

**Nationaler Inventarbericht  
Zum Deutschen Treibhausgasinventar  
1990 – 2020  
Umweltbundesamt**

**gekürzte Version zur EU-Submission  
15.01.2022**





**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 0.93 auf Basis der Datenbank ZSE mit Stand Trendtabellen vom 12.01.2022) sind nach Abschluss auf der Internetseite des Umweltbundesamtes bereitgestellt:

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>

**Federführung Gesamtbericht:** Dirk Günther, Patrick Gniffke (UBA V 1.6)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>7</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>Einheiten und Größen</b>	<b>15</b>
<b>0 Einführung / Vorwort</b>	<b>16</b>
<b>1 Emissionstrends</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für aggregierte Treibhausgasemissionen</b>	<b>19</b>
<b>1.2 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Treibhausgasen</b>	<b>20</b>
<b>1.2.1 Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>20</b>
<b>1.2.2 Lachgas (N<sub>2</sub>O)</b>	<b>21</b>
<b>1.2.3 Methan (CH<sub>4</sub>)</b>	<b>21</b>
<b>1.2.4 F-Gase</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Kategorien</b>	<b>22</b>
<b>2 Ergebnisse der Key Category Analysis (KCA)</b>	<b>24</b>
<b>2.1 Treibhausgas-Inventar (mit und ohne LULUCF)</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Inventar einschließlich der KP-LULUCF Berichterstattung</b>	<b>26</b>
<b>3 Unsicherheiten des Inventars</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>31</b>
<b>3.1.1 Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung</b>	<b>31</b>
<b>3.1.2 Ergebnisse der Unsicherheitschätzung</b>	<b>33</b>
<b>3.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>34</b>
<b>4 Rückrechnungen und Verbesserungen</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Erklärung und Rechtfertigung der Rückrechnungen</b>	<b>34</b>
<b>4.1.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>34</b>
4.1.1.1 Generelles Vorgehen	34
4.1.1.2 Rückrechnungen im Inventar 2022 nach Quellgruppen	35
4.1.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2022 nach Substanzen	37
4.1.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses	38
<b>4.1.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>38</b>
4.1.2.1 Generelles Vorgehen	38
4.1.2.2 Rückrechnungen im Inventar 2022 nach Kategorien	38
4.1.2.3 Rückrechnungen im Inventar 2022 nach Substanzen	38
<b>4.2 Auswirkung auf die Höhe der Emissionen</b>	<b>39</b>
<b>4.2.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>39</b>
4.2.1.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	39
4.2.1.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2019	40
<b>4.2.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>41</b>
4.2.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990	41
4.2.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2020	42
<b>4.3 Auswirkung auf die Emissionstrends und die Konsistenz der Zeitreihe</b>	<b>42</b>
<b>4.3.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>42</b>
<b>4.3.2 KP-LULUCF-Inventar</b>	<b>42</b>
<b>5 Bewertung der Vollständigkeit und der potentiell nicht erfassten Quellen und Senken von Treibhausgasemissionen</b>	<b>43</b>
<b>6 Inventarverbesserungen und Reaktionen auf Review-Aktivitäten (Stand NIR 2021)</b>	<b>45</b>
<b>6.1 Treibhausgas-Inventar</b>	<b>45</b>
<b>6.2 KP &amp; LULUCF</b>	<b>52</b>
<b>6.3 Implementing Regulation Article 9: Reporting on implementation of recommendations and adjustments</b>	<b>52</b>

<b>7</b>	<b>Informationen über Änderungen im nationalen Systems</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Informationen über Änderungen im QA/QC-Management</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>Informationen zu Änderungen in den Nationalen Registern</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>Informationen zur Buchführung der Kyoto-Einheiten</b>	<b>54</b>
<b>10.1</b>	<b>Background information</b>	<b>54</b>
<b>10.2</b>	<b>Summary of information reported in the SEF tables</b>	<b>54</b>
<b>10.3</b>	<b>Discrepancies and Notifications</b>	<b>55</b>
<b>10.4</b>	<b>Publicly accessible information</b>	<b>56</b>
<b>10.5</b>	<b>Calculation of the Commitment Period Reserve</b>	<b>56</b>
<b>10.6</b>	<b>KP-LULUCF accounting</b>	<b>57</b>
<b>11</b>	<b>THG-Emissionen in Zuordnung von 406/2009/EC (Lastenteilung)</b>	<b>59</b>
<b>12</b>	<b>Emissionen indirekter Treibhausgase</b>	<b>59</b>
<b>13</b>	<b>LULUCF-Reporting</b>	<b>60</b>
<b>14</b>	<b>Indikatoren</b>	<b>62</b>
<b>15</b>	<b>Datenvergleich mit ETS (203/87/EC)</b>	<b>62</b>
<b>16</b>	<b>Datenvergleich mit UNECE-Berichterstattung (2001/81/EC)</b>	<b>62</b>
<b>17</b>	<b>Datenvergleich mit F-Gas-Verordnung (842/2006)</b>	<b>62</b>
<b>18</b>	<b>Datenvergleich mit Energiedaten (EC/1099/2008)</b>	<b>63</b>
<b>19</b>	<b>Anhang 1: Hauptkategorien des deutschen Treibhausgasinventars</b>	<b>63</b>
<b>19.1</b>	<b>Beschreibung der Methoden zur Festlegung der Hauptkategorien</b>	<b>64</b>
<b>19.1.1</b>	<b>Methode-1-Verfahren</b>	<b>64</b>
<b>19.1.2</b>	<b>Methode-2-Verfahren</b>	<b>68</b>
<b>19.1.3</b>	<b>Bewertung qualitativer Kriterien</b>	<b>68</b>
<b>19.1.4</b>	<b>Hauptkategorien-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung</b>	<b>69</b>
<b>20</b>	<b>Zusatzinformationen zu den Trends der Treibhausgase</b>	<b>70</b>
<b>21</b>	<b>Referenzen</b>	<b>79</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Relative Entwicklung von Kohlendioxid, Methan und Lachgas gegenüber 1990 .....	20
Abbildung 2:	Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien gegenüber Submission 2021.....	37
Abbildung 3:	Rückrechnung der Gesamtemission der einzelnen Treibhausgase über alle Quellgruppen gegenüber der Submission 2021.....	38
Abbildung 4:	absolute Änderungen in CRF-Sektoren und Gesamtinventar, für das Jahr 1990 .....	40
Abbildung 5:	absolute Änderungen in CRF-Sektoren und Gesamtinventar, für das Jahr 2019 .....	41
Abbildung 6:	Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO <sub>2</sub> .....	60

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO <sub>2</sub> in Deutschland seit 1990.....	18
Tabelle 2:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO <sub>2</sub> in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr (1990/1995).....	18
Tabelle 3:	Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland nach Kategorien, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr .....	24
Tabelle 4:	Anzahl der Kategorien und Hauptkategorien.....	25
Tabelle 5:	Hauptkategorien für Deutschland gemäß Methode 1-Ansatz .....	27
Tabelle 6:	Ergebnis der Hauptkategorienanalyse KP-LULUCF .....	29
Tabelle 7:	Hauptkategorien für Deutschland, die sich nur aufgrund des Methode 2-Ansatzes ergeben .....	30
Tabelle 8:	Übersicht Unsicherheiten Gesamtinventar .....	33
Tabelle 9:	Übersicht der von Rückrechnungen betroffenen CRF-Oberkategorien .....	37
Tabelle 10:	prozentuale Änderungen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung.....	37
Tabelle 11:	Rückrechnung der nationalen THG-Gesamtemissionen (ohne LULUCF).....	39
Tabelle 12:	Rückrechnungen der nachrichtlichen Inventardaten (Memo Items) .....	39
Tabelle 13:	Rückrechnung der CRF-spezifischen THG-Gesamtemission, 1990.....	40
Tabelle 14:	Rückrechnung der CRF-spezifischen THG-Gesamtemission, 2019.....	41
Tabelle 15:	Rückrechnung der Gesamtemissionen 1990, in kt CO <sub>2</sub> -Äquivalenten .....	42
Tabelle 16:	Rückrechnung der Gesamtemissionen 2019, in kt CO <sub>2</sub> -Äquivalenten .....	42
Tabelle 17:	Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden .....	44
Tabelle 18:	Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE) .....	44
Tabelle 19:	Zusammenstellung der mit der aktuellen Berichterstattung erledigten Review-Empfehlungen .....	46
Tabelle 20:	Zusammenfassung der mit der aktuellen Berichterstattung erledigten und der offenen in den NIR-Kategoriekapiteln genannten geplanten Verbesserungen.....	48
Tabelle 21:	Implementing Regulation Article 9: Reporting on implementation of recommendations and adjustments, Article 9.1 .....	52
Tabelle 525:	Information on accounting for activities under Articles 3.3 and 3.4 of the Kyoto Protocol .....	58
Tabelle 23:	Emissionen von 2019 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung, Ackerlandbewirtschaftung und Weidelandbewirtschaftung unter Artikel 3.4.....	61
Tabelle 528:	Hauptkategorien für Deutschland gemäß Methode 1-Ansatz (vollständige Liste) .....	64

Tabelle 24:	KP CRF Table NIR.3: Summary Overview for Key Categories for Land Use, Land-Use Change and Forestry Activities under the Kyoto Protocol .....	69
Tabelle 25:	Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Kategorie .....	71
Tabelle 26:	Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Kategorie .....	73
Tabelle 27:	Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO <sub>2</sub> in Deutschland seit 1990 .....	74
Tabelle 28:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO <sub>2</sub> in Deutschland seit 1990/1995 .....	75
Tabelle 29:	Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO <sub>2</sub> in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr .....	76
Tabelle 30:	Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Kategorien, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr .....	78

## Abkürzungsverzeichnis

AbfAbIV	Abfallablagerungsverordnung
ABL	alte Bundesländer
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGEE-Stat	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
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
BDSI	Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V.
BDZ	Bundesverband der Deutschen Zementindustrie
BEF	Biomasseexpansionsfaktoren
BEU	Bilanz der Emissionsursachen für stationäre und mobile Verbrennungsprozesse
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BGS	Brennstoff-, Gas-, und Stromwirtschaft der Hochofen-, Stahl- und Walzwerke sowie Schmiede-, Press- und Hammerwerke einschließlich der öffentlichen verbundenen sonstigen Betriebe( ohne eigene Kokereien)
BGW	Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
BHD	Brusthöhendurchmesser (Stammdurchmesser eines Baumes in 1,30 m Höhe über dem Boden)
BHKW	Blockheizkraftwerk
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BImSchV	Rechtsverordnung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz
BML	siehe BMEL
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMUB	siehe BMU
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMELV	siehe BMEL
BMVEL	siehe BMEL
BMVG	Bundesministerium der Verteidigung
BMWA	siehe BMWi
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BoHE	Bodennutzungshaupterhebung
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
BWP	Bundesverband Wärmepumpe e.V.
BZE	Bodenzustandserhebung im Wald

CAPIEL	Coordinating Committee for the Associations of Manufacturers of Industrial Electrical Switchgear and Controlgear in the European Union
CEFIC	Verband der Europäischen chemischen Industrie (französisch: Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique)
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
CVD	chemische Gasphasenabscheidung (engl.: Chemical Vapour Deposition)
D	Deutschland
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DESTATIS	Statistisches Bundesamt Deutschland, offizielle Abkürzung StBA
DFIU	Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung an der Universität Karlsruhe
DG	Deponiegas
DGMK	Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle eV.
DIN	Deutsche Industrienorm
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DME	Dimethylether
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.
D7	Stammdurchmesser eines Baumes in 7 m Höhe über dem Boden
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	Emissionshandelssystem mit Treibhausgasen in der EU (engl. Emissions Trading Scheme)
EU	Europäische Union
EU-EH	Europäischer Emissionshandel, auch ETS genannt
EUROCONTROL	Europäische Organisation zur Sicherung der Luftfahrt
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften
EW	Einwohnerzahl
EXIBA	European Extruded Polystyrene Insulation Board Association
FA	Feuerungsanlagen
FAP	Fachlicher Ansprechpartner im NaSE
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (ab 2008: siehe TI)
FAO	Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (engl.: Food And Agriculture Organisation) der Vereinten Nationen
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe (engl.: Chlorofluorocarbons, CFC)
F-Gase	Fluorierte Treibhausgase
FHW	Fernheizwerke
FKW	Vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (engl.: Perfluorocarbons, PFC)
FKZ	Forschungskennzahl
FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE
FPX	Fachverband Polystyrol-Extruderschaumstoff e.V.
FV	Fachverantwortlicher im NaSE
FWL	Feuerungswärmeleistung
GEREF	GERman Emission Factor Database
GFA	Großfeuerungsanlagen
GG	Gesamtgewicht
GIS	Gasisolierte Schaltanlagen
GMBL	Gemeinsames Ministerialblatt
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GMKW	Gasmotorkraftwerke
GPG	Good Practice Guidance
GSE FM-INT	GMES Services Elements Forest Monitoring: Inputs für die Nationale Treibhausgasberichterstattung
GT	Gasturbinen
GTKW	Gasturbinenkraftwerke
GuD	Gas- und Dampfturbinenkraftwerke
GWP	Globales Treibhauspotential (engl.: Global Warming Potential)
HFC	Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (engl.: Hydrofluorocarbons) = HFKW
HFCKW	Teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe
HFE	Hydrofluorether (engl.: Hydrofluoroethers)
HFKW	Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (engl.: Hydrofluorocarbons, HFC)
Hi	Heizwert
HK	Hauptkategorie (engl.: key category) berücksichtigt sowohl Emissionsquellen als auch -senken.
HS	Hochspannung
HS-GIS	Hochspannungs- und Gasisolierte Schaltanlagen
IAI	International Aluminium Institute
ICE	Intercity-Express
IE	an anderer Stelle einbezogen (engl.: Included Elsewhere)

IEA	Internationale Energie Agentur (engl. International Energy Agency)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (engl.: International Electrotechnical Commission)
IEF	impliziter 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
IVPU	Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V.
K	Brennstoffeinsatz zur Krafterzeugung (Direktantrieb)
k.A.	keine Angabe
KCA	Key category Analysis (deutsch: Hauptkategorieanalyse)
KP	Kyoto-Protokoll
KS	Klärschlamm
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (engl. : Association for Technology and Structures in Agriculture)
l	level (im Rahmen des "Level Assessment" nach den IPCC-Good Practice Guidance)
LF	Landwirtschaftlich genutzte Flächen
LKW	Lastkraftwagen
LTO	Landing/Take-off-Zyklus
LUCF	Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (engl.: Land Use Change and Forestry)
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (engl.: Land Use, Land Use Change and Forestry)
MBA	Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung
MCF	Methankonversionsfaktor (engl.: Methane Conversion Factor)
MDI	Dosieraerosole (engl.: Metered Dose Inhalers)
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
NF <sub>3</sub>	Stickstofftrifluorid
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)
NMVOG	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)
ODS	ozonabbauende Stoffe (engl. Ozone Depleting Substances)
ORC	Organischer Rankine Kreisprozess (engl.: Organic Rankine Cycle)
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	Vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (engl.: Perfluorocarbons) = FKW
PFPE	Perfluorierte Polyether (engl.: Perfluoropolyether)
PFPMIE	Perfluorpolymethylisopropylether
PKW	Personenkraftwagen
PU	Polyurethan
Py-GAS-EM	Python-based GASEous EMISSIONS (Programm zur Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen)
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
StBA	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

TFT	Dünnschichttransistor (engl.: Thin-Film Transistor)
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
VDA	Verband der Automobilindustrie e.V.
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VDEh	Verein Deutscher Eisenhüttenleute, seit 2003 in Stahlinstitut VDEh umbenannt (Eisen/Stahlverband)
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDKL	Verband Deutscher Kühllhäuser und Kühllogistikunternehmen e.V.
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau 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
VRF	Variabler Kältemittelmassenstrom (engl.: Variable Refrigerant Flow)
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
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V.

## 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 <sup>3</sup>	Kubikmeter
ppm	parts per million; Anteile pro Millionen
ppb	parts per billion, Anteile pro Milliarde
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)

## 0 Einführung / Vorwort

This report is the German report due by 15 January 2022 under the European Union's Greenhouse Gas Monitoring Regulation in relation to Article 7 in Regulation (EU) No 525/2013.

The report includes information on the inventories for all years from 1990 to 2020.

The annual emission inventories for Germany from 1990 to 2020 are reported in the Common Reporting Format (CRF) as requested in the UN reporting guidelines. The CRF tables contain data on emissions, activity data and implied emission factors for each year as well as emission trends for each greenhouse gas and for the total greenhouse gas emissions in CO<sub>2</sub> equivalents .

This report is written to the main focus on changes occurring since the latest National Inventory Report (NIR) and includes all the elements requested in Article 7 of Regulation (EU) No 525/2013.

The report is part of the German EU-submission made on the 15th January 2022.

## 1 Emissionstrends

In der folgenden Tabelle 1 werden die für dieses Inventar ermittelten Gesamtemissionen der direkten und indirekten Treibhausgase sowie des Säurebildners SO<sub>2</sub> zusammengestellt. Der gegenüber 1990 erreichte jährliche Fortschritt wird in der Tabelle 2 im zeitlichen Verlauf abgebildet. Bei allen Substanzen bis auf einzelne F-Gase konnten deutliche Emissionsminderungen erreicht werden. Insgesamt sanken die Emissionen der Treibhausgase als CO<sub>2</sub>-Äquivalente gegenüber 1990 um 41,3 %<sup>1</sup>.

Alle detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion finden sich im Anhangkapitel 20.

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

Gegenüber dem Vorjahr 2019 sanken die Gesamtemissionen um 8,9 %. Grund für die Minderung ist vor allem der erneute Rückgang in der Energiewirtschaft, neben niedrigen Weltmarktpreisen für Gas führte die erfolgreiche Reform des europäischen Emissionshandels zu höheren CO<sub>2</sub>-Preisen, die zu einer Reduktion der Braun- und Steinkohlenverstromung geführt haben.

---

<sup>1</sup> Alle Angaben ohne Berücksichtigung der Emissionen aus der Kategorie Landnutzung, Landnutzungsänderung & Forstwirtschaft (LULUCF)

**Tabelle 1: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO<sub>2</sub> in Deutschland seit 1990**

Emissions Trends	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	(kt)														
CO <sub>2</sub> emissions (without LULUCF)	1.051.979	938.614	899.352	866.303	832.541	808.912	813.693	831.208	792.255	795.557	800.340	785.616	754.408	707.150	639.381
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	1.076.570	911.628	887.392	867.709	814.811	789.854	784.512	804.688	766.386	771.823	774.608	760.212	730.929	688.886	624.731
CH <sub>4</sub> (without LULUCF)	4.742	4.174	3.512	2.748	2.326	2.282	2.304	2.279	2.234	2.225	2.175	2.152	2.080	1.998	1.961
CH <sub>4</sub> (with LULUCF)	4.800	4.231	3.569	2.812	2.395	2.352	2.374	2.350	2.306	2.298	2.247	2.225	2.158	2.073	2.036
N <sub>2</sub> O (without LULUCF)	195	185	122	126	103	104	104	105	106	106	106	104	100	97	95
N <sub>2</sub> O (with LULUCF)	198	189	126	130	108	108	109	109	111	111	111	109	105	102	100
F-Gases sum (CO <sub>2</sub> equivalent, 1995 base year)	13.395	17.092	13.293	14.184	14.246	14.426	14.609	14.642	14.657	15.116	15.215	15.288	14.411	13.692	12.159
Total Emissions (without LULUCF) (CO <sub>2</sub> equi.)	1.241.919	1.115.305	1.036.926	986.709	935.768	911.244	916.901	933.987	894.465	897.954	901.442	885.729	850.542	799.734	728.738
Total Emissions/Removals with LULUCF (CO <sub>2</sub> equi.)	1.268.922	1.090.716	1.027.337	991.058	921.074	895.267	890.853	910.653	871.834	877.519	878.975	863.618	830.492	784.842	717.473
NO <sub>x</sub>	2.839	2.186	1.893	1.632	1.445	1.419	1.411	1.410	1.365	1.342	1.315	1.264	1.179	1.106	978
SO <sub>2</sub>	5.460	1.742	643	473	403	387	368	357	335	334	309	301	289	259	233
NM VOC	3.892	2.342	1.806	1.487	1.362	1.272	1.257	1.212	1.174	1.147	1.141	1.145	1.099	1.072	1.036
CO	13.081	7.100	5.084	3.837	3.513	3.429	3.175	3.134	2.965	3.069	2.946	2.961	2.852	2.753	2.455

**Tabelle 2: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO<sub>2</sub> in Deutschland seit dem jeweiligen Bezugsjahr (1990/1995)**

Emissions Trends	Base Year	Base Year to 2019	Base Year to 20120	compared to prev. year (2019 – 2020)
Changes compared to base year / prev. year (%)				
CO <sub>2</sub> emissions (without LULUCF)	1990	-32,8	-39,3	-9,6
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	1990	-36,0	-42,0	-9,3
CH <sub>4</sub> (without LULUCF)	1990	-57,9	-58,7	-1,9
N <sub>2</sub> O (without LULUCF)	1990	-50,1	-51,4	-2,6
F-Gases sum	1995	-19,9	-28,9	-11,2
Total Emissions (without LULUCF)	1990	-35,6	-41,3	-8,9
NO <sub>x</sub>	1990	-61,1	-65,6	-11,6
SO <sub>2</sub>	1990	-95,2	-95,7	-10,4
NM VOC	1990	-72,5	-73,4	-3,4
CO	1990	-79,0	-81,2	-10,8

## 1.1 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs für aggregierte Treibhausgasemissionen

Von 1990 bis zum Jahr 2020 konnten die Treibhausgasemissionen mit einem Rückgang von 41,3 % deutlich reduziert werden<sup>2</sup>. Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maß zu dieser Entwicklung bei. 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.

