



Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2013

LANUV-Fachbericht 63



Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2013

LANUV-Fachbericht 63

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2015



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)
Titelfoto	KNSYphotographie
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachberichte
<hr/>	
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	4
1 Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen.....	5
2 Entwicklung und aktueller Stand der THG-Emissionen in NRW.....	9
2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2013.....	9
2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2013.....	11
2.2.1 Sektor Energie.....	11
2.2.2 Sektor Industrie.....	13
2.2.3 Sektor Produktanwendung.....	14
2.2.4 Sektor Landwirtschaft.....	15
2.2.5 Sektor Abfall.....	17
2.3 Unsicherheitenabschätzung.....	18
2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2013.....	19
3 Nordrhein-Westfalen im Vergleich.....	23
3.1 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit der Bundesrepublik Deutschland.....	23
3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 28 EU-Staaten.....	24
4 Ausblick.....	25
5 Literatur.....	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die alten und neuen GWP.....	7
Tabelle 2: Übersicht über die Emissionssektoren nach IPCC 2006.....	8
Tabelle 3: Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2013.....	10
Tabelle 4: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in NRW in 2013 (ohne den Sektor 1A2 Industrie).....	12
Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen in 2013 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie).....	13
Tabelle 6: Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft in 2013.....	15
Tabelle 7: Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall in NRW in 2013.....	17
Tabelle 8: Zeitreihe der Treibhausgasemissionen in NRW nach Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005) und LANUV NRW).....	19
Tabelle 9: Treibhausgasemissionen NRW und Bundesrepublik Deutschland in 2013 (UBA 2015).....	23
Tabelle 10: Treibhausgasemissionen in NRW mit vorläufigen Angaben für 2014.....	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verteilung der Gesamtemissionen in NRW in 2013 (insgesamt 308,8 Mio. t CO _{2eq})	9
Abbildung 2:	Braunkohlekraftwerk der öffentlichen Stromversorgung (Quelle: Frank Röder)	11
Abbildung 3:	Ca. 80% der Industrieemissionen entstehen beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung (Quelle: KNSYphotographie).....	14
Abbildung 4/5:	Mit 2,9 Mio. t CO _{2eq} trägt die Bodennutzung mit etwa 40% zu den Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft bei, etwa 4,4 Mio. t CO _{2eq} stammen aus der Tierhaltung (Quelle: panthermedia / Herbert Esser (links), moji1980 (rechts))	15
Abbildung 6/7:	Im Sektor 3B Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ist ein Minderungsbeitrag von -4,2 Mio. t CO _{2eq} ermittelt worden. Dabei muss zwischen den verschiedenen Treibhausgasen unterscheiden werden. Beim CO ₂ werden ca. 4,3 Mio. t vermindert. Bei CH ₄ und N ₂ O entstehen in diesem Sektor ca. 0,1 Mio. t CO _{2eq} an Emissionen. (Quelle: fotolia / Peter38 (links), mimacz (rechts))	16
Abbildung 8:	Klärwerke sind ein Beispiel für die im Sektor 4D zusammengefassten Abwasserreinigungsanlagen, die 2013 0,5 Mio. t CO _{2eq} emittiert haben (Quelle: fotolia / darknightsky)	17
Abbildung 9:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW nach Treibhausgasen (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, UBA 2015, eigene Darstellung)	19
Abbildung 10:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW für wichtige Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, UBA 2015, eigene Darstellung).....	22
Abbildung 11:	THG-Emissionen der EU 28, NRW und ausgewählter Staaten in 2012 (Quelle: UNFCCC 2014a, b, IWR 2015, eigene Darstellung)	24

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.

Im Rahmen des Kyoto-Protokolls hatte sich die Europäische Union verpflichtet, eine Minderung der Emissionen klimaschädlicher Treibhausgase von 8% im Zeitraum 2008 bis 2012 gegenüber dem Basisjahr 1990 zu erreichen. Da die Voraussetzungen und Möglichkeiten zur Reduzierung der Emissionen in den Mitgliedstaaten unterschiedlich sind, wurde innerhalb der EU eine Lastenteilung vereinbart. Die Bundesrepublik Deutschland hatte sich dabei verpflichtet, ihre THG-Emissionen im oben genannten Zeitrahmen um 21% zu senken. Als nächster Schritt werden bis 2020 laut Koalitionsvertrag der Bundesregierung zur 17. Wahlperiode Emissionsminderungen in Höhe von 40% zum Basisjahr 1990 angestrebt. Für das Jahr 2050 werden Minderungsziele von 80 bis 95% diskutiert. Nordrhein-Westfalen steht damit als wichtiger Industriestandort und bevölkerungsreichstes Bundesland vor der Herausforderung, seinen Beitrag zum Erreichen der deutschen Klimaschutzziele zu leisten.

Mit der Verabschiedung des ersten Klimaschutzgesetzes in Deutschland am 23. Januar 2013 hat der Landtag Nordrhein-Westfalen die Wichtigkeit des Klimaschutzes und die Bedeutung des Standortes Nordrhein-Westfalen untermauert. In § 3 (1) des Klimaschutzgesetzes heißt es dazu, 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 ein Treibhausgas-Emissionsinventar eingerichtet, welches sich an den Vorgaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) orientiert (IPCC 2006) und das durch das LANUV NRW jährlich fortgeschrieben wird. Damit erfüllt das LANUV NRW die Vorgaben des § 8 Monitoring, Absatz (2), in dem die aktuelle Erhebung der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen als zentrales Element des Monitorings bezeichnet wird. Das als Projekt begonnene Treibhausgas-Emissionsinventar erfährt dadurch eine Bedeutungssteigerung und Verbindlichkeit, da es zukünftig eine Referenz sein kann, an der die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen gemäß § 3 Klimaschutzziele und § 6 Klimaschutzplan überprüft werden kann.

