

Treibhausgas-Emissionsinventar

Nordrhein-Westfalen 2016

LANUV-Fachbericht 87

Treibhausgas-Emissionsinventar

Nordrhein-Westfalen 2016

[LANUV-Fachbericht 87](#)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2018

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Autoren	Volker Hoffmann, Daniel Hoppe (LANUV)
Titelbild	fotolia / luna1904
Stand	Juni 2018
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachbericht
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	4
Zusammenfassung.....	5
1 Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen	8
2 Entwicklung und aktueller Stand der THG-Emissionen in NRW.....	12
2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2015.....	12
2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2016	14
2.2.1 Sektor Energie	14
2.2.2 Sektor Industrie.....	16
2.2.3 Sektor Produktanwendung.....	17
2.2.4 Sektor Landwirtschaft.....	18
2.2.5 Sektor Abfall.....	20
2.3 Abschätzung der Unsicherheiten.....	21
2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2016	22
3 Nordrhein-Westfalen im Vergleich	28
3.1 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit der Bundesrepublik Deutschland	28
3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 28 EU-Staaten	29
4 Ausblick.....	30
5 Literatur.....	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die alten und neuen GWP	10
Tabelle 2: Übersicht über die Emissionssektoren nach IPCC 2006.....	11
Tabelle 3: Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2016.....	13
Tabelle 4: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in NRW in 2016 (ohne den Sektor 1A2 Industrie).....	15
Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen in 2016 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie).....	16
Tabelle 6: Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft in 2016.....	18
Tabelle 7: Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall in NRW 2016	20
Tabelle 8: Zeitreihe der Treibhausgasemissionen in NRW nach Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005) und LANUV)	23
Tabelle 9: Treibhausgasemissionen NRW und Bundesrepublik Deutschland in 2016 (UBA 2018b, LANUV).....	28
Tabelle 10: Treibhausgasemissionen in NRW mit vorläufigen Angaben für 2017	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zeitreihe der THG-Emissionen in NRW nach Sektoren	6
Abbildung 2:	Verteilung der Gesamtemissionen in NRW in 2016 (insgesamt 285,6 Mio. t CO _{2eq})	12
Abbildung 3:	Auf den Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen entfallen 3,9 Mio. t CO _{2eq} im Berichtsjahr 2016. Zu diesem Sektor zählen vor allem Steinkohlezechen wie die hier abgebildete Zeche Nordstern in Gelsenkirchen (Quelle: Fotolia/mitifoto).....	14
Abbildung 4:	In den zusammengefassten Sektoren 1A2c und 2B Chemische Industrie sind im Jahr 2016 knapp 16 Mio. t CO _{2eq} emittiert worden. Beispielhaft für diesen Sektor steht das abgebildete Chemiewerk in Leverkusen (Quelle: Fotolia/Tom Bayer)	17
Abbildung 5/6:	Mit ca. 3,2 Mio. t CO _{2eq} trägt die Bodennutzung etwa 1,1 % zu den Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens bei. Etwa 4,4 Mio. t CO _{2eq} stammen aus der Tierhaltung (Quellen: Fotolia/Countrypixel, Panthermedia/Erwin Wodicka)	18
Abbildung 7/8:	Im Sektor 3B Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ist ein Minderungsbeitrag von -4,2 Mio. t CO _{2eq} ermittelt worden (Quellen: Panthermedia/Erich Teister (links), Fotolia/Kletr (rechts)).....	19
Abbildung 9:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW nach Treibhausgasen (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV, eigene Darstellung)	22
Abbildung 10/11:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV, eigene Darstellung).....	27
Abbildung 12:	THG-Emissionen der EU 28, NRW und CO ₂ -Emissionen ausgewählter Staaten in 2016 (Quelle: EEA 2018, IWR 2018, eigene Darstellung).....	29

Zusammenfassung

Nordrhein-Westfalen unterhält ein Treibhausgas-Emissionsinventar, das sich an den Vorgaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2006) orientiert. Die Treibhausgase (THG) Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas sowie HFC, PFC, SF₆ und NF₃ werden darin für die IPCC-Sektoren Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige detailliert dokumentiert.

Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2016

2016 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 285,6 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert. Dies bedeutet eine gegenüber dem Vorjahr praktisch unveränderte Emission (+0,1 %) und eine Minderung von 22,4 % gegenüber dem Bezugsjahr 1990.

52,7 % der THG-Emissionen entstehen 2016 im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 1). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Emissionen der Industrie (19,1 %), der Verkehr (12,1 %) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (10,6 %). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 2,6% bzw. 0,2% der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gaswirtschaft, machen etwa 1,3 % der Emissionen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise PKW-Klimaanlagen und Gebäudekälte entstehen ebenfalls etwa 1,4 % der THG-Emissionen.

Zwischen 1990 und 2005 sind erhebliche Minderungen der THG-Emissionen um ca. 40 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen, die im Wesentlichen in den Sektoren Industrie (technische Maßnahmen/Strukturwandel), Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen (Grubengas aus Steinkohlezechen) und Abfall (Reduzierung/Erfassung von Deponiegasen) stattfinden. Im weiteren Verlauf zeigt sich im Jahre 2009 ein deutlicher, durch die Wirtschaftskrise verursachter Rückgang der Emissionen. Die folgenden Jahre bis 2013 bringen insgesamt einen Anstieg auf Grund der konjunkturellen Erholung. Im Jahre 2014 folgt eine deutliche Reduzierung, die zu einem großen Teil auf die milde Witterung zurückzuführen ist. Es ist aber in NRW auch eine Reduzierung der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft festzustellen, deren Ursache in einer insgesamt geringeren Auslastung der Kraftwerke und der Stilllegung einzelner Kraftwerksblöcke liegt. Im Jahr 2015 setzt sich diese Tendenz noch fort.

Dies gilt allerdings nicht mehr für das Jahr 2016, in dem nur wenige Kraftwerksblöcke abgeschaltet wurden und auch neue Gaskraftwerke in Betrieb gingen. Die Minderung in der Energiewirtschaft gegenüber 2015 liegt daher nur bei knapp 0,5 Mio. t CO_{2eq}. Dem steht insbesondere im Bereich des Straßenverkehrs eine Erhöhung um ca. 1 Mio. t CO_{2eq} bzw. 3,4 % gegenüber. Es ergeben sich insgesamt Emissionen von 285,6 Mio. t CO_{2eq}. Sie liegen damit um 0,1 % über dem Stand von 2015. Die THG-Minderung zwischen 1990 und 2016 beträgt 22,4 %.

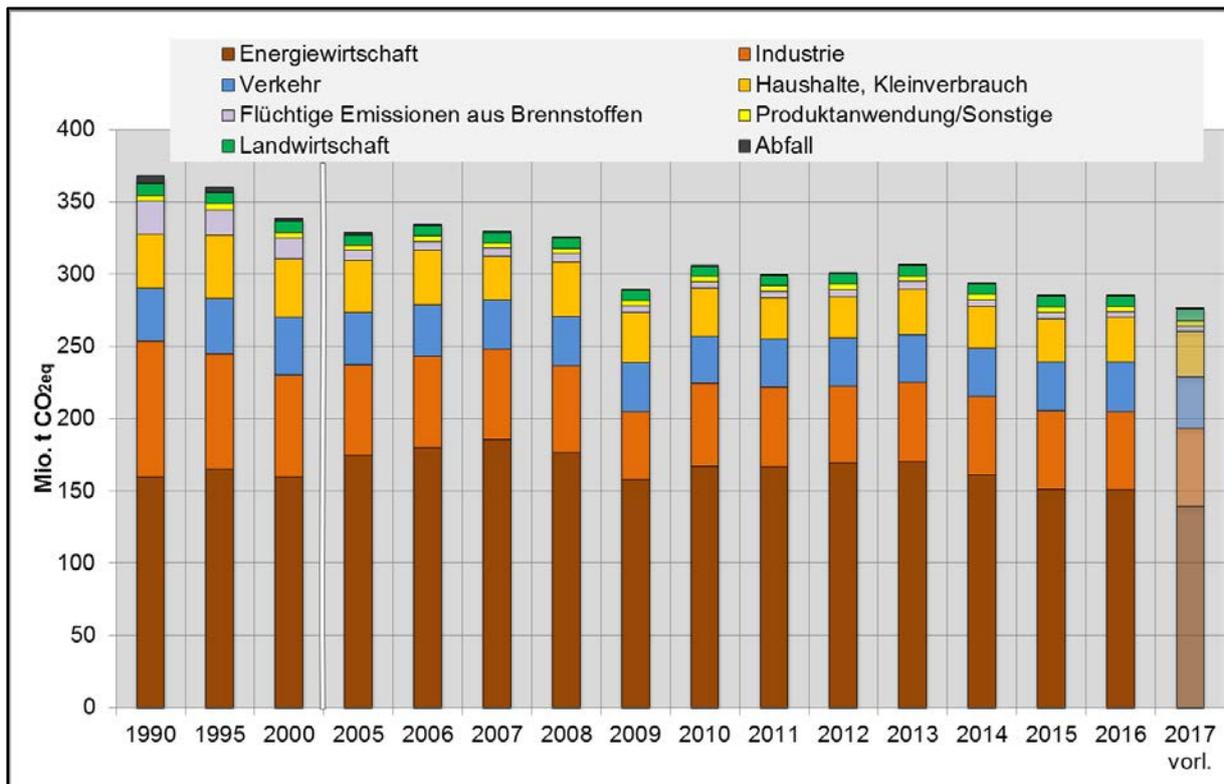


Abbildung 1: Zeitreihe der THG-Emissionen in NRW nach Sektoren

Ausblick 2017

Aus den bisher vorliegenden Daten, insbesondere den Emissionsberichten des Emissionshandels, ergibt sich folgendes Bild für die Entwicklung in 2017 (Abbildung 1):

Bei den Kraftwerken setzt sich die Entwicklung aus den Jahren 2014 und 2015 fort. Durch Stilllegung einiger Steinkohleblöcke (Voerde Blöcke A/B, Gemeinschaftskraftwerk West, HKW Herne Block 3) bzw. Überführung in die Sicherheitsbereitschaft (Kraftwerk Frimmersdorf, Blöcke P und Q) sowie durch eine teilweise deutlich geringere Auslastung weiterer Steinkohlekraftwerke reduzieren sich die Emissionen aus der Energiewirtschaft im Jahre 2017 um etwa 12 Mio. t CO_{2eq} gegenüber dem Vorjahr.