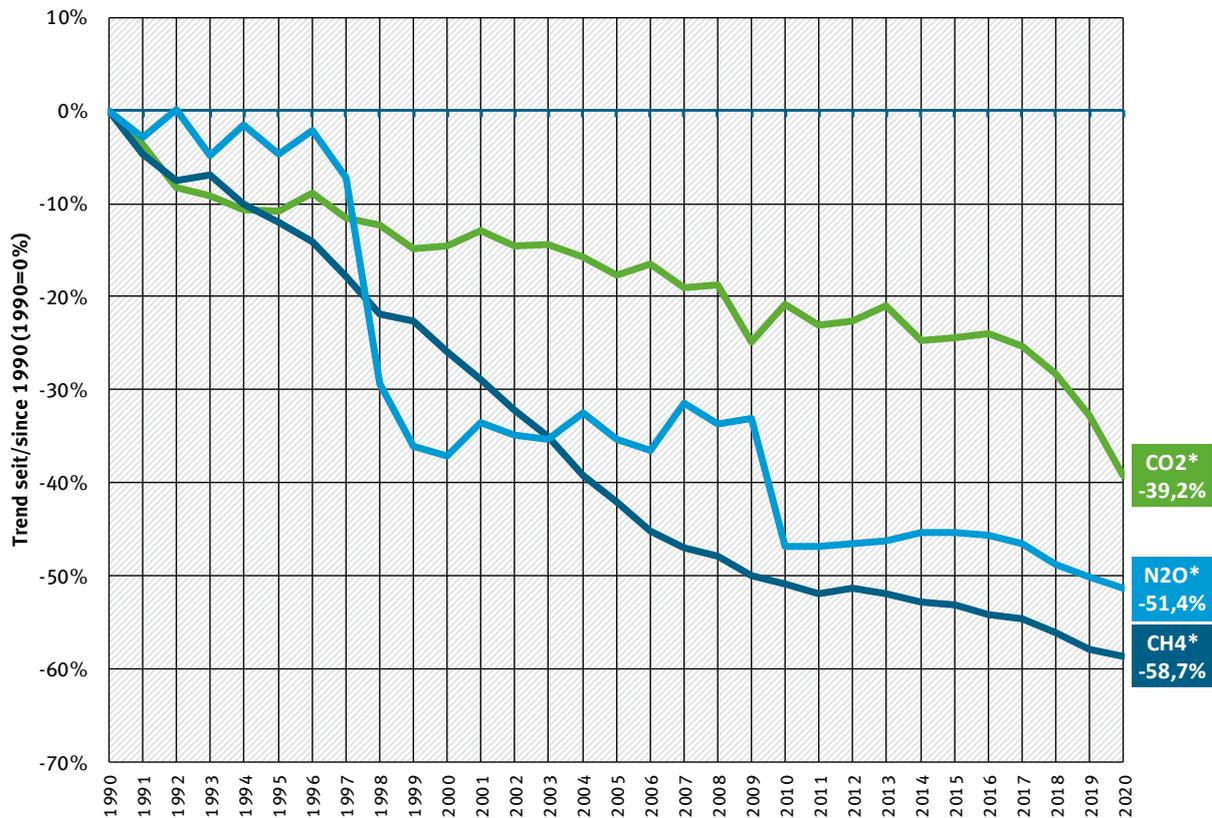
Die Freisetzung von Kohlendioxid - weit überwiegend verursacht durch die Prozesse der stationären und mobilen Verbrennung – dominiert das Gesamtbild der aggregierten Treibhausgasemissionen. Durch den überdurchschnittlichen Rückgang der anderen Treibhausgase ist der Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen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

---

<sup>2</sup> Alle Angaben ohne Berücksichtigung der Emissionen aus der Kategorie Landnutzung, Landnutzungsänderung & Forstwirtschaft (LULUCF)

## 1.2 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Treibhausgasen

Abbildung 1: Relative Entwicklung von Kohlendioxid, Methan und Lachgas gegenüber 1990



\* Kohlendioxid-Emissionen ohne LULUCF

In Abbildung 1 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 Kategorie dominiert wird.

### 1.2.1 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. 48 Prozent abnehmen, die der festen Brennstoffe sogar um rund 67 Prozent, steigen die Emissionen von gasförmigen Brennstoffen um fast 41 Prozent.

Wird der Emissionstrend auf Ebene der einzelnen Kategorien betrachtet, so fällt die Entwicklung sehr einheitlich aus. Verglichen mit 1990 sanken die Emissionen in allen Unterkategorien der stationären Feuerungen um insgesamt fast 371 Mio. t CO<sub>2</sub>.

Etwas anders sieht die Entwicklung nur im vom Straßenverkehr dominierten Verkehrssektor aus: Die CO<sub>2</sub>-Emissionen stiegen hier bis 1999 auf 184 Mio. t. an, gingen dann aber durch Verbrauchssenkungen, die Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland<sup>3</sup>, die Substitution von Benzin durch Diesel<sup>4</sup> sowie die Beimischung von Biodiesel leicht zurück. U.a. durch den stetigen Anstieg der durchschnittlichen Motorleistung stellte sich seit etwa 2007 ein stagnierender Trendverlauf bei um die 153 Mio. t ein, der durch einen Wiederanstieg von Verkehrs- und Fahrleistungen sowie den Rückgang der eingesetzten Biokraftstoffe in den Jahren ab 2013 nach oben verlassen wurde. Der Höchststand war 2017 mit 167 Mio. t. erreicht, danach sanken die Emissionen wieder auf etwas über 160 Mio. t. Das Jahr 2020 liegt v.a. bedingt durch diverse Sondereffekte mit 145 Mio. t. deutlich unterhalb des langjährigen Trends.

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

Gegenüber dem Vorjahr sanken die CO<sub>2</sub>-Emissionen vor allem der mengenmäßig dominierenden Energiewirtschaft erneut extrem (-15,4 % bzw. knapp 38 Mio. t), v.a. aufgrund von Sondereffekten sanken die Emissionen des Verkehrs, von Gewerbe, Handel, Dienstleistung, dem verarbeitenden Gewerbe und dem Militär deutlich, während die Emissionen der Haushalte minimal stiegen.

#### **1.2.2 Lachgas (N<sub>2</sub>O)**

Die N<sub>2</sub>O-Emissionen sanken seit 1990 um ca. 51 %. Hauptverursacher sind die Anwendung stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft, die Brennstoffnutzung und die landwirtschaftliche Tierhaltung. Vergleichbar geringere Emissionen entstehen durch die Abwasserbehandlung, die chemische Industrie und die Produktverwendung von N<sub>2</sub>O (z.B. als Narkosemittel). Den deutlichsten Einfluss auf die Emissionsminderung hat der Industriebereich, hier insbesondere die Adipinsäureproduktion durch die Installation von Abgasbehandlungsanlagen in den Jahren 1997 und 2009. Durch technische Minderungsmaßnahmen wurden die Emissionen aus der Chemischen Industrie bezogen auf 1990 um 97 % gemindert, seit 1999 wird die Emissionsentwicklung der verbleibenden Emissionen stark durch die konjunkturelle Entwicklung in der chemischen Industrie beeinflusst.

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

Gegenüber dem Vorjahr sanken die Gesamtemissionen (-2,6 %), bedingt durch weiterhin sinkende Emissionen vor allem aus der Mineraldünger-Anwendung der auch mengenmäßig dominierenden Landwirtschaft (-1,6 %).

#### **1.2.3 Methan (CH<sub>4</sub>)**

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 58,7 % 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

<sup>3</sup> Die Berechnung der Emissionen erfolgt auf Basis des inländischen Kraftstoffabsatzes. Nicht in Deutschland getankte Mengen schlagen sich daher auch nicht deutschen Emissionsinventar nieder.

<sup>4</sup> Der Anteil von Dieselmotorkraftstoff am Gesamtkraftstoffverbrauch im Straßenverkehr ist im gesamten Zeitraum stark gestiegen. Würden die Emissionen im Straßenverkehr 1990 noch zu fast zwei Dritteln durch den Benzinverbrauch verursacht, hat sich dieses Verhältnis seitdem beinahe umgekehrt.

von Grubengas bei gleichzeitigem Rückgang des Aufkommens (Schließung von Steinkohlebergwerken). Die Emissionen der Kategorie 1.B Diffuse Emissionen aus Brennstoffen sanken dementsprechend seit 1990 um über 85 %. Ein weiterer Grund für die Emissionsminderung bestand in der Verringerung der Tierbestände, vorwiegend in der ersten Hälfte der 90er Jahre in den neuen Bundesländern. Insbesondere auch die in diesem Teil Deutschlands durchgeführte Sanierung der veralteten Gasverteilungsnetze und die Verbesserungen bei der Verteilung der Kraftstoffe bewirkten weitere Minderungen der Gesamtemissionen.

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

Gegenüber dem Vorjahr sanken die Emissionen um 1,9 %. Die mengenmäßig größten Rückgänge sind bei Emissionen aus den Deponien, der Landwirtschaft und den Diffusen Emissionen aus Brennstoffen zu beobachten.

#### **1.2.4 F-Gase**

Die Emissionen der F-Gase machen im Jahr 2020 nur etwa 1,7 % der Gesamtemissionen aus. Sie sanken seit 1995 (dem Basisjahr für die F-Gase) um 29 %, doch der Trend der einzelnen Substanzen bzw. Substanzgruppen ist recht inhomogen:

Die Emissionen der **HKW** stiegen vor allem aufgrund des verstärkten Einsatzes als Kältemittel in Kälte- und Klimaanlageanlagen und der zunehmenden Entsorgung dieser Anlagen. Emissionsreduzierungen durch den verminderten Einsatz in PU-Montageschäumen wurden dabei überkompensiert.

Die Emissionsminderungen bei den **FKW** wurden hauptsächlich durch Anstrengungen der Hersteller von Primäraluminium und der Halbleiterhersteller erreicht.

Der Rückgang bei den **SF<sub>6</sub>**-Emissionen bis etwa 2003 geht in erster Linie auf die seit Mitte der 1990er 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 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 und von optischen Glasfasern.

**NF<sub>3</sub>** wird in Deutschland seit 2015 nur noch in der Halbleiterproduktion eingesetzt. Aufgrund der geringen Relevanz für die Gesamttreibhausgasemissionen wird hier keine gesonderte Trendbetrachtung durchgeführt.

### **1.3 Beschreibung und Interpretation des Emissionsverlaufs nach Kategorien**

#### **Energie**

Die Emissionsminderung im Energiebereich resultiert im Wesentlichen aus dem starken Rückgang der verbrennungsbedingten CO<sub>2</sub> Emissionen (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 (Kategorie 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 41,3 % ab. Die darin enthaltenen Emissionen des Verkehrs sanken v.a. aufgrund von Sondereffekten im Zeitraum um etwa 10,5 %. Bei den Emissionen aus stationären Feuerungen resultieren die Minderungen aus Umstellungen im Mix der eingesetzten Brennstoffe, der Erhöhung der Energieeffizienz und technischer Wirkungsgrade. Außerdem wirkt sich die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energiequellen aus, weil dadurch vor allem fossile Stromerzeugung ersetzt wird, wobei Kohlendioxid aus dem Einsatz von Biomasse nicht in den Emissionstrends abgebildet wird. Dagegen wirken sich bei den Verteilungsemissionen die verstärkte Grubengasnutzung, die Sanierung der Gasverteilungsnetze sowie die Einführung von Gaspendelungsanlagen bei der Kraftstoffverteilung aus.

In Tabelle 30 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 die jährlichen energiebedingten Emissionen beeinflussen, so dass eine Trendbetrachtung immer mehrere Jahre umfassen sollte.

### **Industrieprozesse (inkl. Produktverwendung)**

Der Bereich der Emissionen aus den Industrieprozessen wird von den Treibhausgasen Kohlendioxid und Lachgas dominiert. Relativ auffällige Änderungen bei den Emissionen von F-Gasen haben dagegen auf Grund des geringen Anteils an den Gesamtemissionen keinen großen Einfluss auf den Gesamttrend.

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. Dies hat insbesondere in den Jahren 1997 und 2010 zu deutlichen Reduktionen der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dieser Branche geführt. Insgesamt sanken hier die N<sub>2</sub>O-Emissionen seit 1990 auf ca. ein Zwanzigstel.

Für alle Industrieprozesse und Produktverwendungen zusammen ergibt sich für die Treibhausgase seit 1990 somit eine Minderung an THG-Äquivalenten um 42,7 %, und deutlich fallende Emissionen im Vergleich zum Vorjahr 2019.

### **Landwirtschaft**

Die Abnahme der landwirtschaftlichen Emissionen um 20,5 % seit 1990 geht im Wesentlichen auf eine Abnahme der Tierbestände, aber auch auf Reduktionen der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden und Düngieranwendung zurück. Der Trend der letzten Jahre setzt sich somit fort.

### **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. Dies ist insbesondere auf Sturmereignisse mit sehr hohem Schadholzanfall zurückzuführen. 1990 traf auf Deutschland eine Serie von Orkanen mit einem daraus resultierenden Sturmholzaufkommen von ca. 70 Mill. m<sup>3</sup>. 2007 war es der Sturm Kyrill mit einem Sturmholz von ca. 37 Mill m<sup>3</sup>. Aktuell wird durch Trockenheit und daraus

resultierenden Käferbefall für die Jahre 2018 bis Mitte 2020 ein geschätztes Schadholzaufkommen von ca. 178 Mill. m<sup>3</sup> (BMEL, 2020) angenommen. In den Berichtszahlen für die Jahre 2018-2020 spiegeln sich diese Schadholzmengen noch nicht in vollen Umfang wider. Weitere Änderungen ergaben sich durch Modellanpassung bzw. Korrekturen der Emissionsfaktoren bei der Umwandlung von Gehölzen (Grünland) zu Wald und für Aufforstung.

### Abfall und Abwasser

Die deutlichste Emissionsminderung von 76,9 % trat im Bereich Abfall & Abwasser 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 (zum überwiegenden Teil realisiert durch die Mechanisch Biologische Abfallbehandlung) zu einer Verringerung der jährlich deponierten Abfallmengen geführt und damit eine Minderung von 80,2 % im Bereich der Deponieemissionen verursacht. Die ebenfalls zu dieser Kategorie gehörenden Emissionen aus der Abwasserbehandlung treten mengenmäßig deutlich hinter den Deponieemissionen zurück, sanken jedoch ebenfalls sehr stark.

Die detaillierten Daten finden sich in Tabelle 31 in Anhangkapitel 20.

**Tabelle 3: Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland nach Kategorien, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr**

Emissionsentwicklung gegenüber 1990, Veränderung in %	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2105	2016	2017	2018	2019	2020
	1. Energie	0,0%	-11,5%	-16,1%	-19,7%	-22,7%	-25,0%	-24,4%	-22,7%	-26,6%	-26,1%	-25,8%	-27,6%	-30,5%	-35,0%
2. Industrieprozesse	0,0%	1,8%	-19,6%	-22,0%	-35,4%	-35,5%	-36,5%	-36,7%	-36,8%	-37,8%	-35,9%	-32,0%	-35,0%	-38,3%	-42,7%
3. Landwirtschaft	0,0%	-13,2%	-13,6%	-17,7%	-18,2%	-18,0%	-17,1%	-16,0%	-14,2%	-14,4%	-15,0%	-16,0%	-18,3%	-19,4%	-20,5%
4. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	0,0%	-191,1%	-135,5%	-83,9%	-154,4%	-159,2%	-196,5%	-186,4%	-183,8%	-175,7%	-183,2%	-181,9%	-174,3%	-155,2%	-141,7%
5. Abfall	0,0%	0,2%	-25,3%	-44,2%	-61,9%	-64,0%	-66,0%	-68,0%	-69,6%	-71,2%	-72,6%	-73,7%	-74,9%	-75,8%	-76,9%

Emissionsentwicklung gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	1. Energie	0,0%	-0,2%	-0,3%	-2,4%	5,0%	-3,0%	0,9%	2,2%	-5,0%	0,7%	0,3%	-2,4%	-4,0%	-6,5%
2. Industrieprozesse	0,0%	-1,7%	3,8%	-4,2%	-4,9%	-0,1%	-1,5%	-0,4%	-0,2%	-1,6%	3,1%	6,2%	-4,5%	-5,0%	-7,2%
3. Landwirtschaft	0,0%	0,0%	-1,0%	-0,3%	-0,8%	0,1%	1,2%	1,3%	2,2%	-0,3%	-0,7%	-1,1%	-2,8%	-1,3%	-1,4%
4. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> & N <sub>2</sub> O)	0,0%	-21,3%	-68,1%	-45,6%	-25,8%	8,7%	63,0%	-10,4%	-3,0%	-9,7%	9,9%	-1,6%	-9,3%	-25,7%	-24,4%
5. Abfall	0,0%	-2,5%	-5,2%	-6,0%	-7,2%	-5,4%	-5,6%	-5,9%	-4,9%	-5,3%	-5,0%	-4,0%	-4,3%	-3,7%	-4,6%

## 2 Ergebnisse der Key Category Analysis (KCA)

### 2.1 Treibhausgas-Inventar (mit und ohne LULUCF)

Zur Festlegung der Hauptkategorien wurden beide Methode 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 Methode -2-Verfahren angewendet. Es wurden entsprechend den IPCC-Vorgaben für das Methode -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 Methode -2-Hauptkategorienanalyse auf Basis der aktuellen Unsicherheitenbestimmung. Durch die Bewertung qualitativer Aspekte sind keine neuen Hauptkategorien hinzugekommen (Erläuterungen hierzu siehe Anhangkapitel 19.1.2).

Im Ergebnis wurden in der aktuellen Berichterstattung im Methode -1-Verfahren insgesamt 48 der untersuchten 172 Quell- bzw. Senkengruppen als Hauptkategorie identifiziert. 34 hiervon wurden gleichzeitig durch die Trend- und Levelanalysen als Hauptkategorie ermittelt. Zusätzlich wurden 11 Kategorien nur durch die Trend- bzw. 3 Kategorien nur durch die jeweiligen Levelanalysen als Hauptkategorie identifiziert. Im Methode-2-Verfahren wurden 9 weitere Hauptkategorien identifiziert (s. Tabelle 7).

Letztendlich wurden damit 51 Hauptkategorien festgelegt, die in Tabelle 4 zusammengefasst dargestellt sind.

**Tabelle 4: Anzahl der Kategorien und Hauptkategorien**

Kategorie			171
			<b>Hauptkategorien</b>
nach Level 3	Level & Trend 34	Trend 11	<b>48 (Methode 1) +9 (Methode 2) 57 (gesamt)</b>

Eine Übersicht der Ergebnisse der Hauptkategorienanalyse nach Methode 1 ist in Tabelle 5 zusammengestellt. In Tabelle 7 sind die aufgrund der Methode 2 Analyse hinzugekommenen Hauptkategorien dargestellt. Detaillierte Darlegungen zur durchgeführten Hauptkategorien-Analyse sind im Anhang 1 (Kapitel 19) dieses Berichts zusammengestellt.

Gegenüber den im vergangenen Jahr ermittelten Ergebnissen haben sich nur geringe Änderungen ergeben. Die Anzahl der Hauptkategorien nach Methode-1-Analyse hat sich mit 48 Hauptkategorien um drei erniedrigt.

Es sind keine Hauptkategorien hinzugekommen.

Drei Hauptkategorien sind weggefallen.

- C<sub>2</sub>O Emissionen aus Transport – Ziviler Luftverkehr (1.A.3.a)
- CH<sub>4</sub> Emissionen aus Haushalten (1.A.4.b)
- CO<sub>2</sub> Emissionen aus Siedlungen (4.E)

Deutschland wendet alle empfohlenen Verfahren für die Ermittlung bzw. Bewertung der Quellkategorien an. Die 2006 IPCC-Guidelines (IPCC (2006): Vol. 1, Ch. 4.3) 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. Ein Vergleich der Hauptkategorienanalyse des CRF Reporters mit der von Deutschland hat ergeben, dass diese nur geringfügig voneinander abweichen. Im Ansatz bestehen kleine Unterschiede, so wird im Energiebereich von Deutschland in Unterkategorien unterschieden und beim CRF Reporter in Brennstofftypen differenziert. Die Anzahl der Hauptkategorien ist nahezu gleich.

## 2.2 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 (4.A)*, *Cropland (4.B)*, *Grassland (4.C)*, *Wetlands (4.D)* und *Settlements (4.E)* als Hauptkategorie. Für diese Kategorien wurde unter Anwendung der methodischen Vorgaben des Kapitels „2.3.6 choice of method“ der 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol 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 2.1.1 wurden diesen Kategorien die entsprechend Artikel 3.4 gewählten Aktivitäten gegenüber gestellt. Deutschland hat unter diesem Artikel des Kyoto-Protokolls Waldbewirtschaftung, Ackerland- und Weidelandbewirtschaftung gewählt. Diese Ergebnisse sowie die für die Auswahl angewendeten Kriterien enthält CRF-Tabelle NIR.3 (Tabelle 25 in Kapitel 19.1.4).