In diesem Inventar werden die jährlichen Emissionen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid/Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (N₂O) sowie wasserstoffhaltige 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. Da eine genauere Quantifizierung einen erheblichen Aufwand erfordern würde, wird zunächst für NRW auf die Ausweisung von NF₃ verzichtet.

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 vor allem als flüchtige Emission aus Brennstoffen auf, z. B. im Steinkohlebergbau und der Öl- und Gaswirtschaft, sowie in der Landwirtschaft und in Abfalldeponien. Die Treibhausgase HFC, PFC und SF₆ entstehen bei Produktanwendungen wie PKW-Klimaanlagen, Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte und bei der Aluminiumherstellung.

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 seit dem Jahr 2005 vorliegen,
- 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 2014, 2015). Für die Emissionsberechnung werden dem eingesetzten (Brenn-)Stoff jeweils stoffspezifische Emissionsfaktoren zugeordnet. Der Emissionsfaktor bezeichnet das Verhältnis zwischen 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 unterschiedlichen Anlagentypen zu unterschiedlichen Emissionen führen. Durch die Multiplikation der Menge des eingesetzten Ausgangsstoffes mit dem entsprechenden stoff- und prozessspezifischen 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 erge-

ben jedoch andere GWP, 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 2013 (Abschnitt 2.1) und die Anteile der einzelnen Emissionssektoren (Abschnitt 2.2) näher betrachtet. In Abschnitt 2.3 werden die Ergebnisse der Unsicherheitenabschätzung des Inventars erläutert. In Abschnitt 2.4 folgt eine Abschätzung der Emissionen seit 1990, d.h. dem Basisjahr, auf das sich die derzeitigen Minderungsziele beziehen. In Kapitel 3 erfolgen Vergleiche der nordrhein-westfälischen THG-Emissionen mit den gesamtdeutschen Emissionen und den Emissionen der EU 28 sowie ein Ausblick mit vorläufigen Angaben für das Jahr 2014.

2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2013

2013 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 308,8 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert.

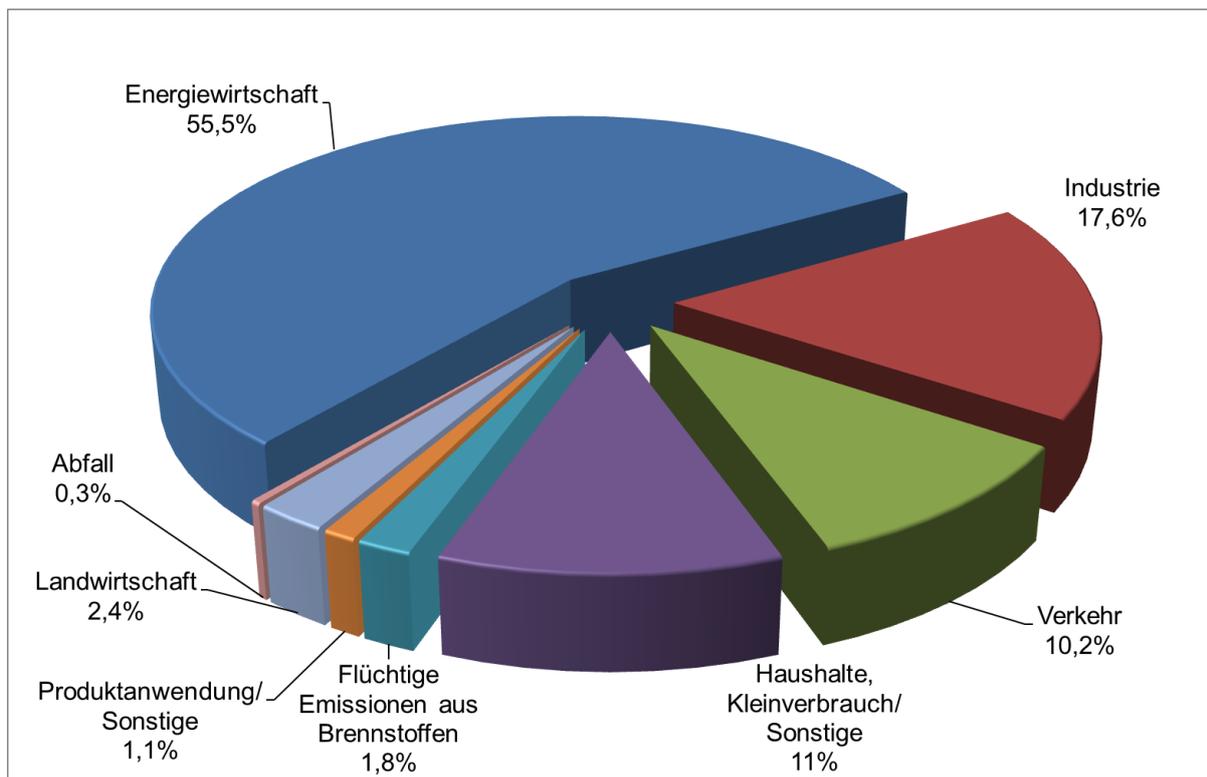


Abbildung 1: Verteilung der Gesamtemissionen in NRW in 2013 (insgesamt 308,8 Mio. t CO_{2eq})

55,5% der THG-Emissionen entstehen im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 1). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Emissionen der Industrie (17,6%), der Verkehr (10,2%) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (11%). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 2,4% bzw. 0,3% der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gas-

wirtschaft, machen etwa 1,8% der Emissionen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise PKW-Klimaanlagen und Gebäudekälte entsteht ebenfalls etwa 1,1% der THG-Emissionen. Der Sektor 1C CO₂-Transport und Speicherung ist in NRW zurzeit nicht relevant.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Emissionssektoren und die dort auftretenden Emissionen der verschiedenen Treibhausgase für das Jahr 2013.