Weiterhin sind für das Jahr 2017 folgende Tendenzen erkennbar:

- Im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher ist laut Abschätzung der AG Energiebilanzen e.V. für Deutschland eine Zunahme der Emissionen um ca. 4 % zu erwarten. Dies entspricht für NRW etwa 1,2 Mio. t CO_{2eq}.
- Entsprechend der vom UBA (2018) für Deutschland erwarteten Tendenz werden sich auch in NRW die Emissionen aus dem Straßenverkehr aufgrund der steigenden Kraftfahrzeugzahlen voraussichtlich nochmals um gut 2 % erhöhen.
- Die Emissionen im Sektor Industrie werden in etwa gleich bleiben, möglicherweise ebenfalls geringfügig ansteigen.
- In den Sektoren Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, Produktanwendungen/ Sonstige, Landwirtschaft und Abfall sind keine gravierenden Änderungen zu erwarten.

Insgesamt ergeben sich daraus für NRW vorläufige Emissionen für 2017 von 275,7 Mio. t CO_{2eq}, eine Minderung um knapp 10 Mio. t CO_{2eq} bzw. 3,5 % gegenüber 2016. Die Reduzierung gegenüber 1990 liegt damit bei ca. 25 %, d. h., das durch das Klimaschutzgesetz NRW für 2020 vorgesehene Minderungsziel wird im Jahre 2017 voraussichtlich bereits in etwa erreicht.

1 Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen

Treibhausgase (THG) sind gasförmige Stoffe, die zum Treibhauseffekt beitragen, indem sie einen Teil der Infrarotstrahlung, die von der Erdoberfläche abgegeben wird, absorbieren. Die Energie dieser Strahlung verbleibt so teilweise in der Erdatmosphäre und wird nicht ans Weltall abgegeben. Es gibt Treibhausgase natürlichen Ursprungs und Treibhausgase, die anthropogen, also vom Menschen verursacht sind.

Am 11. Dezember 1997 wurde bei einer Konferenz in Kyoto in Japan das sogenannte Kyoto-Protokoll als Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention (UNFCCC 1997) der Vereinten Nationen mit dem Ziel des Klimaschutzes beschlossen. Das am 16. Februar 2005 in Kraft getretene und 2012 ausgelaufene Abkommen schrieb erstmals verbindliche Zielwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen fest, welche die hauptsächliche Ursache der globalen Erwärmung sind. Mittlerweile wurde in Nachfolge am 12. Dezember 2015 das Paris-Abkommen (UNFCCC 2015) verabschiedet, das sich das Ziel setzt, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 °C, wenn möglich auf 1,5 °C, über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen.

Die Bundesrepublik Deutschland hatte sich im Rahmen des Kyoto-Protokolls verpflichtet, ihre THG-Emissionen bis zum Zeitraum 2008 bis 2012 gegenüber dem Basisjahr 1990 um 21 % zu senken. Im Dezember 2015 haben sich in Paris bei der UN-Klimakonferenz 197 Staaten auf ein neues, globales Klimaschutzabkommen geeinigt. Das Abkommen trat am 4. November 2016 in Kraft, nachdem es von 55 Staaten, die mindestens 55 Prozent der globalen Treibhausgase emittieren, ratifiziert wurde. Unter den Staaten, die das Abkommen ratifiziert haben, befinden sich die Europäische Union (EU) und die Bundesrepublik Deutschland (Ratifikation am 5. Oktober 2016).

Auf nationaler Ebene hat sich die Bundesrepublik mit dem Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 und dem Klimaschutzplan 2050 Ziele zur Reduktion von Emissionen gesetzt: Bis zum Jahr 2020 sollen die Emissionen um mindestens 40 Prozent, bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 gemindert werden. Ferner soll im Jahr 2050 in Deutschland die weitgehende Treibhausgasneutralität erreicht werden. Nordrhein-Westfalen steht damit als wichtiger Industriestandort und bevölkerungsreichstes Bundesland vor der Herausforderung, seinen Beitrag zum Erreichen der deutschen Klimaschutzziele zu leisten. Dazu hat der nordrhein-westfälische Landtag am 23. Januar 2013 das erste Klimaschutzgesetz in Deutschland verabschiedet und in § 3 (1) die Ziele formuliert, dass „die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen [...] bis zum Jahr 2020 um mindestens 25 Prozent und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 Prozent im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 verringert werden [soll]“.

Zur Dokumentation der Emissionsentwicklung hat Nordrhein-Westfalen 2008 ein Treibhausgas-Emissionsinventar eingerichtet, das sich an den Vorgaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) orientiert (IPCC 2006) und durch das LANUV jährlich fortgeschrieben wird. In diesem Inventar werden die jährlichen Emissionen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid/Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (N₂O) sowie was-

serstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆) bilanziert. In der Fortführung der Treibhausgas-Berichterstattung nach dem Kyoto-Zeitraum gehört ab 2013 noch Stickstofftrifluorid (NF₃) zu den zu bilanzierenden Stoffen (IPCC 2006). Dieser Stoff wird in der Elektronikindustrie (Herstellung von Flachbildschirmen, Solarindustrie) eingesetzt, spielt in Deutschland aber eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen für NRW liegen in der Größenordnung von wenigen Tausend Tonnen CO₂-Äquivalenten.

Die jährlichen Emissionen der Treibhausgase werden im THG-Emissionsinventar nach den IPCC-Sektoren Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige detailliert dokumentiert (IPCC 2006). Eine Zeitreihenanalyse einzelner Sektoren des THG-Emissionsinventars kann zur Überprüfung eingeleiteter Klimaschutzmaßnahmen herangezogen werden.

CO₂ entsteht vor allem bei Verbrennungsvorgängen, während N₂O in größerem Umfang hauptsächlich bei Industrieprozessen und in der Landwirtschaft emittiert wird. CH₄ tritt insbesondere als flüchtige Emission aus Brennstoffen auf, z. B. im Steinkohlebergbau und der Öl- und Gaswirtschaft, außerdem in der Landwirtschaft und bei Abfalldeponien. Die Treibhausgase HFC, PFC und SF₆ werden u.a. bei Produktanwendungen wie PKW-Klimaanlagen, Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte und bei der Aluminiumherstellung freigesetzt.

Die Berechnungen für das Treibhausgas-Emissionsinventar orientieren sich an den Vorgaben der IPCC-Guidelines 2006 (IPCC 2006). Datengrundlagen für die Inventarerstellung sind:

- die Emissionsberichte der emissionshandelspflichtigen Anlagen, die auf der Basis der Emissionshandels-Richtlinie erstellt werden (Richtlinie 2003/87/EG),
- die Emissionserklärungen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (11. BImSchV),
- Daten des Johann Heinrich von Thünen-Instituts, Braunschweig, zur Landwirtschaft und zur Landnutzungsänderung, die im Auftrag des UBA für das Nationale Inventar ermittelt und auch für NRW zur Verfügung gestellt werden,
- Berichte aus dem Pollutant Release and Transfer Register (PRTR), das Informationen zur Freisetzung von Schadstoffen von Industriebetrieben in Wasser, Luft und Boden sowie die Verbringung von Abfallmengen enthält,
- weitere Statistiken, wie Energiebilanzen und Produktionsstatistiken.

Weiterhin werden als Berechnungsgrundlage Daten (z. B. Emissionsfaktoren) verwendet, die das Umweltbundesamt (UBA) im Nationalen Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar im Rahmen der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen veröffentlicht (UBA 2017).

Für die Emissionsberechnung werden dem eingesetzten (Brenn-)Stoff jeweils stoffspezifische Emissionsfaktoren zugeordnet. Der Emissionsfaktor bezeichnet das Verhältnis zwischen der Masse des freigesetzten Stoffes (des Treibhausgases) und eingesetzter Masse oder Energieinhalt eines Ausgangsstoffes (z. B. dem Energieträger Steinkohle). Weiterhin sind Emissionsfaktoren prozessspezifisch, d. h. der Einsatz eines Brennstoffs kann in unter-

schiedlichen Anlagentypen zu unterschiedlichen Emissionen führen. Durch die Multiplikation der Menge des eingesetzten Ausgangsstoffes mit dem entsprechenden stoff- und prozess-spezifischen Emissionsfaktor wird die Menge des emittierten Treibhausgases berechnet.

Die Emissionen der verschiedenen Treibhausgase werden anhand ihres Global Warming Potential (GWP) in CO₂-Äquivalente (Einheit CO_{2eq}) umgerechnet. Das GWP ist ein Maß dafür, wie stark eine bestimmte Menge eines Treibhausgases im Vergleich zu Kohlendioxid zum Treibhauseffekt beiträgt. Dies ermöglicht den Vergleich unterschiedlicher Treibhausgase.

Tabelle 1: Übersicht über die alten und neuen GWP

Bezeichnung	GWP ab 2013	GWP bis 2012
Kohlendioxid	1	1
Methan	25	21
Distickstoffoxid	298	310
Schwefelhexafluorid	22.800	23.900
Stickstofftrifluorid	17.200	-
Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe		
HFC-23	14.800	11.700
HFC-32	675	650
HFC-41	92	150
HFC-43-10mee	1.640	1.300
HFC-125	3.500	2.800
HFC-134	1.100	1.000
HFC-134a	1.430	1.300
HFC-143	353	300
HFC-143a	4.470	3.800
HFC-227ea	3.220	2.900
HFC-236fa	9.810	6.300
HFC-245ca	693	560
Pefluorierte Kohlenwasserstoffe		
Perfluormethan	7.390	6.500
Perfluorethan	12.200	9.200
Perfluorpropan	8.830	7.000
Perfluorbutan	8.860	7.000
Perfluorcyclobutan	10.300	8.700
Perfluorpentan	9.160	7.500
Perfluorhexan	9.300	7.400

Quellen: IPCC's Fourth Assessment Report, Climate Change 2007 (IPCC 2007)

Entsprechend den Vorgaben des IPCC für Emissionsinventare im Rahmen des Kyoto-Protokolls wurde bis 2012 für CH₄ mit einem Global Warming Potential (GWP) von 21 und für N₂O mit einem GWP von 310 gerechnet. Aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen ergeben jedoch andere Werte, so dass ab 2013 andere GWP festgelegt wurden und sich somit auch Veränderungen der berechneten Emissionsmengen ergeben. Tabelle 1 zeigt einen

Vergleich der wichtigsten alten und neuen GWP, die für NRW zur Anwendung kommen. Um eine konsistente Zeitreihe zu erhalten, die die Berechnung der Minderung seit 1990 ermöglicht, müssen die neuen GWP auf die gesamte Zeitreihe ab 1990 angewendet werden (siehe Abschnitt 2.4).