**Tabelle 5: Hauptkategorien für Deutschland gemäß Methode 1-Ansatz**

IPCC Categories	Activity	Emissions of	Level Base Year	Level Base Year +LULUCF	Level 1990	Level 1990 +LULUCF	Level 2020	Level 2020 +LULUCF	Trend 2020	Trend 2020 +LULUCF	KCA decision
1 A 1 a, Public Electricity and Heat Production	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 1 a, Public Electricity and Heat Production	fossil fuels	CH4	-	-	-	-	●	●	●	●	L/T
1 A 1 b, Petroleum Refining	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 1 c, Manufacture of Solid Fuels and Other Energy	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 2 a, Iron and steel	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 2 e, Food Processing, Beverages and Tobacco	fossil fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
1 A 2 f, Non-Metallic Minerals	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 2 g, Other	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 3 b, Road Transport	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 3 b, Road Transport		CH4	-	-	-	-	-	-	●	-	-/T
1 A 3 b, Road Transport		N2O	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
1 A 3 c, Railways	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
1 A 3 d, Domestic Navigation	fossil fuels	CO2	-	●	-	●	-	-	-	-	L/-
1 A 4 a, Commercial/Institutional	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 4 a, Commercial/Institutional		CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
1 A 4 b, Residential	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 4 c, Agriculture/Forestry/Fishing	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	-	-	L/-
1 A 5, Other: Military	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
1 B 1, Solid Fuels		CH4	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
1 B 2 b, Natural Gas		CH4	●	●	●	●	●	●	-	-	L/-
2 A 1, Cement Production		CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
2 A 2, Lime Production		CO2	●	●	●	●	●	●	-	●	L/T
2 B 1, Ammonia Production		CO2	●	●	●	●	●	●	-	●	L/T
2 B 2, Nitric Acid Production		N2O	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
2 B 3, Adipic Acid Production		N2O	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
2 B 9 a, By-product Emissions		HFC-23	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
2 C 1, Iron and Steel Production		CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
2 C 3, Aluminium Production		CF4	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-125	-	-	-	-	●	●	●	●	L/T
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-134a	-	-	-	-	●	●	●	●	L/T
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-143a	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
2 G, Other Product Manufacture and Use		N2O	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
2 G, Other Product Manufacture and Use		SF6	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T

IPCC Categories	Activity	Emissions of	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Trend	Trend	KCA decision
			Base Year	Base Year +LULUCF	1990	1990 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	
3 A, Enteric Fermentation	dairy cows	CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
3 A, Enteric Fermentation	non-dairy cattle	CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
3 B, Manure Management	dairy cows	CH4	-	-	-	-	●	●	●	●	L/T
3 B, Manure Management	swine	CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
3 D, Agricultural Soils		N2O	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
3 G, Liming		CO2	-	-	-	-	-	-	-	●	-/T
3 J, Other		CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
4 A, Forest Land		CO2		●		●		●		●	L/T
4 B, Cropland		CO2		●		●		●		●	L/T
4 C, Grassland		CO2		●		●		●		●	L/T
4 D, Wetlands		CO2		●		●		●		●	L/T
4 G, Harvested Wood Products		CO2		-		-		●		●	L/T
5 A, Solid Waste Disposal		CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
5 B, Biological Treatment of Solid Waste		CH4	-	-	-	-	-	-	●	-	-/T
5 D 1, Domestic Wastewater		CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T

**Tabelle 6: Ergebnis der Hauptkategorienanalyse KP-LULUCF**

Kategorie	gewählte KP Aktivitäten (siehe KP supplement Table 2.1.1)	Substanz	1990	2020	1990	2020
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land	FM	CO2	19.851,2	46.350,7	●	●
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land	FM	CH4	1,5	1,3	-	-
4.A.1 Forest Land remaining Forest Land	FM	N2O	1,1	1,1	-	-
4.A.2 Land converted to Forest Land	AR	CO2	144,1	98,8	●	●
4.A.2 Land converted to Forest Land	AR	CH4	0,0	0,1	-	-
4.A.2 Land converted to Forest Land	AR	N2O	0,4	0,1	-	-
4.B.1 Cropland remaining Cropland	CM	CO2	10.699,7	7.611,3	●	●
4.B.1 Cropland remaining Cropland	CM	CH4	5,4	2,8	-	-
4.B.2 Land converted to Cropland	D, CM	CO2	3.062,7	9.044,7	●	●
4.B.2 Land converted to Cropland	D, CM	CH4	0,5	2,2	-	-
4.B.2 Land converted to Cropland	D, CM	N2O	0,8	2,2	-	-
4.C.1 Grassland remaining Grassland	GM	CO2	26.792,6	23.067,6	●	●
4.C.1 Grassland remaining Grassland	GM	CH4	32,8	34,2	-	-
4.C.1 Grassland remaining Grassland	GM	N2O	0,2	0,4	-	-
4.C.2 Land converted to Grassland	D, CM, GM	CO2	409,1	4.998,9	●	●
4.C.2 Land converted to Grassland	D, CM, GM	CH4	2,1	4,3	-	-
4.C.2 Land converted to Grassland	D, CM, GM	N2O	0,0	0,0	-	-
4.D.1 Wetlands remaining Wetlands	-	CO2	3.597,6	3.593,3	●	●
4.D.1 Wetlands remaining Wetlands	-	CH4	12,6	12,7	-	-
4.D.1 Wetlands remaining Wetlands	-	N2O	0,1	0,1	-	-
4.D.2 Land converted to Wetlands	D, CM, GM	CO2	108,1	858,9	●	●
4.D.2 Land converted to Wetlands	D, CM, GM	CH4	0,8	14,7	-	-
4.D.2 Land converted to Wetlands	D, CM, GM	N2O	0,0	0,0	-	-
4.E.1 Settlements remaining Settlements	-	CO2	2.057,5	1.581,4	●	●
4.E.1 Settlements remaining Settlements	-	CH4	1,8	1,6	-	-
4.E.1 Settlements remaining Settlements	-	N2O	0,5	0,4	-	-
4.E.2 Land converted to Settlements	D, CM, GM	CO2	280,9	505,6	●	●
4.E.2 Land converted to Settlements	D, CM, GM	CH4	0,1	1,0	-	-
4.E.2 Land converted to Settlements	D, CM, GM	N2O	0,1	0,7	-	-
4.F.1 Other Land remaining Other Land		CO2	0,0	0,0	-	0,0
4.F.2 Land converted to Other Land	D, CM, GM	CO2	0,0	0,0	-	0,0

Kategorie	gewählte KP Aktivitäten (siehe KP supplement Table 2.1.1)	Substanz	1990	2020	1990	2020
4G Harvested wood products	FM	CO2	1.330,4	8.651,3	•	•

**Tabelle 7: Hauptkategorien für Deutschland, die sich nur aufgrund des Methode 2-Ansatzes ergeben**

IPCC Source Categories	Activity	Emissions of
1 A 4 b, Residential		CH <sub>4</sub>
3 B, Manure Management	dairy cows	N <sub>2</sub> O
3 B, Manure Management	deposition	N <sub>2</sub> O
4 B, Cropland		N <sub>2</sub> O
4 C, Grassland		CH <sub>4</sub>
4 D, Wetlands		CH <sub>4</sub>
4 E, Settlements		N <sub>2</sub> O
5 B, Biological Treatment of Solid Waste		N <sub>2</sub> O
5 D 1, Domestic Wastewater		N <sub>2</sub> O

## 3 Unsicherheiten des Inventars

### 3.1 Treibhausgas-Inventar

Die IPCC Guidelines 2006 (IPCC (2006): Vol. 1, Kap. 3) charakterisieren die Bestimmung von Unsicherheiten als ein wesentliches Element eines vollständigen Inventars. Durch den Anspruch 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 werden die Unsicherheiten aller Kategorien und Senken zunächst quantifiziert, um eine bessere Übersicht über die Inventarqualität zu schaffen, die wiederum Voraussetzung für eine effektive Inventarplanung ist.

Es werden grundsätzlich zwei Methoden zur Ermittlung von Unsicherheiten unterschieden. Die Approach-1-Methode kombiniert auf einfache Weise die Unsicherheit von Aktivitätsrate und Emissionsfaktor je Kategorie und Treibhausgas und aggregiert diese über alle Kategorien und Treibhausgaskomponenten zur Gesamt-Unsicherheit des Inventars. Die Approach-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 Approach-2-Methode zusätzlich die Ermittlung einer Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion für alle Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren. 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 wird.

Im Forschungsvorhaben 202 42 266 (Handke et al., 2004) ist erstmals eine Ermittlung der Unsicherheiten nach Approach 1 und nach Approach 2 gemäß Kap. 6 der Good Practice Guidance 2000 (IPCC, 2000) vorgenommen worden. Für die aktuelle Berichterstattung ist diese Datengrundlage kontinuierlich verbessert und die Unsicherheitsangaben für das Treibhausgasinventar weiter vervollständigt worden. Darüber hinaus wurden die Vorgaben der 2006 Guidelines (IPCC, 2006) übernommen. In Deutschland werden die Unsicherheiten jährlich sowohl nach Approach 1 als auch nach der Approach 2 Methode ermittelt. Die Angaben zur Unsicherheit der verwendeten Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren und Emissionen stammen dabei aus der Datenbank ZSE. Diese basieren auf Literaturangaben und Expertenschätzungen der UBA-Facheinheiten sowie externer Einrichtungen.

#### 3.1.1 Vorgehen zur Unsicherheitsbestimmung

Die Ermittlung der Unsicherheiten gemäß Kapitel 3 der 2006er Guidelines (IPCC, 2006) erfolgt auf Grundlage der auf unterster Subkategorieebene ermittelten Unsicherheiten von AR, EF und EM, wie sie im ZSE hinterlegt sind. Bei vorliegenden asymmetrischen Unsicherheitsangaben wird für die Approach-1-Methode der größere der beiden Schrankenwerte, bei Annahme einer Normalverteilung, sowohl als obere als auch als untere Schranke verwendet. Die Approach-2-Methode verwendet dagegen den vollen Datensatz. In jedem Sektor werden die Unsicherheiten der einzelnen Zeitreihen zu einer Gesamtunsicherheit des Sektors aggregiert. Aus der Aggregation der Sektoren ergibt sich dann schließlich die Unsicherheit des Gesamtinventars.

Aufgrund fehlender Daten aus dem Jahr der deutschen Wiedervereinigung (1990) und daraus resultierender technischer Beschränkungen wird generell, abweichend von den Guidelines, das Jahr 1995 als Basisjahr für die Berechnung der Basisjahr- und Trendunsicherheiten verwendet.

Bei der Berechnung von Unsicherheiten ist grundsätzlich 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, weisen geringe Unsicherheiten auf. Mit der zunehmenden Disaggregation der Brennstoffeinsätze nehmen die Unsicherheiten der daraus abgeleiteten Aktivitätsraten jedoch in der Regel wieder zu.

Die folgende Aufzählung listet einige sektor-spezifische Details, die bei der Berechnung der jeweiligen Unsicherheiten zu Grunde liegen:

- 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>.
- In der Kategorie der eisenschaffenden Industrie (CRF 1.A.2.a) haben die Unsicherheiten für das Jahr 2017 zugenommen, da aufgrund fehlender Zulieferung von Brennstoffeinsätzen (BGS-Bogen) des Verbandes eine Berechnung der Entwicklung auf der Grundlage der Entwicklung der Produktionsdaten aus dem Emissionshandel vorgenommen werden musste. Die fehlende Zulieferung des Verbandes hat kartellrechtliche Hintergründe.
- Für die Kategorie 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 Kategorie 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 Gasen. 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 durch die Vielzahl und der Heterogenität der für die diffusen Emissionen relevanten technischen Sachverhalte bei Transport, Lagerung und der Aufarbeitung von Erdgas und Erdöl.

- 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.H.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 Kategorien der Abfallbehandlung (CRF 5.A.1, 5.B und 5.E) und der Abwasserbehandlung (CRF 5.D) 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.

Weitere Informationen zu den Unsicherheiten einzelner Quellgruppen finden sich auch in den entsprechenden sektor-spezifischen Kapiteln dieses Berichts.

### 3.1.2 Ergebnisse der Unsicherheitsschätzung

Die Gesamtunsicherheit des Inventars nach Approach 1 für das Jahr 2020 beträgt 3,6 %, bei Approach 2 ergeben sich -3,2/+3,5%. Die folgende Tabelle bietet eine kompakte Übersicht der Unsicherheiten des Gesamtinventars:

**Tabelle 8: Übersicht Unsicherheiten Gesamtinventar**

	Base year	2020	Trend	Method	Base year uncertainty		2020 uncertainty		Trend uncertainty	
	kt	kt	%		%		%		%	
National total				Approach 1	4,47		3,56		3,95	
incl. LULUCF	1.272.618	717.473	-43,62	Approach 2	-2,97	+3,14	-3,18	+3,45	-9,01	+9,45

National total	1.245.615	728.738	-41,50	Approach 1	4,52	3,62	3,35			
w/o LULUCF				Approach 2	-2,38	+2,59	-2,07	+2,64	-6,56	+7,01

Die Übersicht zeigt die Unsicherheiten des deutschen Gesamtinventars jeweils inklusive sowie ohne CRF 4. Für beide Fälle sind Unsicherheiten für das Basisjahr, für 2019 und den Trend angegeben. Die Ermittlung erfolgt jeweils sowohl mittels Approach 1 als auch unter Verwendung der Monte-Carlo-Simulation (Approach 2). Letztere bietet einen deutlich besseren Einblick, zum Beispiel kommt nur bei den Approach-2-Unsicherheiten der Unterschied zwischen den beiden Zeilen (mit und ohne LULUCF) korrekt zur Geltung.

Im folgenden werden einige Sektoren genauer beschrieben, die großen Einfluss auf die Unsicherheit des Gesamtinventars haben:

- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Sektors Verbrennung von Brennstoffen (1.A) steuern einen 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/c).
- Bedeutsame Beiträge zur Gesamtunsicherheit liefern die Lachgasemissionen insgesamt, die merklich durch die Lachgasemissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement (3.B) und den landwirtschaftlichen Böden (3.D) bestimmt werden.
- Die CO<sub>2</sub>-Senken und -Quellen des Sektors 4 LULUCF haben an der Gesamtunsicherheit ebenfalls einen maßgeblichen Anteil.

Nennenswerte Beiträge zur Gesamtunsicherheit liefern weiter die Methan-Emissionen aus der Nutztierhaltung (Fermentation bei der Verdauung, 3.A) sowie die Energieeinsätze im Industriebereich unter 1.A.2.a und 1.A.2.g.

## 3.2 KP-LULUCF-Inventar

Da dieselben Daten und Methoden zur Berichterstattung der Kategorien 4.A-4.G unter UNFCCC und unter KP verwendet werden, sind auch die Unsicherheiten vergleichbar. Es gelten die Informationen des vorangegangenen Kapitels.

# 4 Rückrechnungen und Verbesserungen

## 4.1 Erklärung und Rechtfertigung der Rückrechnungen

### 4.1.1 Treibhausgas-Inventar

#### 4.1.1.1 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.

#### 4.1.1.2 Rückrechnungen im Inventar 2022 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.

Die Inventare enthalten dabei Verbesserungen in folgenden Bereichen (wenn nicht anders angegeben beziehen sich die Änderungen auf die gesamte Zeitreihe):

##### Energie

In der Quellkategorie 1.A kommt es nach dem Vorliegen der endgültigen Energiebilanz für das Berichtsjahr 2019 bei den verschiedenen Brennstoffen zu folgenden Rückrechnungen:

(in Mio. t CO <sub>2</sub> -äquivalent)	Submission 2021	Submission 2022	Änderung ggü. Submission 2021	
Gesamtemissionen CRF 1.A	660,7	657,7	-3,0	-0,5%
Mineralöle	251,1	246,9	-4,2	-1,7%
Erdgas und Grubengas	168,1	167,5	-0,6	-0,3%
Braunkohlen	126,3	126,6	0,3	0,3%
Steinkohlen	93,7	94,8	1,1	1,2%
Sonstige Brennstoffe/ Rauchgasentschwefelung	21,5	21,9	0,4	1,7%

Quelle: eigene Berechnungen

Größere Änderungen ergeben sich für die Mineralöle und Steinkohlen. Dagegen fallen die Rückrechnungen für Erdgas und Braunkohlen eher gering aus.

Nach Vorliegen der endgültigen Abfalldaten erfolgten zudem Rückrechnungen für die sonstigen Brennstoffe.

Über alle fossilen Brennstoffe betrachtet, ergeben sich für die Quellgruppe 1.A Veränderungen von rund 3,0 Mio. t CO<sub>2</sub>.

(darüber hinaus, auszugsweise)

- Routine-Aktualisierung der Rechenmodelle TREMOD und TREMOD MM
- Korrektur der Aufteilung Flugbezin auf Inlands- und Auslandsflüge (1.A.3.a, 1.D.1.a)
- Revision Einsatzmengen Festbrennstoffe in Dampfbahnen, ab 1990 (1.A.3.c)
- grundlegende Revision des Rechenmodells E.M.M.A., ab 1990 (1.A.3.d, 1.D.1.b)
- Korrektur Heizwert Ottokraftstoffe, (1.A.5.b)
- Korrektur Steinkohlenkokserzeugung 2019 (1.B.1)
- Neuerfassung Emissionen aus Betankung von Motorbooten aus Kanistern Auswirkung auf Emissionen von NMVOC (ab 1990) (1.B.2)
- Neuallokation von Emissionen aus Lagerung, ab 1990 (1.B.2)

##### Industrieprozesse & Produktverwendung

- Implementierung Daten der endgültigen Energiebilanz, ab 2017 (2.C.1)
- Anpassung der Produktionsmenge, 2019 (2.C.2)
- Berücksichtigung von Kfz-Getriebeölen und Revision mitverbrannte Schmierstoffmengen, ab 1990 (2.D.1)
- Ausgleich von Rundungsdifferenzen, ab 1990 (2.D.2)
- Anpassung der Außenhandelsstatistik 2019 (2.D.2, 2.G.4 )
- Neuberechnung Emissionen aus Lösemitteln, ab 2018 (2.D.3)
- Verbesserung der Berechnungsmethode für Blasbitumen, ab 1990 (2.D.3.g)
- Korrektur statisches Daten zu Füllmengen, Kältemittelanteilen, PKW-Klimaquoten und Eingangsdaten, ab 2006 (2.F.1)

- Korrektur Inlandsverbräuche sowie erstmalige Datenerhebung gemäß Umweltstatistikgesetz, ab 2005 (2.F.2)
- Aktualisierung Befüllungsmengen ORC-Anlagen, ab 2018 (2.G.4)

### **Landwirtschaft**

- Verwendung von Daten aus Landwirtschaftszählung 2020, ab 2000 (3A, 3B, 3D)
- Tierzahlen: Aktualisierung für Aufzuchtferkel und Mastschweine (3.A, 3.B, 3.D).
- Geflügel, Pferde, Ziegen: Aktualisierung Tierzahlen anhand Landwirtschaftszählung 2020 , ab 2017 (3A, 3B, 3D)
- Mutterkühe: Anpassung von Anfangsgewicht, Energiebedarf und Fütterung, ab 1990 (3.A, 3.B, 3.D)
- Färsen: Korrektur Zusammensetzung Futterinhaltsstoffe, ab 1990 (3.A, 3.B, 3.D)
- Mastbullen: Aktualisierung von Schlachalter und -gewicht (3.A, 3.B, 3.D)
- Milchkühe: Aktualisierung von Milchleistung und Schlachtgewicht 2019 (3.A, 3.B, 3.D)
- Mastschweine: Aktualisierung Fütterungsdaten, ab 1990 (3.A, 3.B, 3.D)
- Sauen: Aktualisierung Ferkelzahl pro Sau 2019 (3.A, 3.B, 3.D)
- Mastschweine und Aufzuchtferkel: Aktualisierung Anfangs- und Endgewichte 2019 (3.A, 3.B, 3.D)
- Masthähnchen: Anpassung Rohproteingehalt Futters sowie Futtermittelverwertung; Aktualisierung Bruttoschlachtfleischmenge 2019 (3.B, 3.D)
- Puten: Aktualisierung Schlachtgewicht, Gewichtszunahme und Futtermittelverwertungskoeffizienten, ab 2017 (3.A, 3.B, 3.D)
- Jung und Legehennen: Revision Start- und Endgewichte, ab 1990 (3.A, 3.B, 3.D)
- Gänse: Anpassungen N-Ausscheidung, ab 1990 (3.A, 3.B, 3.D)
- neue Tier 2 Emissionsfaktoren für direkte N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Ausbringung von Mineräldüngern, Wirtschaftsdüngern, Klärschlamm und Gärresten und aus Ernterückständen (3.D)
- Vergärung von Wirtschaftsdünger: Revision Aktivitätsdaten, ab 1990 (3.B, 3.D)
- Vergärung von Energiepflanzen: Aktualisierung Aktivitätsdaten 2019 (3.D, 3.J)
- Mineräldünger, Kalkung, Anwendung von Harnstoff: Revision jahresübergreifende Aktivitätsdaten (3.D, 3.G, 3.H, 3.I)
- Klärschlamm: Aktualisierung ausgebrachte N-Menge 2019 (3.D)
- Bewirtschaftete organische Böden: Aktualisierung Flächen u. Emissionen, ab 1990 (3.D)
- Mineralisierung organischer Bodensubstanz (Ackerland): Aktualisierung N-Mengen, ab 1990 (3.D)
- Ernterückstände: Aktualisierung N-Mengen, ab 2000 (3.D)