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2013

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	288.379	10.355	7.045	3.033	308.812	100
1A1	Energiewirtschaft	168.705	158	2.620	-	171.482	55,5
1A2/2A-2C	Industrie	54.077	14	281	68	54.440	17,6
1A3	Verkehr	30.963	57	429	-	31.449	10,2
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	34.108	77	88	-	34.273	11,1
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	14	5.508	-	-	5.522	1,8
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	313	-	67	2.965	3.345	1,1
3	Landwirtschaft	200	4.080	3.019	-	7.298	2,4
4	Abfall	-	461	542	-	1.003	0,3

Die Gesamtemissionen setzen sich zu 93,4% aus Kohlendioxid (CO₂), zu 3,3% aus Methan (CH₄), zu 2,3% aus Lachgas (N₂O) und zu 1% aus HFC/PFC/SF₆ zusammen.

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

2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2013

Im Folgenden werden die Emissionen der einzelnen Sektoren im Jahr 2013 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 Emissionskatasters Verkehr des LANUV NRW 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.

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 Inventarbericht 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 Bundesamt und des Landesbetriebs IT.NRW zur Anwendung gebracht werden, mit denen der Anteil des Erdgasverbrauchs Nordrhein-Westfalens am bundesdeutschen Verbrauch ermittelt werden kann.



Abbildung 2: Braunkohlekraftwerk der öffentlichen Stromversorgung (Quelle: Frank Röder)

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. 78,6% der Gesamtemissionen werden hier emittiert. Dazu trägt vor allem die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung (Abbildung 2) bei, die 50,8% der Gesamtemissionen verursacht. Dieser hohe Anteil erklärt sich dadurch, dass in Nordrhein-Westfalen etwa 30% der bundesdeutschen Stromerzeugung überwiegend in Stein- und Braunkohlekraftwerken stattfindet.

Der Sektor Verkehr trägt mit 10,2% zu den nordrhein-westfälischen THG-Emissionen bei. Der Hauptteil der Emissionen in diesem Sektor wird durch den Straßenverkehr verursacht. Die Erzeugung von Heizwärme, Warmwasser und Prozesswärme für die privaten Haushalte und die Kleinverbraucher macht 11,1% der Emissionen aus.

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in NRW in 2013 (ohne den Sektor 1A2 Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	288.379	10.355	7.045	3.033	308.812	100
1	Energie (ohne 1A2 Industrie)	233.790	5.800	3.136	-	242.726	78,6
1A	Einsatz von Brennstoffen (ohne 1A2 Industrie)	233.775	292	3.136	-	237.204	76,8
1A1	Energiewirtschaft	168.705	158	2.620	-	171.482	55,5
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	154.326	122	2.530	-	156.978	50,8
1A1b	Raffinerien	7.821	7	31	-	7.860	2,5
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/sonstige Energieindustrie	6.558	29	58	-	6.645	2,2
1A3	Verkehr	30.963	57	429	-	31.449	10,2
1A3a	Flugverkehr	466	1	6	-	473	0,2
1A3b	Straßenverkehr	28.248	54	222	-	28.524	9,2
1A3c	Schieneverkehr	152	0	2	-	154	0,0
1A3d	Schiffsverkehr	1.196	1	193	-	1.390	0,4
1A3e	Sonstiger Verkehr	901	2	6	-	908	0,3
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	34.108	77	88	-	34.273	11,1
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	14	5.508	-	-	5.522	1,8
1B1	Feste Brennstoffe	1	3.506	-	-	3.507	1,1
1B2	Öl und Erdgas	13	2.002	-	-	2.015	0,7
1B2a	Ölwirtschaft	13	82	-	-	95	0,0
1B2b	Gaswirtschaft	-	1.920	-	-	1.920	0,6

Im Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen werden CH₄-Emissionen in Höhe von 5,5 Mio. t CO_{2eq} bilanziert, das entspricht einem Anteil von etwa 1,8%. 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 (Sektoren 1A2a, 1A2c, 1A2d, 1A2f) und den Emissionserklärungen nach der 11. BImSchV (Sektor 1A2b, 1A2e, 1A2m).

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen in 2013 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	288.379	10.355	7.045	3.033	308.812	100
1A2/2A-C	Industrie	54.077	14	281	68	54.440	17,6
1A2a/2C	Eisen und Stahl	21.503	2	16	-	21.521	7,0
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	1.737	1	5	68	1.812	0,6
1A2c/2B	Chemische Industrie	16.291	5	206	-	16.502	5,3
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.625	1	11	-	1.637	0,5
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.179	1	7	-	1.187	0,4
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	10.624	3	22	-	10.650	3,4
1A2m	Sonstige	1.117	1	13	-	1.131	0,4
2D-H	Produktanwendung/ Sonstige	313	-	67	2.965	3.345	1,1

Insgesamt wurden im Jahr 2013 von der nordrhein-westfälischen Industrie THG-Emissionen in Höhe von 54,4 Mio. t CO_{2eq} ausgestoßen. Das entspricht etwa 17,6% der Gesamtemissionen. Der Hauptteil der Industrieemissionen entsteht beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung (ca. 80%) (Abbildung 3).

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. CO₂ entsteht, abgesehen von der Mineralproduktion und einigen chemischen Prozessen, vor allem bei Verbrennungsprozessen zur Energiebereitstellung. CH₄ fällt nur bei Verbrennungsprozessen an. N₂O entsteht sowohl bei der Bereitstellung von Prozesswärme und Strom als auch bei chemischen Prozessen, insbesondere der Produktion von Salpeter- und Adipinsäure. PFC und SF₆ werden bei der Produktion von Aluminium emittiert.



