al. 2013: Rösemann, C.; Haenel H.-D.; Dämmgen, U.; Poddey, E.; Freibauer , A.; Wulf, S.; Eurich-Menden, B.; Döhler, H.; Schreiner, C.; Bauer, B.; Osterburg, B.: Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2011. Report on methods and data (RMD). Submission 2013. Thünen Rep 1. URL: [http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/AK/PDFs/Th%C3%BCnen\\_Report\\_1.zip](http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/Th%C3%BCnen_Report_1.zip)
- ROTH, U.; DÖHLER, H.; HARTMANN, S.; WULF, S. (2011): Treibhausgasbilanzen und CO<sub>2</sub>eq-Vermeindungskosten landwirtschaftlicher Biogasanlagen. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. KTBL-Schrift 488, Darmstadt, S. 196-208
- SACHS, L. 1984: Angewandte Statistik. Bd. 6. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- SANANTONIO, D.; HERMANN R.K.; OVERTON W.S. (1977): Root biomass studies in forest ecosystems. *Pedobiologia* 17:1–31
- SCHÖN, WALZ, et al. 1993: Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland : Emissionsbilanz, Identifikation von Forschungs- und Handlungsbedarf sowie Erarbeitung von Handlungsempfehlungen, ISBN 3-503-03495-1
- SCHÖNING, I.; TOTSCHE, K.U.; KOGEL-KNABNER, I. 2006: Small scale spatial variability of organic carbon stocks in litter and solum of a forested Luvisol. *Geoderma*, 136, 631-642
- SCHULZE, E-D.; HÖGBERG, P.; VAN OENE, H.; PERSSSON, T.; HARRISON, A. F.; READ, D. J.; KJÖLLER, A.; MATTEUCCI, G. 2000: Interactions between the carbon and nitrogen cycle and the role of biodiversity. *Ecological Studies*, 142, 468–492
- SCHWARZ, KIMMEL, GSCHREY; LEISEWITZ, SAUER o.J.: Modelle für die Inventarerhebung von F-Gasen, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 363 01 351, 2012. Unveröffentlicht.
- SCHWITZGEBEL , F.; DUNGER, K.; POLLEY, H. 2009: Die Inventurstudie 2008. Ergebnisse einer Kohlenstoffinventur auf Bundeswaldinventur-Basis. Hintergrund, Methodik und Durchführung der Studie. *Allg Forst Z Waldwirtsch Umweltvorsorge* 64: 1070-1071
- SENSE et al, 1991: SENSE F, SCHERZ H.: Der Kleine "Souci-Fachmann-Kraut", Lebensmitteltabelle für die Praxis, 2. Auflage Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart
- SIEGL et al., 2002: R-134a Emissions from Vehicles, ENVIRON. SCI & TECHNOL., VOL. 36, 561-566.
- SIX, J.; CONTANT, R.T.; PAPUL, E.A.& PAUSTIAN, K. 2002: Stabilization Mechanisms Of Soil Organic Matter: Implications For C-Saturation Of Soils. *Plant And Soil*, 241, 155-176
- SKM Enviro 2010: Eco-Efficiency Study of Supermarket Refrigeration, for the European Partnership for Energy and Environment (EPEE), March 2010.

SNEATH, R.W., CHADWICK, D.R., PHILLIPS, V.R., PAIN, B.F. 1997. A UK inventory of nitrous oxide emissions from farmed livestock. Commissions WA 0604 and WA 0605, SRI/IGER, May 1997.

SOMMER S.G. 2001: Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. European Journal of Agronomy 14, 123-133

STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V o.J.: Statistik der Kohlenwirtschaft, „Herstellung von Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks, Staub-, Trocken- und Wirbelschichtkohle nach Revieren“, [www.kohlenstatistik.de](http://www.kohlenstatistik.de) (Aufruf: 08.08..2012)

STATISTIK DER KOHLENWIRTSCHAFT e.V. Übersichten Download: URL:  
[http://www.kohlenstatistik.de/index.php?article\\_id=4](http://www.kohlenstatistik.de/index.php?article_id=4) (Aufruf 10.08.2013)

STATISTISCHES BUNDESAMT, 1992: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 1992 für die Bundesrepublik Deutschland, Tab. 26.2.1 An Abfallbeseitigungsanlagen angelieferte Abfallmengen nach Art der Anlagen, Tab. 26.2.2 An Abfallbeseitigungsanlagen angelieferte Abfallmengen nach Abfallarten

STATISTISCHES BUNDESAMT, 2002c: Statistisches Bundesamt, Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (WZ93), Wiesbaden 2002.