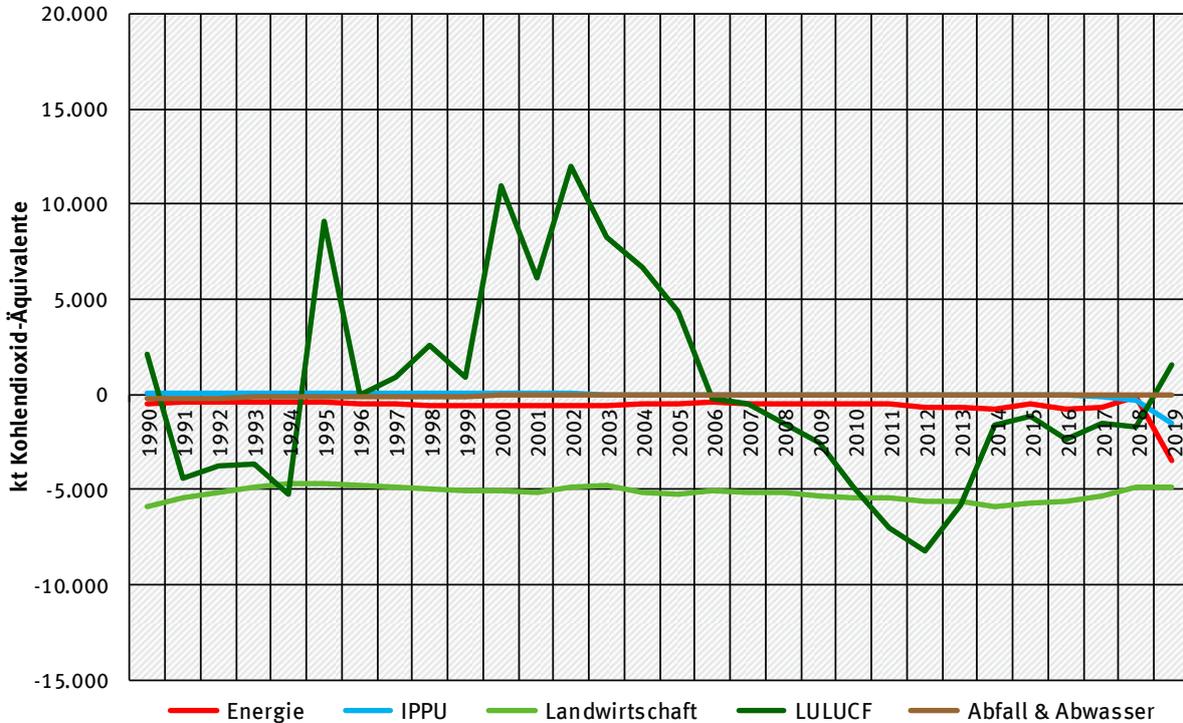
### **Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft:**

- Revision Emissionsfaktoren für Waldbiomasse
- Totholz: Korrektur der EF für die Aufforstung
- Anpassung Emissionsfaktoren für Vornutzung bei der Umwandlung von Gehölzen (Grünland) zu Wald
- Holzprodukte: Korrektur zuletzt vorläufigerer FAOSTAT-Daten für 2019
- Korrektur Faserplatten als Teilmenge der Holzwerkstoffe FAOSTAT, ab 1995
- Ackerland: Subkategorie „Sonstige perennierende Ackerlandkulturen“ ersetzt durch neue Subkategorien „Baumschulen“, „Weihnachtsbaumkulturen“ und „Kurzumtriebsplantagen“
- Implementierung Modelle zur Berechnung und Nachverfolgung Kohlenstoffvorrat in Biomasse perennierender Pflanzen außerhalb des Waldes

**Abfall und Abwasser:**

- Aktualisierung statistischer Daten 2018 (5.A.1)
- Sektor-spezifische Konsolidierung der Dichte von Methan, ab 1990 (5.A.1, 5.B.2, 5.E.1)
- Korrektur Rundungsfehler Aktivitätsdaten (5.A.1, 5.B.2)
- Anpassung von FIND-COM sowie Umstellung Berechnung Proteinmenge, ab 1990 (5.D.1)

**Abbildung 2: Änderung der Gesamtemissionen über alle Kategorien gegenüber Submission 2021**



**4.1.1.3 Rückrechnungen im Inventar 2022 nach Substanzen**

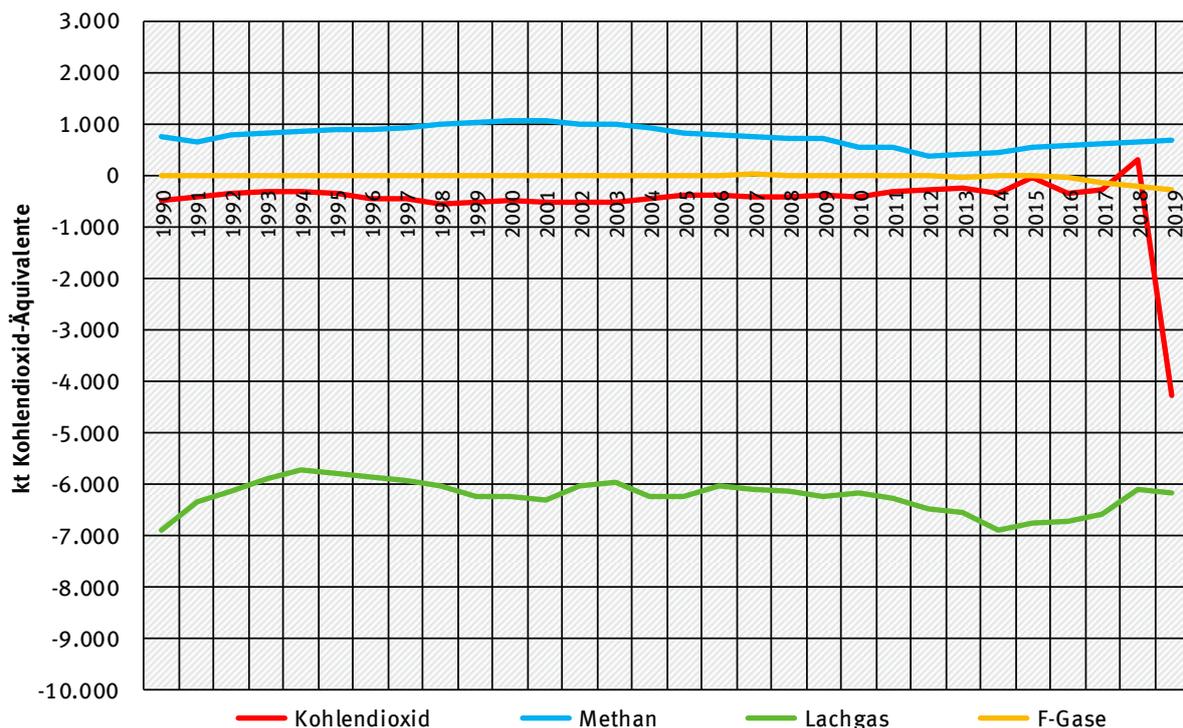
Rückrechnungen erfolgten in folgenden Quellgruppen (siehe auch Nennungen unter 4.1.1.2):

**Tabelle 9: Übersicht der von Rückrechnungen betroffenen CRF-Oberkategorien**

CRF	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>
1 - Energie	x	x	x				
2 - IPPU	x	x	x	x	x	x	x
3 - Landwirtschaft	x	x	x				
4 - LULUCF	x	x	x				
5 - Abfall & Abwasser		x	x				

**Tabelle 10: prozentuale Änderungen gegenüber der vorjährigen Berichterstattung**

	Basisjahr	2019
<b>Gesamt (CO<sub>2</sub>-äquiv.)</b>		-1,24%
CO <sub>2</sub>	1990:	-0,60%
CH <sub>4</sub>		1,37%
N <sub>2</sub> O		-17,6%
F-Gase	1995:	-2,05%

**Abbildung 3: Rückrechnung der Gesamtemission der einzelnen Treibhausgase über alle Quellgruppen gegenüber der Submission 2021**

#### 4.1.1.4 Rückrechnungen als Umsetzung von Ergebnissen des Review Prozesses

Gegenüber der Submission 2021 erfolgten mehrere auf Hinweisen oder Empfehlungen aus Reviews resultierenden Rückrechnungen. Details hierzu finden sich in den entsprechenden Kapiteln der betroffenen Sektoren.

### 4.1.2 KP-LULUCF-Inventar

#### 4.1.2.1 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 4.1.1.1.

#### 4.1.2.2 Rückrechnungen im Inventar 2022 nach Kategorien

Die Rückrechnungen betreffen die von Deutschland zu berichtenden KP-Kategorien Aufforstung (A), Entwaldung (D) und Waldbewirtschaftung (FM) sowie die Acker- (CM) und Weidelandbewirtschaftung (GM), da neben Emissionsfaktoren (z.B. Waldbiomasse und Totholz sowie bei Siedlungen (vergl. Kapitel 4.1.1.1) auch Berechnungs- und Erfassungsmethoden modifiziert wurden (z.B. Emissions- und Flächenberechnung organische Böden, Mineralböden LUC Siedlungen).

Für die Holzprodukte (*Harvested Wood Products – HWPs*) wurden mittels der FAO-Datenbank die Produktkategorien Papier und Pappe, Schnittholz und Holzwerkstoffe aktualisiert und korrigiert.

#### 4.1.2.3 Rückrechnungen im Inventar 2022 nach Substanzen

Die beschriebenen Änderungen wirken sich auf die Höhe der Emissionen aller zu berichtenden Treibhausgase aus.

## 4.2 Auswirkung auf die Höhe der Emissionen

### 4.2.1 Treibhausgas-Inventar

Die Veränderungen gegenüber Submission 2021 fallen mit -0,53 % für 1990 bzw. -1,24 % für 2019 höher aus als in der vorangegangenen Submission. Ursächlich hierfür sind vor allem die gesamte Zeitreihe betreffende Rückrechnungen im Sektor *Landwirtschaft*.

Für die einzelnen CRF-Sektoren sind die Veränderungen innerhalb der für 1990 bzw. 2019 berichteten Emissionen in Tabelle 13 und Tabelle 14 dargestellt.

Das Inventar wurde in Bezug auf Vollständigkeit und Genauigkeit weiter verbessert.

**Tabelle 11: Rückrechnung der nationalen THG-Gesamtemissionen (ohne LULUCF)**

	Submission 2021	Submission 2022	Änderung ggü. Submission 2020	
	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[%]
1990	1.248.577	1.241.919	-6.658	-0,53%
1995	1.120.555	1.115.305	-5.250	-0,47%
2000	1.042.612	1.036.926	-5.686	-0,55%
2005	992.530	986.709	-5.820	-0,59%
2010	941.805	935.768	-6.037	-0,64%
2011	917.274	911.244	-6.030	-0,66%
2012	923.342	916.901	-6.441	-0,70%
2013	940.420	933.987	-6.432	-0,68%
2014	901.255	894.465	-6.791	-0,75%
2015	904.262	897.954	-6.308	-0,70%
2016	907.968	901.442	-6.526	-0,72%
2017	892.076	885.729	-6.346	-0,71%
2018	855.890	850.542	-5.348	-0,62%
2019	809.799	799.734	-10.065	-1,24%

Quelle: eigene Berechnungen

Die nachrichtlich berichteten Emissionen der sogenannten MemoItems wurden gegenüber der vorangegangenen Berichterstattung deutlich korrigiert. Maßgeblich hierfür sind die Revision des für den Seeverkehr genutzten Rechenmodells sowie die Neuberechnung der Emissionen gemäß der KP-Berichterstattung zu den Artikeln 3.3 und 3.4.

**Tabelle 12: Rückrechnungen der nachrichtlichen Inventardaten (Memo Items)**

	1990	2019
nachrichtliche Emissionen:	5,42%	4,89%
aus internationalen Verkehren	3,86%	0,39%
<i>davon: internationaler ziviler Flugverkehr</i>	0,01%	-0,04%
<i>davon: internationaler Schiffsverkehr</i>	11,0%	4,0%
aus multilateralen Militäreinsätzen	NE	NE
CO <sub>2</sub> aus der Verbrennung von Biomasse	0,00%	2,09%
KP Reporting	14,0%	-13,1%
aufgefangenes CO <sub>2</sub> (CCS)	NO	NO

Quelle: eigene Berechnungen

#### 4.2.1.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Gesamtemissionen (ohne LULUCF) für 1990 werden um etwa 0,53 % bzw. 6.658 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalente nach unten korrigiert (siehe Tabelle 13).

Die maßgeblichen inventarwirksamen Korrekturen erfolgen dabei im Sektor *Landwirtschaft* (-5.928 kt | -7,75 %).

Hinzu kommen vergleichsweise geringfügige Korrekturen in den Sektoren *Energie* (-555 kt), *Industrieprozesse und Produktanwendung* (+58 kt) sowie *Abfall & Abwasser* (-232 kt).

Die seit der vorangegangenen Submission für den *LULUCF*-Sektor berichtete netto-CO<sub>2</sub>-Freisetzung wird mit +2.284 kt nochmals spürbar (+10 %) nach oben korrigiert. Parallel erfolgt eine Minderung der Methan- und Lachgas-Emissionen um 143 kt bzw. 5,61 %.

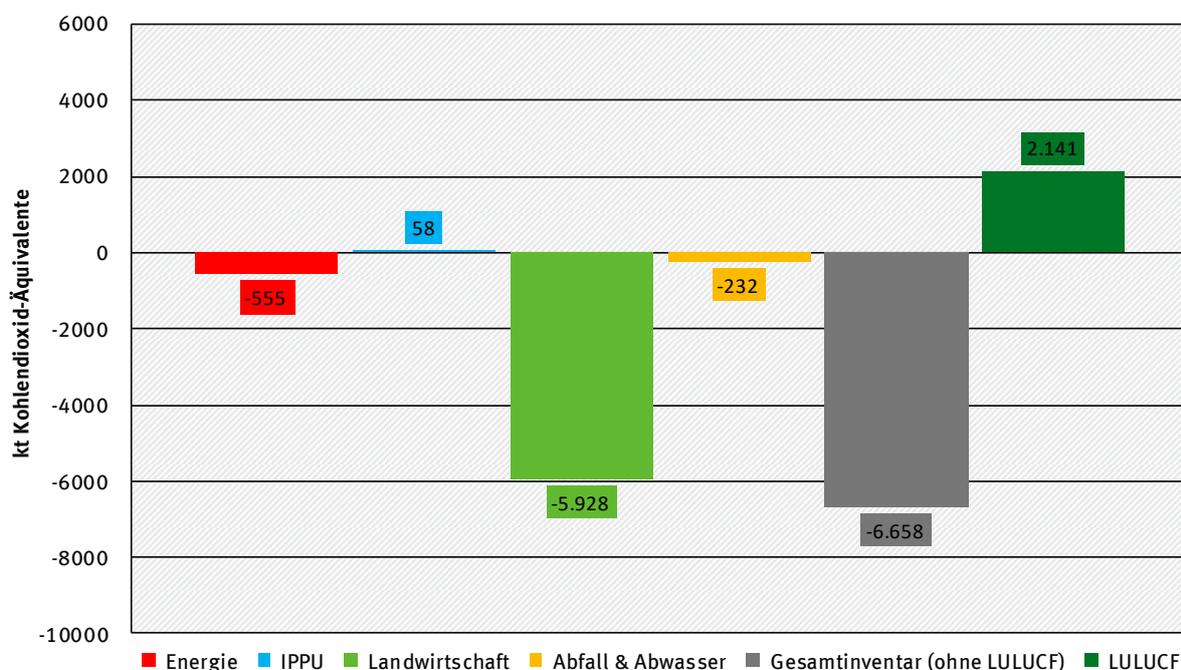
Detailliertere Informationen sind, in Ergänzung zu nachfolgender Tabelle, in den CRF-Tabellen 8(a)s1 bis 8(a)s4 verfügbar.

**Tabelle 13: Rückrechnung der CRF-spezifischen THG-Gesamtemission, 1990**

	Submission 2021 [kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	Submission 2022 [kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	Änderung ggü. Subm. 2021 [kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[%]
<b>Nationale Gesamtemissionen (ohne LULUCF)</b>	<b>1.248.577</b>	<b>1.241.919</b>	<b>-6.658</b>	<b>-0,53%</b>
1. Energie	1.036.998	1.036.444	-555	-0,05%
2. IPPU	96.833	96.891	58	0,06%
3. Landwirtschaft	76.509	70.581	-5.928	-7,75%
4. Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	24.862	27.003	2.141	-8,61%
CO <sub>2</sub> (Netto-Emissionen/Einbindung)	22.307	24.591	2.284	10,2%
N <sub>2</sub> O + CH <sub>4</sub> (Emissionen)	2.555	2.412	-143	-5,61%
5. Abfall & Abwasser	38.235	38.003	-232	-0,61%

Quelle: eigene Berechnungen

**Abbildung 4: absolute Änderungen in CRF-Sektoren und Gesamtinventar, für das Jahr 1990**



#### 4.2.1.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2019

Die für das Jahr 2019 berichteten Gesamtemissionen ohne LULUCF werden im Vergleich zur Submission 2021 um 10.065 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalente bzw. 1,24 % deutlich nach unten korrigiert (siehe Tabelle 14).

Die maßgeblichen Korrekturen verteilen sich dabei auf die Sektoren *Energie* (-3.526 kt | -0,52 %), *Landwirtschaft* (-4.927 kt | -7,97 %) sowie *Industrieprozesse und Produktanwendung* (-1.566 kt | -2,55 %).

Hinzu kommen kleinere Änderungen im Sektor *Abfall & Abwasser* (-46 kt | -0,50 %).

Im *LULUCF*-Sektor kommt es für 2019 zu einer Verminderung der CO<sub>2</sub>-Senkenleistung um 1.541 kt. Die Methan- und Lachgas-Emissionen erhöhen sich marginal (+31 kt | 0,91 %).

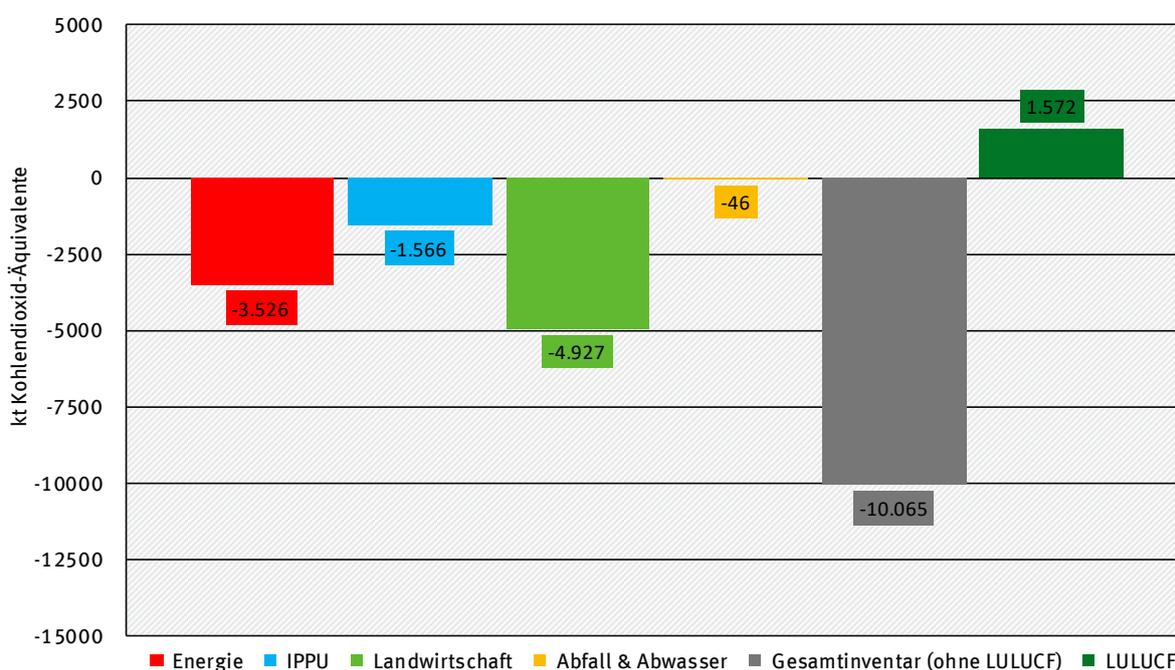
Detailliertere Informationen sind, in Ergänzung zu nachfolgender Tabelle, in den CRF-Tabellen 8(a)s1 bis 8(a)s4 verfügbar.

**Tabelle 14: Rückrechnung der CRF-spezifischen THG-Gesamtemission, 2019**

	Submission 2021	Submission 2022	Änderung ggü. Subm. 2021	
	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[%]
<b>Nationale Gesamtemissionen (ohne LULUCF)</b>	<b>809.799</b>	<b>799.734</b>	<b>-10.065</b>	<b>-1,24%</b>
1. Energie	677.361	673.836	-3.526	-0,52%
2. IPPU	61.356	59.790	-1.566	-2,55%
3. Landwirtschaft	61.839	56.912	-4.927	-7,97%
4. Landnutzungsänderung u. Forstwirtschaft	-16.464	-14.892	1.572	9,55%
CO <sub>2</sub> (Netto-Emissionen/Einbindung)	-19.805	-18.264	1.541	7,78%
N <sub>2</sub> O + CH <sub>4</sub> (Emissionen)	3.341	3.372	31	0,91%
5. Abfall & Abwasser	9.243	9.196	-46	-0,50%

Quelle: eigene Berechnungen

**Abbildung 5: absolute Änderungen in CRF-Sektoren und Gesamtinventar, für das Jahr 2019**



## 4.2.2 KP-LULUCF-Inventar

### 4.2.2.1 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 1990

Die Ergebnisse der Rückrechnung für das Jahr 1990 bezüglich der Emissionen der einzelnen KP-Kategorien sind in Tabelle 15 dargestellt. Insgesamt ist eine Zunahme der Emissionen um 29,04% zu verzeichnen.

