

Projektionsbericht 2019 für Deutschland

Zusammenfassung in der Struktur des Klimaschutzplans

Zusammenfassung erstellt durch: Lukas Emele, Dr. Ralph O. Harthan, Lorenz Moosmann
(Öko-Institut e.V.)

Berlin, 26. Juli 2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
1. Einleitung.....	4
2 Methodik der Sektorzuordnung.....	5
2.1 Grundlagen und Begrifflichkeiten der Treibhausgasbilanzierung.....	5
2.2 Zuordnung der Ergebnisse Klimaschutzplans zu den Informationen im Projektionsbericht 2019	7
3 Zusammenfassung der Ergebnisse des Projektionsberichts 2019 im KSP-Format	12
3.1 Gesamtergebnisse.....	12
3.2 Sektor Energiewirtschaft.....	13
3.3 Sektor Industrie.....	14
3.4 Sektor Gebäude	15
3.5 Sektor Verkehr	16
3.6 Sektor Landwirtschaft.....	16
3.7 Sektor LULUCF.....	17
3.8 Sektor Sonstige	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Veranschaulichung des Quellenprinzips.....	6
--------------	--	---

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zuordnung von CRF-Kategorien zu KSP-2050- und PB-2019-Sektoren	9
Tabelle 2:	Zusammensetzung der Treibhausgas-Emissionen der im Klimaschutzplan aufgeführten Sektoren (Mio. t CO ₂ -Äqu. im Jahr 2016)	10
Tabelle 3:	Kapitelzuordnung PB 2019 zu KSP-2050-Sektoren.....	11
Tabelle 4:	Treibhausgas-Emissionen nach KSP-2050-Aggregation im MMS, 1990-2035.....	12
Tabelle 5:	Veränderung der Treibhausgas-Emissionen nach KSP-2050-Aggregation gegenüber 1990	13
Tabelle 6:	Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Energiewirtschaft im MMS, 1990-2035	14
Tabelle 7:	Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Industrie im MMS, 1990-2035.....	15
Tabelle 8:	Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Gebäude im MMS, 1990-2035.....	16
Tabelle 9:	Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Verkehr im MMS, 1990-2035.....	16
Tabelle 10:	Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Landwirtschaft im MMS, 1990-2035	17
Tabelle 11:	Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors LULUCF im MMS, 1990-2035.....	18
Tabelle 12:	Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Sonstige im MMS, 1990-2035.....	18

1. Einleitung

Grundsätzlich erfolgt die Strukturierung der Ergebnisse im Projektionsbericht gemäß den internationalen Konventionen zur Treibhausgas (THG)-Berichterstattung im so genannten gemeinsamen Berichtsformat (CRF-Format). Hierbei erfolgt die Strukturierung in erster Linie nach Art der Emissionen (beispielsweise verbrennungsbedingt, flüchtig oder prozessbedingt). Eine Unterteilung nach Sektoren erfolgt in Unterkategorien (beispielsweise verbrennungsbedingte Emissionen der Industrie oder verbrennungsbedingte Emissionen der Haushalte). Diese Strukturierung ist unabdingbar, um den europäischen und internationalen Berichtspflichten nachzukommen und eine Vergleichbarkeit mit den Projektionen anderer Länder sicherzustellen. Diese Strukturierung wurde in den bislang erstellten Projektionsberichten vorgenommen und ist so auch im Projektionsbericht 2019 maßgeblich.

Der Projektionsbericht als offizielles Dokument der Bundesregierung wird des Weiteren häufig herangezogen, um die Erreichung der nationalen Klimaschutzziele abzuschätzen und darauf aufbauend die bestehende Klimaschutzpolitik zu bewerten und ggf. anzupassen. Zentrales Dokument für die Darstellung der Klimaschutzziele ist der Klimaschutzplan 2050 (KSP). Die sektorale Aufteilung der Ziele erfolgt hierbei jedoch weitgehend sektoral (beispielsweise Industrie), wobei verschiedene Emissionsarten zusammengerechnet werden (beispielsweise verbrennungsbedingte Emissionen der Industrie und prozessbedingte Emissionen der Industrie). Damit weicht die Strukturierung des KSP von der Strukturierung des Projektionsberichts ab. Damit ist die gegenwärtige Struktur des Projektionsberichts ungeeignet, um Aussagen über die Erreichung der Ziele des Klimaschutzplans treffen zu können.

Aus diesem Grund werden in diesem Bericht die Ergebnisse des Projektionsbericht 2019 in der Struktur des Klimaschutzplans dargestellt, um so einen Beitrag zur klimapolitischen Debatte in Deutschland zu leisten. **Kapitel 2** beschreibt die Methodik der Sektorzuordnung im Klimaschutzplan und die Zuordnung der KSP-Tabellen zu den jeweiligen Kapiteln im Projektionsbericht 2019. **Kapitel 3** enthält die eigentliche Darstellung der Ergebnisse des Projektionsberichts 2019 in der Struktur des Klimaschutzplans.

2 Methodik der Sektorzuordnung

2.1 Grundlagen und Begrifflichkeiten der Treibhausgasbilanzierung

Ziel des Projektionsberichts ist es, die Modellierungsergebnisse der projizierten Emissionen in einer Struktur darzustellen, die an das nationale Treibhausgasinventar anschlussfähig ist. Dies ist nicht nur eine nationale Anforderung, sondern insbesondere auch durch europäische Verordnungen festgelegt.^{1,2} Daher lehnt sich der Projektionsbericht 2019 – wie auch schon die Vorgängerberichte – eng an das *Common Reporting Format* (CRF) an.