STATISTISCHES BUNDESAMT, 2008, Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen 2008, Wiesbaden.

URL:  
[https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/Klassifikationengp2009\\_wz2008.xls.html](https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/Klassifikationengp2009_wz2008.xls.html)

STATISTISCHES BUNDESAMT 2012a: Statistisches Bundesamt, Statistik 066 „Monatsberichte über die Elektrizitätsversorgung / Dezember 2012“ Tab. 3.2 und Tab. 5b.

STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011b: Statistisches Bundesamt, Statistik 060: Auswertungen des Statistischen Bundesamtes der Bundesrepublik Deutschland „Energieverwendung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie Bergbaus und Gewinnung von Steinen und Erden“

STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011c: Statistisches Bundesamt, Statistik 067: Auswertungen des Statistischen Bundesamtes der Bundesrepublik Deutschland „Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie Bergbaus und Gewinnung von Steinen und Erden“

STATISTISCHES BUNDESAMT, Statistisches Jahrbuch ; div. Jgg., Wiesbaden

STATISTISCHES BUNDESAMT, 2011: Außenhandelsstatistik, Online-Abfrage (GENESIS) für die WA-Nr. 28362000 durch das UBA (Stand: 30.06.2011/ 14:49:01), Ausfuhr und Einfuhr nach Gewicht, Datei gesichert in der Inventarbeschreibung des UBA, Dessau-Roßlau 2011.

STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013b: Bevölkerung Deutschland, Online-Abfrage (GENESIS) durch das UBA (Stand: 25.09.2013 / 08:10:31), Fortschreibung des Bevölkerungsstandes, Wiesbaden

STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung (div. Jgg.)

- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei,– Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen); (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.1.4, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumobstflächen – (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.1.5, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Grunderhebung der Rebflächen - (2009)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.1.5, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Landwirtschaftliche Bodennutzung - Rebflächen - (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Feldfrüchte; (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 3.2.1, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Wachstum und Ernte – Obst; (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, FACHSERIE 3, Reihe 3.2.2, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.2.2: Erhebung der Weinerzeugung - Wein- und Mostmengen nach Qualitätsstufen und Weinmostart (Weißmost/Rotmost)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3 Reihe 4, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4: Viehbestand und tierische Erzeugung.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3 Reihe 4.1, versch. Jahrgänge: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4.1: Viehbestand.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 3.1, Jg. ab 1991: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1: Produzierendes Gewerbe - Produktion im produzierenden Gewerbe, Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 4.1.1, Jg. ab 1991-2003: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1: Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden, Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 6.4, Jg. ab 1991: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 6.4: Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Bergbau und im verarbeitenden Gewerbe, Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 8.1, versch. Jahrgänge bis 2009: Statistisches Bundesamt; Fachserie 4, Reihe 8.1; Eisen und Stahl, Poeschel-Verlag
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4 Reihe 8.2, Jg. ab 1990: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 8.2: Produzierendes Gewerbe, Düngemittelversorgung, Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 8 Reihe 4, Jg. ab 1991: Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 4: Binnenschifffahrt (für die Jahre 1990-2003), Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 1, Jg. ab 1990: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 1: Umwelt, Abfallentsorgung.

- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19, Reihe 2.1, 2011: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 2.1: Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, Klärschlamm (div. Jgg.), Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 2.1.3, Jg. ab 2010: Umwelt Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserentsorgung - Strukturdaten zur Wasserwirtschaft, Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 19 Reihe 2.2: Umwelt, Nichtöffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013a; Umwelt - Abwasserbehandlung – Klärschlamm – Ergebnisbericht 2010 (2013), Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT 2011d; Wasserwirtschaft Öffentliche Abwasserentsorgung Klärschlammverwertung aus der biologischen Abwasserbehandlung 2011, Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013c: Pressemitteilung vom 31. Mai 2013 – 188/13; Zensus 2011
- STATISTISCHES BUNDESAMT, BGS-Bögen unveröffentlicht (Brennstoff-, Gas- und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Press- und Hammerwerke einschließlich der örtlich verbundenen sonstigen Betriebe (ohne eigene Kokerei))- Zusammenfassung der Erfassungsbögen der Eisen- und Stahlstatistik (FS 4 Reihe 8.1)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Umweltnutzung und Wirtschaft, Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (div. Jgg.)
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 4: Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Flächennutzung, Umweltschutzmaßnahmen (div. Jgg.)
- STEHFEST E; BOUWMAN L, 2006: N<sub>2</sub>O and NO emission from agricultural fields and soils under natural vegetation: summarizing available measurement data and modelling of global emissions. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 74, 207-228
- STEUK, J. 2010: Vorgaben zur Bewirtschaftung von Wald in Deutschland im Kontext internationaler Vorgaben nach IPCC. vTI-WOI Eberswalde (unveröffentlicht).
- STRAUSS, Karl 1998: Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, regenerativer und nuklearer Energiequellen. 4. Auflage. Springer-Verlag.
- STRUSCHKA, 2008: Struschka, Dr. M., Kilgus, D., Springmann, M.; Baumbach, Prof.Dr. Günter: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung; UBA-Forschungsbericht 205 42 322; Dessau, 2008.
- TA LUFT, 1986: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, vom 27. Februar 1986, Gemeinsames Ministerialblatt S. 95, ber. S. 202)
- TA LUFT, 2002: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, vom 24. Juli 2002, Gemeinsames Ministerialblatt (GMBI). Nr. 25 - 29 vom 30.7. 2002 S. 511ff.

- THELOKE et al 2013: Theloke, J.; Kampffmeyer, T.; Kugler, U.; Friedrich, R.; Schilling, S.; Wolf, L.; Springwald, T. (2013): Ermittlung von Emissionsfaktoren und Aktivitätsraten im Bereich IPCC (1996) 1.B.2.a. i-vi - Diffuse Emissionen aus Mineralöl und Mineralölprodukten – Abschlussbericht, Förderkennzeichen 360 16 033; Stuttgart 2013
- TI - Johann Heinrich von Thünen-Institut 2012: Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5. Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMELV vom 01.03.2012. Version 1.01, Stand vom 31.08.2012
- TOMTER, S.M., HYLEN, G. & NILSEN, J.-E. 2010: Development of Norway's National Forest Inventory. In: Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M. & McRoberts, R.E. (eds.): National Forest Inventories. Pathways for common reporting, pp. 411-424. Springer, Heidelberg. ISBN 978-90-481-3232-4.
- UBA, 1983: Greiner, B., Barghoorn, M. Dobberstein, J., Eder, G., Fuchs, J., Gössele, P.: Chemisch-physikalische Analyse von Hausmüll. Forschungsbericht 83-033 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- UBA, 1986: Barghoorn, M., Gössele, P., Kaworski, W.: Bundesweite Hausmüllanalyse 1983-85, Forschungsbericht 10303508 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- UBA, 1989b: Luftreinhaltung '88. Tendenzen - Probleme - Lösungen. Materialien zum Vierten Immissionsschutzbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag (Drucksache 11/2714) nach Paragraph 61 Bundes-Immissionsschutzgesetz Körperschaft, erschienen Berlin Schmidt, E.
- UBA, 1993: Umweltbundesamt: UBA-Text 9/93, Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland. Auftragnehmer: Schön, M. et al. Fhg-ISI
- UBA, 2000a: UBA-Text 14/00: Pfeiffer, Frank / Struschka, Michael / Baumbach, Günter: Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Universität Stuttgart, Herausgeber: Umweltbundesamt, FKZ 299 42 245 / 02, Berlin
- UBA, 2001: German Notes on BAT for the production of Large Volume Solid Inorganic Chemicals – Soda. URL: [www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/sodad.pdf](http://www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv/sodad.pdf) english: [www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv-e/sodae.pdf](http://www.bvt.umweltbundesamt.de/archiv-e/sodae.pdf) )
- UBA, 2003a: Projekthandbuch Decor, Umweltbundesamt, Förderkennzeichen IT 20, in Bearbeitung
- UBA, 2004: IZT, KPMG, DFIU: Arbeitsergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 202 42 266 „Bestimmung und Einführung von Methoden zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle für die deutschen Inventare der Treibhausgasemissionen entsprechend den Vorgaben der Klimarahmenkonvention (KRK) und der Anforderung der ECE-Luftreinhaltekonvention“ (unveröffentlicht)