Abbildung 3: Ca. 80% der Industrieemissionen entstehen beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung (Quelle: KNSYphotographie)

2.2.3 Sektor Produktanwendung

Im Sektor Produktanwendung entstehen insgesamt 3,3 Mio. t/a CO_{2eq} bzw. 1,1% der nordrhein-westfälischen THG-Emissionen (Tabelle 5). Der größte Teil der THG-Emissionen dieses Sektors besteht aus HFC-, PFC- und SF₆-Emissionen aus Klima- und Kälteanlagen (Abbildung 4), Schallschutzscheiben und sonstigen Produktanwendungen. Weitere Anteile liefern u.a. CO₂-Emissionen aus kohlenstoffhaltigen Lösemitteln sowie N₂O-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- und SF₆-Emissionen sowie die N₂O- und CO₂-Emissionen aus der Produktanwendung anhand der Angaben für Gesamtdeutschland 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 Düngemitteln, Kalken und die Ausbringung von Mist und Gülle 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.

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft in 2013

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	288.379	10.355	7.045	3.033	308.812	100
3	Landwirtschaft	200	4.080	3.019	-	7.298	2,4
3A	Tierhaltung	-	3.997	400	-	4.397	1,4
3B	Landnutzungsänderung	-4.238	19	49	-	-4.170	-
3C	Bodennutzung	200	83	2.619	-	2.901	0,9

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 2015).



Abbildung 4/5: Mit 2,9 Mio. t CO_{2eq} trägt die Bodennutzung mit etwa 40% zu den Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft bei, etwa 4,4 Mio. t. CO_{2eq} stammen aus der Tierhaltung
(Quelle: panthermedia / Herbert Esser (links), moji1980 (rechts))

Die Emissionen der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft belaufen sich im Jahr 2013 auf 7,3 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 2,4% der Gesamtemissionen. Es werden vor allem CH₄ aus der Tierhaltung und N₂O aus der Bodennutzung emittiert (Abbildung 4/5). 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 von 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 6/7: Im Sektor 3B Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ist ein Minderungsbeitrag von -4,2 Mio. t CO_{2eq} ermittelt worden. Dabei muss zwischen den verschiedenen Treibhausgasen unterscheiden werden. Beim CO₂ werden ca. 4,3 Mio. t vermindert. Bei CH₄ und N₂O entstehen in diesem Sektor ca. 0,1 Mio. t CO_{2eq} an Emissionen. (Quelle: fotolia / Peter38 (links), mimacz (rechts))

2.2.5 Sektor Abfall



Abbildung 8: Klärwerke sind ein Beispiel für die im Sektor 4D zusammengefassten Abwasserreinigungsanlagen, die 2013 0,5 Mio. t CO_{2eq} emittiert haben (Quelle: fotolia / darknightsky)

Der Sektor Abfall setzt sich zusammen aus den Emissionssektoren Abfalldeponien, Biologische Abfallbehandlung, Abwasserreinigung und Sonstige (Tabelle 7). Insgesamt entstehen im Sektor Abfall CH₄- und N₂O-Emissionen in Höhe von 1 Mio. t CO_{2eq}. Dies entspricht einem Anteil von 0,3% an den nordrhein-westfälischen Gesamtemissionen.

Tabelle 7: Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall in NRW in 2013

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	288.379	10.355	7.045	3.033	308.812	100
4	Abfall	-	461	542	-	1.003	0,3
4A	Abfalldeponien	-	324	-	-	324	0,1
4B	Biologische Abfallbehandlung	-	120	47	-	166	0,1
4C	Abfallverbrennung	-	-	-	-	-	-
4D	Abwasserreinigung	-	18	495	-	513	0,2
4E	Sonstige	-	-	-	-	-	-

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.

Die Emissionen aus der Abfallverbrennung in Müllverbrennungsanlagen werden im Sektor Energie bei der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion bilanziert.

2.3 Unsicherheitenabschätzung

Für die Inventarjahre 2009 und 2012 wurden Abschätzungen der Unsicherheiten durchgeführt. Die nächste Abschätzung der Unsicherheiten ist für das Inventarjahr 2015 vorgesehen. Aufgrund der relativ geringen Änderungen von Jahr zu Jahr können für 2013 näherungsweise die im Folgenden aufgeführten Aussagen für 2012 angewendet werden.

Die Berechnungen basieren auf den Unsicherheiten der Emissionsberichte des Emissionshandels, auf Angaben des UBA zu den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren aus dem NIR und eigenen Abschätzungen der Unsicherheiten der Aktivitätsdaten für NRW. Für die in den Emissionsberichten des Emissionshandels ermittelten Emissionen wird eine Unsicherheit von 5% angenommen. Von den Sachverständigen, die die Emissionsberichte prüfen, muss bestätigt werden, dass der Emissionsbericht keine wesentlichen Fehler enthält. Als wesentlich werden für die meisten Anlagen Fehler über 5% betrachtet.

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 als die Emissionsfaktoren für N₂O und CH₄ behaftet. 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 durchaus unterschiedliche Gesamtunsicherheiten basierend auf den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren und der Aktivitätsdaten festgestellt werden. Für den Sektor Landwirtschaft werden die Angaben zur Gesamtunsicherheit der Emissionen von 73% vom Johann Heinrich von Thünen Institut übernommen.

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 knapp 3%, während sie für CH₄ und N₂O in der Größenordnung von über 50% liegt. Das UBA ermittelt für das nationale THG-Inventar im Nationalen Inventarbericht (NIR) eine Gesamtunsicherheit von 6,3% für das Jahr 2011 und 6,5% für den Trend.