Die Treibhausgasemissionen werden in den folgenden Tabellen in Gg CO₂-Äquivalente (CO_{2eq}) angegeben (1 Gg = 1 Gigagramm = 1.000 Tonnen). Dies entspricht den Vorgaben des IPCC für Treibhausgas-Emissionsinventare. Zum besseren Verständnis werden im Text die Emissionen in Millionen Tonnen (Mio. t) angegeben. Die jährlichen Emissionen der Treibhausgase werden im THG-Emissionsinventar nach den IPCC-Sektoren Energie, Industrie, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige detailliert dokumentiert. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über die Hauptsektoren.

Um die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der Darstellungen zu erhöhen, werden in den folgenden Ausführungen die energiebedingten Emissionen des Sektors 1A2 Industrie, also Emissionen der Industrie, die beim Einsatz von Brennstoffen in Verbrennungsprozessen entstehen, und die prozessbedingten Emissionen der Sektoren 2A-2C Industrieprozesse unter dem Sektor 1A2 Industrie zusammengefasst (mit * gekennzeichnete Sektoren in der Tabelle 2). Prozessbedingte Emissionen sind Emissionen der Industrie, die bei chemischen Reaktionen entstehen, die keine Verbrennungsprozesse sind.

Tabelle 2: Übersicht über die Emissionssektoren nach IPCC 2006

IPCC-Sektor	Bezeichnung
1	Energie
1A	Einsatz von Brennstoffen
1A1	Energiewirtschaft
1A2*	Industrie (energiebedingte Emissionen) *
1A3	Verkehr
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch/Sonstige
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen
1B1	Feste Brennstoffe
1B2	Öl und Erdgas
1C	CO₂-Transport und Speicherung
2	Industrieprozesse (prozessbedingte Emissionen)
2A*	Mineralproduktion *
2B*	Chemische Industrie *
2C*	Metallproduktion *
2D-H	Produktanwendungen/Sonstige
3	Landwirtschaft
3A	Tierhaltung
3B	Landnutzungsänderung
3C	Bodennutzung
4	Abfall
4A	Abfalldeponien
4B	Biologische Abfallbehandlung
4C	Abfallverbrennung
4D	Abwasserreinigung

2 Entwicklung und aktueller Stand der THG-Emissionen in NRW

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die aktuellen Emissionsdaten des Jahres 2016 (Abschnitt 2.1) und die Anteile der einzelnen Emissionssektoren (Abschnitt 2.2) näher betrachtet. Abschnitt 2.3 erläutert die Ergebnisse der Unsicherheitenabschätzung des Inventars. In Abschnitt 2.4 folgt eine Betrachtung der Emissionen seit 1990, d. h. dem Basisjahr, auf das sich die derzeitigen Minderungsziele beziehen. Kapitel 3 enthält Vergleiche der nordrhein-westfälischen THG-Emissionen mit den gesamtdeutschen Emissionen und den Emissionen der EU 28 sowie Kapitel 4 einen Ausblick mit vorläufigen Angaben für das Jahr 2017.

2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2016

2016 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 285,6 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert.

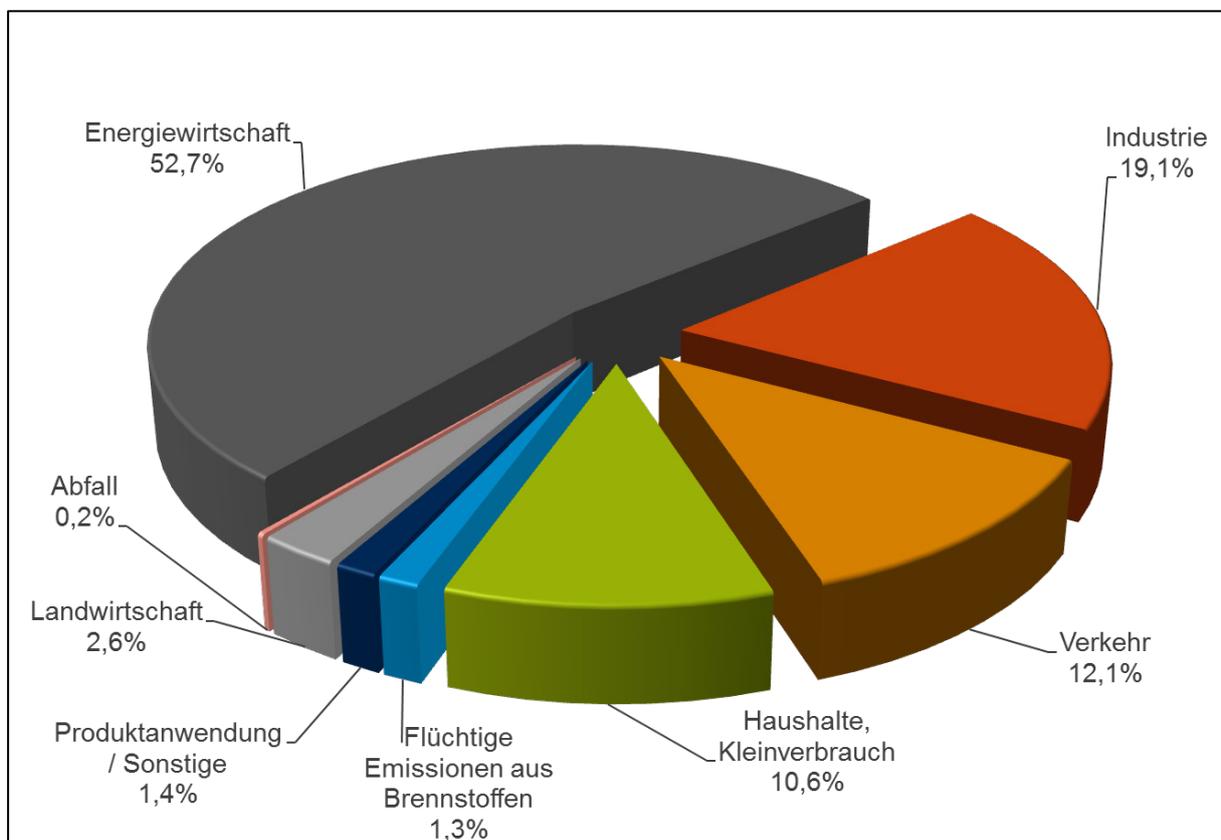


Abbildung 2: Verteilung der Gesamtemissionen in NRW in 2016 (insgesamt 285,6 Mio. t CO_{2eq})

52,7 % der THG-Emissionen entstehen im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 2). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Industrie (19,1 %), der Verkehr (12,1 %) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (10,6 %). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 2,6 % bzw. 0,2 % der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gaswirtschaft,

machen etwa 1,3 % der Emissionen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise PKW-Klimaanlagen und Gebäudekälte entsteht ebenfalls etwa 1,4 % der THG-Emissionen. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Emissionssektoren und die dort auftretenden Emissionen der verschiedenen Treibhausgase für das Jahr 2016.

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2016

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	268.415	8.520	5.360	3.298	285.593	100
1A1	Energiewirtschaft	149.244	76	1.056	-	150.376	52,7
1A2/2A-2C	Industrie	54.146	41	192	63	54.442	19,1
1A3	Verkehr	33.996	57	578	-	34.632	12,1
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	30.133	65	70	-	30.268	10,6
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	84	3.743	-	-	3.827	1,3
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	553	7	88	3.235	3.883	1,4
3	Landwirtschaft	260	4.085	3.223	-	7.567	2,6
4	Abfall	-	445	153	-	598	0,2

Die Gesamtemissionen setzen sich zu 94,0 % aus Kohlendioxid (CO₂), zu 3,0 % aus Methan (CH₄), zu 1,9 % aus Lachgas (N₂O) und zu 1,1 % aus HFC/PFC/SF₆/NF₃ zusammen.

Methan wird vor allem aus Steinkohlezechen im Sektor Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, in der Landwirtschaft und im Sektor Abfall (Abfaldeponien) emittiert. N₂O-Emissionen treten hauptsächlich in den Sektoren Landwirtschaft und Energiewirtschaft auf. HFC/PFC/SF₆/NF₃-Emissionen entstehen vorwiegend im Sektor Produktanwendungen und zu einem geringen Teil bei der Aluminiumherstellung.

2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2016

Im Folgenden werden die Emissionen der einzelnen Sektoren im Jahr 2016 näher beschrieben.

2.2.1 Sektor Energie

Der Sektor Energie – ohne den Sektor 1A2 Industrie – umfasst die Subsektoren „Energiewirtschaft, Verkehr, Haushalte und Kleinverbraucher“ und „Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen“. Der Subsektor „Energiewirtschaft“ kann weiter in „Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung“, „Raffinerien“ sowie „Herstellung fester Brennstoffe und sonstige Energieindustrie“ unterteilt werden (siehe Tabelle 4). Datengrundlage für die Ermittlungen der Emissionen des Sektors Energiewirtschaft sind hauptsächlich die Emissionsberichte der Anlagenbetreiber aus dem Emissionshandel. Für den Sektor „Verkehr“ werden Daten des Emissionskatalogs Verkehr des LANUV in Verbindung mit weiteren statistischen Werten verwendet. Die Berechnungen für den Sektor „Haushalte und Kleinverbraucher“ basieren auf der Energiebilanz NRW sowie auf Daten aus dem Nationalen Inventarbericht des UBA.