- UBA, 2004b: Dr. R. Joas; A. Potrykus; R. Schott; S. Wenzel: VOC-Minderungspotenzial beim Transport und Umschlag von Mineralölprodukten mittels Kesselwagen, FKZ 202 44 372, UBA-Texte 12/2004, Dessau.  
URL: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2637.pdf>
- UBA 2005b, FKZ 20442203/02: Endbericht zum Forschungsprojekt „Einsatz von Sekundärbrennstoffen“
- UBA 2005c, FKZ 20541115: unveröffentlichter Zwischenbericht zum Forschungsprojekt „Bereitstellung der Energiedaten für stationäre Feuerungsanlagen zur Erfüllung der Berichtspflichten im Rahmen des Nationalen Treibhausgasinventars (NIR 2006) und des Berichtes zur Festlegung der zugewiesenen Mengen nach Kyoto-Protokoll“
- UBA 2005d: Umweltbundesamt: Qualitätssystem Emissionsinventare. Handbuch zur Qualitätskontrolle und –sicherung bei der Erstellung von Emissionsinventaren und der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der EU-Entscheidung 280/2004/EG, Dessau. Stand 24.08.2005.
- UBA, 2006: Umweltbundesamt: UBA-Text 29/06,: Lechtenböhmer, Nanning, Buttermann, Hillebrand: Bilanzierung der Gewinnung und Verwendung von Kalkstein und Ausweisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Forschungsbericht FKZ 20541217/02, Dessau 2006
- UBA, 2007: Dr. Matthias Kühle-Weidemeier, Wasteconsult International: Endbericht des UFOPlan-Projekts „Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung, FKZ 206 33 301. Juni 2007
- UBA 2007b: Umweltbundesamt: Qualitätssystem Emissionsinventare. Handbuch zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Erstellung von Emissionsinventaren und der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der EU-Entscheidung 280/2004/EG, Dessau. Stand 05.06.2007, unveröffentlicht.
- UBA, 2010: Ableitung der Kalksteinbilanz aus den statistischen Daten der BGR für Zwecke der Emissionsberichterstattung nach Klimarahmenkonvention und Kyoto Protokoll (Kategorie CRF 2.A.3), Publikationsnummer 4033, direkt unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4033.html>
- UBA, 2011, FKZ 3707 33 303: Endbericht zum Forschungsprojekt „Nutzung der Potenziale des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung“ URL:  
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4116.html>
- UBA 2011b, FKZ 360 16 031: Endbericht zum Forschungsprojekt: „Bereitstellung einer qualitätsgesicherten Datengrundlage für die Emissionsberichterstattung zur Umsetzung von internationalen Luftreinhalte- und Klimaschutzvereinbarungen für ausgewählte Industriebranchen – hier: N<sub>2</sub>O Emissionsfaktoren aus der Abwasserreinigung der vier relevantesten Industriebereiche. Ute Austermann-Haun Hochschule Ostwestfalen Lippe), Alvaro Carozzi (Dr. Steinle Indgenieurgesellschaft für Abwassertechnik mbH), Dessau, Oktober 2011.