Der deutliche Unterschied zwischen der Unsicherheit des THG-Inventars NRW und dem bundesdeutschen THG-Inventar ist darauf zurückzuführen, dass im THG-Inventar NRW für ca. 68% 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 2013

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 NRW um das Jahr 2005 ergänzt. 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.

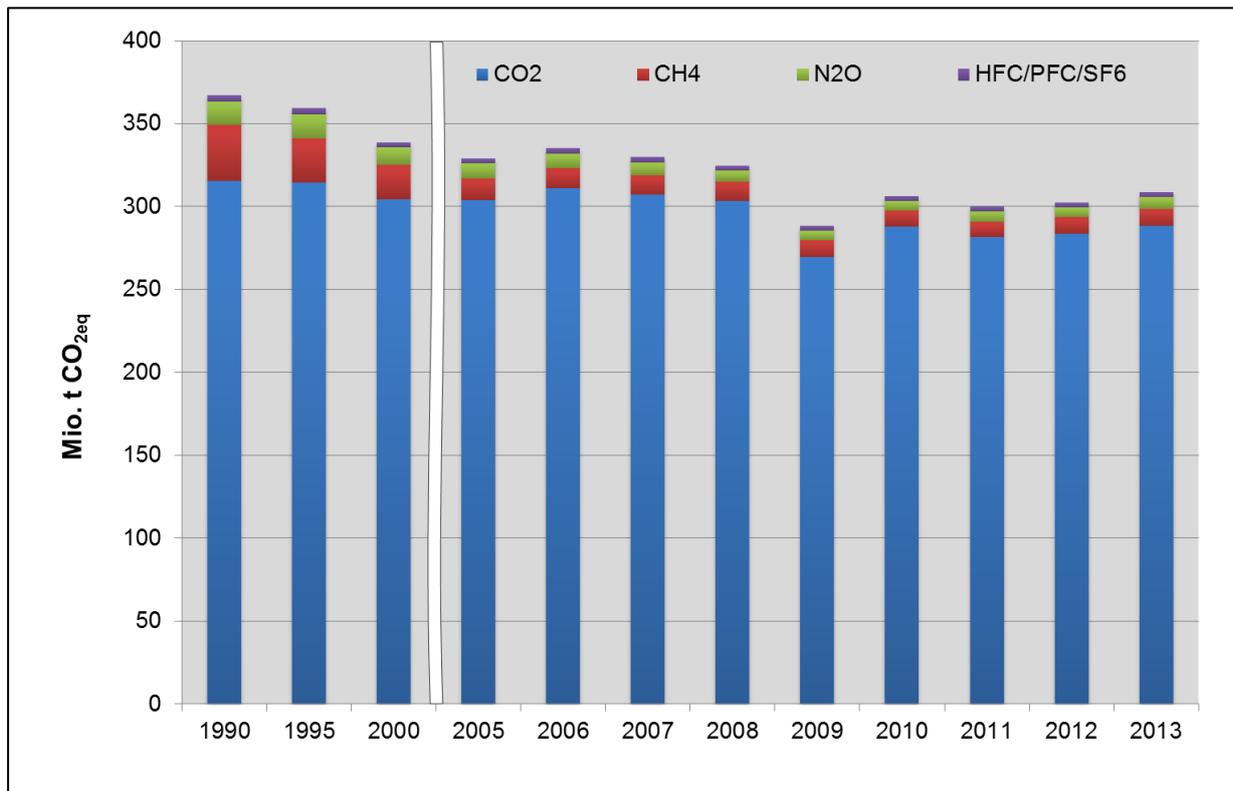


Abbildung 9: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW nach Treibhausgasen (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, UBA 2015, eigene Darstellung)

Abbildung 8 und Tabelle 8 stellen die Entwicklung der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Treibhausgasen bzw. Emissionssektoren dar. Da HFC, PFC und SF₆ erst ab dem Berechnungsjahr 1995 bilanziert werden, wurden hier für das Basisjahr 1990 ebenfalls die Emissionen von 1995 verwendet.

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

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	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	171.482
Industrie	93.730	80.144	70.790	62.619	63.411	62.337	60.206	47.418	56.940	55.242	53.488	54.440
Verkehr	36.221	38.299	39.842	36.356	35.529	34.195	34.111	33.596	32.630	33.236	32.847	31.449
Haushalte / Kleinverbrauch	37.272	43.590	40.894	35.715	37.846	29.658	36.141	33.273	33.420	28.648	30.325	34.273
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	23.501	17.397	14.354	7.517	6.855	6.492	6.533	5.015	4.714	4.587	5.446	5.522
Produktanwendungen/ Sonstige	3.899	3.697	3.369	3.419	3.435	3.330	3.246	3.354	3.334	3.348	3.347	3.345
Landwirtschaft	8.638	7.875	7.690	6.912	6.726	6.701	6.973	7.033	6.902	7.172	7.114	7.298
Abfall	4.574	3.704	2.435	2.070	1.772	1.477	1.382	1.312	1.230	1.163	1.067	1.003
Gesamtemissionen	367.203	359.499	338.547	329.001	335.013	329.776	324.815	288.580	306.418	300.033	302.558	308.812

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. Dies führt gegenüber den bisherigen Berichten zu veränderten Werten. Während sich die Gesamtemissionen für die Jahre ab 2008 leicht reduzieren, ergeben sich für davor liegende Jahre etwas höhere Werte. Dies ist vor allem auf den höheren GWP-Wert für Methan (25 statt früher 21) in Verbindung mit den in früheren Jahren relativ hohen Methanemissionen der Sektoren *1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen*, insbesondere dem Steinkohlenbergbau, und *4A Abfalldeponien* zurückzuführen.