Abbildung 3: Auf den Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen entfallen 3,9 Mio. t CO_{2eq} im Berichtsjahr 2016. Zu diesem Sektor zählen vor allem Steinkohlezechen wie die hier abgebildete Zeche Nordstern in Gelsenkirchen (Quelle: Fotolia/mitifoto)

Die Emissionen des Subsektors „Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen“ werden auf die Emissionsbereiche „Feste Brennstoffe“ sowie „Öl und Erdgas“ aufgeteilt. Für die Berechnungen der Flüchtigen Emissionen aus festen Brennstoffen (v. a. Steinkohlezechen) werden sowohl anlagenspezifische Daten als auch gesamtdeutsche Daten aus dem Nationalen In-

ventarbericht des UBA genutzt. Für die Berechnung der Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft liegen bisher keine NRW-spezifischen Daten vor, so dass der Anteil für NRW von den gesamtdeutschen Daten des Nationalen Inventarberichtes abgeleitet wird. Für die Gaswirtschaft können Zahlen des Statistischen Bundesamtes und des Landesbetriebs IT.NRW zur Anwendung gebracht werden, mit denen der Anteil des Erdgasverbrauchs Nordrhein-Westfalens am bundesdeutschen Verbrauch ermittelt werden kann.

Die energiebedingten Emissionen der Industrie (Sektor 1A2) werden zusammen mit den prozessbedingten Industrieemissionen (Sektoren 2A-C) im nächsten Kapitel beschrieben.

Der Sektor Energie (ohne 1A2 Industrie) ist der mit Abstand größte Emissionssektor in Nordrhein-Westfalen. 76,7 % der Gesamtemissionen werden hier emittiert. Dazu trägt vor allem die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung bei, die 48,0 % der Gesamtemissionen verursacht. Dieser hohe Anteil erklärt sich dadurch, dass in Nordrhein-Westfalen gut 27 % der bundesdeutschen Stromerzeugung überwiegend in Stein- und Braunkohlekraftwerken stattfindet.

Der Sektor Verkehr trägt mit 12,1 % zu den nordrhein-westfälischen THG-Emissionen bei. Etwa 90 % der Emissionen in diesem Sektor wird durch den Straßenverkehr verursacht.

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in NRW in 2016 (ohne den Sektor 1A2 Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	268.415	8.520	5.360	3.298	285.593	100,0
1	Energie (ohne 1A2 Industrie)	213.455	3.953	1.704	-	219.112	76,7
1A	Einsatz von Brennstoffen (ohne 1A2 Industrie)	213.373	199	864	-	215.276	75,4
1A1	Energiewirtschaft	149.244	76	1.056	-	150.376	52,7
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	135.999	73	1.001	-	137.073	48,0
1A1b	Raffinerien	7.883	2	21	-	7.906	2,8
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	5.362	2	33	-	5.397	1,9
1A3	Verkehr	33.996	57	578	-	34.632	12,1
1A3a	Flugverkehr	406	1	4	-	410	0,1
1A3b	Straßenverkehr	30.866	51	244	-	31.160	10,9
1A3c	Schienenverkehr	127	0	1	-	129	0,0
1A3d	Schiffsverkehr	1.227	1	198	-	1.426	0,5
1A3e	Sonstiger Verkehr	1.370	5	131	-	1.506	0,5
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	30.133	65	70	-	30.268	10,6
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	84	3.743	-	-	3.827	1,3
1B1	Feste Brennstoffe	0	2.450	-	-	2.450	0,9
1B2	Öl und Erdgas	84	1.293	-	-	1.376	0,5
1B2a	Ölwirtschaft	84	72	-	-	156	0,1
1B2b	Gaswirtschaft	-	1.221	-	-	1.221	0,4

Die Emissionsberechnungen für die Sektoren 1A4-5 Haushalte, Kleinverbraucher erfolgen auf der Basis der Energiebilanz NRW, die jeweils etwa zwei Jahre nach Ende des Bezugsjahres veröffentlicht wird und zurzeit bis einschließlich 2015 vorliegt. 2015 sind in diesem Sektor ca. 29 Mio. t CO_{2eq} emittiert worden. Für 2016 werden die Emissionen anhand von Daten des UBA und der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. abgeschätzt. Sie liegen witterungsbedingt mit ca. 30 Mio. t CO_{2eq} etwas höher und machen etwa 10,6 % der Emissionen aus.

Im Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen werden CH₄-Emissionen in Höhe von 3,8 Mio. t CO_{2eq} sowie geringe Mengen CO₂ bilanziert, das entspricht einem Anteil von etwa 1,3 %. Ein Großteil des CH₄ wird aus dem Steinkohlebergbau und bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert.

Der Sektor 1C CO₂-Transport und Speicherung ist in Nordrhein-Westfalen zurzeit nicht relevant, da bisher keine entsprechenden Verfahren zur Abscheidung, zum Transport und zur Speicherung von Kohlendioxid betrieben werden.

2.2.2 Sektor Industrie

Unter dem Sektor Industrie sind die energie- und prozessbedingten Emissionen der Industrie zusammengefasst (Tabelle 5). Wichtigste Datengrundlagen für die Emissionsberechnungen sind die Betreiberangaben in den Emissionsberichten des Emissionshandels und den Emissionserklärungen nach der 11. BImSchV.

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen in 2016 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	268.415	8.520	5.360	3.298	285.593	100,0
1A2/2A-C	Industrie	54.146	41	192	63	54.442	19,1
1A2a/2C	Eisen und Stahl	22.230	27	48	-	22.306	7,8
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	1.742	1	6	63	1.812	0,6
1A2c/2B	Chemische Industrie	15.476	6	87	-	15.568	5,5
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.746	1	13	-	1.761	0,6
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.248	1	7	-	1.256	0,4
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	10.732	3	23	-	10.759	3,8
1A2m	Sonstige	970	1	8	-	979	0,3
2D-H	Produktanwendung/ Sonstige	553	7	88	3.235	3.883	1,4

Insgesamt wurden im Jahr 2016 von der nordrhein-westfälischen Industrie THG-Emissionen in Höhe von 54,4 Mio. t CO_{2eq} ausgestoßen. Das entspricht etwa 19 % der Gesamtemissionen. Der Hauptteil der Industrieemissionen entsteht beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung.

Die größten Emittenten im Bereich Industrie sind die Eisen- und Stahlproduktion, die chemische Industrie und die Mineralproduktion (Zement-, Kalk- und Glasherstellung). Diese Industriesektoren haben jeweils auf Grund ihrer Emissionsmengen für die Gesamtemissionen

in Nordrhein-Westfalen eine größere Bedeutung als beispielsweise die Sektoren Landwirtschaft und Abfall.

Im Sektor Industrie lässt sich die Entstehung der Treibhausgase den verschiedenen Prozessen zuordnen. CO_2 entsteht, abgesehen von der Mineralproduktion und einigen chemischen Prozessen, vor allem bei Verbrennungsprozessen zur Energiebereitstellung. CH_4 fällt nur bei Verbrennungsprozessen an. N_2O entsteht sowohl bei der Bereitstellung von Prozesswärme und Strom als auch bei chemischen Prozessen, insbesondere der Produktion von Salpeter- und Adipinsäure. PFC und SF_6 werden bei der Produktion von Aluminium emittiert.



Abbildung 4: In den zusammengefassten Sektoren 1A2c und 2B Chemische Industrie sind im Jahr 2016 knapp 16 Mio. t $\text{CO}_{2\text{eq}}$ emittiert worden. Beispielhaft für diesen Sektor steht das abgebildete Chemiewerk in Leverkusen (Quelle: Fotolia/Tom Bayer)

2.2.3 Sektor Produktanwendung

Im Sektor Produktanwendung entstehen insgesamt 3,9 Mio. t/a $\text{CO}_{2\text{eq}}$ bzw. 1,4 % der nordrhein-westfälischen THG-Emissionen (Tabelle 5). Der größte Teil der THG-Emissionen dieses Sektors besteht aus HFC-, PFC-, SF_6 - und NF_3 -Emissionen aus Klima- und Kälteanlagen, Schallschutzscheiben und sonstigen Produktanwendungen. Weitere Anteile liefern u. a. CO_2 -Emissionen aus kohlenstoffhaltigen Lösemitteln sowie N_2O -Emissionen aus dem Einsatz von Lachgas als Narkosemittel.

Da statistische Daten für diesen Sektor für NRW nicht vorliegen oder nur mit großem Aufwand zu ermitteln sind, werden die HFC-/PFC-/SF₆- und NF₃-Emissionen sowie die N₂O- und CO₂-Emissionen aus der Produktanwendung anhand der Angaben des UBA für Deutschland auf NRW umgerechnet.

2.2.4 Sektor Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft werden die Emissionen aus den Bereichen Tierhaltung und Bodennutzung bilanziert (Tabelle 6). Der Sektor Tierhaltung setzt sich aus den Subsektoren Darmgärung (Verdauungsvorgänge in den Tiermägen) und Gülle-Management (Lagerung von Mist und Gülle) zusammen. Die Emissionen des Sektors Bodennutzung entstehen beispielsweise durch die Anwendung von Mineraldünger, Kalken und die Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Der Sektor Landnutzungsänderung (3B) wird nur nachrichtlich aufgeführt, die dort in Summe ausgewiesene Emissionsgutschrift geht nicht in die Gesamtemission für NRW ein, da die nationalen und internationalen Vergleichswerte in der Regel auch ohne diesen Sektor angegeben werden. Für das aktuelle Berichtsjahr werden die Daten des Vorjahres fortgeschrieben, da aktuelle Daten erst wieder im Jahr 2019 aufgrund einer Inventarumstellung beim von Thünen-Institut zur Verfügung stehen werden.