Einige Kategorien zeigen deutliche Veränderungen, die zum einen auf die Unterschiede in den Aktivitätsdaten zurückzuführen sind; infolge der Aktualisierung des B-DLM-Datensatzes des ATKIS®. Zum anderen durch Änderungen von Emissionsfaktoren für die Waldbiomasse und dem Totholz sowie für Siedlungen und durch Methodenverbesserungen bei der Herleitung der organischen Böden.

**Tabelle 15: Rückrechnung der Gesamtemissionen 1990, in kt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten**

Landnutzungskategorie	Submission 2021	Submission 2022	Änderung ggü. Subm. 2021	
	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[%]
Aufforstung (KP 3.3)	677,9374	527,794	-150,143	-22,15%
Entwaldung (KP 3.3)	206,771	286,824	80,053	38,72%
Waldbewirtschaftung (KP 3.4)	-22.220,671	-21.213,242	1.007,429	-4,53%
Ackerlandbewirtschaftung (KP 3.4)	10.749,908	14.141,849	3.391,941	31,55%
Grünlandbewirtschaftung (KP 3.4)	26.752,484	27.118,388	365,904	1,37%
Gesamt	16.166,429	20.861,613	4.695,184	29,04%

Quelle: eigene Berechnungen

#### 4.2.2.2 Auswirkung auf die Emissionshöhe von Kategorien 2020

Die Auswirkungen der Rückrechnung auf die THG-Emissionen der KP-Kategorien im Jahr 2020 sind moderat (siehe Tabelle 16). So wird insgesamt eine Abnahme der Senkenfunktion von 35,6% ausgewiesen.

Mit Ausnahme der Kategorien Aufforstung und Entwaldung zeigen die anderen Kategorien eine Zunahme der Nettoemissionen bzw. Abnahme der Nettoeinbindung. Ursache hierfür sind in der Waldkategorie hauptsächlich die geänderten Emissionsfaktoren für die Biomasse; in der Kategorie Grünlandbewirtschaftung die Methodenänderung zur Berechnung der THG-Emissionen aus organischen Böden

**Tabelle 16: Rückrechnung der Gesamtemissionen 2019, in kt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten**

Landnutzungskategorie	Submission 2021	Submission 2022	Änderung ggü. Subm. 2021	
	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[kt CO <sub>2</sub> -äqui.]	[%]
Aufforstung (KP 3.3)	-564,984	-725,089	-160,105	28,34%
Entwaldung (KP 3.3)	1646,275	1.274,136	-372,139	-22,60%
Waldbewirtschaftung (KP 3.4)	-56930,324	-54.098,446	2831,878	-4,97%
Ackerlandbewirtschaftung (KP 3.4)	6195,059	16.551,797	10356,738	167,18%
Grünlandbewirtschaftung (KP 3.4)	22035,480	20.465,601	-1569,879	-7,12%
gesamt	-27.618,494	-16.531,999	11.086,495	-40,14%

Quelle: eigene Berechnungen

### 4.3 Auswirkung auf die Emissionstrends und die Konsistenz der Zeitreihe

#### 4.3.1 Treibhausgas-Inventar

Die Konsistenz der Zeitreihen hat sich auf Grund der Rückrechnungen verbessert.

Im Ergebnis stellt sich der Trend der nationalen Gesamtemissionen (ohne LULUCF) gegenüber dem aktuellen Basisjahr in einer Reduktion von rund 41,3 % dar.

Insbesondere infolge der Auswirkungen der Pandemie liegen die reinen CO<sub>2</sub>-Emissionen 2020 fast 10 % unter den Werten des Vorjahres.

Mit einem Minus von 1,9 % bzw. 2,7 % fallen die Minderungen für Methan und Lachgas dagegen deutlich geringer aus. Die Emissionen der Summe der F-Gase sinken dagegen ebenfalls deutlich um über 11 %, wobei die Trends der einzelnen F-Gase sich weiterhin uneinheitlich entwickeln.

#### 4.3.2 KP-LULUCF-Inventar

Die Konsistenz der Zeitreihen bleibt trotz der durchgeführten Rückrechnungen gewahrt. Durch die implementierten methodischen Änderungen und Verbesserung der Datenquellen konnte eine deutliche Verbesserung des KP-LULUCF – Inventars insbesondere bezüglich der Genauigkeit herbeigeführt werden.

## **5 Bewertung der Vollständigkeit und der potentiell nicht erfassten Quellen und Senken von Treibhausgasemissionen**

Die folgenden zwei Tabellen enthalten die Quellen für Treibhausgase, die im Treibhausgasinventar von Deutschland noch nicht direkt berichtet werden. Dies bezieht sich auf Emissionen, für die die notwendigen Berechnungsgrundlagen nicht zur Verfügung stehen oder nur mit großem Aufwand ermittelt werden können. Diese müssen jedoch den mit der Definition des notation keys „NE“ vorgegebenen Kriterien der Vernachlässigbarkeit entsprechen. Die hierfür erforderlichen Schätzungswerte sind ebenfalls aufgelistet.

Weiterhin erfolgt eine Zusammenfassung der CRF-Tabelle 9(a), in der die an anderer Stelle im Inventar als „IE“ berichteten Emissionen.

**Tabelle 17: Vollständigkeit - Übersicht der Quellen und Senken, deren Emissionen nicht geschätzt (not estimated, NE) werden**

<b>Emissions 2020</b>			
kt CO <sub>2</sub> equiv	<b>national total (without LULUCF)</b>	<b>728.738</b>	
kt CO <sub>2</sub> equiv	thereof 0,1 %	729	
kt CO <sub>2</sub> equiv	thereof 0,05 %	364	
<b>Category code</b>	<b>Category description</b>	<b>Assumption for estimated emission (in kt CO<sub>2</sub> equiv)</b>	<b>Reference to NIR</b>
1.B.2.d	Geothermal Energy	< 1	see NIR 3.3.2.4
2.A.4.c	Non-metallurgical magnesium production	< 100	see NIR Chapter 4.2.4.3.2
2.B.4.a	Caprolactam	< 17,9	see NIR Chapter 4.3.4.2
2.B.6	Titan dioxid production	< 300	see NIR chapter 4.3.6
2.D.3	Asphalt - asphalt roofing	0,2	see NIR Chapter 4.5.4.2
2.D.3	Asphalt - road paving	2,5	see NIR Chapter 4.5.5.2
3.A.4	Deer	132	see NIR Chapter 19.3.1
3.A.4	Rabbits	3,96	see NIR Chapter 19.3.1
3.A.4	Fur-bearing animals	0,16	see NIR Chapter 19.3.1
3.B(a).4	Deer	1,45	see NIR Chapter 19.3.1
3.B(a).4	Fur-bearing animals	1,08	see NIR Chapter 19.3.1
3.B(a).4	Rabbits	0,88	see NIR Chapter 19.3.1
3.B(a).4	Ostrich	1,08	see NIR Chapter 19.3.1
3.B(b).4	Fur-bearing animals	0,68	see NIR Chapter 19.3.1
3.B(b).4	Rabbits	0,82	see NIR Chapter 19.3.1
3.B(b).4	Ostrich	0,06	see NIR Chapter 19.3.1
3.B(b).5	Indirect emissions	1,01	see NIR Chapter 19.3.1
3.D	Other animals	29,48	The entries for other animals are not shown in CRF Reporter under 3 D., see NIR Chapter 19.3.1
5.A	Flaring	0,51	see NIR Chapter 7.2.1.2.9
5.E.	accidental fires (buildings, cars ...)	< 100	see NIR Chapter 7.6
<b>Sum</b>		<b>695</b>	

**Tabelle 18: Vollständigkeit – Übersicht der Quellen und Senken, die an anderer Stelle berichtet werden (included elsewhere, IE)**

Aus Konsistenz- und Platzgründen wird diese Tabelle nur noch in Table 9 der CRF-Tabellen geführt.

## **6 Inventarverbesserungen und Reaktionen auf Review-Aktivitäten (Stand NIR 2021)**

### **6.1 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 19: Zusammenstellung der mit der aktuellen Berichterstattung erledigten Review-Empfehlungen**

CRF	Review Findings	Improvement	Report [year]	Source	Reference	Resolved in ...
5.D.1.	<p>During the review, the ERT noted that the MCF value used for septic tanks (0.17) is different from the IPCC default of 0.5 (2006 IPCC Guidelines, volume 5, table 6.3) and refers to Gibbs and Woodbury (1993), which is not publicly available. Upon request, Germany provided the ERT with a copy of the reference. The paper presents MCF values for animal manure stored at different temperatures and Germany used the MCF values for slurry at 10 and 20 °C to calculate a weighted MCF based on the soil temperature in Germany. Gibbs and Woodbury (1993) refers to the same author (Hashimoto) that is referenced in the Revised 1996 IPCC Guidelines and the same MCF values of 10 and 35 per cent are provided. In response to a question raised by the ERT on the applicability of MCF values derived for animal manure to human sewage, the Party explained that no better data are considered to be available. The ERT agrees that the default MCF for septic tanks in the 2006 IPCC Guidelines does not represent the climatic conditions in Germany.</p> <p>Is finding an issue and/or a problem?: Yes. Accuracy</p>	Rationale for choosing the MCF has been thoroughly explained and verified	2021	ARR	W.15, Table 6	see NIR 2021 chap. 7.5.1.1.2 and 7.5.1.1.4

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 20: Zusammenfassung der mit der aktuellen Berichterstattung erledigten und der offenen in den NIR-Kategoriekapiteln genannten geplanten Verbesserungen**

CRF	Planned improvement	Data quality objective	Deadline	STATUS	Comment	Resolved in ...	Year of reporting	Reference NIR-chapter
1.	As noted at the beginning of this chapter, it was not possible to complete the planned countryspecific calculation approach. This important step will be completed in connection with the 2021 submission.	The country-specific calculation approach is to be finalized and adopted for the inventory.	[2022]	open	The announced development of a country-specific calculation approach is delayed.		2020	19.1.5
1.A.3.d	With regard to inland waterway transport, in cooperation with the responsible modellers (ifeu) and national experts (ZKR: Zentralkommission für die Rheinschiffahrt / CCNR: Central Commission for the Navigation of the Rhine), ways are sought for the exact separate collection of national and international vessels.	National and international ships are to be recorded exactly and separately. The procedure should be developed with ifeu and the ZKR and documented in the NIR and the IB. If needed, the inventory has to be updated.	[2020]	overdue	Germany is continuing to work on that issue.		2017	3.2.10.4.6
1.B.2	Several measurement campaigns are currently underway in Germany to determine emission factors for natural gas transmission and distribution pipelines. It is planned to include the findings from the measurement programs in the inventory after completion.	The results from the measurement campaigns are to be included in the inventory.	[2023]	open	Ongoing		2021	3.3.2.6
2.A.4.b	The aforementioned technical clarifications and consultations with the Federal Statistical Office are to be carried out in time for the next reporting round.	Technical clarifications and consultations with the Federal Statistical Office are to be carried out.	[2022]	closed	The announced technical clarifications and consultations with the german statistical agency took place, but unfortunately were not successful. Instead a new Inventory Plan issue was opened for trying to reach an agreement with the only two national producers.	-	2020	4.2.4.2.6

CRF	Planned improvement	Data quality objective	Deadline	STATUS	Comment	Resolved in ...	Year of reporting	Reference NIR-chapter
2.B.8.	Plans call for improving the database	The database needs to be improved	[2017]	closed	Due to having only small impact and not having a priority need for action, this issue has been transferred to the improvement plan and closed in the inventory plan.	-	2016	4.3.8.1.6
2.D.2	Plans call for discontinuation of inclusion of biogenic wax fractions.	The biogenic wax component should no longer be included in the inventory.	[2022]	done	Issue has been resolved.	-	2020	4.5.2.6
2.D.3.(b)	Relevant findings currently available from a research project are to be used for specific evaluation of emission factors.	The emission factors need to be evaluated on the basis of the existing project report.	[2012]	overdue	Germany is continuing to work on that issue.		2012	4.2.6.6
2.H.2	Plans call for the database for emissions reporting 2.H.2 to be updated. A project to this end will be launched in 2020. This effort is not expected to yield any new data before 2021.	The data basis for emissions reporting must be updated. A project shall be launched for this purpose.	[2022]	done	Issue has been resolved - project was launched in 2021.	-	2020	4.9.2.6
2.H.2.	Based on an ongoing project, emission factors shall be updated.	Based on the results of the recently launched project, the emission factors used so far need to be updated.	[2023]	open	Ongoing		2021	4.9.2.6
5.A.1.	In an international comparison, collection rates of landfill gas, at about 20 %, seem very low. They also seem low in that nearly all German landfills have gas-collection facilities and that the technical characteristics of German landfills would seem to provide a comparatively good basis for high collection rates. This apparent contradiction will need to be cleared up for future reports.	The causes for the high differences between statistical data and estimated amount of landfill gas shall be determined.	[2018]	overdue	Germany is continuing to work on that issue.		2013	8.2.1.6

CRF	Planned improvement	Data quality objective	Deadline	STATUS	Comment	Resolved in ...	Year of reporting	Reference NIR-chapter
5.A.1.	For some years now, there has been increasing evidence in Germany that the formation of landfill gas calculated according to the FOD model of the IPPC and the resulting methane emissions are considerably overestimated compared to the real behaviour of landfills. The Federal Environment Agency has therefore commissioned two research projects to investigate this issue and to determine national values for half-lives, k-values and DOCf-values.  Translated with <a href="http://www.DeepL.com/Translator">www.DeepL.com/Translator</a>	After completion of the current SV project (for the textual and mathematical incorporation of the results from two previously finished Research projects into the NIR), the results are to be transferred to the NIR and the inventory revised.	[2020]	overdue	Germany is continuing to work on that issue.		2019	7.2.1.6
5.A.1.	For some years now, there have been growing indications in Germany that the IPCC's FOD model for calculating landfill-gas formation, and the resulting methane emissions, produces significant overestimations with regard to actual landfill behaviour. To address this situation, the Federal Environment Agency has commissioned two research projects aimed at producing national values for the applicable half-lives, k values and DOCf values.	Two research projects were completed to update the landfill gas formation and resulting methane emissions, calculated using the IPPC's FOD model. As a result, the currently calculated emissions are significantly overestimated compared to real landfill behavior. The values for half-lives, k-values, and DOCf-values, currently used in the FOD model, are to be adjusted accordingly.	[2022]	open	The draft results reports are currently coordinated between the Ministry for Environment (BMU) and the Federal Environment Agency (UBA) for official acceptance and publication, the implementation of the results can only take place afterwards.		2020	7.2.1.6

CRF	Planned improvement	Data quality objective	Deadline	STATUS	Comment	Resolved in ...	Year of reporting	Reference NIR-chapter
5.D.1.	In the area of wastewater treatment, only CH <sub>4</sub> emissions from open cesspools and N <sub>2</sub> O emissions from aeration tanks and from effluent are currently being reported. Other possible treatment steps that could be emissions-relevant – such as sludge treatment – are not reported, since the 2006 IPCC Guidelines do not cover them and since no pertinent data are available to date.	The inventory needs to be adjusted in keeping with the results of the R&D project on "fugitive emissions."	[2020]	overdue	Germany is continuing to work on that issue.		2016	7.5.1.1.1

## 6.2 KP & LULUCF

Die für das Konventionsinventar beschriebenen Verbesserungen für den Sektor LULUCF im Kapitel 6.1 sind auch für das KP-LULUCF-Inventar anzuwenden.

## 6.3 Implementing Regulation Article 9: Reporting on implementation of recommendations and adjustments

**Tabelle 21: Implementing Regulation Article 9: Reporting on implementation of recommendations and adjustments, Article 9.1**

<b>Member State:</b>	Germany			
<b>Reporting year:</b>	UNFCCC Annual Review Report 2020			
<b>CRF category / issue</b>	<b>Review recommendation</b>	<b>Review report / paragraph</b>	<b>MS response / status of implementation</b>	<b>Chapter/section in the NIR</b>
The official results of the Annual Review 2020 are currently unpublished.				

## 7 Informationen über Änderungen im nationalen Systems

Nach dem In-Country Review 2016 kann die institutionelle Konsolidierung des Nationalen Systems gemäß der Erfordernisse für die 2. Verpflichtungsperiode des Kyoto Protokolls aus den Revised UNFCCC Reporting Guidelines und der 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories als abgeschlossen gelten. Der Schwerpunkt im vorliegenden Berichtszeitraum lag daher auf der Sicherung der vorhandenen Datenströme.

Nachdem im Juli 2018 die Wirtschaftsvereinigung Stahl der Nationalen Koordinierungsstelle mitteilte, dass die keine Daten für 2017 auf Basis der geschlossenen Kooperationsvereinbarung zur Verfügung gestellt werden können, folgten Aktivitäten der Nationalen Koordinierungsstelle und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zur Wiederherstellung des Datenströms.

Im Frühsommer 2019 stellte die Wirtschaftsvereinigung Stahl der Nationalen Koordinierungsstelle wieder Daten für die Jahre 2017 und 2018 zur Verfügung. Damit könnte die Datenlücke in den Quellgruppen 1.A.2 und 2.C.1 aus dem Vorjahr geschlossen werden. Weitere Änderungen in der Institutionalisierung des Nationalen Systems wurden in 2019 und 2020 nicht durchgeführt.

## 8 Informationen über Änderungen im QA/QC-Management

Innerhalb des bestehenden QA/QC-Managements erfolgten keinerlei Änderungen.

## 9 Informationen zu Änderungen in den Nationalen Registern

The following changes to the national registry of Germany have occurred in 2021. Note that the 2021 SIAR confirms that previous recommendations have been implemented and included in the annual report.

<b>15/CMP.1 annex II.E paragraph 32.(a)</b> Change of name or contact	No change in the name or digital 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	There have been 6 new EU CR releases (versions 12.4, 13.0.2, 13.2.1, 13.3.3, 13.5.1 and 13.5.2) after version 11.5 (the production version at the time of the last Chapter 14 submission). No changes were applied to the database, whose model is provided in Annex A. No change was required to the 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	The changes that have been introduced with versions 12.4, 13.0.2, 13.2.1, 13.3.3, 13.5.1 and 13.5.2 compared with version 11.5 of the national registry are presented in Annex B. It is to be noted that 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 are carried out prior to the relevant major release of the version to Production (see Annex B). 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 changes regarding security occurred during the reported 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 to the registry internet address during the reported 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	No change during the reported period.
<b>1/CMP.8 paragraph 23</b> PPSR account	The PPSR account has been opened on 6.10.2020 in the Union Registry.
<b>Annual Review report</b> Previous Expert Review Team recommendations	The last available report (FCCC/ARR/2020/DEU published 29.4.2021) recommends in G.3, that the value used for the CPR should be consistent with the value agreed in the report to facilitate the calculation of the assigned amount (FCCC/IRR/2016/DEU). This has been addressed in 12.5.

## 10 Informationen zur Buchführung der Kyoto-Einheiten

### 10.1 Background information

Chapter 9 and 9 include information on the German emission trading registry. The accounting on Kyoto units and the public availability of information is described in chapter 9. Any significant changes in the national registry are reported in chapter 9.

### 10.2 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 2021 was generated on 10 January 2022 with the Union Registry software in version 13.5.2, provided by the EU commission on 1.12.2021 and the SEF application version 3.8.3, provided by the secretariat on 26.1.2018. The German SEF for 2021 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.

### 10.3 Discrepancies and Notifications

<b>15/CMP.1 annex I.E paragraph 12</b> List of discrepant transactions	No discrepant transactions occurred in 2021.
<b>15/CMP.1 annex I.E paragraph 13 and 14</b> List of CDM notifications	No CDM notifications occurred in 2021.
<b>15/CMP.1 annex I.E paragraph 15</b> List of non-replacements	No non-replacements occurred in 2021.
<b>15/CMP.1 annex I.E paragraph 16</b> List of invalid units	No invalid units exist as at 31 December 2021.
<b>15/CMP.1 annex I.E paragraph 17</b> Actions and changes to address discrepancies	No actions were taken or changes made to address discrepancies for the period under review.