Treibhausgasinventare haben zum Ziel, ein vollständiges Inventar aller Treibhausgasemissionen im direkten Wirkungsbereich (im Falle von Deutschland also auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland) zu erstellen. Emissionen außerhalb dieses Territoriums werden demnach nicht berücksichtigt (Territorialprinzip). Die Bilanzierung selbst erfolgt nach dem Quellenprinzip: dieses Prinzip besagt, dass die Treibhausgasemissionen jeweils dem Sektor zugeordnet werden, in dem sie physisch in die Atmosphäre entweichen. Methodische Grundlage sind seit dem Berichtsjahr 2015 die *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006 IPCC Guidelines)*³. Neben Kohlendioxid, Methan und Lachgas werden in den Treibhausgasinventaren sämtliche fluorierten Treibhausgase (teil- und perfluorierte Kohlenwasserstoffe sowie Schwefelhexafluorid und Stickstofftrifluorid), sofern diese nicht bereits über das *Montrealer Protokoll über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen*, erfasst sind, bilanziert.

Dementsprechend werden im Projektionsbericht die Bilanzierungsmethoden so gut wie möglich auch für zukünftige Emissionen angewendet, insbesondere die Sektorzuordnung in der CRF-Systematik. Diese unterscheidet nach dem Quellenprinzip folgende Sektoren:

1. Energie (sowohl verbrennungsbedingte (darunter Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) als auch diffuse Emissionen)
2. Industrieprozesse und Produktverwendung
3. Landwirtschaft
4. Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
5. Abfallwirtschaft und Abwasser
6. Sonstige⁴

Die Sektoren sind hierarchisch weiter in Teilsektoren bzw. Quellgruppen unterteilt, wobei eine alphanummerische Systematik zur weiteren Unterteilung verwendet wird. Dabei können aus einer Anlage Emissionen in mehreren Quellgruppen entstehen. Beispielsweise wird der energetische Teil der Emissionen aus der Zementherstellung in der Quellgruppe 1.A.2.f bilanziert, der auf die chemische Reaktion entfallende prozessbedingte Anteil in der Quellgruppe 2.A.1.

Die folgende Abbildung 1 veranschaulicht das Quellenprinzip an einem Beispiel: Private Haushalte verwenden Energie vor allem in zwei Formen. Die Verbrennung fossiler Brennstoffe (beispielsweise Erdgas oder Heizöl) im Heizungskessel wird den Haushalten zugeordnet, da die THG-Emissionen aus der Verbrennung über die Kamine der Gebäude in die Atmosphäre entwei-

¹ VERORDNUNG (EU) Nr. 525/2013 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2013 über ein System für die Überwachung von Treibhausgasemissionen sowie für die Berichterstattung über diese Emissionen und über andere klimaschutzrelevante Informationen auf Ebene der Mitgliedstaaten und der Union und zur Aufhebung der Entscheidung Nr. 280/2004/EG

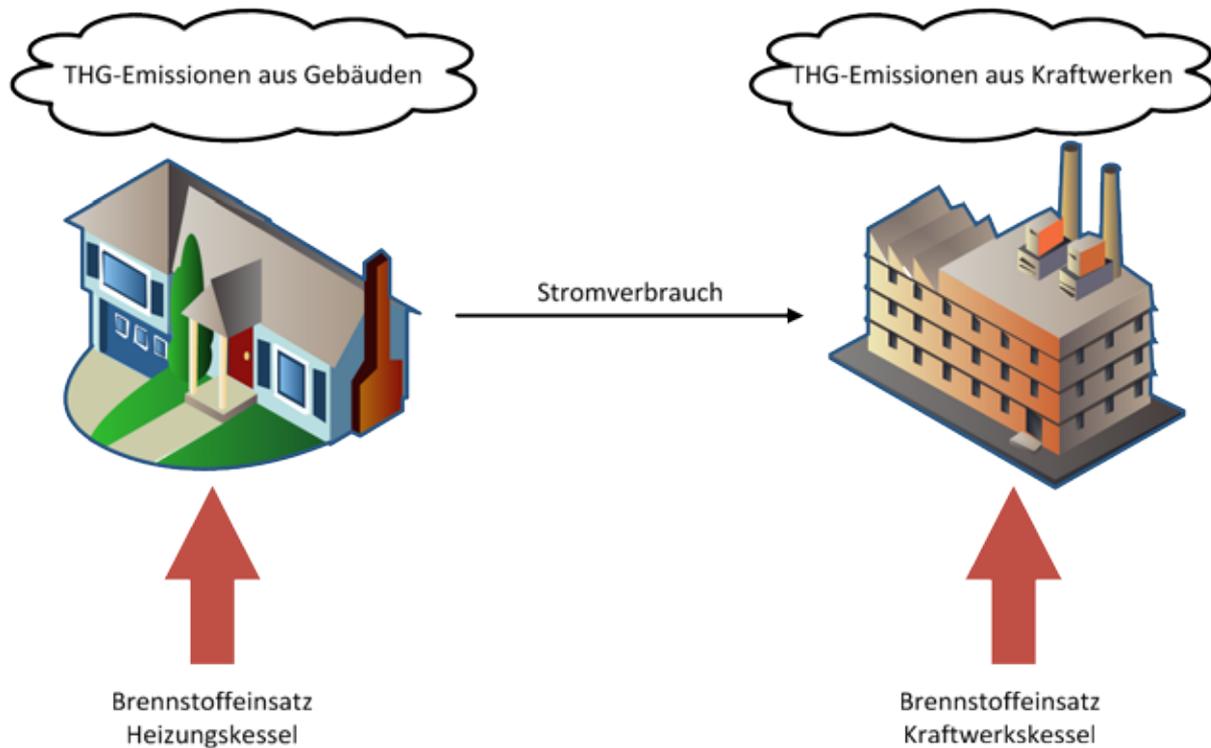
² DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) Nr. 749/2014 DER KOMMISSION vom 30. Juni 2014 über die Struktur, das Format, die Verfahren der Vorlage und die Überprüfung der von den Mitgliedstaaten gemäß der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates gemeldeten Informationen

³ <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

⁴ Im deutschen Treibhausgasinventar und folglich auch in den Projektionen wird der CRF-Sektor 6 (Sonstige) nicht verwendet.

chen. Hingegen führt der Stromverbrauch zu keinen direkten Emissionen der Haushalte. Die mit dem Stromverbrauch bzw. Stromerzeugung in Verbindung stehenden Treibhausgase entstehen bei der Verbrennung von Brennstoffen in den Kraftwerken und werden folglich dort zugeordnet. Anschaulich könnte man auch vom „Schornsteinprinzip“ sprechen: Emissionen werden der Stelle/dem Sektor zugeordnet, an der sie aus dem Schornstein in die Atmosphäre gehen.