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft in 2016

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	268.415	8.520	5.360	3.298	285.593	100,0
3	Landwirtschaft	260	4.085	3.223	-	7.567	2,6
3A	Tierhaltung	-	3.984	389	-	4.373	1,5
3B	Landnutzungsänderung	-4.218	18	50	-	-4.149	-1,5
3C	Bodennutzung	260	101	2.833	-	3.194	1,1



Abbildung 5/6: Mit ca. 3,2 Mio. t CO_{2eq} trägt die Bodennutzung etwa 1,1 % zu den Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens bei. Etwa 4,4 Mio. t CO_{2eq} stammen aus der Tierhaltung
(Quellen: Fotolia/Countrypixel, Panthermedia/Erwin Wodicka)

Die Daten im Sektor Landwirtschaft stammen einschließlich des Sektors 3B (Landnutzungsänderung) vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI), welches jährlich im Auftrag des Umweltbundesamtes die THG-Emissionen der deutschen Landwirtschaft für den Nationalen Inventarbericht berechnet und auch die Daten für NRW zur Verfügung stellt (TI 2018).

Die Emissionen der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft belaufen sich im Jahr 2016 auf 7,6 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 2,6 % der Gesamtemissionen. Es werden vor allem CH₄ aus der Tierhaltung und N₂O aus der Bodennutzung emittiert (Abbildung 5/6). Bei der Tierhaltung sind vor allem die Verdauungsvorgänge in den Tiermägen emissionsintensiv. CO₂ wird in der Landwirtschaft nur zu einem sehr geringen Teil emittiert und entsteht vorwiegend bei der Kalkung von Böden.

Der Sektor 3B beschreibt die Auswirkungen der Landnutzung und der Landnutzungsänderungen auf die Treibhausgasemissionen. Betrachtet werden hier die Subsektoren Wald, Acker, Grünland, Feuchtgebiete und Siedlungen. In Summe ergibt sich hier für NRW eine Einbindung insbesondere von Kohlendioxid (Abbildung 7/8).



Abbildung 7/8: Im Sektor 3B Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ist ein Minderungsbeitrag von -4,2 Mio. t CO_{2eq} ermittelt worden (Quellen: Panthermedia/Erich Teister (links), Fotolia/Kletr (rechts))

2.2.5 Sektor Abfall

Der Sektor Abfall setzt sich zusammen aus den Emissionssektoren Abfalldeponien, Biologische Abfallbehandlung, Abwasserreinigung und Sonstige (Tabelle 7). Die Anlagen zur Abfallverbrennung sind im Sektor 1A1a Energiewirtschaft erfasst. Insgesamt entstehen im Sektor Abfall CH₄- und N₂O-Emissionen in Höhe von ca. 0,6 Mio. t CO_{2eq}. Dies entspricht einem Anteil von 0,2 % an den nordrhein-westfälischen Gesamtemissionen.

Die Berechnungen basieren auf den Angaben von Anlagenbetreibern in PRTR-Berichten und den Daten aus der Abfallbilanz Nordrhein-Westfalen für Siedlungsabfälle. Für Anlagen, die aufgrund ihrer geringen Größe nicht berichtspflichtig sind, wurden die Emissionen geschätzt. Etwa ein Drittel der Emissionen des Sektors emittieren aus Abfalldeponien.

Tabelle 7: Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall in NRW 2016

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	268.415	8.520	5.360	3.298	285.593	100,0
4	Abfall	-	445	153	-	598	0,2
4A	Abfalldeponien	-	190	-	-	190	0,1
4B	Biologische Abfallbehandlung	-	131	54	-	184	0,1
4C	Abfallverbrennung	-	-	-	-	-	-
4D	Abwasserreinigung	-	125	99	-	224	0,1
4E	Sonstige	-	-	-	-	-	-

2.3 Abschätzung der Unsicherheiten

Für die Inventarjahre 2009, 2012 und 2015 wurden Abschätzungen der Unsicherheiten durchgeführt.

Die Berechnungen basieren auf den Unsicherheiten der Emissionsberichte des Emissionshandels, auf Angaben des UBA zu den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren aus dem NIR, des Thünen-Institutes (TI 2017) zu den Unsicherheiten im Bereich der Landwirtschaft sowie eigenen Abschätzungen der Unsicherheiten der Aktivitäts- und Emissionsdaten für NRW.

Für die in den Emissionsberichten des Emissionshandels ermittelten Emissionen muss von den Sachverständigen, die die Emissionsberichte prüfen, bestätigt werden, dass der Emissionsbericht keine wesentlichen Fehler enthält. Als wesentlich werden für die meisten Anlagen Fehler über 5 % betrachtet. Dieser Wert wird daher für die Unsicherheit des einzelnen Emissionsberichtes angenommen.

Für die übrigen Daten lassen sich sowohl für die Aktivitätsdaten als auch für die Emissionsfaktoren der einzelnen Treibhausgase der verschiedenen Sektoren deutliche Unterschiede feststellen. So sind beispielsweise die Emissionsfaktoren für CO₂ meist mit geringeren Unsicherheiten behaftet als die Emissionsfaktoren für N₂O und CH₄. Auch die Aktivitätsdaten der Sektoren unterscheiden sich deutlich in ihren Unsicherheiten. Beispielsweise weist der Sektor Produktanwendung (Sektor 2D-H) relativ hohe Unsicherheiten auf, da die Daten über den Bevölkerungsanteil von den gesamtdeutschen Daten auf NRW umgerechnet werden. Für die Sektoren können somit deutlich unterschiedliche Gesamtunsicherheiten basierend auf den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren und der Aktivitätsdaten festgestellt werden.

Für alle Sektoren und die Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O lässt sich für das Treibhausgas-Emissionsinventar eine Gesamtunsicherheit zwischen 3 und 4 % abschätzen. Aufgrund der vergleichsweise guten Datenlage beträgt die Unsicherheit bei den CO₂-Emissionen lediglich ca. 3 %, während sie für CH₄ bei etwa 25 % und für N₂O in der Größenordnung von 50 % liegt. Ebenfalls ca. 50 % beträgt die Unsicherheit für die Emissionen der fluorierten Verbindungen (HFC/PFC/SF₆/NF₃). Das UBA ermittelt für das nationale THG-Inventar im Nationalen Inventarbericht (UBA 2017) eine Gesamtunsicherheit von 4,5 % für das Jahr 2015 und 5,1 % für den Trend.

Der Unterschied zwischen der Unsicherheit des THG-Inventars NRW und dem bundesdeutschen THG-Inventar ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass im THG-Inventar NRW für ca. 70 % der Emissionen auf Daten der Emissionsberichte zurückgegriffen wird, welche eine deutlich geringere Unsicherheit aufweisen als Daten anderer Quellen.

2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2016

Die Erstellung einer konsistenten Zeitreihe der THG-Emissionen seit 1990 auf einer einheitlichen Datenbasis ist nicht möglich, da die Emissionsberichte des Emissionshandels als wesentliche Basis des Inventars erst seit 2005 vorliegen. Für die vorhergehenden Jahre existiert jedoch ein Treibhausgasemissions-Inventar für NRW, das im Rahmen des Forschungsprojektes „Monitoring klimarelevanter Emissionen für Nordrhein-Westfalen“ vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (WI) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Natur, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW für die Jahre 1990 bis 2000 erarbeitet wurde. Es wurde vom WI im Auftrag des LANUV um das Jahr 2005 ergänzt (WI 2005). Wichtigste Basis dieses Inventars ist die Energiebilanz NRW, die jährlich von IT.NRW bereitgestellt wird.

Trotz der unterschiedlichen Datenbasis ergibt sich daraus sowie unter Zuhilfenahme weiterer Informationen wie der Emissionsentwicklung in Deutschland laut Nationalem Inventar des UBA eine plausible Abschätzung der Emissionen des Basisjahres sowie des bisherigen Trends.

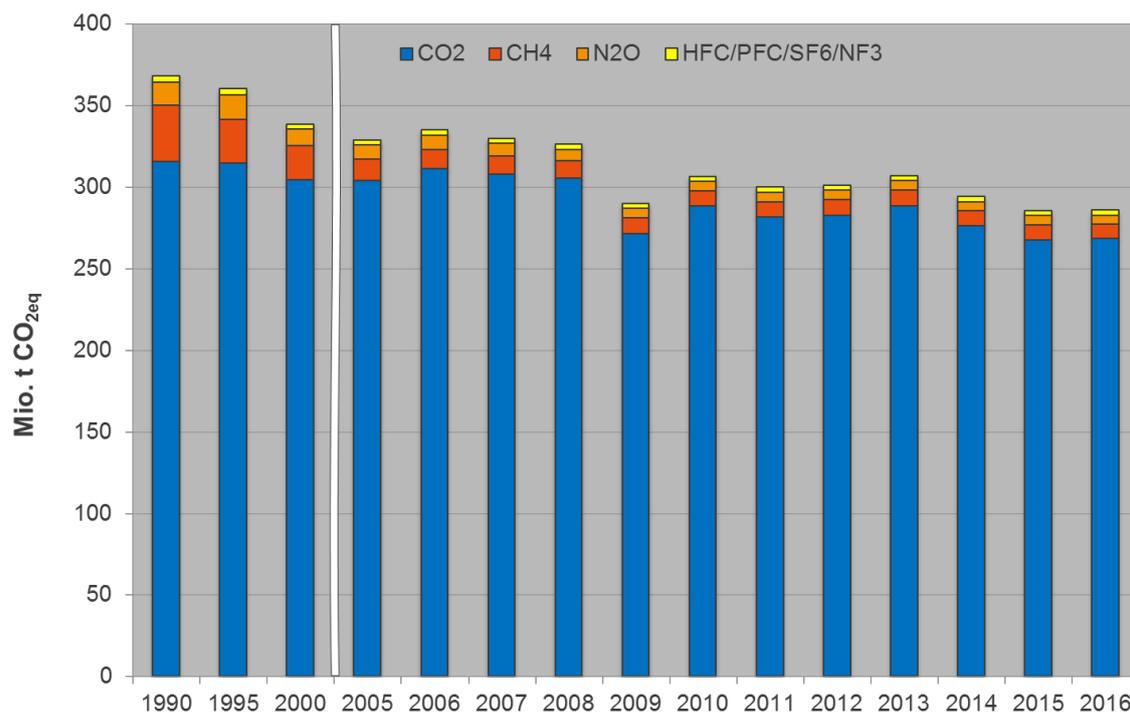


Abbildung 9: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW nach Treibhausgasen (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV, eigene Darstellung)

Abbildung 9 und Tabelle 8 stellen die Entwicklung der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Treibhausgasen bzw. Emissionssektoren dar.