## 10.4 Publicly accessible information

<p><b>13/CMP.1 annex II paragraph 45</b> Account information</p>	<p>In line with the data protection requirements of Regulation (EC) No 45/2001 and the GDPR Regulation (EU) 2016/679 and in accordance with Article 77 of Commission Regulation (EU) No 2019/1122, the information on account representatives, account holdings, account numbers, all transactions made and carbon unit identifiers, held in the EUTL, the Union Registry and any other KP registry (required by paragraph 45) is considered confidential. The most up-to-date account information may be accessed via: <a href="https://unionregistry.ec.europa.eu/euregistry/DE/public/reports/publicReports.xhtml">https://unionregistry.ec.europa.eu/euregistry/DE/public/reports/publicReports.xhtml</a></p>														
<p><b>13/CMP.1 annex II paragraph 46</b> Joint implementation project information</p>	<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. <a href="https://jicdm.dehst.de/promechg/pages/project1.aspx">https://jicdm.dehst.de/promechg/pages/project1.aspx</a> A complete list of ERU issuance years is available at: <a href="https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/EN/project-mechanisms/ERU_table.pdf">https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/EN/project-mechanisms/ERU_table.pdf</a> In 2021, no ERU were converted from AAU and no ERU converted from RMU were issued.</p>														
<p><b>13/CMP.1 annex II paragraph 47</b> Unit holding and transaction information</p>	<p>The information requested in (a), (d), (f) and (l) is classified as confidential due to Article 77 of Commission Regulation (EU) No 2019/1122 as well as national data protection law and therefore not publicly available. Transactions of units within the most recent five year period are also classified as confidential, therefore the transactions provided are only those completed more than five years in the past. The information requested in (b), (c), (e), (g), (h), (i), (j) and (k) is publicly available at <a href="https://unionregistry.ec.europa.eu/euregistry/DE/public/reports/publicReports.xhtml">https://unionregistry.ec.europa.eu/euregistry/DE/public/reports/publicReports.xhtml</a> .</p>														
<p><b>13/CMP.1 annex II paragraph 48</b> Authorized legal entities information</p>	<p>The following legal entities are authorized by the Member State to hold Kyoto units:</p> <table border="1" data-bbox="579 1198 1415 1494"> <thead> <tr> <th></th> <th>Legal entities authorised by Germany to hold units</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AAU</td> <td>Federal Government only</td> </tr> <tr> <td>ERU</td> <td>Each account holder</td> </tr> <tr> <td>CER</td> <td>Each account holder</td> </tr> <tr> <td>RMU</td> <td>Federal Government only</td> </tr> <tr> <td>tCER</td> <td>Federal Government only</td> </tr> <tr> <td>ICER</td> <td>Federal Government only</td> </tr> </tbody> </table>		Legal entities authorised by Germany to hold units	AAU	Federal Government only	ERU	Each account holder	CER	Each account holder	RMU	Federal Government only	tCER	Federal Government only	ICER	Federal Government only
	Legal entities authorised by Germany to hold units														
AAU	Federal Government only														
ERU	Each account holder														
CER	Each account holder														
RMU	Federal Government only														
tCER	Federal Government only														
ICER	Federal Government only														

## 10.5 Calculation of the Commitment Period Reserve

Germany's Commitment Period Reserve (CPR) is calculated as 90 percent of Germany's assigned amount (3,592,699,888 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 3,233,429,900 tonnes CO<sub>2</sub> equivalent (or AAU).

In accordance to Article 88 of Commission Regulation (EU) No 2019/1122 in line with Article 4 paragraph 4 Commission Regulation (EU) No 389/2013 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.

## **10.6 KP-LULUCF accounting**

The Kyoto Protocol accounting under the second commitment period started with the entering into force of the Doha amendment. Germany chose to account over the entire commitment period for emissions and removals from activities under Article 3, paragraphs 3 and 4, of the Kyoto Protocol. Tabelle 22 contains data as submitted under the Kyoto Protocol. More information is given in NIR chapter 11 and the respective NIR chapters of the LULUCF sector.

**Tabelle 22: Information on accounting for activities under Articles 3.3 and 3.4 of the Kyoto Protocol**

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK ACTIVITIES	NET EMISSIONS/REMOVALS										Accounting parameters	Accounting quantity	
	Base Year	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total			
(kt CO2 eq)													
A. Article 3.3 activities													
A.1. Afforestation/reforestation		-621,69	-684,72	-747,93	-379,32	-467,04	-531,62	-622,84	-725,09	-4.780,25			-4.780,25
A.2. Deforestation		623,22	669,06	716,20	1.171,56	1.217,06	1.256,09	1.262,57	1.274,14	8.189,90			8.189,90
B. Article 3.4 activities													
B.1. Forest management										-500.721,28			-372.022,61
Net emissions/removals		-65.412,57	-65.023,52	-62.907,79	-65.764,11	-65.519,90	-63.972,15	-58.022,80	-54.098,45	-500.721,28			
Forest management reference level (FMRL)											-22.418,00		
Technical corrections to FMRL											6.330,67		
Forest management cap											351.007,81		-351.007,81
B.2. Cropland management	14.141,85	18.165,94	18.168,11	18.521,90	17.785,30	17.454,87	17.320,19	16.906,17	16.551,80	140.874,29			27.739,50
B.3. Grazing land management	27.118,39	23.154,96	22.930,67	21.968,59	22.231,26	21.973,40	21.277,58	20.958,23	20.465,60	174.960,29			-41.986,82

## 11 THG-Emissionen in Zuordnung von 406/2009/EC (Lastenteilung)

Diese Zuordnung ist in der zusammen mit diesem Bericht übermittelten Excel-Zusammenstellung „EU\_MMR\_Annexes\_GERMANY\_2022.xlsx“ im ANNEX X enthalten.

## 12 Emissionen indirekter Treibhausgase

Die relative Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und SO<sub>2</sub> sind grafisch in der Abbildung 6 und in Tabelle 2 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 95,7 %, die von CO um 81,2 %, die von den NMVOC um 73,4 % und die von NO<sub>x</sub> um ca. 65,7 % zurück.

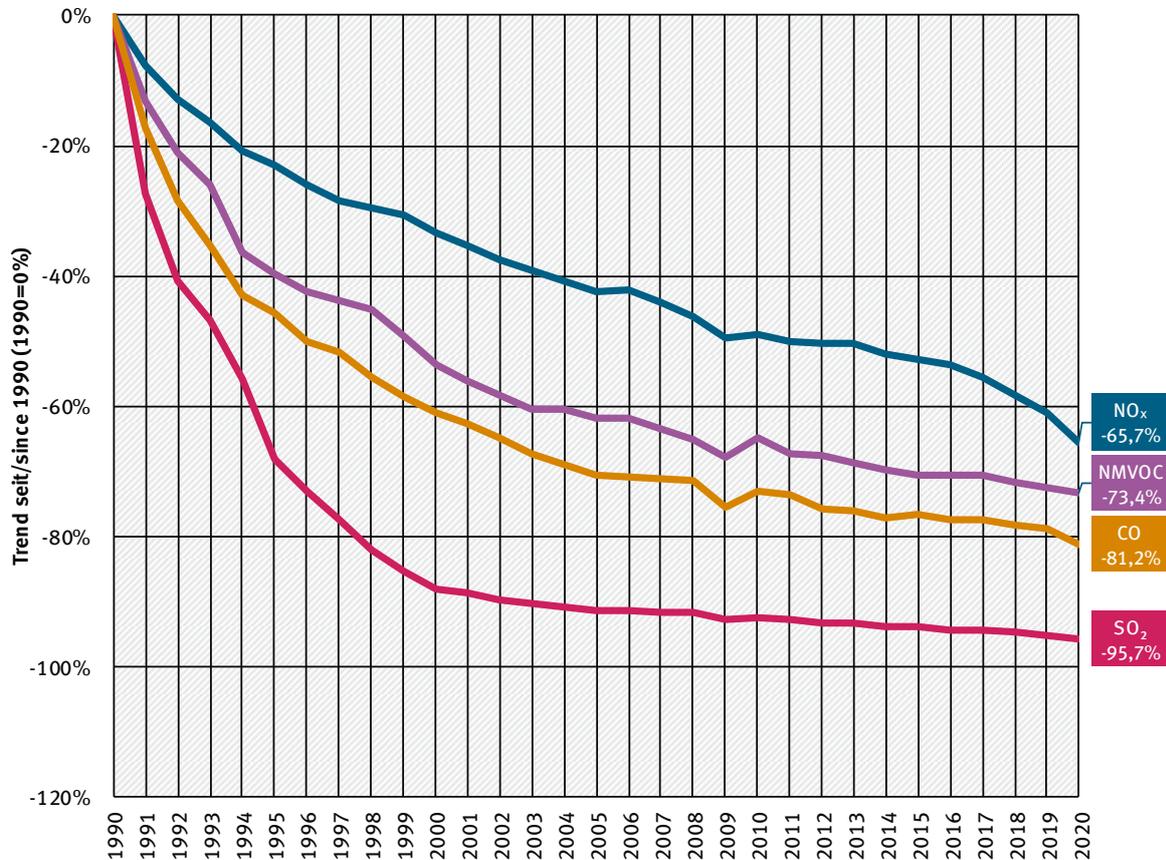
Die Emissionen von Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid sind weit überwiegend durch stationäre und mobile verbrennungsbezogene Emissionen verursacht. Daneben treten bei den NMVOC-Emissionen noch die Emissionen aus der Anwendung von Lösemitteln mit in den Vordergrund.

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. Einige der Altanlagen wurden durch Neuanlagen ersetzt, die zum damaligen Zeitpunkt den modernsten Anforderungen genügten. 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 Heizöl 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.
- Der zunehmende Einsatz von erneuerbaren Energieträgern (Strom/Wärme aus Sonne, Wind und Geothermie) wirkte sich insbesondere in den letzten Jahren auch auf die Emissionen der indirekten Treibhausgase aus.

Beschreibungen der Emissionsberechnungen für diese Schadstoffe sowie weitere detaillierte Einflussparameter für die Emissionsentwicklungen der einzelnen Luftschadstoffe können im Internet-Angebot des Umweltbundesamtes<sup>5</sup> eingesehen werden.

**Abbildung 6: Emissionsentwicklung der indirekten Treibhausgase und von SO<sub>2</sub>**



### 13 LULUCF-Reporting

Deutschland berichtet unter KP-LULUCF Artikel 3 Absatz 3 Aufforstung/Wiederaufforstung und Entwaldung (Afforestation/Reforestation, AR; Deforestation, D). In der zweiten Verpflichtungsperiode muss Deutschland Waldbewirtschaftung (Forest management, FM) nach Artikel 3, Absatz 4 des Kyotos-Protokolls anrechnen lassen. Als freiwillige Aktivitäten unter Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls wurden:

- 1. Ackerlandbewirtschaftung (Cropland management, CM)
- 2. Weidelandbewirtschaftung (Grazing land management, GM) gewählt und berichtet.

Berichtet werden die Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas.

Unter Artikel 3.3 werden für das Jahr 2019 Einbindungen von 1060,69kt CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet. Die Einbindung setzt sich zusammen aus der Einbindung durch Aufforstung und Wiederaufforstung von -582,45kt CO<sub>2</sub>-äquivalent und aus Emissionen von Entwaldung von 1.643,14kt CO<sub>2</sub>-äquivalent. Unter Aufforstung und Entwaldung werden Emissionen von CO<sub>2</sub> mit -958,25kt CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> mit 42,79kt CO<sub>2</sub>-äquivalent und N<sub>2</sub>O mit 59,66kt CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet.

Unter Artikel 3.4 werden Einbindungen im Jahr 2018 von -25808,08 kt CO<sub>2</sub>-äquivalent berichtet. Das setzt sich zusammen aus der Einbindung von -61245,62kt CO<sub>2</sub>-äquivalent aus

<sup>5</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen> sowie direkt im Informativ Inventory Report (IIR): <http://iir.umweltbundesamt.de>

Waldbewirtschaftung und Emissionen von 17271,51kt CO<sub>2</sub>-äquivalent aus Ackerbewirtschaftung sowie 18.166,0329kt CO<sub>2</sub>-äquivalent aus Weidebewirtschaftung. Die Emissionen für die drei Aktivitäten unterteilt nach den Gasen beträgt für CO<sub>2</sub> -27839,69kt, CH<sub>4</sub> 1304,14kt CO<sub>2</sub>-äquivalent und N<sub>2</sub>O 727,48kt CO<sub>2</sub>-äquivalent.

Ein Trend für die Aufforstung und Entwaldung sowie der Waldbewirtschaftung ist nicht zu erkennen. Die jährlichen Werte ab 2013 schwanken und liegen in manchen Jahren unter und in anderen Jahren über dem Mittelwert von 2013 bis 2019. Anders sieht es bei der Ackerland- und Grünlandbewirtschaftung aus. Bei der Ackerlandbewirtschaftung ist ein stetige Anstieg von 15.865 kt CO<sub>2</sub>-äquivalent im Jahr 2013 auf 17.271 kt CO<sub>2</sub>-äquivalent im Jahr 2019 zu beobachten. Einen umgekehrten Trend gibt es bei der Grünlandbewirtschaftung. Dort Verringern sich die Emissionen von 19.695 kt CO<sub>2</sub>-äquivalent im Jahr 2013 auf 18.166 kt CO<sub>2</sub>-äquivalent im Jahr 2019.

**Tabelle 23: Emissionen von 2019 für die KP-LULUCF-Aktivitäten Aufforstung und Entwaldung unter Artikel 3.3 und Waldbewirtschaftung, Ackerlandbewirtschaftung und Weidelandbewirtschaftung unter Artikel 3.4.**

Kategorie	Emission 2019 [kt CO <sub>2</sub> -äquivalent]
KP 3.3 Afforestation/Reforestation	-582,45
KP 3.3 Deforestation	1.643,14
KP 3.4 Forest Management	-61245,62
KP 3.4 Cropland Management	17271,51
KP 3.4 Grazing Land Management	18.166,03

## 14 Indikatoren

Die Indikatoren sind in der zusammen mit diesem Bericht übermittelten Excel-Zusammenstellung „EU\_MMR\_Annexes\_GERMANY\_2022\_Indicators.xlsx“ zusammengestellt.

Hierbei ist zu beachten, dass ein „GAP-filling“ durchgeführt wurde. Bedingt durch die Wiedervereinigung Deutschlands im Jahr 1990 und die damit verbundenen Arbeiten zur Zusammenführung der beiden unterschiedlichen statistischen Systeme sind einige benötigte Bezugsdaten nicht amtlich veröffentlicht. In diesen Fällen wurde als Näherung der Wert des Jahres 1991 auch für 1990 eingetragen. Bei noch nicht verfügbaren Angaben am aktuellen Rand erfolgte eine Expertenschätzung. Details sind in der Excel-Zusammenstellung kommentiert.

## 15 Datenvergleich mit ETS (203/87/EC)

Der Vergleich mit den Angaben des Emissionshandels ist in der zusammen mit diesem Bericht übermittelten Excel-Zusammenstellung „EU\_MMR\_Annexes\_GERMANY\_2022.xlsx“ im ANNEX V enthalten.

## 16 Datenvergleich mit UNECE-Berichterstattung (2001/81/EC)

Das Berichtssystem für die Emissionsinventare entsprechend den verschiedenen internationalen, europäischen und nationalen Anforderungen ist in Deutschland zentral organisiert. Alle Inventare werden durch die Nationale Koordinierungsstelle im Umweltbundesamt erarbeitet, dabei werden die gleichen Werkzeuge (Zentrales System Emissionen) und Prüf- und Abstimmungsprozeduren genutzt. Insofern sind die hier für die Vorläufersubstanzen und indirekten Treibhausgase berichteten Daten identisch. Einzige unvermeidbare minimale Abweichung entsteht durch die abweichende Definition für die Erfassung der nationalen Anteile der Luftverkehrsemissionen.

Insofern wurde dieser Vergleich vernachlässigt, da die Abweichungen weit unter den in dem in der Monitoring Regulation vorgegebenen Schwellenwert liegt. In der zusammen mit diesem Bericht übermittelten Excel-Zusammenstellung „EU\_MMR\_Annexes\_GERMANY\_2022.xlsx“ wurde der ANNEX II nicht ausgefüllt.

## 17 Datenvergleich mit F-Gas-Verordnung (517/2014)

Ein Abgleich der F-Gas Emissionen der Berichterstattung der Treibhausgasinventare nach UNFCCC mit den erhobenen F-Gas-Verwendungsmengen entsprechend der Verordnung (EU) Nr. 517/2014 ist für Deutschland nicht sinnvoll.

Nach der F-Gas Verordnung müssen nur die Unternehmen Angaben machen, die jährlich mehr als 1 Tonne F-Gase produzieren, in die EU importieren oder exportieren. Diese Abschneidegrenze führte dazu, dass im Jahr 2011 nur 12 deutsche Unternehmen an die Kommission berichten mussten. Basierend auf dem nationalen Umweltstatistikgesetz (UStatG), dessen Daten für die UNFCCC Berichterstattung Deutschlands herangezogen werden, meldeten aber insgesamt 73 Unternehmen ihre Herstellungs-, Import- und Exportmengen an das Statistische Bundesamt, da hier keine Abschneidegrenze vorgegeben ist. Außerdem berücksichtigt das UStatG Importe und Exporte aus/nach EU- und Nicht-EU-Ländern (dt. Grenzen). Art. 6 und ab 01.01.2015 Art. 19 der F-Gas Verordnung betrachtet aber nur Importe und Exporte in/aus der EU und nicht zwischen verschiedenen Mitgliedsstaaten. Die Berichterstattung unter der Verordnung(EU) Nr. 517/2014 liefert auf Grund der unterschiedlichen Grenzen (EU – Deutschland) keine belastbaren länderspezifischen Daten. Auch die Aufteilung der verkauften Mengen nach Anwendungen unter der F-Gas Verordnung ist

problembehaftet, da die Produzenten oftmals nur an Zwischenhändler verkaufen. Die Kälte-/Klimabranche mit ihren unterschiedlichen Leckageraten wird nur als eine Kategorie gemeldet, so dass für diesen Anwendungsbereich nur sehr ungenaue Aussagen zu Emissionen für die EU ableitbar sind.

## 18 Datenvergleich mit Energiedaten (EC/1099/2008)

Das Berichtssystem für die Emissionsinventare entsprechend den verschiedenen internationalen, europäischen und nationalen Anforderungen ist in Deutschland zentral organisiert. Alle Inventare werden durch die Nationale Koordinierungsstelle im Umweltbundesamt erarbeitet, dabei werden die gleichen Werkzeuge (Zentrales System Emissionen) und Prüf- und Abstimmungsprozeduren genutzt. Die für die Berechnungen verwendeten energetischen Grundlagen werden dabei einmalig aus den Statistiken aufbereitet und dann für alle zu erfüllenden Berichtspflichten unverändert verwendet.

Insofern wurde dieser Vergleich vernachlässigt, da die Abweichungen weit unter den in dem in der Monitoring Regulation vorgegebenen Schwellenwert liegt. In der zusammen mit diesem Bericht übermittelten Excel-Zusammenstellung „EU\_MMR\_Annexes\_GERMANY\_2022.xlsx“ wurde der ANNEX VI nicht ausgefüllt.

## 19 Anhang 1: Hauptkategorien des deutschen Treibhausgasinventars

Entsprechend der *2006 IPCC Guidelines* 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 Kategorien der Inventare konzentrieren zu können, wurde durch den IPCC die Definition einer Hauptkategorie (engl.: Key Source) eingeführt. Als solche werden Kategorien 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 den *2006 IPCC Guidelines* sind hierzu im Kapitel 4 die für die Bestimmung der Hauptkategorien anzuwendenden Methoden festgelegt. Diese ermöglichen es, durch die Analyse des Inventars für ein Jahr (Methode 1 Level Assessment), die Analyse einer Zeitreihe der Inventarangaben (Methode 1 Trend Assessment), einer detaillierten Analyse der fehlerbewerteten Inventarangaben (Methode 2 Trend Assessment unter Berücksichtigung der Ungenauigkeiten), sowie einer Bewertung qualitativer Kriterien (entsprechend Kapitel 4.3.3 der *2006 IPCC GL*, Vol. 4, Ch. 1) jeweils die Hauptkategorien zu identifizieren

Die Analysen nach Methode 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 den 2006 IPCC GL sind beide Ergebnisse bei der Festlegung der Hauptkategorien zu berücksichtigen.

Für die identifizierten Hauptkategorien besteht dann die Verpflichtung, für die Emissionen sehr detaillierte Berechnungsmethoden (Methode 2 oder höher), die ebenfalls in den 2006 IPCC GL vorgegeben sind, anzuwenden. Sollte deren direkte Anwendung aus den verschiedensten Gründen (z.B. die Datenverfügbarkeit für die benötigten Eingangsgrößen o.ä.) nicht möglich sein, besteht die Verpflichtung, nachzuweisen, dass durch die national 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.

## 19.1 Beschreibung der Methoden zur Festlegung der Hauptkategorien

In Tabelle 5, Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** werden die Ergebnisse der Hauptkategorienanalyse nach den beiden Methode-1-Verfahren (Level und Trend), dem Methode-2-Verfahren und der Bewertung qualitativer Kriterien vorgestellt. Auf die Beschreibung der zugrunde gelegten Methoden in den *2006 IPCC GL* (IPCC (2006): Vol. 1) wird verwiesen.

### 19.1.1 Methode-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 4.1 der 2006 IPCC Guidelines (IPCC (2006): Vol. 1).

Im Ergebnis der **Trend-Analyse** werden die Kategorien als Hauptkategorien (●) festgelegt, die hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung ihres Emissionsbeitrages seit dem Basisjahr zur Änderung der Gesamttreibhausgasemissionen des neuesten Jahres 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 4.2 der 2006 IPCC Guidelines (IPCC (2006): Vol. 1).

In der folgenden Tabelle findet sich die vollständige Liste aller in der Analyse berücksichtigten Unterkategorien.