- UBA/BFI 2012: Umweltbundesamt ; VDEh-Betriebsforschungsinstitut: Emissionsfaktoren zur Eisen- und Stahlindustrie für die Emissionsberichterstattung (gemeinsamer Endbericht zu den FKZ 3707 42 301/01 und 3707 41 111/2). Dessau, 2012 – UBA-Publikationsnr. 4362 (URL: [www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4362.html](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4362.html))
- UBA/BMU 2011: Altfahrzeug-Verwertungsquoten in Deutschland im Jahr 2009 gemäß Art. 7 Abs. 2 der Altfahrzeug-Richtlinie 2000/293/EG – Quality Report: Beschreibung der verwendeten Daten nach Artikel 1 der KOM-Entscheidung 2005/293/EG über Altfahrzeuge, Dessau-Roßlau, Bonn, 29. Juni 2011.
- UMEG 2004: Umweltmessungen, Umwelerhebungen und Gerätesicherheit 2004: Emissionsfaktoren-Handbuch, Emissionserklärung 2004 Baden-Württemberg
- UMWELTBUNDESAMT GmbH 2012: Final report of the 2012 technical review of the greenhouse gas emission inventory of Germany to support the determination of annual emission allocations under Decision 406/2009/EC, Reference: DG CLIMA.C.1/SER/2011/0019, 17.08.2012, archiviertes Dokument "ESD-2012-FINAL\_Review\_Report-Germany.doc", Wien 2012
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) 2006: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, part IIIa: sampling and analysis of soil. Project Coordinating Center (PCC9, Hamburg, 117 p, <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>
- UNFCCC, 1998: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, United Nations 1998
- UNFCCC 2013: National Inventory Submissions.  
[http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/7383.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php), United Nations 2013
- US\_EPA 1995: „AP 42, Fifth Edition, Volume I -Chapter 10: Wood Products Industry“ (Zugriff Oktober 2013)
- UU STS, 2007: Utrecht University (UU), Copernicus Institute Department of Science, Technology, and Society (STS): Estimating CO<sub>2</sub> Emissions from the Non-Energy Use of Fossil Fuels in Germany - Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung 2003, FKZ 203 41 253/02.
- VANDRÉ et al. (2013): Vandré R, Wulf S, Häußermann U, Horlacher D: N<sub>2</sub>O emissions from solid manure storage – Calculation of a national emission factor. Landtechnik 68(1), 38 – 42.
- VDD 2013: Datenübermittlung des Verbandes, Dokument in der Inventarbeschreibung in „Bitumen\_AREF\_Zeitreihen\_und\_Unsicherheiten\_Archiv.zip“, Dessau-Roßlau 2013
- VDEh Wirtschaftsvereinigung Stahl - Stahlinstitut VDEh – Lieferung BGS-Bögen jährlich ab 2010
- VDI, 1999: Verein Deutscher Ingenieure e.V: VDI-Richtlinie 2578 - Emissionsminderung - Glashütten, 11/1999
- VDMA 2011: *Energiebedarf für Kältetechnik in Deutschland*, Frankfurt am Main, 04.04.2011.