Tabelle 8: Zeitreihe der Treibhausgasemissionen in NRW nach Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005) und LANUV)

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	in Gg (1.000 t) CO ₂ -Äquivalente														
Energiewirtschaft	159.368	164.793	159.174	174.393	179.440	185.586	176.223	157.578	167.249	166.637	168.925	170.259	160.896	150.925	150.376
Industrie	94.345	80.144	70.790	62.670	63.462	62.398	60.275	47.429	56.986	55.292	53.560	54.576	54.468	54.654	54.442
Verkehr	36.221	38.299	39.842	36.356	35.529	34.195	34.111	33.592	32.617	33.212	33.236	33.101	33.472	33.483	34.632
Haushalte / Kleinverbrauch	37.272	43.590	40.894	35.715	37.846	29.658	37.500	34.776	33.420	28.648	28.602	31.984	29.012	29.876	30.268
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	23.386	17.648	14.060	7.117	6.411	6.175	6.076	4.549	4.306	4.141	4.834	4.967	4.118	4.463	3.827
Produktanwendungen/ Sonstige	3.506	4.266	3.642	3.617	3.655	3.642	3.579	3.618	3.620	3.689	3.696	3.709	3.712	3.839	3.883
Landwirtschaft	8.588	7.875	7.702	7.058	6.850	6.856	7.133	7.185	7.015	7.273	7.192	7.403	7.481	7.570	7.567
Abfall	5.182	3.724	2.360	1.819	1.517	1.220	1.086	1.023	936	871	811	727	696	633	598
Gesamtemissionen	367.868	360.340	338.463	328.746	334.710	329.729	325.982	289.751	306.149	299.763	300.857	306.726	293.855	285.444	285.593

Für die gesamte Zeitreihe werden die aktuellen Global Warming Potentials (GWP-Werte/siehe Tabelle 1) verwendet, so dass sich eine einheitliche Zeitreihe ab 1990 ergibt.

Insgesamt haben sich die Treibhausgasemissionen von 367,9 Mio. t CO_{2eq} im Jahre 1990 auf 285,6 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2016 um 22,3 % vermindert. Die CO₂-Emissionen wurden von 315,5 Mio. t im Jahre 1990 auf 268,4 Mio. t im Jahr 2016 reduziert. Das entspricht etwa 15 %. Die N₂O-Emissionen weisen einen deutlichen Rückgang von 62 % auf, die CH₄-Emissionen haben sich sogar um etwa 75 % verringert. Die HFC/PFC/SF₆/NF₃-Emissionen sind um etwa 17 % zurückgegangen.

Wesentliche Emissionsminderungen traten seit 1990 in den Sektoren Industrie, Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen und Abfall auf, während im Sektor Energiewirtschaft nach zwischenzeitlichen Emissionssteigerungen erstmalig in 2015 das Niveau von 1990 deutlich unterschritten wird.

Der starke Rückgang der Treibhausgasemissionen in 2009 wurde durch die weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise verursacht. Die Daten der folgenden Jahre 2010 bis 2013 lassen einen deutlichen Wiederanstieg erkennen. Erst im Jahre 2014 ist wieder eine merkliche Reduzierung der Emissionen festzustellen, die sich in 2015 fortsetzt. Erstmals unterschreiten die Emissionen den Wert von 2009. Im Jahr 2016 bleiben die Emissionen auf dem Niveau des Vorjahres. Die Änderung der Gesamtemissionen beträgt lediglich + 0,1 %.

Im Einzelnen lassen sich die Entwicklungen der Sektoren seit 1990 wie folgt begründen. Dargestellt sind diese in Tabelle 8 und den Abbildungen 10/11.

- Die Emissionen der **Energiewirtschaft** bewegen sich zwischen 1990 und 2000 auf etwa gleichbleibendem Niveau in der Größenordnung von 160 Mio. t. Die Emissionen erhöhen sich für das Jahr 2005 auf fast 175 Mio. t und steigen bis 2007 der Konjunkturentwicklung folgend weiter an. Die Differenz von ca. 15 Mio. t CO_{2eq} bzw. knapp 10 % zwischen den Jahren 2000 und 2005 kann im Wesentlichen auf die Steigerung der Stromproduktion aus Kraftwerken der öffentlichen Stromversorgung (+11 % im gleichen Zeitraum) zurückgeführt werden, deren Emissionen diesen Sektor mit einem Anteil von ca. 90 % dominieren. Die Erhöhung der Emissionen fällt etwas geringer aus als die der Stromproduktion, weil einige neu in Betrieb gegangene Kraftwerke höhere Wirkungsgrade aufweisen als der bestehende Kraftwerkspark und teilweise mit dem relativ kohlenstoffarmen Brennstoff Erdgas betrieben werden. Die Emissionsentwicklung ist damit in diesem wichtigen Sektor plausibel und zeigt, dass die vom Wuppertal Institut für 1990 bis 2000 auf Basis der Energiebilanz ermittelten Werte mit denen aus den Emissionsberichten ab 2005 verglichen werden können. Seit 2010 bewegen sich die Emissionen der Energiewirtschaft im Bereich von etwa 170 Mio. t CO_{2eq} mit bis 2013 leicht steigender Tendenz. 2014 zeigt sich erstmals wieder eine (vorwiegend witterungsbedingte) Abnahme. Daneben ist aber in NRW auch eine Reduzierung der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft festzustellen, deren Ursache in einer insgesamt geringeren Auslastung der Kraftwerke und der Stilllegung einzelner Kraftwerksblöcke liegt.

Im Jahr 2015 setzt sich diese Tendenz fort. Trotz kälterer Witterung nehmen die Emissionen der Energiewirtschaft in NRW um ca. 6 % ab. Die Abnahme ist damit deutlich aus-

geprägter als für Deutschland, für das das UBA eine Reduzierung von 3,4 % angibt (UBA 2017). Für das Jahr 2016 kann ein gleichbleibendes Niveau der Emissionen in der Energiewirtschaft konstatiert werden. Die Emissionen haben lediglich um 0,4 % abgenommen. Für die Bundesrepublik hat das UBA eine Reduktion von 1,4 % ermittelt (UBA 2018a).

- Die beachtliche Reduzierung der Emissionen im Sektor **Industrie** seit 1990 ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen, insbesondere sind hier zu nennen:
 - technische Verbesserungen im Bereich der Energieeffizienz und bei der Emissionsminderung bestimmter Anlagen, z. B. bei der Salpetersäure-, Adipinsäure- und Aluminiumherstellung,
 - fortgesetzter industrieller Strukturwandel von der Montan- und Stahlindustrie hin zum Dienstleistungsgewerbe in Nordrhein-Westfalen,
 - zunehmender Einsatz von Ersatzbrennstoffen mit biogenem Anteil, beispielsweise in der Zementindustrie.

Allerdings bewegen sich die Emissionen seit 2010 auf etwa gleichbleibendem Niveau. Für das Jahr 2016 ist eine Reduktion von 0,4 % festgestellt worden, bundesweit hingegen sind die Emissionen in diesem Sektor um 1,4 % gestiegen (UBA 2018a).

- Bei den Emissionen des **Verkehrs**, die mit einem Anteil von ca. 90 % vom Straßenverkehr dominiert werden, zeigt sich bezogen auf 1990 eine leicht fallende Tendenz. Nach einem fahrleistungsbedingten leichten Anstieg bis etwa zum Jahr 2000 sinken die Emissionen allmählich ab, wobei die Reduzierung zu einem Teil auf die Erhöhung des Biodiesel-Anteils am Kraftstoffverbrauch zurückzuführen ist. Auch der allmählich sinkende spezifische Verbrauch der Kraftfahrzeuge macht sich bemerkbar. Seit 2007 zeigt sich allerdings eine etwa gleichbleibende, in den letzten Jahren sogar wieder leicht ansteigende Tendenz. Im Jahr 2016 sind die Verkehrsemissionen um ca. 4 % gestiegen.
- Die Emissionen der **Haushalte und Kleinverbraucher** werden zum großen Teil vom Raumwärme- und Warmwasserbedarf geprägt, so dass sich in den Werten in besonderem Maße der Wärmebedarf der jeweiligen Jahre aufgrund der Witterung widerspiegelt. Außerdem spielt insbesondere beim Heizöl auch das Kaufverhalten eine wichtige Rolle, da beim Öl in der Energiebilanz nicht der jährliche Verbrauch, sondern die verkaufte Menge bilanziert wird. Insgesamt ergibt sich eine abnehmende Tendenz, die auf Energieeinsparmaßnahmen (z. B. Wärmedämmung von Altbauten), Modernisierung von Heizungsanlagen und den Einsatz von Erdgas bzw. erneuerbaren Energieträgern zurückzuführen ist. Dem steht allerdings die Zunahme der Bevölkerungszahl und ein weiterer Zubau von Wohnfläche entgegen. Im aktuellen Bilanzjahr sind die Emissionen dieses Sektors wieder um 1,3 % gestiegen, bundesweit um knapp 4 % (UBA 2018a).
- Deutliche Minderungen um ca. 80 % treten bei den **flüchtigen Emissionen aus Brennstoffen** auf. Hier spielt der Rückgang der Grubengasemissionen (Methan) aus aktiven Steinkohlezechen aufgrund der zahlreichen Stilllegungen die entscheidende Rolle. Grund für die von Jahr zu Jahr häufig deutlichen Schwankungen bei den Emissionen sind die schwankenden Methangehalte der abgebauten Steinkohleflöze. Für das Jahr 2016 konnte eine Reduzierung von 14 % zum Vorjahr ermittelt werden.