**Tabelle 24: Hauptkategorien für Deutschland gemäß Methode 1-Ansatz (vollständige Liste)**

IPCC Categories	Activity	Emissions of	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Trend	Trend	KCA decision
			Base Year	Base Year +LULUCF	1990	1990 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	
1 A 1 a, Public Electricity and Heat Production	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 1 a, Public Electricity and Heat Production		CH4	-	-	-	-	●	●	●	●	L/T
1 A 1 a, Public Electricity and Heat Production		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 1 b, Petroleum Refining	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 1 b, Petroleum Refining		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 1 b, Petroleum Refining		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 1 c, Manufacture of Solid Fuels and Other Energy	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 1 c, Manufacture of Solid Fuels and Other Energy		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 1 c, Manufacture of Solid Fuels and Other Energy		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-

IPCC Categories	Activity	Emissions of	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Trend	Trend	KCA decision
			Base Year	Base Year +LULUCF	1990	1990 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	
1 A 2 a, Iron and steel	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 2 a, Iron and steel		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 a, Iron and steel		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 b, Non-ferrous metals	fossil fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 b, Non-ferrous metals		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 b, Non-ferrous metals		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 d, Pulp, Paper and Print	fossil fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 d, Pulp, Paper and Print		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 d, Pulp, Paper and Print		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 e, Food Processing, Beverages and Tobacco	fossil fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
1 A 2 e, Food Processing, Beverages and Tobacco		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 e, Food Processing, Beverages and Tobacco		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 f, Non-Metallic Minerals	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 2 f, Non-Metallic Minerals		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 f, Non-Metallic Minerals		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 g, Other	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 2 g, Other		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 2 g, Other		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 a, Domestic Aviation	fossil fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 a, Domestic Aviation		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 a, Domestic Aviation		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 b, Road Transport	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 3 b, Road Transport		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/T
1 A 3 b, Road Transport		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/T
1 A 3 c, Railways	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
1 A 3 c, Railways		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 c, Railways		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 d, Domestic Navigation	fossil fuels	CO2	-	●	-	●	-	-	-	-	L/-
1 A 3 d, Domestic Navigation		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 d, Domestic Navigation		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 e, Other Transportation	fossil fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 e, Other Transportation		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 3 e, Other Transportation		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 4 a, Commercial/Institutional	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 4 a, Commercial/Institutional		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/T
1 A 4 a, Commercial/Institutional		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 4 b, Residential	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
1 A 4 b, Residential		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 4 b, Residential		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 4 c, Agriculture/Forestry/Fishing	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	●	●	-	-	L/-
1 A 4 c, Agriculture/Forestry/Fishing		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 4 c, Agriculture/Forestry/Fishing		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 5, Other: Military	fossil fuels	CO2	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
1 A 5, Other: Military		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 A 5, Other: Military		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 B 1, Solid Fuels	fossil fuels	CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 B 1, Solid Fuels		CH4	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
1 B 2 a, Oil		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 B 2 a, Oil		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 B 2 a, Oil		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 B 2 b, Natural Gas		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 B 2 b, Natural Gas		CH4	●	●	●	●	●	●	-	-	L/-
1 B 2 c, Venting and Flaring		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 B 2 c, Venting and Flaring		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
1 B 2 c, Venting and Flaring		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 A 1, Cement Production		CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
2 A 2, Lime Production		CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
2 A 3, Glass Production		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 A 4, Other Process Uses of Carbonates		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 1, Ammonia Production		CO2	●	●	●	●	●	●	-	●	L/T
2 B 2, Nitric Acid Production		N2O	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T

EU - Nationaler Inventarbericht Deutschland – 2022

IPCC Categories	Activity	Emissions of	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Trend	Trend	KCA decision
			Base Year	Base Year +LULUCF	1990	1990 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	
2 B 3, Adipic Acid Production		N2O	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
2 B 5, Carbide Production		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 7, Soda Ash Production		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 8, Petrochemical and Carbon Black Production		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 8, Petrochemical and Carbon Black Production		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 9 a, By-product Emissions		HFC-23	●	●	●	●	-	-	●	●	L/T
2 B 9 b, Fugitive Emissions		SF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 9 b, Fugitive Emissions		HFC-134a	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 9 b, Fugitive Emissions		HFC-227ea	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 9 b, Fugitive Emissions		CF4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 10, Other		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 B 10, Other		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 1, Iron and Steel Production		CO2	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
2 C 1, Iron and Steel Production		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 1, Iron and Steel Production		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 2, Ferroalloys Production		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 2, Ferroalloys Production		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 3, Aluminium Production		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 3, Aluminium Production		SF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 3, Aluminium Production		CF4	-	-	-	-	-	●	●	●	-/T
2 C 3, Aluminium Production		C2F6	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 4, Magnesium Production		SF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 4, Magnesium Production		HFC-134a	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 5, Lead Production		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 C 6, Zinc Production		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 D 1, Lubricant Use		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 D 2, Paraffin Wax Use		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 D 2, Paraffin Wax Use		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 D 3, Other		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		SF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		NF3	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		HFC-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		HFC-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		CF4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		C2F6	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		C3F8	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		c-C4F8	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 E, Electronics Industry		C6F14	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-

IPCC Categories	Activity	Emissions of	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Trend	Trend	KCA decision
			Base Year	Base Year +LULUCF	1990	1990 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-32	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-43-10mee	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-125	-	-	-	-	●	●	●	●	L/T
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-134a	-	-	-	-	●	●	●	●	L/T
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-143a	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-152a	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-227ea	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-236fa	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-245fa	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		HFC-365mfc	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		C2F6	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		C3F8	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 F, Product Uses as Substitutes for ODS		C6F14	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 G, Other Product Manufacture and Use		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 G, Other Product Manufacture and Use		N2O	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
2 G, Other Product Manufacture and Use		SF6	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
2 G, Other Product Manufacture and Use		HFC-134a	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 G, Other Product Manufacture and Use		HFC-245fa	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 G, Other Product Manufacture and Use		HFC-365mfc	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
2 G, Other Product Manufacture and Use		C10F18	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 A, Enteric Fermentation	dairy cows	CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
3 A, Enteric Fermentation	non-dairy cattle	CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
3 A, Enteric Fermentation	other animals	CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 B, Manure Management	dairy cows	CH4	-	-	-	-	●	●	●	●	L/T
3 B, Manure Management	non-dairy cattle	CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 B, Manure Management	swine	CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
3 B, Manure Management	other animals	CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 B, Manure Management	dairy cows	N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 B, Manure Management	non-dairy cattle	N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 B, Manure Management	swine	N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 B, Manure Management	other animals	N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 B, Manure Management	deposition	N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 D, Agricultural Soils		N2O	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
3 G, Liming		CO2	-	-	-	-	-	-	-	●	-/T
3 H, Urea Application		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 I, Other Carbon-containing Fertilizers		CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
3 J, Other		CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
3 J, Other		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
4 A, Forest Land		CO2		●		●		●		●	L/T
4 A, Forest Land		CH4		-		-		-		-	-/-
4 A, Forest Land		N2O		-		-		-		-	-/-

IPCC Categories	Activity	Emissions of	Level	Level	Level	Level	Level	Level	Trend	Trend	KCA decision
			Base Year	Base Year +LULUCF	1990	1990 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	2020	2020 +LULUCF	
4 B, Cropland		CO2		●			●			●	L/T
4 B, Cropland		CH4		-			-			-	-/-
4 B, Cropland		N2O		-			-			-	-/-
4 C, Grassland		CO2		●			●			●	L/T
4 C, Grassland		CH4		-			-			-	-/-
4 C, Grassland		N2O		-			-			-	-/-
4 D, Wetlands		CO2		●			●			●	L/T
4 D, Wetlands		CH4		-			-			-	-/-
4 D, Wetlands		N2O		-			-			-	-/-
4 E, Settlements		CO2		-			-			-	-/-
4 E, Settlements		CH4		-			-			-	-/-
4 E, Settlements		N2O		-			-			-	-/-
4 G, Harvested Wood Products		CO2		-			-			●	L/T
5 A, Solid Waste Disposal		CH4	●	●	●	●	●	●	●	●	L/T
5 B, Biological Treatment of Solid Waste		CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
5 B, Biological Treatment of Solid Waste		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
5 D 1, Domestic Wastewater		CH4	-	-	-	-	-	-	●	●	-/T
5 D 1, Domestic Wastewater		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
5 D 2, Industrial Wastewater		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
5 D 2, Industrial Wastewater		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
5 E, Other		CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-
5 E, Other		N2O	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-

### 19.1.2 Methode-2-Verfahren

Die Hauptkategorienanalyse nach dem Methode-2-Ansatz beruht auf den Ergebnissen der aktuellen Unsicherheitenbestimmung nach Methode 1. Die Ergebnisse bestätigten in weiten Teilen die Ergebnisse der Methode-1-Hauptkategorien-Analysen. Hinzu kommen jedoch die in Tabelle 7, Kapitel 2.1 genannten Kategorien.

### 19.1.3 Bewertung qualitativer Kriterien

Deutschland führt eine Bewertung der Hauptkategorien durch die Anwendung qualitativer Kriterien durch. Die anzuwendenden Kriterien sind in Kapitel 4.3.3 der 2006 IPCC Guidelines (IPCC (2006): Vol. 1) 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 Methode 1 Level und Trend eine Hauptkategorie. Unter 2.G.2 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 2G für SF<sub>6</sub> nach Methode 1 Level und Trend eine Hauptkategorie ist. Eine qualitative Wertung aufgrund hoher Unsicherheiten ist nicht erforderlich, da Deutschland eine Methode 2 Hauptkategorienanalyse für das gesamte Inventar jedes Jahr 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.

### 19.1.4 Hauptkategorien-Analyse für die Kyoto-Berichterstattung

Die folgende CRF-Tabelle NIR.3 enthält die zusammengefassten Informationen zur Hauptkategorien-Analyse der Kyoto-Berichterstattung.

**Tabelle 25: 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>(4)</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>(2)</sup> (including LULUCF)	Other <sup>(3)</sup>	
<b>Specify key categories according to the national level of disaggregation used<sup>(1)</sup></b>					
<b>Afforestation and Reforestation</b>					
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Land converted 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.
<b>Deforestation</b>					
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Land converted to cropland	Yes	None	No comment
<b>Forest Management</b>					
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Forest land remaining forest land	Yes	None	No comment
<b>Cropland Management</b>					
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Cropland remaining cropland, Land converted to cropland	Yes	None	No comment
<b>Grazing Land Management</b>					
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Grassland remaining grassland	Yes	None	No comment

<sup>(1)</sup> See section 2.3.6 of the 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol.

<sup>(2)</sup> 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.

<sup>(3)</sup> This should include qualitative assessment as per section 4.3.3 of the 2006 IPCC Guidelines or any other criteria.

<sup>(4)</sup> Indicate the criteria (level, trend of both) identifying the category as key.

## 20 Zusatzinformationen zu den Trends der Treibhausgase

Hier finden sie die detaillierten Tabellen zur Trenddiskussion des Kapitels 1.

**Tabelle 26: Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Kategorie**

THG Emissionen/Senken, CO <sub>2</sub> -äquivalent (kt)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	1.051.979	1.013.824	965.542	955.820	939.492	938.614	958.700	930.870	922.812	895.352	899.352	916.144	899.450	900.628	886.637
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	1.076.570	980.147	925.747	916.569	905.828	911.628	928.195	900.956	893.700	862.890	887.392	895.674	912.355	909.298	891.763
CH <sub>4</sub> (mit LULUCF)	118.555	112.965	109.571	110.368	106.615	104.350	101.812	97.433	92.585	91.717	87.798	84.298	80.305	76.954	71.989
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)	119.996	114.403	111.026	111.808	108.053	105.785	103.250	98.867	94.018	93.150	89.232	85.756	81.791	78.476	73.543
N <sub>2</sub> O(mit LULUCF)	57.989	56.342	58.034	55.169	57.079	55.250	56.762	53.827	40.978	37.054	36.483	38.530	37.767	37.496	39.154
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)	58.960	57.326	59.025	56.146	58.050	56.211	57.721	54.780	41.926	37.993	37.419	39.763	39.032	38.789	40.475
F-Gasse Summe	13.395	12.835	13.307	16.094	16.496	17.092	16.089	16.284	16.803	15.077	13.293	14.027	14.151	13.548	13.988
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF	1.241.919	1.195.966	1.146.454	1.137.451	1.119.682	1.115.305	1.133.363	1.098.413	1.073.178	1.039.200	1.036.926	1.052.999	1.031.673	1.028.626	1.011.769
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	1.268.922	1.164.710	1.109.105	1.100.617	1.088.427	1.090.716	1.105.255	1.070.886	1.046.448	1.009.111	1.027.337	1.035.220	1.047.329	1.040.111	1.019.768

THG Emissionen/Senken, CO <sub>2</sub> -äquivalent (kt)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	866.303	877.939	851.223	854.508	789.900	832.541	808.912	813.693	831.208	792.255	795.557	800.340	785.616	754.408	707.150
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	867.709	871.894	848.510	839.901	767.094	814.811	789.854	784.512	804.688	766.386	771.823	774.608	760.212	730.929	688.886
CH <sub>4</sub> (mit LULUCF)	68.701	64.914	62.899	61.777	59.335	58.140	57.051	57.597	56.966	55.847	55.627	54.366	53.798	52.007	49.944
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)	70.292	66.532	64.543	63.450	61.037	59.867	58.792	59.355	58.741	57.639	57.438	56.186	55.629	53.953	51.814
N <sub>2</sub> O(mit LULUCF)	37.522	36.769	39.709	38.418	38.817	30.841	30.855	31.001	31.172	31.705	31.655	31.521	31.028	29.716	28.948
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)	38.873	38.021	40.969	39.695	40.110	32.150	32.195	32.376	32.582	33.152	33.142	32.967	32.489	31.199	30.450
F-Gasse Summe	14.184	14.117	14.209	14.232	14.689	14.246	14.426	14.609	14.642	14.657	15.116	15.215	15.288	14.411	13.692
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF	986.709	993.739	968.040	968.935	902.742	935.768	911.244	916.901	933.987	894.465	897.954	901.442	885.729	850.542	799.734
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	991.058	990.565	968.231	957.277	882.931	921.074	895.267	890.853	910.653	871.834	877.519	878.975	863.618	830.492	784.842

THG Emissionen/Senken, CO <sub>2</sub> -äquivalent (kt)	2020
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	639.381
Net CO <sub>2</sub> emissions/removals	624.731
CH <sub>4</sub> (mit LULUCF)	49.015
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)	50.889
N <sub>2</sub> O(mit LULUCF)	28.182
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)	29.694
F-Gasse Summe	12.159
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF	728.738
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	717.473

THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO <sub>2</sub> -äquivalent (kt)															
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. Energie	1.036.444	999.444	950.536	941.487	919.035	917.379	938.271	906.869	897.143	872.657	869.647	890.067	873.670	868.846	852.116
2. Industrieprozesse	96.891	93.168	93.393	94.580	100.355	98.600	96.661	96.933	83.088	75.009	77.895	74.533	73.115	76.980	78.882
3. Landwirtschaft	70.581	63.953	62.532	61.558	61.253	61.252	61.798	60.910	61.373	61.589	60.997	61.673	59.542	58.961	58.233
4. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	27.003	-31.256	-37.350	-36.834	-31.255	-24.590	-28.108	-27.527	-26.730	-30.090	-9.589	-17.780	15.656	11.485	7.999
CO <sub>2</sub>	24.591	-33.677	-39.795	-39.251	-33.664	-26.986	-30.505	-29.914	-29.112	-32.462	-11.959	-20.471	12.905	8.670	5.126
N <sub>2</sub> O & CH <sub>4</sub>	2.412	2.422	2.445	2.417	2.410	2.396	2.397	2.387	2.382	2.373	2.370	2.691	2.751	2.815	2.874
5. Abfall	38.003	39.402	39.994	39.827	39.040	38.074	36.633	33.701	31.574	29.944	28.388	26.727	25.345	23.839	22.538

THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO <sub>2</sub> -äquivalent (kt)															
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1. Energie	831.839	841.629	815.512	821.054	763.153	800.987	777.237	783.914	801.247	761.165	766.393	768.977	750.503	720.389	673.836
2. Industrieprozesse	75.602	75.767	76.938	73.193	65.758	62.559	62.485	61.569	61.319	61.194	60.229	62.076	65.933	62.967	59.790
3. Landwirtschaft	58.081	56.994	57.549	57.877	58.243	57.761	57.844	58.511	59.271	60.547	60.388	59.993	59.311	57.634	56.912
4. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	4.348	-3.174	192	-11.658	-19.811	-14.694	-15.976	-26.048	-23.334	-22.631	-20.435	-22.467	-22.111	-20.050	-14.892
CO <sub>2</sub>	1.406	-6.045	-2.713	-14.607	-22.806	-17.730	-19.058	-29.181	-26.520	-25.870	-23.733	-25.732	-25.404	-23.479	-18.264
N <sub>2</sub> O & CH <sub>4</sub>	2.942	2.871	2.905	2.950	2.994	3.036	3.081	3.133	3.185	3.239	3.298	3.266	3.293	3.430	3.372
5. Abfall	21.188	19.349	18.041	16.811	15.589	14.461	13.677	12.907	12.150	11.558	10.943	10.396	9.982	9.552	9.196

THG Emissionen/Senken, nach Quell- und Senkengruppen, CO <sub>2</sub> -äquivalent (kt)	
	2020
1. Energie	608.399
2. Industrieprozesse	55.473
3. Landwirtschaft	56.095
4. Landnutzung, -sänderung & Forstwirtschaft	-11.265
CO <sub>2</sub>	-14.650
N <sub>2</sub> O & CH <sub>4</sub>	3.385
5. Abfall	8.770

**Tabelle 27: Anteile an der Emissionsentwicklung in Deutschland, nach Treibhausgas und Kategorie**

THG Emissionen /Senken, Anteile Treibhausgase* (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CO <sub>2</sub> -Emissionen*	84,71	84,77	84,22	84,03	83,91	84,16	84,59	84,75	85,99	86,16	86,73	87,00	87,18	87,56	87,63	87,80	88,35	87,93	88,19	87,50	88,97	88,77	88,74	89,00	88,57	88,60	88,78	88,70	88,70	88,42	87,74
CH <sub>4</sub> *	9,55	9,45	9,56	9,70	9,52	9,36	8,98	8,87	8,63	8,83	8,47	8,01	7,78	7,48	7,12	6,96	6,53	6,50	6,38	6,57	6,21	6,26	6,28	6,10	6,24	6,19	6,03	6,07	6,11	6,25	6,73
N <sub>2</sub> O*	4,67	4,71	5,06	4,85	5,10	4,95	5,01	4,90	3,82	3,57	3,52	3,66	3,66	3,65	3,87	3,80	3,70	4,10	3,96	4,30	3,30	3,39	3,38	3,34	3,54	3,53	3,50	3,50	3,49	3,62	3,87
F-Gase Summe	1,08	1,07	1,16	1,41	1,47	1,53	1,42	1,48	1,57	1,45	1,28	1,33	1,37	1,32	1,38	1,44	1,42	1,47	1,47	1,63	1,52	1,58	1,59	1,57	1,64	1,68	1,69	1,73	1,69	1,71	1,67
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	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

THG Emissionen /Senken, Anteile Kategorien* (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1. Energie	83,46	83,57	82,91	82,77	82,08	82,25	82,79	82,56	83,60	83,97	83,87	84,53	84,68	84,47	84,22	84,30	84,69	84,24	84,74	84,54	85,60	85,29	85,50	85,79	85,10	85,35	85,31	84,73	84,70	84,26	83,49
2. Industrieprozesse	7,80	7,79	8,15	8,32	8,96	8,84	8,53	8,82	7,74	7,22	7,51	7,08	7,09	7,48	7,80	7,66	7,62	7,95	7,55	7,28	6,69	6,86	6,71	6,57	6,84	6,71	6,89	7,44	7,40	7,48	7,61
4. Landwirtschaft	5,68	5,35	5,45	5,41	5,47	5,49	5,45	5,55	5,72	5,93	5,88	5,86	5,77	5,73	5,76	5,89	5,74	5,94	5,97	6,45	6,17	6,35	6,38	6,35	6,77	6,73	6,66	6,70	6,78	7,12	7,70
5. Abfall	3,06	3,29	3,49	3,50	3,49	3,41	3,23	3,07	2,94	2,88	2,74	2,54	2,46	2,32	2,23	2,15	1,95	1,86	1,73	1,73	1,55	1,50	1,41	1,30	1,29	1,22	1,15	1,13	1,12	1,15	1,20
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	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

\* ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung & Forstwirtschaft (LULUCF)