Die CO₂-Emissionen wurden von 315,7 Mio. t in 1990 bis 2013 auf 288,4 Mio. t reduziert. Die N₂O-Emissionen weisen einen deutlichen Rückgang von fast 50% auf, die CH₄-Emissionen haben sich sogar um über zwei Drittel verringert. Die HFC/PFC/SF₆-Emissionen sind um etwa 20% zurückgegangen.

Die Emissionsberechnung für die Sektoren 1A4-5 Haushalte, Kleinverbraucher erfolgen auf der Basis der Energiebilanz NRW, die jeweils im Herbst für das vorletzte Jahr veröffentlicht wird und zurzeit bis einschließlich 2012 vorliegt. 2012 sind in diesem Sektor 30,3 Mio. t CO_{2eq} emittiert worden. Für 2013 werden die Emissionen anhand von Daten des UBA und der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. abgeschätzt. Sie liegen witterungsbedingt höher bei ca. 34,3 Mio. t CO_{2eq}.

Wesentliche Emissionsminderungen traten seit 1990 in den Sektoren Industrie, Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, Landwirtschaft und Abfall auf, während im Sektor Energiewirtschaft Emissionssteigerungen zu verzeichnen sind (Tabelle 8).

Der starke Rückgang der Treibhausgasemissionen in 2009 wurde durch die weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise verursacht. Die Daten für das Jahr 2010 lassen einen deutlichen Wiederanstieg erkennen. Für 2011 konnte ein leichter Rückgang im Vergleich zu 2010 festgestellt werden. In den Jahren 2012 und 2013 sind die Emissionen im Vergleich zu 2011 wieder angestiegen.

Im Einzelnen lassen sich die Entwicklungen der Sektoren seit 1990 wie folgt begründen. Dargestellt sind diese in Tabelle 8 und Abbildung 9.

- 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 Konjunktorentwicklung 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.
- Die beachtliche Reduzierung der Emissionen im Sektor **Industrie** 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 zum Dienstleistungsgewerbe in Nordrhein-Westfalen,
 - zunehmender Einsatz von Ersatzbrennstoffen mit biogenem Anteil, beispielsweise in der Zementindustrie.
 - Bei den Emissionen des **Verkehrs**, die mit einem Anteil von ca. 90% vom Straßenverkehr dominiert werden, zeigt sich eine leicht abfallende 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 2010 zeigt sich eine etwa gleichbleibende Tendenz.
 - Die Emissionen der **Haushalte und Kleinverbraucher** werden zum großen Teil vom Raumwärme- und Warmwasserbedarf geprägt, so dass sich in den Werten der Wärmebedarf der jeweiligen Jahre aufgrund der Witterung widerspiegelt. Außerdem spielt insbesondere beim Heizöl auch das Kaufverhalten aufgrund des Ölpreises und der Mehrwertsteuererhöhung im Jahre 2007 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.
 - Deutliche Minderungen um ca. 75% 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. In 2012 und 2013 sind diese Emissionen im Vergleich zu 2011 jedoch wieder deutlich angestiegen und zwar um ca. 20%. Grund dafür sind die schwankenden Methan-Emissionen aus der nordrhein-westfälischen Steinkohleförderung.
 - Im Bereich **Produktanwendung/Sonstige** ist nach einer Abnahme bis zum Jahr 2000 in den folgenden Jahren eine Zunahme der HFC- und PFC-Emissionen durch den vermehrten Einbau von PKW-Klimaanlagen und die gestiegene Anzahl von installierten stationären Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zu verzeichnen. Zurzeit ergibt sich eine etwa gleichbleibende Tendenz.
 - Die Minderung der **Emissionen aus der Landwirtschaft** in der Größenordnung von 15% ist auf den Rückgang der Tierzahlen, die verbesserte Lagerung von Tierexkrementen sowie verringerten Dünger-/Mist- und Gülleeinsatz zurückzuführen.

- 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.