- Im Bereich **Produktanwendung/Sonstige** ist die Substitution besonders klimaschädlicher Gase durch weniger klimawirksame zu verzeichnen. Dem stehen der vermehrte Einbau von PKW-Klimaanlagen und die gestiegene Anzahl von installierten stationären Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung gegenüber. Insgesamt ergibt sich eine etwa gleichbleibende Tendenz.
- Die Minderung der **Emissionen aus der Landwirtschaft** in der Größenordnung von 12 % bezogen auf 1990 ist auf den Rückgang der Tierzahlen und die verbesserte Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger zurückzuführen. Allerdings ist die Tendenz seit 2007 wieder leicht steigend.
- Im Sektor **Abfall** sind ebenfalls erhebliche Emissionsreduzierungen eingetreten, deren Ursachen im Wesentlichen im starken Rückgang bzw. Wegfall von unbehandelt abgelagerten Siedlungsabfällen aufgrund neuer gesetzlicher Regelungen sowie in der steigenden Effizienz bei der Gaserfassung von Deponiegasen liegen.

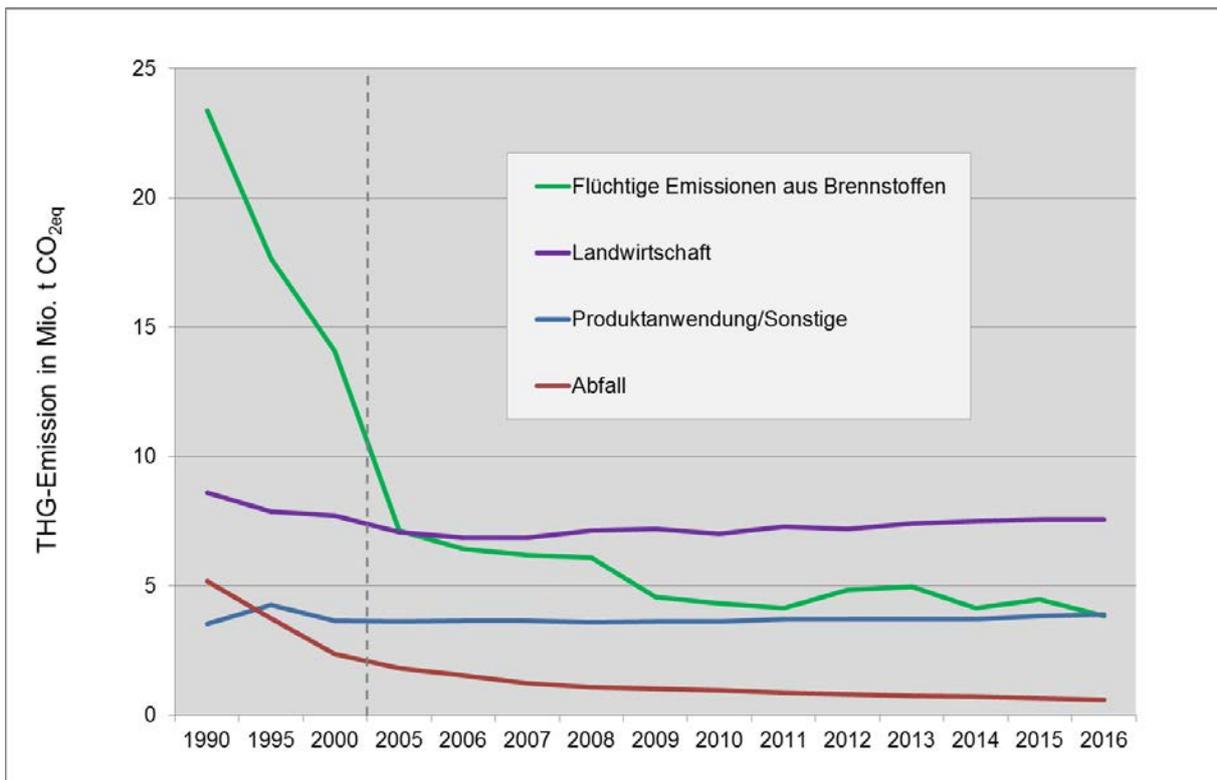
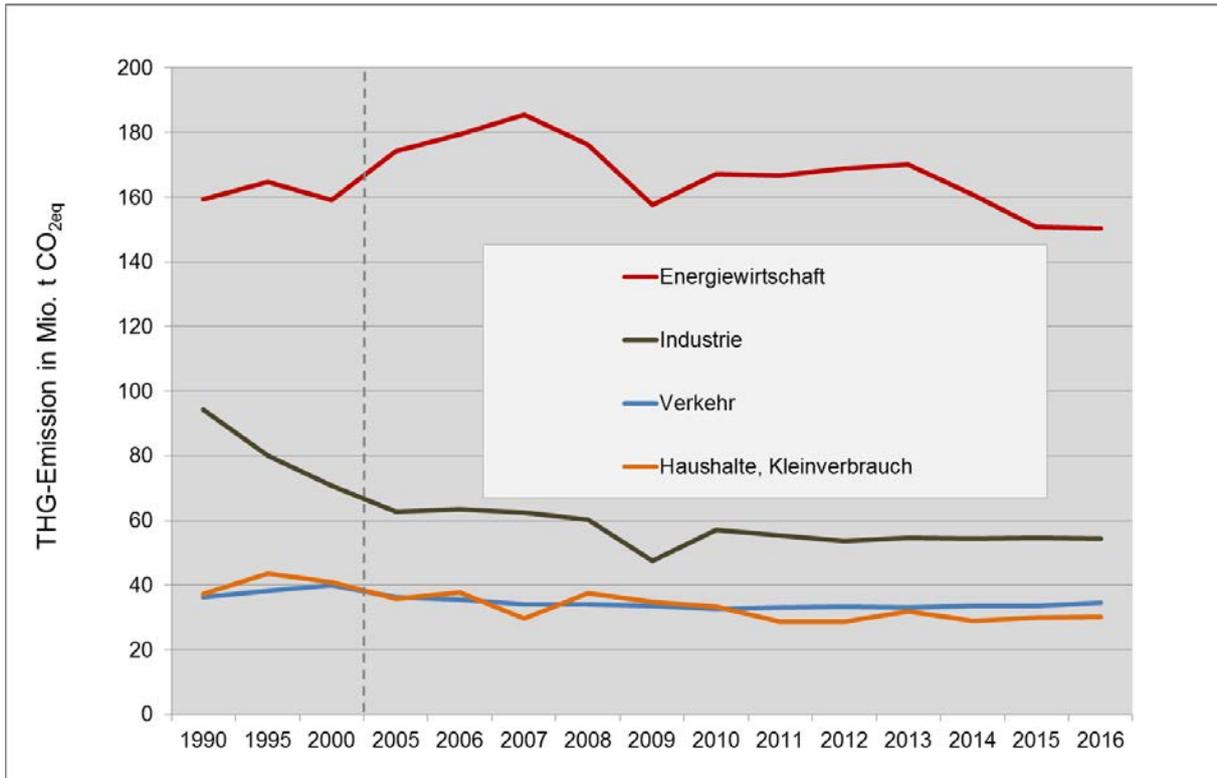


Abbildung 10/11: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV, eigene Darstellung)

3 Nordrhein-Westfalen im Vergleich

3.1 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit der Bundesrepublik Deutschland

Als Vergleichsdaten dienen die Angaben in den Nationalen Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 - 2016 (UBA 2018b). Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF, Land-use, Land-use change and forestry) werden dabei nicht berücksichtigt.

Mit Emissionen in Höhe von 285,6 Mio. t CO_{2eq} liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 31,4 % (Tabelle 9). Insbesondere die Sektoren Energiewirtschaft, Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen und die Industrie weisen einen besonders großen Anteil an den deutschen Gesamtemissionen auf. Dies ist vor allem auf die Bedeutung des Ruhrgebiets und der Rheinschiene als wichtige deutsche Industriestandorte sowie auf die Steinkohleförderung und die Stein- und Braunkohleverstromung zurückzuführen. In Nordrhein-Westfalen findet etwa 27 % der bundesdeutschen Stromerzeugung statt.

Die Anteile der Sektoren Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbraucher liegen im Bereich von ca. 21 bzw. 22 % und somit erwartungsgemäß in der Größenordnung des Bevölkerungsanteils Nordrhein-Westfalens von etwa 22 %. Die Sektoren Landwirtschaft und Abfall tragen mit 11,6 % bzw. 5,7 % zu den deutschen Emissionen bei.

Tabelle 9: Treibhausgasemissionen NRW und Bundesrepublik Deutschland in 2016 (UBA 2018b, LANUV)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	NRW 2016	Deutschland 2016	Anteil NRW
		Mio. t CO ₂ -Äquivalente		%
1A1	Energiewirtschaft	150,4	332,2	45,3%
1A2 + 2A-C	Industrie	54,4	170,3	32,0%
1A3	Verkehr	34,6	166,8	20,8%
1A4-5	Haushalte / Kleinverbrauch	30,3	136,6	22,2%
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	3,8	10,0	38,5%
2D-2H	Produktanwendungen / Sonstige	3,9	17,9	21,6%
3	Landwirtschaft	7,6	65,2	11,6%
4	Abfall	0,6	10,5	5,7%
	Gesamtemissionen	285,6	909,4	31,4%

3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 28 EU-Staaten

Im europäischen Vergleich liegt Deutschland 2016 mit insgesamt 909,4 Mio. t CO_{2eq} deutlich auf Rang 1, gefolgt von den anderen großen Staaten Großbritannien, Frankreich, Italien, Polen und Spanien. Wird Nordrhein-Westfalen in die Reihe der Mitgliedstaaten einsortiert, folgt es mit 285,6 Mio. t CO_{2eq} an 7. Stelle (Abbildung 12). Insgesamt emittieren die 28 EU-Staaten im Jahr 2016 etwa 4,3 Milliarden t CO_{2eq}. Mehr als ein Fünftel dieser Menge entsteht in der Bundesrepublik Deutschland.

Die Staaten der Europäischen Union haben 2016 0,6 % weniger emittiert als 2015 (EEA 2018). Die prozentuale Änderung differiert stark zwischen den Mitgliedstaaten, sie liegt zwischen - 14,2 % für Malta und + 8,7 % für Estland. Bezogen auf 1990 liegt die Minderung in der EU bei knapp 24 %.