Abbildung 1: Veranschaulichung des Quellenprinzips



Quelle: Eigene Darstellung des Öko-Instituts

Ziel der Methodik der Treibhausgasinventare ist es, ein vollständiges Bild sämtlicher innerhalb eines bestimmten Territoriums (Staat, Bundesland, usw.) entstehenden Treibhausgasemissionen abzubilden. Durch das Quellprinzip wird einerseits die Vollständigkeit andererseits aber auch die Überschneidungsfreiheit und damit die Vermeidung von Doppelzählungen der im Inventar erfassten Emissionen gewährleistet.

Die Anwendung des Quellprinzips führt allerdings auch dazu, dass im Projektionsbericht keine vollständigen Life-Cycle-Minderungen von Maßnahmen berechnet werden können. Die Effekte einer Maßnahme können in mehreren Sektoren auftreten (z.B. Elektromobilität führt zu höheren Stromemissionen, ggf. höheren flüchtigen Emissionen von Kohle/Gas, und zu geringeren Umwandlungsemissionen (Raffinerien)). Direkt sichtbar an den Verkehrsemissionen ist in der Quell-Methodik aber nur die Kraftstoffeinsparung.

Ebenso führt das Territorialprinzip dazu, dass Emissionsminderungen von Maßnahmen in anderen Ländern nicht dargestellt werden können. So kann der Ausbau von erneuerbaren Energien im Stromsektor gegebenenfalls zu keinen oder nur geringen Emissionsminderungen führen, weil inländisch Braunkohlekraftwerke weiterlaufen. Dies kann dazu führen, dass Strom exportiert wird und (fossile) Stromerzeugung und damit Emissionen in anderen Ländern vermieden werden. Andererseits kann es z.B. auch durch die Nutzung von Biomasse aus dem Ausland bzw. Import von Futtermitteln zu indirekten Landnutzungsänderungen bzw. Emissionssteigerungen in anderen Ländern kommen, die in der nationalen Bilanz nicht sichtbar sind.

2.2 Zuordnung der Ergebnisse Klimaschutzplans zu den Informationen im Projektionsbericht 2019

Die Definition der einzelnen Sektoren dieses Berichts erfolgt in Anlehnung an die Abgrenzung der einzelnen Handlungsfelder des Klimaschutzplans 2050 (KSP 2050) der Bundesregierung:

- ▶ **Energiewirtschaft:** Diese Energiewirtschaft umfasst öffentliche Kraftwerke und Heizwerke, Raffineriefeuerungen und -kraftwerke sowie Kokereien und andere Anlagen des Umwandlungssektors einschließlich deren Kraftwerke. Darüber hinaus umfasst die Energiewirtschaft im KSP 2050 den Erdgaspipelinetransport sowie diffuse Emissionen aus der Energienutzung. Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Energiewirtschaft ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- ▶ **Industrie:** Neben industriellen Prozessfeuerungen und Wärmeerzeugungsanlagen sowie Industriekraftwerken sind im Sektor Industrie auch die Emissionen aus Industrieprozessen und Produktverwendung enthalten. Da der Sektor Industrie genauer als Verarbeitendes Gewerbe und Bauwirtschaft definiert ist, sind auch die Emissionen des bauwirtschaftlichen Sonderverkehrs enthalten. Nicht enthalten hingegen sind Raffinerien, Kokereien und andere Anlagen des Umwandlungssektors. Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Industrie ist ebenfalls das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- ▶ **Gebäude:** Der Sektor Gebäude umfasst neben der Gebäudewärme auch den Brennstoffeinsatz für die Warmwasserbereitung⁵ sowie weiteren Brennstoffeinsatz in Haushalten und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. Energieverbräuche landwirtschaftlicher Gebäude (z.B. Gewächshäuser) sind nicht im Sektor Gebäude enthalten, sondern im Sektor Landwirtschaft. Verantwortliche Ministerien für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Gebäude sind das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- ▶ **Verkehr:** Dieser Sektor umfasst den inländischen Straßen-, Schienen- und Luftverkehr sowie die Binnen- und Küstenschifffahrt. Der internationale Luftverkehr und die Hochseeschifffahrt werden hier auch behandelt, allerdings werden deren Treibhausgasemissionen nicht auf die inländischen Emissionen angerechnet, sondern lediglich nachrichtlich ausgewiesen. Sonderverkehre sind teilweise in anderen Sektoren enthalten, so ist der bauwirtschaftliche Verkehr im Industriesektor, der landwirtschaftliche Verkehr und die Fischereischifffahrt im Sektor Landwirtschaft und Erdgaspipelinetransport in der Energiewirtschaft enthalten. Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Verkehr ist das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).
- ▶ **Landwirtschaft:** Neben den biologisch-chemischen Emissionen von Tieren und landwirtschaftlichen Böden umfasst dieser Sektor auch die energetischen Emissionen der Landwirt-