**Tabelle 28: Emissionen von direkten und indirekten Treibhausgasen und SO<sub>2</sub> in Deutschland seit 1990**

<b>Emissionsentwicklung (kt)</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>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen (ohne LULUCF)</b>	<b>1.051.979</b>	<b>1.013.824</b>	<b>965.542</b>	<b>955.820</b>	<b>939.492</b>	<b>938.614</b>	<b>958.700</b>	<b>930.870</b>	<b>922.812</b>	<b>895.352</b>	<b>899.352</b>	<b>916.144</b>	<b>899.450</b>	<b>900.628</b>	<b>886.637</b>
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen	1.076.570	980.147	925.747	916.569	905.828	911.628	928.195	900.956	893.700	862.890	887.392	895.674	912.355	909.298	891.763
<b>CH<sub>4</sub> (ohne LULUCF)</b>	<b>4.742</b>	<b>4.519</b>	<b>4.383</b>	<b>4.415</b>	<b>4.265</b>	<b>4.174</b>	<b>4.072</b>	<b>3.897</b>	<b>3.703</b>	<b>3.669</b>	<b>3.512</b>	<b>3.372</b>	<b>3.212</b>	<b>3.078</b>	<b>2.880</b>
CH <sub>4</sub> (mit LULUCF)	4.800	4.576	4.441	4.472	4.322	4.231	4.130	3.955	3.761	3.726	3.569	3.430	3.272	3.139	2.942
<b>N<sub>2</sub>O(ohne LULUCF)</b>	<b>195</b>	<b>189</b>	<b>195</b>	<b>185</b>	<b>192</b>	<b>185</b>	<b>190</b>	<b>181</b>	<b>138</b>	<b>124</b>	<b>122</b>	<b>129</b>	<b>127</b>	<b>126</b>	<b>131</b>
N <sub>2</sub> O(mit LULUCF)	198	192	198	188	195	189	194	184	141	127	126	133	131	130	136
<b>F-Gase Summe (CO<sub>2</sub>-äquivalent)</b>	<b>13.395</b>	<b>12.835</b>	<b>13.307</b>	<b>16.094</b>	<b>16.496</b>	<b>17.092</b>	<b>16.089</b>	<b>16.284</b>	<b>16.803</b>	<b>15.077</b>	<b>13.293</b>	<b>14.027</b>	<b>14.151</b>	<b>13.548</b>	<b>13.988</b>
NO <sub>x</sub>	2.839	2.618	2.472	2.371	2.244	2.186	2.104	2.031	2.003	1.969	1.893	1.837	1.775	1.729	1.682
SO <sub>2</sub>	5.460	3.964	3.237	2.902	2.416	1.742	1.476	1.225	977	798	643	622	559	531	491
NM VOC	3.892	3.380	3.067	2.884	2.469	2.342	2.244	2.190	2.133	1.971	1.806	1.711	1.619	1.538	1.535
CO	13.081	10.840	9.345	8.454	7.451	7.100	6.542	6.313	5.810	5.407	5.084	4.892	4.597	4.273	4.061
<b>Emissionsentwicklung (kt)</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>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen (ohne LULUCF)</b>	<b>866.303</b>	<b>877.939</b>	<b>851.223</b>	<b>854.508</b>	<b>789.900</b>	<b>832.541</b>	<b>808.912</b>	<b>813.693</b>	<b>831.208</b>	<b>792.255</b>	<b>795.557</b>	<b>800.340</b>	<b>785.616</b>	<b>754.408</b>	<b>707.150</b>
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen	867.709	871.894	848.510	839.901	767.094	814.811	789.854	784.512	804.688	766.386	771.823	774.608	760.212	730.929	688.886
<b>CH<sub>4</sub> (ohne LULUCF)</b>	<b>2.748</b>	<b>2.597</b>	<b>2.516</b>	<b>2.471</b>	<b>2.373</b>	<b>2.326</b>	<b>2.282</b>	<b>2.304</b>	<b>2.279</b>	<b>2.234</b>	<b>2.225</b>	<b>2.175</b>	<b>2.152</b>	<b>2.080</b>	<b>1.998</b>
CH <sub>4</sub> (mit LULUCF)	2.812	2.661	2.582	2.538	2.441	2.395	2.352	2.374	2.350	2.306	2.298	2.247	2.225	2.158	2.073
<b>N<sub>2</sub>O(ohne LULUCF)</b>	<b>126</b>	<b>123</b>	<b>133</b>	<b>129</b>	<b>130</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>106</b>	<b>106</b>	<b>104</b>	<b>100</b>	<b>97</b>
N <sub>2</sub> O(mit LULUCF)	130	128	137	133	135	108	108	109	109	111	111	111	109	105	102
<b>F-Gase Summe (CO<sub>2</sub>-äquivalent)</b>	<b>14.184</b>	<b>14.117</b>	<b>14.209</b>	<b>14.232</b>	<b>14.689</b>	<b>14.246</b>	<b>14.426</b>	<b>14.609</b>	<b>14.642</b>	<b>14.657</b>	<b>15.116</b>	<b>15.215</b>	<b>15.288</b>	<b>14.411</b>	<b>13.692</b>
NO <sub>x</sub>	1.632	1.641	1.591	1.528	1.433	1.445	1.419	1.411	1.410	1.365	1.342	1.315	1.264	1.179	1.106
SO <sub>2</sub>	473	474	457	450	392	403	387	368	357	335	334	309	301	289	259
NM VOC	1.487	1.484	1.421	1.359	1.245	1.362	1.272	1.257	1.212	1.174	1.147	1.141	1.145	1.099	1.072
CO	3.837	3.809	3.770	3.748	3.207	3.513	3.429	3.175	3.134	2.965	3.069	2.946	2.961	2.852	2.753
<b>Emissionsentwicklung (kt)</b>	<b>2020</b>														
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen (ohne LULUCF)</b>	<b>639.381</b>														
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen	624.731														
<b>CH<sub>4</sub> (ohne LULUCF)</b>	<b>1.961</b>														
CH <sub>4</sub> (mit LULUCF)	2.036														
<b>N<sub>2</sub>O(ohne LULUCF)</b>	<b>95</b>														
N <sub>2</sub> O(mit LULUCF)	100														
<b>F-Gase Summe (CO<sub>2</sub>-äquivalent)</b>	<b>12.159</b>														
NO <sub>x</sub>	978														
SO <sub>2</sub>	233														
NM VOC	1.036														
CO	2.455														

**Tabelle 29: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO<sub>2</sub> in Deutschland seit 1990/1995**

Emissionsentwicklung		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Trend gegenüber 1990/1995 (%)																
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)			-3,6	-8,2	-9,1	-10,7	-10,8	-8,9	-11,5	-12,3	-14,9	-14,5	-12,9	-14,5	-14,4	-15,7
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen			-9,0	-14,0	-14,9	-15,9	-15,3	-13,8	-16,3	-17,0	-19,8	-17,6	-16,8	-15,3	-15,5	-17,2
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)			-4,7	-7,6	-6,9	-10,1	-12,0	-14,1	-17,8	-21,9	-22,6	-25,9	-28,9	-32,3	-35,1	-39,3
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)			-2,8	+0,1	-4,9	-1,6	-4,7	-2,1	-7,2	-29,3	-36,1	-37,1	-33,6	-34,9	-35,3	-32,5
F-Gase Summe								-5,9	-4,7	-1,7	-11,8	-22,2	-17,9	-17,2	-20,7	-18,2
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF			-3,7	-7,7	-8,4	-9,8	-10,2	-8,7	-11,6	-13,6	-16,3	-16,5	-15,2	-16,9	-17,2	-18,5
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF			-8,2	-12,6	-13,3	-14,2	-14,0	-12,9	-15,6	-17,5	-20,5	-19,0	-18,4	-17,5	-18,0	-19,6
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF, ggü. Basisjahr*			-4,0	-8,0	-8,7	-10,1	-10,5	-9,0	-11,8	-13,8	-16,6	-16,8	-15,5	-17,2	-17,4	-18,8
NO <sub>x</sub>			-7,8	-12,9	-16,5	-21,0	-23,0	-25,9	-28,5	-29,4	-30,6	-33,3	-35,3	-37,5	-39,1	-40,8
SO <sub>2</sub>			-27,4	-40,7	-46,9	-55,7	-68,1	-73,0	-77,6	-82,1	-85,4	-88,2	-88,6	-89,8	-90,3	-91,0
NMVOG			-13,1	-21,2	-25,9	-36,6	-39,8	-42,3	-43,7	-45,2	-49,4	-53,6	-56,0	-58,4	-60,5	-60,6
CO			-17,1	-28,6	-35,4	-43,0	-45,7	-50,0	-51,7	-55,6	-58,7	-61,1	-62,6	-64,9	-67,3	-69,0
Emissionsentwicklung		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Trend gegenüber 1990/1995 (%)																
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)		-17,7	-16,5	-19,1	-18,8	-24,9	-20,9	-23,1	-22,7	-21,0	-24,7	-24,4	-23,9	-25,3	-28,3	-32,8
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen		-19,4	-19,0	-21,2	-22,0	-28,7	-24,3	-26,6	-27,1	-25,3	-28,8	-28,3	-28,0	-29,4	-32,1	-36,0
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)		-42,1	-45,2	-46,9	-47,9	-50,0	-51,0	-51,9	-51,4	-51,9	-52,9	-53,1	-54,1	-54,6	-56,1	-57,9
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)		-35,3	-36,6	-31,5	-33,7	-33,1	-46,8	-46,8	-46,5	-46,2	-45,3	-45,4	-45,6	-46,5	-48,8	-50,1
F-Gase Summe		-17,0	-17,4	-16,9	-16,7	-14,1	-16,6	-15,6	-14,5	-14,3	-14,2	-11,6	-11,0	-10,6	-15,7	-19,9
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF		-20,5	-20,0	-22,1	-22,0	-27,3	-24,7	-26,6	-26,2	-24,8	-28,0	-27,7	-27,4	-28,7	-31,5	-35,6
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF		-21,9	-21,9	-23,7	-24,6	-30,4	-27,4	-29,4	-29,8	-28,2	-31,3	-30,8	-30,7	-31,9	-34,6	-38,1
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF, ggü. Basisjahr*		-20,8	-20,2	-22,3	-22,2	-27,5	-24,9	-26,8	-26,4	-25,0	-28,2	-27,9	-27,6	-28,9	-31,7	-35,8
NO <sub>x</sub>		-42,5	-42,2	-44,0	-46,2	-49,5	-49,1	-50,0	-50,3	-50,3	-51,9	-52,7	-53,7	-55,5	-58,5	-61,1
SO <sub>2</sub>		-91,3	-91,3	-91,6	-91,8	-92,8	-92,6	-92,9	-93,3	-93,5	-93,9	-93,9	-94,3	-94,5	-94,7	-95,2
NMVOG		-61,8	-61,9	-63,5	-65,1	-68,0	-65,0	-67,3	-67,7	-68,9	-69,8	-70,5	-70,7	-70,6	-71,8	-72,5
CO		-70,7	-70,9	-71,2	-71,3	-75,5	-73,1	-73,8	-75,7	-76,0	-77,3	-76,5	-77,5	-77,4	-78,2	-79,0

Emissionsentwicklung	
Trend gegenüber 1990/1995 (%)	
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)	-39,2
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen	-42,0
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)	-58,7
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)	-51,4
F-Gase Summe	-28,9
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF	-41,3
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF	-43,5
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF, ggü. Basisjahr*	-41,5
NO <sub>x</sub>	-65,6
SO <sub>2</sub>	-95,7
NM VOC	-73,4
CO	-81,2

\* Basisjahr für CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> & N<sub>2</sub>O ist das Jahr 1990, für HFC, PFC, SF<sub>6</sub> & NF<sub>3</sub> das Jahr 1995

**Tabelle 30: Veränderungen der Emissionen direkter und indirekter Treibhausgase und SO<sub>2</sub> in Deutschland, seit dem jeweils letzten Jahr**

Emissionsentwicklung	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Trend gegenüber dem jeweils letzten Jahr (%)</b>															
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)		-3,6	-4,8	-1,0	-1,7	-0,1	+2,1	-2,9	-0,9	-3,0	+0,4	+1,9	-1,8	+0,1	-1,6
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen		-9,0	-5,6	-1,0	-1,2	+0,6	+1,8	-2,9	-0,8	-3,4	+2,8	+0,9	+1,9	-0,3	-1,9
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)		-4,7	-3,0	+0,7	-3,4	-2,1	-2,4	-4,3	-5,0	-0,9	-4,3	-4,0	-4,7	-4,2	-6,5
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)		-2,8	+3,0	-4,9	+3,5	-3,2	+2,7	-5,2	-23,9	-9,6	-1,5	+5,6	-2,0	-0,7	+4,4
F-Gase Summe							-5,9	+1,2	+3,2	-10,3	-11,8	+5,5	+0,9	-4,3	+3,2
Gesamt-Emissionen ohne LULUCF		-3,7	-4,1	-0,8	-1,6	-0,4	+1,6	-3,1	-2,3	-3,2	-0,2	+1,6	-2,0	-0,3	-1,6
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF		-8,2	-4,8	-0,8	-1,1	+0,2	+1,3	-3,1	-2,3	-3,6	+1,8	+0,8	+1,2	-0,7	-2,0
NO <sub>x</sub>		-7,8	-5,6	-4,1	-5,4	-2,6	-3,8	-3,5	-1,4	-1,7	-3,9	-3,0	-3,4	-2,6	-2,7
SO <sub>2</sub>		-27,4	-18,3	-10,3	-16,7	-27,9	-15,3	-17,0	-20,2	-18,4	-19,4	-3,2	-10,1	-4,9	-7,5
NM VOC		-13,1	-9,3	-5,9	-14,4	-5,2	-4,2	-2,4	-2,6	-7,6	-8,4	-5,3	-5,4	-5,0	-0,2
CO		-17,1	-13,8	-9,5	-11,9	-4,7	-7,9	-3,5	-8,0	-6,9	-6,0	-3,8	-6,0	-7,0	-5,0

Emissionsentwicklung		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Trend gegenüber dem jeweils letzten Jahr (%)</b>																
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)		-2,3	+1,3	-3,0	+0,4	-7,6	+5,4	-2,8	+0,6	+2,2	-4,7	+0,4	+0,6	-1,8	-4,0	-6,3
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen		-2,7	+0,5	-2,7	-1,0	-8,7	+6,2	-3,1	-0,7	+2,6	-4,8	+0,7	+0,4	-1,9	-3,9	-5,8
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)		-4,6	-5,5	-3,1	-1,8	-4,0	-2,0	-1,9	+1,0	-1,1	-2,0	-0,4	-2,3	-1,0	-3,3	-4,0
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)		-4,2	-2,0	+8,0	-3,2	+1,0	-20,5	+0,0	+0,5	+0,6	+1,7	-0,2	-0,4	-1,6	-4,2	-2,6
F-Gase Summe		+1,4	-0,5	+0,7	+0,2	+3,2	-3,0	+1,3	+1,3	+0,2	+0,1	+3,1	+0,7	+0,5	-5,7	-5,0
<b>Gesamt-Emissionen ohne LULUCF</b>		<b>-2,5</b>	<b>+0,7</b>	<b>-2,6</b>	<b>+0,1</b>	<b>-6,8</b>	<b>+3,7</b>	<b>-2,6</b>	<b>+0,6</b>	<b>+1,9</b>	<b>-4,2</b>	<b>+0,4</b>	<b>+0,4</b>	<b>-1,7</b>	<b>-4,0</b>	<b>-6,0</b>
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF		-2,8	-0,0	-2,3	-1,1	-7,8	+4,3	-2,8	-0,5	+2,2	-4,3	+0,7	+0,2	-1,7	-3,8	-5,5
NO <sub>x</sub>		-3,0	+0,6	-3,1	-3,9	-6,2	+0,9	-1,8	-0,6	-0,1	-3,2	-1,6	-2,1	-3,9	-6,7	-6,3
SO <sub>2</sub>		-3,8	+0,3	-3,7	-1,3	-12,9	+2,6	-4,0	-4,7	-3,2	-6,0	-0,4	-7,3	-2,8	-3,8	-10,4
NMVOG		-3,1	-0,2	-4,2	-4,4	-8,4	+9,3	-6,5	-1,2	-3,5	-3,2	-2,2	-0,6	+0,4	-4,1	-2,4
CO		-5,5	-0,7	-1,0	-0,6	-14,4	+9,5	-2,4	-7,4	-1,3	-5,4	+3,5	-4,0	+0,5	-3,7	-3,5
<b>Emissionsentwicklung</b>																
<b>Trend gegenüber dem jeweils letzten Jahr (%)</b>		<b>2020</b>														
CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne LULUCF)		-9,6														
Netto-CO <sub>2</sub> -Emissionen/ -Einbindungen		-9,3														
CH <sub>4</sub> (ohne LULUCF)		-1,9														
N <sub>2</sub> O(ohne LULUCF)		-2,6														
F-Gase Summe		-11,2														
<b>Gesamt-Emissionen ohne LULUCF</b>		<b>-8,9</b>														
Gesamt-Emissionen / -Einbindungen inkl. LULUCF		-8,6														
NO <sub>x</sub>		-11,6														
SO <sub>2</sub>		-10,4														
NMVOG		-3,4														
CO		-10,8														

**Tabelle 31: Veränderungen der Emissionen in Deutschland nach Kategorien, seit 1990 / seit dem jeweils letzten Jahr**

Emissionsentwicklung gegenüber 1990, Veränderung in %																				
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energie		-3,6%	-8,3%	-9,2%	-11,3%	-11,5%	-9,5%	-12,5%	-13,4%	-15,8%	-16,1%	-14,1%	-15,7%	-16,2%	-17,8%	-19,7%	-18,8%	-21,3%	-20,8%	-26,4%
2. Industrieprozesse		-3,8%	-3,6%	-2,4%	3,6%	1,8%	-0,2%	0,0%	-14,2%	-22,6%	-19,6%	-23,1%	-24,5%	-20,6%	-18,6%	-22,0%	-21,8%	-20,6%	-24,5%	-32,1%
3. Landwirtschaft		-9,4%	-11,4%	-12,8%	-13,2%	-13,2%	-12,4%	-13,7%	-13,0%	-12,7%	-13,6%	-12,6%	-15,6%	-16,5%	-17,5%	-17,7%	-19,3%	-18,5%	-18,0%	-17,5%
5. Abfall		3,7%	5,2%	4,8%	2,7%	0,2%	-3,6%	-11,3%	-16,9%	-21,2%	-25,3%	-29,7%	-33,3%	-37,3%	-40,7%	-44,2%	-49,1%	-52,5%	-55,8%	-59,0%
Emissionsentwicklung gegenüber 1990, Veränderung in %																				
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020									
1. Energie	-22,7%	-25,0%	-24,4%	-22,7%	-26,6%	-26,1%	-25,8%	-27,6%	-30,5%	-35,0%	-41,3%									
2. Industrieprozesse	-35,4%	-35,5%	-36,5%	-36,7%	-36,8%	-37,8%	-35,9%	-32,0%	-35,0%	-38,3%	-42,7%									
3. Landwirtschaft	-18,2%	-18,0%	-17,1%	-16,0%	-14,2%	-14,4%	-15,0%	-16,0%	-18,3%	-19,4%	-20,5%									
5. Abfall	-61,9%	-64,0%	-66,0%	-68,0%	-69,6%	-71,2%	-72,6%	-73,7%	-74,9%	-75,8%	-76,9%									
Emissionsentwicklung, gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %																				
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energie		-3,6%	-4,9%	-1,0%	-2,4%	-0,2%	2,3%	-3,3%	-1,1%	-2,7%	-0,3%	2,3%	-1,8%	-0,6%	-1,9%	-2,4%	1,2%	-3,1%	0,7%	-7,1%
2. Industrieprozesse		-3,8%	0,2%	1,3%	6,1%	-1,7%	-2,0%	0,3%	-14,3%	-9,7%	3,8%	-4,3%	-1,9%	5,3%	2,5%	-4,2%	0,2%	1,5%	-4,9%	-10,2%
3. Landwirtschaft		-9,4%	-2,2%	-1,6%	-0,5%	0,0%	0,9%	-1,4%	0,8%	0,4%	-1,0%	1,1%	-3,5%	-1,0%	-1,2%	-0,3%	-1,9%	1,0%	0,6%	0,6%
5. Abfall		3,7%	1,5%	-0,4%	-2,0%	-2,5%	-3,8%	-8,0%	-6,3%	-5,2%	-5,2%	-5,8%	-5,2%	-5,9%	-5,5%	-6,0%	-8,7%	-6,8%	-6,8%	-7,3%
Emissionsentwicklung, gegenüber dem jeweils letzten Jahr, Veränderung in %																				
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020									
1. Energie	5,0%	-3,0%	0,9%	2,2%	-5,0%	0,7%	0,3%	-2,4%	-4,0%	-6,5%	-9,7%									
2. Industrieprozesse	-4,9%	-0,1%	-1,5%	-0,4%	-0,2%	-1,6%	3,1%	6,2%	-4,5%	-5,0%	-7,2%									
3. Landwirtschaft	-0,8%	0,1%	1,2%	1,3%	2,2%	-0,3%	-0,7%	-1,1%	-2,8%	-1,3%	-1,4%									
5. Abfall	-7,2%	-5,4%	-5,6%	-5,9%	-4,9%	-5,3%	-5,0%	-4,0%	-4,3%	-3,7%	-4,6%									

## 21 Referenzen

- BMEL, B. f. E. u. L. (2020). Massive Schäden - Einsatz für die Wälder. Retrieved from <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/wald-trockenheit-klimawandel.html>
- Handke, V., Joerss, W., Pfitzner, R., Brinkschneider, F., & Schollenberger, H. (2004): Das Qualitäts-System-Emissionsinventare-Handbuch. *Report to the German Federal Environment Agency (UBA), FKZ 202 42 266*, 266.
- IPCC (2000): *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. Montreal. Retrieved from <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/index.html>
- IPCC (2006): *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (N. G. G. I. Programme, E. H.S., B. L., M. K., N. T., & T. K Eds.). Japan: IGES.
- Rentz, O., Karl, U., & Peter, H. (2002): *Ermittlung und Evaluierung von Emissionsfaktoren für Feuerungsanlagen in Deutschland für die Jahre 1995, 2000 und 2010*. Karlsruhe.