- VDP, versch. JG: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.: Ein Leistungsbericht, Bonn, verschiedene Jahrgänge seit 1990
- VDP, 2004: Verband Deutscher Papierfabriken e.V.: Ein Leistungsbericht, Bonn
- VdZ, 2009: Forschungsinstitut der Zementindustrie: Bereitstellung einer qualitätsgesicherten Datengrundlage für die Emissionsberichterstattung zur Umsetzung von internationalen Luftreinhalte- und Klimaschutzvereinbarungen für ausgewählte Industriebranchen: Teilvorhaben 03 Zementindustrie (FKZ 370742301/03); Ruppert, Johannes; Scheuer, Wilfried; Schäfer, Stefan; Düsseldorf, 2009.
- VDZ, 2013 (Verein Deutscher Zementwerke e.V.): Zement – Produktionsdaten der deutschen Zementindustrie; per E-Mail an das UBA übermittelt.
- VOGT, K.A.; VOGT, D.J.; PALMIOTTO, P.A.; OON, P.; OHARA, J.; ASBJORNSEN, H. (1996): Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. Plant and Soil, Vol. 187 Nr.2, pp. 159-219
- VOLK, F., 1997: Recherches sur les Fumees Produits par la Detonation de divers Explosifs, Explosifs
- WALG, O., 2006: Humus contra Heizwert - Rebholzverwertung. Der Winzer, 3/2006
- WASTECONSULT INTERNATIONAL, 2009: Methanemissionen aus passiv entgasten Deponien und der Ablagerung von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen, FKZ: 360 16 015, Dezember 2009
- WEG 2008a: Erdgas-Erdöl, Entstehung-Suche-Förderung, Hannover, 34 S. URL:  
[http://www.erdoel-erdgas.de/Erdgas\\_Erd%F6l\\_Entstehung\\_Suche\\_F%F6rderung-134-1-68b.html](http://www.erdoel-erdgas.de/Erdgas_Erd%F6l_Entstehung_Suche_F%F6rderung-134-1-68b.html)
- WEG, 2008b: WEG Bericht zur Schwefelgewinnung im Inland, URL:  
<http://www.erdoel-erdgas.de/article/articleview/13/1/59/>
- WEG (2010): Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG, 2010. URL: <http://www.erdoel-erdgas.de/>
- WEG (2011): Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG, 2011 URL: <http://www.erdoel-erdgas.de/>
- WEG (2012): Jahresbericht des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V., WEG, 2011 URL: <http://www.erdoel-erdgas.de/>
- WEILBACHER, 1987: Ausgasung von Zellgasen, interner Laborbericht vom 17.08.87 (überreicht von der BASF AG, Ludwigshafen).
- WEINGARTEN, P., 1995: Das „Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland“ (RAUMIS). Ber Landwirtschaft 73, 272-302
- WEISBERG, S., 2005: Applied Linear Regression. 3. Auflage, Wiley Interscience, Hoboken, 310p.
- WEISS, SCHIELER, SCHADAUER, RADUNSKY, ENGLISCH, 2000: Die Kohlenstoffbilanz des Österreichischen Waldes und Betrachtungen zum Kyoto-Protokoll. Umweltbundesamt GmbH, Wien.

- WELLBROCK et al. 2006: Wellbrock, N.; Aydin, C. - T.; Block, J.; Bussian, B.; Deckert, M.; Diekmann, O.; Evers, J.; Fetzer, K. D.; Gauer, J.; Gehrmann, J.; Kölling, C.; König, N.; Liesebach, M.; Martin, J.; Meiwas, K. J.; Milbert, G.; Raben, G.; Riek, W.; Schäffer, W.; Schwerhoff, J.; Ullrich, T.; Utermann, J.; Volz, H. - A.; Weigel, A.; Wolff, B. (2006): Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) Arbeitsanleitung für die Außenaufnahmen. Hrsg. BMELV. Berlin. pp. 413.
- WINKLER, M. (2004): „Abschätzung von Emissionsfaktoren bei Transport und Lagerung von Mineralölprodukten“ aus Erdöl, Erdgas, Kohle 120. Jg. 2004, Heft 10 S. 312 ff; Urban Verlag Hamburg/Wien GmbH 2004
- WIRTH, C.; SCHULZE, E.-D.; SCHWALBE, G.; TOMCZYK, S.; WEBER, G.; WELLER, E. (2004a): Dynamik der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens. Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, Jena, 308 S.
- WIRTH C, SCHUMACHER J, SCHULZE ED. (2004b): Generic biomass functions for Norway spruce in Central Europe — a meta-analysis approach toward prediction and uncertainty estimation. *Tree Physiol.* 24(2):121-39.
- WOLFF & RIEK 1996: Wolff, B.; Riek, W. (1996): Deutscher Waldbodenbericht 1996 - Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung in Wald (BZE) 1987 - 1993. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, Bd. 1 u. 2.
- WUTZLER, T., WIRTH, C. und SCHUMACHER, J. (2008): Generic biomass functions for Common beech (*Fagus sylvatica L.*) in Central Europe predictions and components of uncertainty. *Canadian Journal of Forest Research* 38(6): 1661 — 1675. 3
- ZIESING et al, 2003: Ziesing, Hans-Joachim (DIW), Felix Christian Matthes, (Öko-Institut), Franz Wittke (AGEB), Heike Leonhardt (UBA) „Harmonisierung der Energiedaten zur CO<sub>2</sub>-Berechnung“, Endbericht zum EUROSTAT-Vorhaben des Umweltbundesamtes, 24.04.2003, aktualisiert um die „Energiebilanz 1999“ vom 20.09.2003