⁵ Emissionen in Bezug auf den Stromverbrauch für Haushaltsgeräte, Beleuchtung und Klimatisierung werden im Sektor Energiewirtschaft bilanziert (siehe Abschnitt 2.1).

schaft, Forstwirtschaft und Fischerei. Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Landwirtschaft ist das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

- ▶ **Sonstige:** Dieser Sektor umfasst die Emissionen, die aus der Behandlung und Lagerung von Abfall (Deponien und andere) sowie von Abwasser entstehen. Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Sonstige ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU).
- ▶ **Landnutzung und Forstwirtschaft:** Dieser Sektor umfasst die Emissionen von Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (englisch: Land use, land-use change and forestry).⁶ Verantwortliches Ministerium für die Erarbeitung zusätzlicher Maßnahmenvorschläge im Handlungsfeld Landnutzung und Forstwirtschaft ist das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

Tabelle 1 zeigt, welche Quellgruppen des Treibhausgasinventars (CRF-Kategorien) welchen Sektoren des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung zugeordnet werden.

⁶ Gegenüber den anderen KSP-Sektoren weist dieser Sektor zwei Besonderheiten auf: Zum einen gibt es kein Emissionsminderungsziel wie in den anderen Sektoren, gleichwohl das klare Ziel, die Nettosenke zu erhalten. Zum anderen wird er bei der Berechnung der Gesamtemissionen nicht miteinbezogen. Daher werden die Emissionen dieses Sektors nur nachrichtlich ausgewiesen.

Tabelle 1: Zuordnung von CRF-Kategorien zu KSP-2050- und PB-2019-Sektoren

CRF-Kategorie	KSP-2050-Sektor	PB-2019-Sektor	Kommentar
1.A.1.a Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung	Energiewirtschaft	Energiewirtschaft	Öffentliche Kraftwerke, Heizkraftwerke und Heizwerke
1.A.1.b Mineralö Raffinerien	Energiewirtschaft	Energiewirtschaft	Raffineriekraftwerke und -feuerungen
1.A.1.c Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger	Energiewirtschaft	Energiewirtschaft	Unter anderem Kokereien, Brikettfabriken, Antriebe im Kohlenbergbau, sonstige Kraftwerke der Energiewirtschaft
1.A.2 Verarbeitendes Gewerbe	Industrie	Industrie	Industriekessel, Prozessfeuerungen sowie Industriekraftwerke, die nicht in 1.A.1.b oder 1.A.1.c enthalten sind
1.A.3.a Ziviler Luftverkehr	Verkehr	Verkehr	
1.A.3.b Straßenverkehr	Verkehr	Verkehr	
1.A.3.c Schienenverkehr	Verkehr	Verkehr	
1.A.3.d Schifffahrt	Verkehr	Verkehr	Binnen- und Küstenschifffahrt
1.A.3.e Übriger Verkehr	Energiewirtschaft	Verkehr	Erdgaspipelineverdichter
1.A.4.a Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	Gebäude	GHD	
1.A.4.b Haushalte	Gebäude	Private Haushalte	
1.A.4.c Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei	Landwirtschaft	GHD	Energiebedingte Emissionen
1.A.5 Andere Bereiche	Gebäude	GHD	Militär (stationär und mobil)
1.B Diffuse Emissionen aus Brennstoffen	Energiewirtschaft	Diffuse Emissionen aus Brennstoffen	
1.D.1 Internationaler Luftverkehr und Hochseeschifffahrt	Keiner	Keiner	
2 Industrieprozesse	Industrie	Industrieprozesse und Produktverwendung	Einschließlich Produktverwendung
3 Landwirtschaft	Landwirtschaft	Landwirtschaft	Biologisch-chemische Emissionen
4 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	Landnutzung und Forstwirtschaft	LULUCF	
5 Abfall und Abwasser	Sonstige	Abfallwirtschaft	Abfallverbrennung ist in Energiewirtschaft und Industrie enthalten

Quelle: Öko-Institut

Tabelle 2 zeigt, wie sich die deutschen Treibhausgasemissionen im Jahr 2016 auf die im Klimaschutzplan 2050 definierten Sektoren verteilen und aus welchen Inventarkategorien sich die Sektoren zusammensetzen. Insgesamt betragen die Treibhausgasemissionen im Jahr 2016 909,4 Mio. t CO₂-Äqu. Davon entfielen 147,5 Mio. t CO₂-Äqu. auf nicht-verbrennungsbedingte Emissionen und 761,9 Mio. t CO₂-Äqu. auf verbrennungsbedingte Emissionen.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Treibhausgas-Emissionen der im Klimaschutzplan aufgeführten Sektoren (Mio. t CO₂-Äqu. im Jahr 2016)

	Verbrennungsbedingte Emissionen				Nicht-verbrennungsbedingte Emissionen		Summe
	Mio. t	CRF	Mio. t	CRF	Mio. t	CRF	
Energiewirtschaft	332,2	1.A.1	1,2	1.A.3.e	10,0	1.B	343,4
Industrie	126,4	1.A.2			61,8	2	188,2
Gebäude	91,5	1.A.4.b	38,5	1.A.4.a + 1.A.5			130,0
Verkehr	165,6	1.A.3.a-d					165,6
Landwirtschaft	6,6	1.A.4.c			65,2	3	71,8
Sonstige					10,5	5	10,5
Summe	761,9				147,5		909,4

Quelle: Deutsches Treibhausgas-Inventar, CRF-Tabellen, Stand 5. April 2018

Tabelle 3 ordnet sektorale Kapitel des Projektionsberichts 2019 den einzelnen Handlungsfeldern des Klimaschutzplans 2050 zu. Die aufgelisteten Kapitel sind jeweils Unterkapitel der folgenden drei Kapitel:

- ▶ 2.5 Rahmendaten in einzelnen Sektoren
- ▶ 2.7. Maßnahmen in einzelnen Sektoren
- ▶ 3.1 Sektorale Projektionen

Tabelle 3: Kapitelzuordnung PB 2019 zu KSP-2050-Sektoren

KSP-2050-Sektor	PB-2019-Kapitel
Energiewirtschaft	2.7.1 Stromsektor / Energiewirtschaft
	3.1.6 Kraftwerke
	3.1.7 Übrige Energiewirtschaft
	3.1.8 Diffuse Emissionen aus Brennstoffen
Industrie	2.5.3 Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)
	2.7.5 Industrie & Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) – Strom und Prozesswärme / -dampf ⁷
	2.7.6 Industrieprozesse und Produktverwendung (CO ₂ -, CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen)
	2.7.7 Industrieprozesse und Produktverwendung (Fluorierte Treibhausgase)
	3.1.4 Industrie
	3.1.9 Industrieprozesse und Produktverwendung (CO ₂ -, CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen)
Gebäude ⁸	3.1.10 Industrieprozesse und Produktverwendung (Emissionen fluorierter Treibhausgase)
	2.5.2 Private Haushalte
	2.5.3 Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)
	2.7.3 Gebäude – Wärme- und Kältebereitstellung
	2.7.4 Private Haushalte – Strom
	2.7.5 Industrie & Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) – Strom und Prozesswärme / -dampf
	3.1.2 Gebäude – Wärme- und Kältebereitstellung
	3.1.3 Private Haushalte – Strom
	3.1.5 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD): Strom und Prozesse
	Verkehr
	2.7.2 Verkehr
	3.1.1 Verkehr
Landwirtschaft	2.7.8 Landwirtschaft
	3.1.11 Landwirtschaft
Sonstige (Abfallwirtschaft)	2.7.10 Abfallwirtschaft
	3.1.13 Abfallwirtschaft
LULUCF	2.7.9 LULUCF
	3.1.12 LULUCF

Quelle: Öko-Institut

⁷ An dieser Stelle werden ebenfalls Informationen zur Stromnachfrage in der Industrie sowie im GHD-Sektor aufgeführt. Die Emissionen in Verbindung mit der Stromerzeugung werden im Kapitel 3.1.6 des PB 2019 berechnet.

⁸ An dieser Stelle werden ebenfalls Informationen zur Stromnachfrage in Gebäuden (Haushalte und GHD-Sektor) aufgeführt. Die Emissionen in Verbindung mit der Stromerzeugung werden im Kapitel 3.1.6 des PB 2019 berechnet.

3 Zusammenfassung der Ergebnisse des Projektionsberichts 2019 im KSP-Format

3.1 Gesamtergebnisse

In Tabelle 4 ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Aggregation des Klimaschutzplans dargestellt. Dabei handelt es sich um die Referenzentwicklung im Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS), das nur die Wirkung der bereits beschlossenen Maßnahmen projiziert. Die Energiewirtschaft stellt den größten Sektor dar; in diesem Sektor wird auch die größte absolute Reduktion der Emissionen zwischen 1990 und 2035 verzeichnet.

Tabelle 4: Treibhausgas-Emissionen nach KSP-2050-Aggregation im MMS, 1990-2035

Sektor	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
Energiewirtschaft	466,4	397,4	369,4	343,4	294,6	298,5	262,9	255,2
Industrie	283,8	191,6	188,5	188,2	176,2	164,4	152,5	147,9
Gebäude	209,7	153,9	148,5	130,0	116,4	97,0	82,5	71,1
Verkehr	163,3	159,9	153,0	165,6	170,1	165,4	159,3	151,1
Landwirtschaft	90,0	69,2	68,7	71,8	69,7	68,3	67,4	66,8
Teilsumme	1.213,3	971,9	928,2	898,9	827,0	793,6	724,5	692,1
Sonstige	38,4	21,2	14,6	10,5	8,6	6,8	5,5	5,4
Gesamt	1.251,6	993,1	942,8	909,4	835,6	800,4	730,0	697,6
Nachrichtlich:								
LULUCF	-31,3	-12,1	-16,4	-14,5	29,5	11,3	19,0	18,8
Internationaler Luft- und Seeverkehr	18,6	30,1	32,5	34,7	36,9	39,5	41,1	39,3
Gesamt inkl. nachrichtlich	1.238,9	1.011,2	958,9	929,7	902,1	851,2	790,1	755,6

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

Aufgrund laufender methodischer Verbesserungen und Aktualisierungen im deutschen Treibhausgasinventar können die historischen Werte von den Angaben im *Klimaschutzplan 2050* abweichen.

Neben den KSP-Sektoren sind auch die Emissionen aus dem LULUCF-Sektor und aus dem internationalen Luft- und Seeverkehr dargestellt. Im LULUCF-Sektor nimmt die Senkenfunktion im Lauf der Zeit ab; dieser Sektor stellt ab dem Jahr 2020 eine Treibhausgasquelle dar. Die Emissionen aus dem internationalen Luft- und Seeverkehr nehmen im Projektionszeitraum stark zu.

Die prozentuale Entwicklung der Emissionen ist in Tabelle 5 dargestellt. In allen KSP-Sektoren nehmen die Treibhausgasemissionen zwischen 1990 und 2035 ab. Die prozentual größte Reduktion wird im Sektor Sonstige verzeichnet, die geringste im Sektor Verkehr. In den folgenden Abschnitten werden die Trends in den einzelnen Sektoren genauer behandelt.