Zum Vergleich sind in der Abbildung 12 auch die CO₂-Emissionen der weltweit größten Emittenten des Jahres 2016 angegeben (IWR 2018). Weltweit wurden im Jahr 2016 etwa 35,8 Milliarden t CO₂ emittiert. Die weltweiten Emissionen nehmen aufgrund des Wachstums in Indien sowie weiteren Entwicklungs- und Schwellenländern immer noch zu. Bei den größten Emittenten China und USA ist allerdings gegenüber dem Vorjahr keine weitere Steigerung der Emissionen zu verzeichnen.

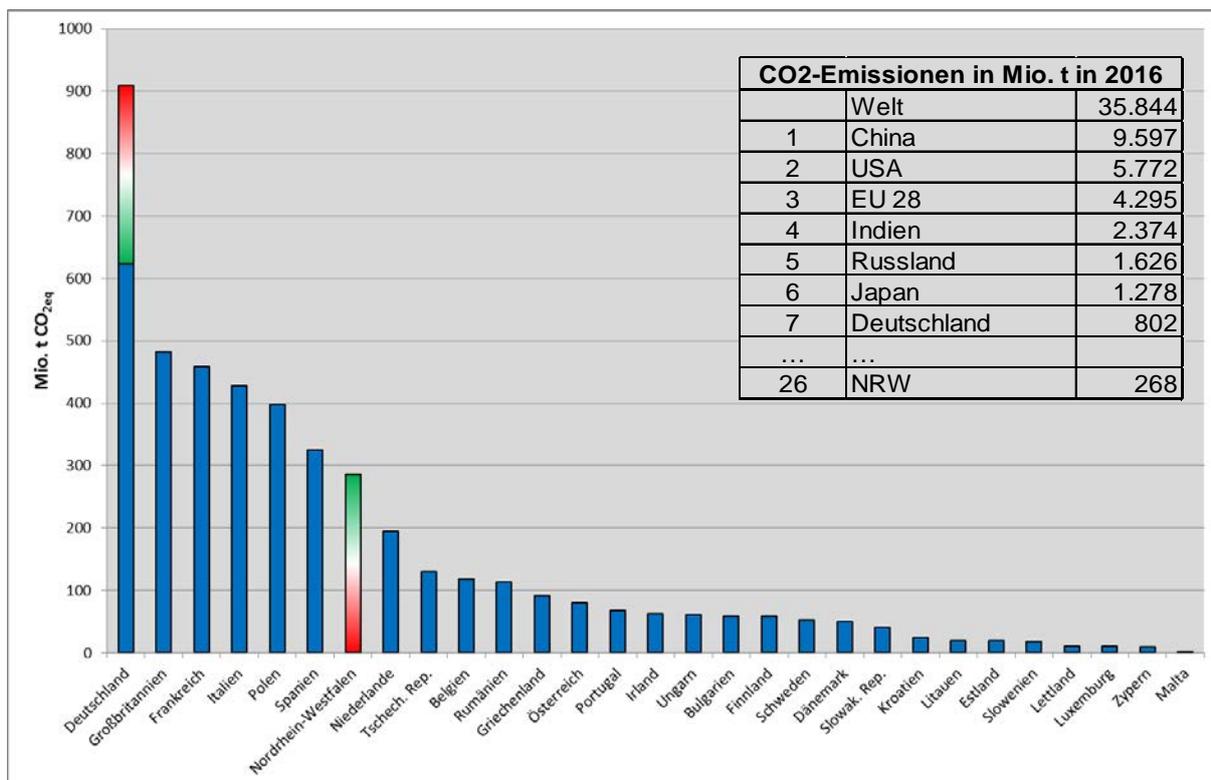


Abbildung 12: THG-Emissionen der EU 28, NRW und CO₂-Emissionen ausgewählter Staaten in 2016
(Quelle: EEA 2018, IWR 2018, eigene Darstellung)

4 Ausblick

Das Treibhausgas-Emissionsinventar NRW wird jährlich fortgeschrieben. Es werden jeweils vorläufige Daten für das Vorjahr sowie das abschließende Inventar für das vorletzte Jahr veröffentlicht. Dabei ist zu beachten, dass sich auch rückwirkend Änderungen für die gesamte Zeitreihe ergeben können, wenn neue Erkenntnisse vorliegen, die zu einer Neuberechnung der Emissionen auch der vergangenen Jahrgänge führen. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn sich im Nationalen Inventar des UBA Emissionsfaktoren oder Berechnungsmethoden ändern, die auch Datengrundlage für das Inventar in Nordrhein-Westfalen sind.

Tabelle 10 zeigt die Entwicklung seit 2005 einschließlich der vorläufigen Daten für 2017. Für die Gesamttendenz der letzten Jahre ab etwa 2010 ist in erster Linie die Entwicklung im Sektor Energiewirtschaft maßgeblich. In diesem Sektor ist in den Jahren 2014 und 2015 eine deutliche Reduzierung der Emissionen festzustellen, deren Ursache in einer insgesamt geringeren Auslastung der Kraftwerke und der Stilllegung einiger Kraftwerksblöcke liegt. Im Jahre 2016 wird diese Tendenz unterbrochen, weil nur wenige Kraftwerksblöcke abgeschaltet wurden und auch neue Gaskraftwerke in Betrieb gingen.

Aus den bisher vorliegenden Daten, insbesondere den Emissionsberichten des Emissionshandels, ergibt sich folgendes Bild für die Entwicklung in 2017:

In der Energiewirtschaft setzt sich die Entwicklung aus den Jahren 2014 und 2015 fort. Durch Stilllegung einiger Steinkohleblöcke (Voerde Blöcke A/B, Gemeinschaftskraftwerk West, HKW Herne Block 3) bzw. Überführung in die Sicherheitsbereitschaft (Kraftwerk Frimmersdorf, Blöcke P und Q) sowie durch eine teilweise deutlich geringere Auslastung weiterer Steinkohlekraftwerke reduzieren sich die Emissionen dieses Sektors im Jahre 2017 um etwa 12 Mio. t CO_{2eq} gegenüber dem Vorjahr.

Weiterhin sind für das Jahr 2017 folgende Tendenzen erkennbar:

- Im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher ist laut Abschätzung der AG Energiebilanzen e.V. für Deutschland eine Zunahme der Emissionen um ca. 4 % zu erwarten. Dies entspricht für NRW etwa 1,2 Mio. t CO_{2eq}.
- Entsprechend der vom UBA (2018) für Deutschland erwarteten Tendenz werden sich auch in NRW die Emissionen aus dem Straßenverkehr aufgrund der steigenden Kraftfahrzeugzahlen voraussichtlich nochmals um gut 2 % erhöhen.
- Die Emissionen im Sektor Industrie werden in etwa gleich bleiben, möglicherweise ebenfalls geringfügig ansteigen.
- In den Sektoren Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, Produktanwendungen/ Sonstige, Landwirtschaft und Abfall sind keine gravierenden Änderungen zu erwarten.

Insgesamt ergeben sich daraus für NRW vorläufige Emissionen für 2017 von 275,7 Mio. t CO_{2eq}, eine Minderung um knapp 10 Mio. t CO_{2eq} bzw. 3,5 % gegenüber 2016. Die Reduzierung gegenüber 1990 liegt damit bei ca. 25 %, d. h., das durch das Klimaschutzgesetz NRW für 2020 vorgesehene Minderungsziel wird im Jahre 2017 voraussichtlich bereits in etwa erreicht.

Tabelle 10: Treibhausgasemissionen in NRW mit vorläufigen Angaben für 2017

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 vorl.
	Mio. t CO ₂ -Äquivalente												
Energiewirtschaft	174,4	179,4	185,6	176,2	157,6	167,2	166,6	168,9	170,3	160,9	150,9	150,4	138,5
Industrie	62,7	63,5	62,4	60,3	47,4	57,0	55,3	53,6	54,6	54,5	54,7	54,4	54,7
Verkehr	36,4	35,5	34,2	34,1	33,6	32,6	33,2	33,2	33,1	33,5	33,5	34,6	35,3
Haushalte / Kleinverbrauch	35,7	37,8	29,7	37,5	34,8	33,4	28,6	28,6	32,0	29,0	29,9	30,3	31,5
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	7,1	6,4	6,2	6,1	4,5	4,3	4,1	4,8	5,0	4,1	4,5	3,8	3,7
Produktanwendungen/Sonstige	3,6	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,8	3,9	3,9
Landwirtschaft	7,1	6,8	6,9	7,1	7,2	7,0	7,3	7,2	7,4	7,5	7,6	7,6	7,6
Abfall	1,8	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Gesamtemissionen	328,7	334,7	329,7	326,0	289,8	306,1	299,8	300,9	306,7	293,9	285,4	285,6	275,7

5 Literatur

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA) (2018): Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2016 and inventory report 2018. Submission to the UNFCCC Secretariat, 15. April 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007): IPCC Fourth Assessment Report, Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html

INTERNATIONALES WIRTSCHAFTSFORUM REGENERATIVE ENERGIEN (IWR) (2018): CERINA Plan and global CO₂ emissions
<http://www.cerina.org/de/laender-investitionen/co2-2016>

JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (TI) (2018): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2016. Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2018. Thünen-Report 57
<https://www.thuenen.de/de/ak/arbeitsbereiche/emissionsinventare/>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2017): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2017, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2015
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-der-klimarahmenkonvention-2>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2018a): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2016
http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envwldoww/2018_01_15_EU-NIR_2018.pdf

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2018b): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. Fassung zur EU-Submission 15.01.2018
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/2017_12_18_em_entwicklung_in_d_trendtabelle_thg_v1.0.xlsx

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC) (1997): Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen: Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC) (2015): Adoption of the Paris Agreement, Conference of the Parties, Twenty-first session, Paris, 30 November to 11 December 2015

<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf>

RICHTLINIE 2003/87/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates

WUPPERTAL INSTITUT (WI) (2005): Emissionsbericht NRW (Entwurf) im Rahmen des Forschungsprojektes Monitoring klimarelevanter Emissionen für Nordrhein-Westfalen im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (unveröffentlicht).

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de