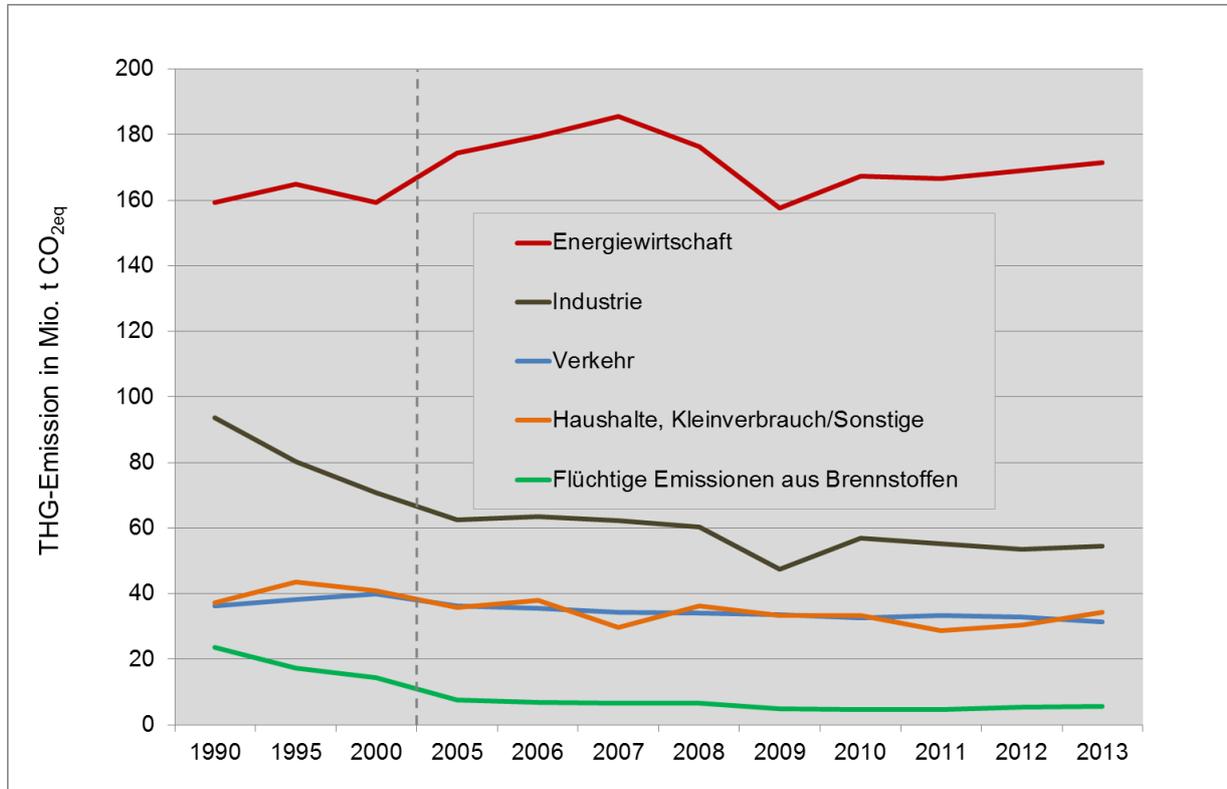


Abbildung 10: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW für wichtige Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, UBA 2015, eigene Darstellung)

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 - 2013 (UBA 2015). Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF, Land-use, Land-use change and forestry) werden dabei nicht berücksichtigt.

Mit Emissionen in Höhe von 308,8 Mio. t CO_{2eq} liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 32,4% (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 30% der bundesdeutschen Stromerzeugung statt.

Die Anteile der Sektoren Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbraucher liegen im Bereich von 20 bzw. 22% und somit erwartungsgemäß in der Größenordnung des Bevölkerungsanteils Nordrhein-Westfalens von etwa 22%. Die Sektoren Landwirtschaft und Abfall tragen mit 11,1% bzw. 8,6% zu den deutschen Emissionen bei.

Tabelle 9: Treibhausgasemissionen NRW und Bundesrepublik Deutschland in 2013 (UBA 2015)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	NRW 2013	Deutschland 2013	Anteil NRW
		Mio. t CO ₂ -Äquivalente		%
1A1	Energiewirtschaft	171,5	361,8	47,4
1A2 + 2A-C	Industrie	54,4	171,2	31,8
1A3	Verkehr	31,4	158,4	19,8
1A4-5	Haushalte / Kleinverbrauch	34,3	153,0	22,4
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	5,5	14,2	38,7
2D-2H	Produktanwendungen / Sonstige	3,3	16,8	19,6
3	Landwirtschaft	7,3	66,0	11,1
4	Abfall	1,0	11,6	8,6
	Gesamtemissionen	308,8	953,0	32,4

3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 28 EU-Staaten

Da für die EU noch keine vollständigen Daten für 2013 unter Berücksichtigung der neuen GWP-Werte vorliegen, erfolgt der nachfolgende Vergleich nochmals auf der Basis der Emissionsdaten 2012.

Im europäischen Vergleich liegt Deutschland 2012 mit insgesamt 930,5 Mio. t CO_{2eq} auf Rang 1, Nordrhein-Westfalen mit 302,6 Mio. t CO_{2eq} an 7. Stelle (Abbildung 10). Insgesamt emittieren die EU 28-Staaten im Jahr 2012 etwa 4,5 Milliarden t CO_{2eq}. Fast ein Fünftel dieser Menge entsteht in der Bundesrepublik Deutschland.

Die Staaten der Europäischen Union haben 2012 Schätzungen zu Folge 1,6% weniger emittiert als 2011 (ZIESING 2013). Innerhalb des Staatenbundes gibt es jedoch Ausnahmen: in Großbritannien (2,9%), Deutschland (2,4%) und Frankreich (0,6%) sind die CO₂-Emissionen dem europäischen Trend entgegen weiter – wenn auch moderat – angestiegen (UNFCCC 2014a, b).

Zum Vergleich sind in der Abbildung 10 auch die CO₂-Emissionen der weltweit größten Emittenten des Jahres 2012 angegeben. Weltweit wurden im Jahr 2012 etwa 34,4 Milliarden t CO₂ emittiert.