Tabelle 5: Veränderung der Treibhausgas-Emissionen nach KSP-2050-Aggregation gegenüber 1990

Sektor	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
Energiewirtschaft	0,0 %	-14,8 %	-20,8 %	-26,4 %	-36,8 %	-36,0 %	-43,6 %	-45,3 %
Industrie	0,0 %	-32,5 %	-33,6 %	-33,7 %	-37,9 %	-42,1 %	-46,3 %	-47,9 %
Gebäude	0,0 %	-26,6 %	-29,2 %	-38,0 %	-44,5 %	-53,7 %	-60,7 %	-66,1 %
Verkehr	0,0 %	-2,1 %	-6,3 %	1,4 %	4,1 %	1,3 %	-2,5 %	-7,5 %
Landwirtschaft	0,0 %	-23,1 %	-23,6 %	-20,2 %	-22,5 %	-24,0 %	-25,1 %	-25,7 %
Teilsumme	0,0 %	-19,9 %	-23,5 %	-25,9 %	-31,8 %	-34,6 %	-40,3 %	-43,0 %
Sonstige	0,0 %	-44,8 %	-61,9 %	-72,7 %	-77,5 %	-82,3 %	-85,7 %	-85,8 %
Gesamt	0,0 %	-20,7 %	-24,7 %	-27,3 %	-33,2 %	-36,0 %	-41,7 %	-44,3 %
Nachrichtlich:								
LULUCF ^a	0,0 %	-61,5 %	-47,7 %	-53,8 %	-194,3 %	-136,0 %	-160,6 %	-160,0 %
Internationaler Luft- und Seeverkehr	0,0 %	62,3 %	75,0 %	87,0 %	98,9 %	112,8 %	121,4 %	111,5 %
Gesamt inkl. nachrichtlich	0,0 %	-18,4 %	-22,6 %	-25,0 %	-27,2 %	-31,3 %	-36,2 %	-39,0 %

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

^a Der LULUCF-Sektor stellt im Jahr 1990 eine Senke dar. Die Senkenfunktion nimmt im Lauf der Zeit ab; in den Jahren 2020-2035 ist der LULUCF-Sektor eine Treibhausgas-Quelle.

3.2 Sektor Energiewirtschaft

Im Sektor Energiewirtschaft stellt die öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung die größte Quellkategorie dar (Tabelle 6). Bis 2020 und darüber hinaus ist mit einer bedeutenden Emissionsreduktion zu rechnen; Braunkohle- und Steinkohlekraftwerke tragen zu etwa gleichen Anteilen dazu bei. Wesentliche Treiber für diese Reduktion sind der EU-Emissionshandel, der Ausbau der erneuerbaren Energien auf Basis des EEG, die Förderung der KWK und die Sicherheitsbereitschaft für Braunkohlekraftwerke.

Neben den Elektrizitätswerken stellen auch die öffentlichen Heizwerke eine bedeutende Emissionsquelle dar. Dort ändern sich die Emissionen aber nur wenig; zusätzlicher Energiebedarf wird zum größten Teil durch zusätzliches Erdgas gedeckt.

Tabelle 6: Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Energiewirtschaft im MMS, 1990-2035

Kategorie	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
1.A.1.a Öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung	341,0	336,1	319,3	302,9	258,5	265,2	231,7	225,9
1.A.1.b Mineralölraffinerien	20,3	22,5	20,8	19,9	19,6	18,3	17,1	15,8
1.A.1.c Herstellung von festen Brennstoffen und sonstige Energieerzeuger	66,0	20,8	16,8	9,4	8,0	6,9	6,4	6,0
1.A.3.e Erdgasverdichterstationen	1,1	1,5	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
1.B Diffuse Emissionen	38,0	16,4	11,3	10,0	7,3	7,0	6,7	6,4
Gesamt	466,4	397,4	369,4	343,4	294,6	298,5	262,9	255,2

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

In den restlichen Kategorien im Sektor Energiewirtschaft haben sich die Energieverbräuche in der Vergangenheit sehr unterschiedlich entwickelt. Bedingt durch einen Rückgang des Mineralölverbrauchs insgesamt sinkt die Aktivität der Raffinerien und somit zeigt sich ein Rückgang der in Raffinerieunterfeuerungen eingesetzten fossilen Brennstoffe und der damit verbundenen Emissionen. Im Bereich der Kokereien und sonstigen Kohleumwandlung sinken die Energieverbräuche bedingt durch eine sinkende Nachfrage nach Koks (in der Stahlherstellung) und Briquettes. Der Energieverbrauch der Erdgasverdichterstationen ist rückläufig; die Emissionen werden aufgrund geringerer Nachfrage der Erdgasverbraucher weiter sinken.

Diffuse Emissionen entstehen in erster Linie im Kohlebergbau, diese nahmen im Zeitraum ab 1990 stark ab. Aufgrund der kompletten Rückführung des deutschen Steinkohlenbergbaus bis zum Ende des Jahres 2018 werden die Emissionen weiter sinken. Braunkohlentagebaue hingegen haben nur sehr geringe diffuse Emissionen.

3.3 Sektor Industrie

Der KSP-Sektor Industrie umfasst Verbrennungsemissionen (verarbeitendes Gewerbe und bauwirtschaftlicher Verkehr) sowie Prozessemissionen und Emissionen aus der Produktnutzung (Tabelle 7). Die Emissionen aus dem verarbeitenden Gewerbe nehmen kontinuierlich ab, unterstützt von Maßnahmen wie Emissionshandel, Effizienzmaßnahmen und der Richtlinie zur Abwärmevermeidung.

Tabelle 7: Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Industrie im MMS, 1990-2035

Kategorie	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
1.A.2 Verarbeitendes Gewerbe (ohne bauwirtschaftlicher Verkehr)	183,0	112,5	122,3	123,1	114,8	109,1	104,5	101,2
1.A.2.g.vii Bauwirtschaftlicher Verkehr	3,7	2,8	2,8	3,3	3,2	2,9	2,6	2,3
2.A Mineralische Industrie	23,5	20,3	19,2	19,6	19,5	18,9	18,1	17,6
2.B Chemische Industrie	35,5	18,2	10,5	6,9	6,4	6,5	6,6	7,0
2.C Metallproduktion	28,2	22,3	16,7	17,3	15,1	13,2	12,2	11,6
2.D Verwendung von nichtenergetischen Produkten aus Brennstoffen und von Lösemitteln	3,3	2,6	2,7	2,6	2,9	3,1	3,2	3,3
2.E Elektronik-Industrie	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2.F Anwendung als ODS-Ersatzstoff	0,0	9,1	10,3	10,9	9,3	7,3	3,5	3,3
2.G Sonstige Produktherstellung und -Verwendung	6,1	2,9	3,4	4,2	4,7	3,1	1,5	1,3
2.H Andere Bereiche	0,3	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Gesamt	283,8	191,6	188,5	188,2	176,2	164,4	152,5	147,9

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

Die Prozessemissionen in der mineralischen Industrie und Metallproduktion sinken, wobei die weiteren Reduktionsmöglichkeiten bei den verwendeten Prozessen begrenzt sind. In der chemischen Industrie ist durch eine Ausweitung der Produktionsmengen ein leichter Anstieg der Emissionen zu verzeichnen.

Die Emissionen aus der nichtenergetischen Verwendung von Brennstoffen und aus Lösemitteln nahmen nach 1990 ab. Ursache war hier vor allem ein deutlicher Rückgang der Emissionen aus Lösemittelverwendung. Bis zum Jahr 2035 werden diese Emissionen annähernd auf das ursprüngliche Niveau ansteigen, hauptsächlich aufgrund des Trends zu steigenden Emissionen aus Paraffinwachsen.

Die Emissionen fluoriertes Gase (Kategorien 2.B.9, 2.C.3, 2.C.4, 2.E bis 2.G und 2.H.3) sinken nach 2016 deutlich. Ursachen dieser Emissionsreduktion sind vor allem die angesichts der MAC-Richtlinie und der F-Gas-Verordnung sinkenden HFKW-Emissionen aus Kälte- und Klimaanlage sowie die Reduktion von Schwefelhexafluoridemissionen in der Elektronikindustrie.

3.4 Sektor Gebäude

Im KSP-Sektor Gebäude stellen die privaten Haushalte die wichtigste Kategorie dar (Tabelle 8). Deren Emissionen nehmen über den gesamten Zeitraum kontinuierlich ab. Haupttreiber für die Emissionsreduktion ist der Rückgang des Heizölbedarfs.

Im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen wurden die stärksten Emissionsminderungen zwischen 1990 und 2005 verzeichnet; bis 2035 werden die Emissionen weiter abnehmen. Da Der größte Teil des Energieverbrauchs und damit der Emissionen entfällt auf Raumwärme und Warmwasser. Die Reduktion der Emissionen ist daher auf verschiedene Energieeffizienzmaßnahmen und auf den Energieträgerwechsel (u.a. weg von Kohle und Heizöl) zurückzuführen.

Tabelle 8: Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Gebäude im MMS, 1990-2035

Kategorie	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
1.A.4.a, 1.A.5 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Sonstige	77,9	41,9	41,5	38,5	37,5	32,0	26,6	21,7
1.A.4.b Haushalte	131,9	112,0	107,0	91,5	78,9	65,0	55,9	49,4
Gesamt	209,7	153,9	148,5	130,0	116,4	97,0	82,5	71,1

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

3.5 Sektor Verkehr

Im KSP-Sektor Verkehr stellt der Straßenverkehr die bei weitem bedeutendste Kategorie dar (Tabelle 9). Die Emissionen aus dem Straßenverkehr werden bis 2020 weiter steigen, erst danach ist mit einer leichten Abnahme zu rechnen.

Tabelle 9: Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Verkehr im MMS, 1990-2035

Kategorie	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
1.A.3.a Inländischer ziviler Luftverkehr	2,4	2,5	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2
1.A.3.b Straßenverkehr	154,3	154,0	147,6	160,3	164,8	160,2	154,1	146,2
1.A.3.c Schienenverkehr	2,9	1,4	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
1.A.3.d Schiffsverkehr	3,7	2,0	1,7	2,0	1,9	2,0	2,0	1,9
Gesamt	163,3	159,9	153,0	165,6	170,1	165,4	159,3	151,1
Nachrichtlich:								
1.D.1.a Internationaler ziviler Luftverkehr ⁹	12,1	22,9	24,2	26,4	28,4	30,7	32,0	30,5
1.D.1.b Internationaler Schiffsverkehr	6,5	7,2	8,3	8,3	8,6	8,8	9,1	8,8
Gesamt inkl. nachrichtlich	181,9	190,0	185,5	200,3	207,0	204,9	200,4	190,4

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

Der Straßenverkehr ist von einem stetigen Wachstum der Verkehrsleistungen geprägt, sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr. Bis 2020 ist dies auch maßgeblich bestimmend für die Emissionsentwicklung. Ab 2020 kann der weitere Anstieg der Verkehrsleistung durch Effizienzanstiege (hierzu zählt auch Elektromobilität) überkompensiert werden, sodass die Emissionen leicht zurückgehen.

In den restlichen Kategorien des Verkehrssektors ändern sich die Emissionen nur wenig. Die Emissionen aus dem internationalen Flugverkehr, der allerdings nicht Teil der KSP-Kategorisierung ist, werden weiter ansteigen.

3.6 Sektor Landwirtschaft

Der KSP-Sektor Landwirtschaft umfasst verbrennungsbedingte Emissionen sowie Emissionen aus der Viehwirtschaft und anderen landwirtschaftlichen Aktivitäten (Tabelle 10).