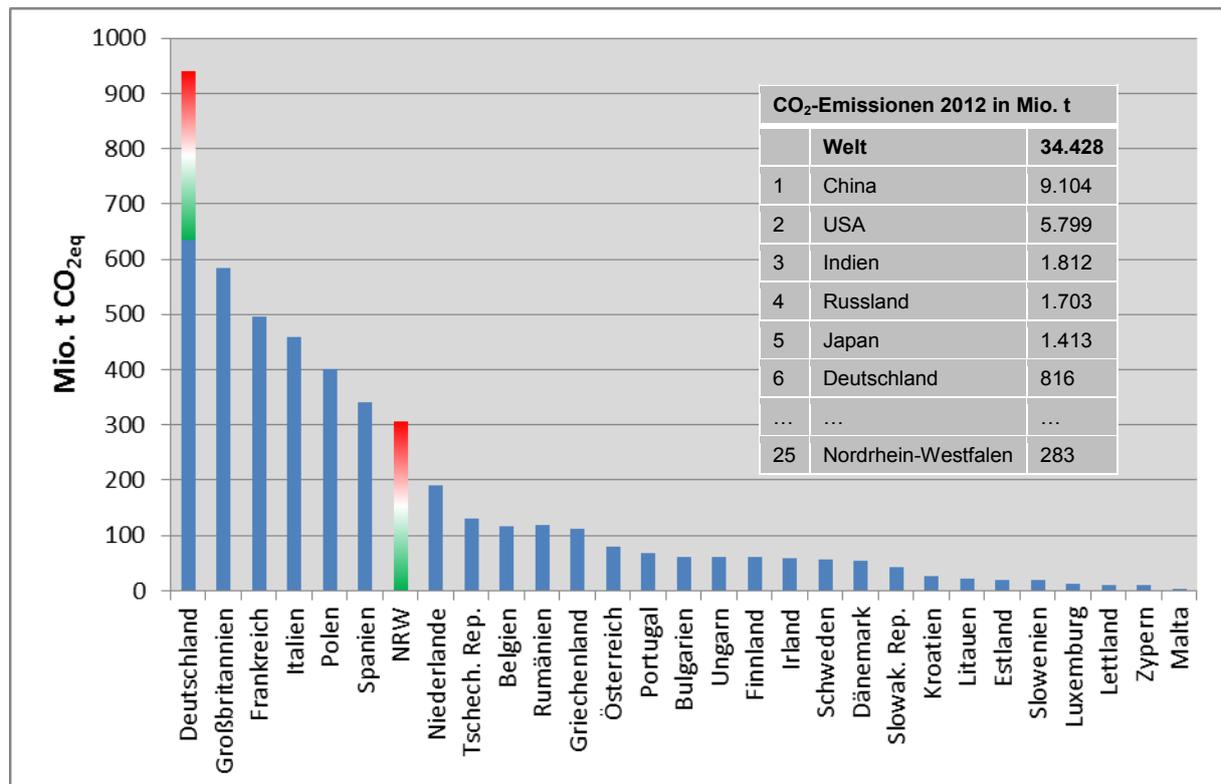


Abbildung 11: THG-Emissionen der EU 28, NRW und ausgewählter Staaten in 2012
(Quelle: UNFCCC 2014a, b, IWR 2015, eigene Darstellung)

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.

Nach einem Emissionsniveau in der Größenordnung von 330 Mio. t CO_{2eq} zwischen 2005 und 2007 gehen die Emissionen in 2008 leicht zurück. Ob dies auf die Wirkung des Emissionshandels in der zweiten Handelsperiode ab 2008 oder auf die beginnende Wirtschaftskrise zurückzuführen ist, lässt sich nicht eindeutig beurteilen. 2009 zeigt sich der deutliche, durch die Wirtschaftskrise verursachte Rückgang der Emissionen. Das Jahr 2010 bringt einen Anstieg auf Grund der konjunkturellen Erholung. In 2011 ergibt sich eine kleine Reduzierung der Emissionen um ca. 2%. 2012 und 2013 sind die THG-Emissionen insgesamt jedoch wieder leicht gestiegen.

Für das Jahr 2014 sind folgende Tendenzen erkennbar (siehe Tabelle 10), die der Entwicklung in Deutschland entsprechen (Ziesing 2015):

- Überwiegend witterungsbedingt liegen die Emissionen deutlich unter denen des Jahres 2013 (-4,7%). Dies ist auf die Entwicklung in den Sektoren Energiewirtschaft (ca. -5%) und Haushalte/Kleinverbraucher (ca. -18%) zurückzuführen.
- Dagegen sind die Emissionen im Sektor Industrie in etwa gleich geblieben und beim Verkehr leicht angestiegen.
- In den Sektoren Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, Produktanwendungen/Sonstige, Landwirtschaft und Abfall sind keine gravierenden Änderungen zu erwarten.

Tabelle 10: Treibhausgasemissionen in NRW mit vorläufigen Angaben für 2014

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 vorl.
	Mio. t CO ₂ -Äquivalente									
Energiewirtschaft	174,4	179,4	185,6	176,2	157,6	167,2	166,6	168,9	171,5	162,5
Industrie	62,6	63,4	62,3	60,2	47,4	56,9	55,2	53,5	54,4	54,3
Verkehr	36,4	35,5	34,2	34,1	33,6	32,6	33,2	32,8	31,4	32,3
Haushalte / Kleinverbrauch	35,7	37,8	29,7	36,1	33,3	33,4	28,6	30,3	34,3	28,0
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	7,5	6,9	6,5	6,5	5,0	4,7	4,6	5,4	5,5	5,5
Produktanwendungen/Sonstige	3,4	3,4	3,3	3,2	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Landwirtschaft	6,9	6,7	6,7	7,0	7,0	6,9	7,2	7,1	7,3	7,3
Abfall	2,1	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
Gesamtemissionen	329,0	335,0	329,8	324,8	288,6	306,4	300,0	302,6	308,8	294,2

5 Literatur

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (1997): Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen: Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.

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

Umweltbundesamt (UBA) (2014): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2012
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-der-klimarahmenkonvention>

Umweltbundesamt (UBA) (2015): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 – 2013
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>
[09.03.2015].

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (TI) (2015): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2013. Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2015. Thünen-Report 27.

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).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2014a): National Inventory Submissions 2014
http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php [19.05.2014]

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2014b): Time series - Annex I
http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/time_series_annex_i/items/3814.php
[19.05.2014]

CERINA Plan and global CO₂ emissions, Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) (2015)

<http://www.cerina.org/home>

Ziesing, H.-J. (Ziesing) (2013): Weltweite CO₂-Emissionen 2012: Schwächeres Wirtschaftswachstum dämpft Emissionszunahme, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 2013, Heft 9.

Ziesing, H.-J. (Ziesing) (2015): Dank warmer Witterung starker Rückgang der CO₂-Emissionen in Deutschland im Jahr 2014: Ist das schon die Wende? In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 65, 2015, Heft 5.

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