⁹ Alle abgehenden grenzüberschreitenden Flüge, sowohl in EU- als auch in Nicht-EU-Länder.

Während die Emissionen aus der tierischen Verdauung (Fermentation) nach 2010 nahezu unverändert bleiben¹⁰, sinken die im Modell ermittelten Emissionen aus der Düngewirtschaft aufgrund eines erhöhten Gülleanteils, der in Biogasanlagen genutzt wird. Hinzu kommen die bis 2016 ansteigenden Emissionen aus der Vergärung von Energiepflanzen, die ab 2020 langsam zurückgehen.

Die Emissionen aus den restlichen Kategorien bleiben im Projektionszeitraum in etwa konstant.

Tabelle 10: Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Landwirtschaft im MMS, 1990-2035

Kategorie	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
1.A.4.c Verbrennung von Brennstoffen	10,6	5,9	6,1	6,6	6,5	6,3	5,9	5,3
3.A Fermentation bei der Verdauung	34,7	24,9	24,7	24,5	24,8	24,7	24,7	24,7
3.B Wirtschaftsdünger - Management	13,2	10,9	10,3	9,9	10,0	9,1	9,0	9,0
3.D Landwirtschaftliche Böden	28,4	24,8	24,3	26,4	24,4	24,2	23,9	23,9
3.G Kalkung	2,2	1,4	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
3.H Harnstoffanwendung	0,5	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
3.I Andere kohlenstoffhaltige Dünger	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
3.J Anderes	0,0	0,3	1,1	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4
Gesamt	90,0	69,2	68,7	71,8	69,7	68,3	67,4	66,8

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

3.7 Sektor LULUCF

Der LULUCF-Bereich entwickelt sich im Zeitraum zwischen 2016 und 2020 von einer Senke in eine Quelle für Treibhausgase. Durch veränderte Holznutzung und Verschiebung des Altersklassenverhältnisses der Bäume reduziert sich die Senkenwirkung der Wälder von ursprünglich ca. 75 Mt CO₂e im Jahr 1990 auf ein Minimum von ca. 11 Mt CO₂e im Jahr 2020 und steigt anschließend wieder etwas an. Aufgrund der Annahmen zur Veränderung der Kohlenstoffbindung im Wald und der weiterhin hohen Emissionen aus anderen Landnutzungskategorien wird der LULUCF-Bereich ab 2020 insgesamt zur Emissionsquelle. Ebenfalls wird die sich verändernde Altersstruktur des Waldes berücksichtigt. Die Emissionen aus Ackerland gehen aufgrund der Annahme, dass es ab dem Jahr 2016 zu keinen relevanten Umwandlungen von Grünland in Ackerland mehr kommt, bis 2035 deutlich zurück. Die durch die modellierte Vorratsveränderung im Wald veränderten THG-Emissionen übertreffen alle maßnahmenbedingten Änderungen in den anderen LULUCF-Kategorien.

¹⁰ Die Projektionen basieren auf dem Datenstand des Nationalen Inventarberichts 2018.

Tabelle 11: Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors LULUCF im MMS, 1990-2035

Kategorie	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
4.A Wälder	-75,3	-40,7	-58,0	-57,7	-11,7	-33,5	-22,0	-21,4
4.B Ackerland	12,9	12,4	14,3	15,1	14,2	13,5	11,8	10,6
4.C Grünland	26,2	24,9	23,9	22,6	22,6	22,1	21,5	21,4
4.D Feuchtgebiete	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	4,5	5,1	5,3
4.E Siedlungen	1,9	2,0	3,3	3,5	3,8	3,9	3,7	3,4
4.G Holzprodukte	-1,3	-15,0	-4,1	-2,3	-3,7	0,8	-1,1	-0,7
4.H Andere Bereiche	0,1	0,1	0,1	0,1	NO	NO	NO	NO
Gesamt	-31,3	-12,1	-16,4	-14,5	29,5	11,2	19,0	18,8

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

3.8 Sektor Sonstige

Der KSP-Sektor Sonstige wird von Methanemissionen aus der Abfalldeponierung dominiert (Tabelle 12). Die starke Reduktion der Methanemissionen aus dem Abfallsektor ist auf eine verminderte Deponierung von organischen Abfällen ab dem Jahr 2005 zurückzuführen. Zusätzlich werden Maßnahmen zur Deponiebelüftung berücksichtigt.

Tabelle 12: Treibhausgas-Emissionen des KSP-Sektors Sonstige im MMS, 1990-2035

Kategorie	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
	Mt CO ₂ e							
5.A Abfalldeponierung	34,3	19,1	12,6	8,4	6,5	4,7	3,4	3,4
5.B Bioabfallbehandlung	0,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5.C Abfallverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.D Abwasserbehandlung	4,1	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5.E Andere Bereiche	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Gesamt	38,4	21,2	14,6	10,5	8,6	6,8	5,5	5,4

Quelle: Projektionsbericht 2019 für Deutschland

Die biologische Abfallbehandlung war im Jahr 1990 nicht relevant, entwickelt sich aber seitdem immer weiter. Die CH₄-Emissionen aus der Kompostierung und der Abfallvergärung steigen bis zum Jahr 2025 durch eine Erhöhung der Abfallbehandlungsmengen und steigende Bevölkerungszahlen weiter an und sinken danach bis zum Jahr 2035 wieder geringfügig ab durch eine Verbesserung der Behandlungs- und Lagerungsprozesse und sinkende Bevölkerungszahlen.

Im Abwasserbereich sanken die CH₄-Emissionen vor allem zwischen 1990 und 2005 durch eine verbesserte Abwasserbehandlung wie z.B. der Anschluss der Haushalte an die öffentliche Kanalisation. Nach 2016 bleiben die Methanemissionen aus der Abwasserbehandlung nahezu konstant.