



# Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2014

LANUV-Fachbericht 71





**Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2014**

**LANUV-Fachbericht 71**

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2016



## 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: <a href="mailto:poststelle@lanuv.nrw.de">poststelle@lanuv.nrw.de</a>
Autoren	Volker Hoffmann, Daniel Hoppe (LANUV)
Titelfoto	panthermedia / Christian-Philipp Worring
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachberichte
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • <a href="http://www.lanuv.nrw.de">www.lanuv.nrw.de</a> 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 2014.....	9
2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2014.....	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.....	16
2.3 Abschätzung der Unsicherheiten.....	18
2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2014.....	19
3 Nordrhein-Westfalen im Vergleich.....	24
3.1 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit der Bundesrepublik Deutschland.....	24
3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 28 EU-Staaten.....	25
4 Ausblick.....	26
5 Literatur.....	28

## 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 2014.....	10
Tabelle 4: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in NRW in 2014 (ohne den Sektor 1A2 Industrie).....	12
Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produkt- anwendungen in 2014 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie).....	13
Tabelle 6: Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft in 2014.....	15
Tabelle 7: Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall in NRW in 2014.....	17
Tabelle 8: Zeitreihe der Treibhausgasemissionen in NRW nach Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005) und LANUV).....	20
Tabelle 9: Treibhausgasemissionen NRW und Bundesrepublik Deutschland in 2014 (UBA 2016a).....	24
Tabelle 10: Treibhausgasemissionen in NRW mit vorläufigen Angaben für 2015.....	27

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verteilung der Gesamtemissionen in NRW in 2014 (insgesamt 292,3 Mio. t CO <sub>2eq</sub> ) .....	9
Abbildung 2:	Auf den Sektor 1A1a Raffinerien entfallen 7,5 Mio. t CO <sub>2eq</sub> im Berichtsjahr 2014 (Quelle: Brand-X-Pictures) .....	11
Abbildung 3:	In den zusammengefassten Sektoren 1A2f und 2A Nichtmetallische Minerale sind im Jahr 2014 11 Mio. t CO <sub>2eq</sub> emittiert worden. Beispielhaft für diesen Sektor steht das abgebildete Zementwerk des Sektors 2A1 Zementherstellung. (Quelle: Fotolia /andreasroepke).....	14
Abbildung 4/5:	Mit 3,1 Mio. t CO <sub>2eq</sub> trägt die Bodennutzung mit etwa 41% zu den Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft bei, etwa 4,4 Mio. t. CO <sub>2eq</sub> stammen aus der Tierhaltung (Quellen: Fotolia / chrisberic (links), HB Webdesign (rechts)).....	15
Abbildung 6/7:	Im Sektor 3B Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ist ein Minderungsbeitrag von -4,0 Mio. t CO <sub>2eq</sub> ermittelt worden. Dabei muss zwischen den verschiedenen Treibhausgasen unterscheiden werden. Beim CO <sub>2</sub> werden ca. 4,2 Mio. t vermindert. Bei CH <sub>4</sub> und N <sub>2</sub> O entstehen in diesem Sektor ca. 0,1 Mio. t CO <sub>2eq</sub> an Emissionen. (Quellen: Fotolia / Reinhard Tiburzy (links), photo 5000 (rechts)).....	16
Abbildung 8:	Anlagen zur Behandlung von Deponiegas sind Beispiele für den Sektor 4A Abfalldeponien. Das verwertbare Gutgas wird einem BHKW zugeleitet. Das Schlechtgas (Methan) wird flammlos verbrannt. Darüber hinaus ausgetretenes Gas wird im THG-Emissionsinventar erfasst. Im Jahr 2014 sind im Sektor 4A 0,2 Mio. t CO <sub>2eq</sub> emittiert worden. (Quelle: LANUV / Michael Trapp).....	17
Abbildung 9:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW nach Treibhausgasen (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV, UBA 2016a, eigene Darstellung).....	19
Abbildung 10/11:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in NRW (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV, UBA 2016a, eigene Darstellung).....	23
Abbildung 12:	THG-Emissionen der EU 28, NRW und CO <sub>2</sub> -Emissionen ausgewählter Staaten in 2014 (Quelle: EEA 2016, IWR 2016, eigene Darstellung).....	25

# 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. 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 2008 ein Treibhausgas-Emissionsinventar eingerichtet, welches sich an den Vorgaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) orientiert (IPCC 2006) und das durch das LANUV jährlich fortgeschrieben wird. Damit erfüllt das LANUV 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 (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O) sowie wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) bilanziert. In der Fortführung der Treibhausgas-Berichterstattung nach dem Kyoto-Zeitraum gehört ab 2013 noch Stickstofftrifluorid (NF<sub>3</sub>) 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 CO<sub>2</sub>-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.

CO<sub>2</sub> entsteht vor allem bei Verbrennungsvorgängen, während N<sub>2</sub>O in größerem Umfang hauptsächlich bei Industrieprozessen und in der Landwirtschaft emittiert wird. CH<sub>4</sub> 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 SF<sub>6</sub> 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 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 2016a).

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 CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Einheit CO<sub>2eq</sub>) 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	-
<b>Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe</b>		
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
<b>Pefluorierte Kohlenwasserstoffe</b>		
Perfluormethan	7.390	6.500
Perfluorethan	12.200	9.200
Perfluorpropan	8.830	7.000
Perfluorbutan	8.860	7.000
Perfluorcylobutan	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 CH<sub>4</sub> mit einem Global Warming Potential (GWP) von 21 und für N<sub>2</sub>O mit einem GWP von 310 gerechnet.

Aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen ergeben 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 CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2eq</sub>) 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

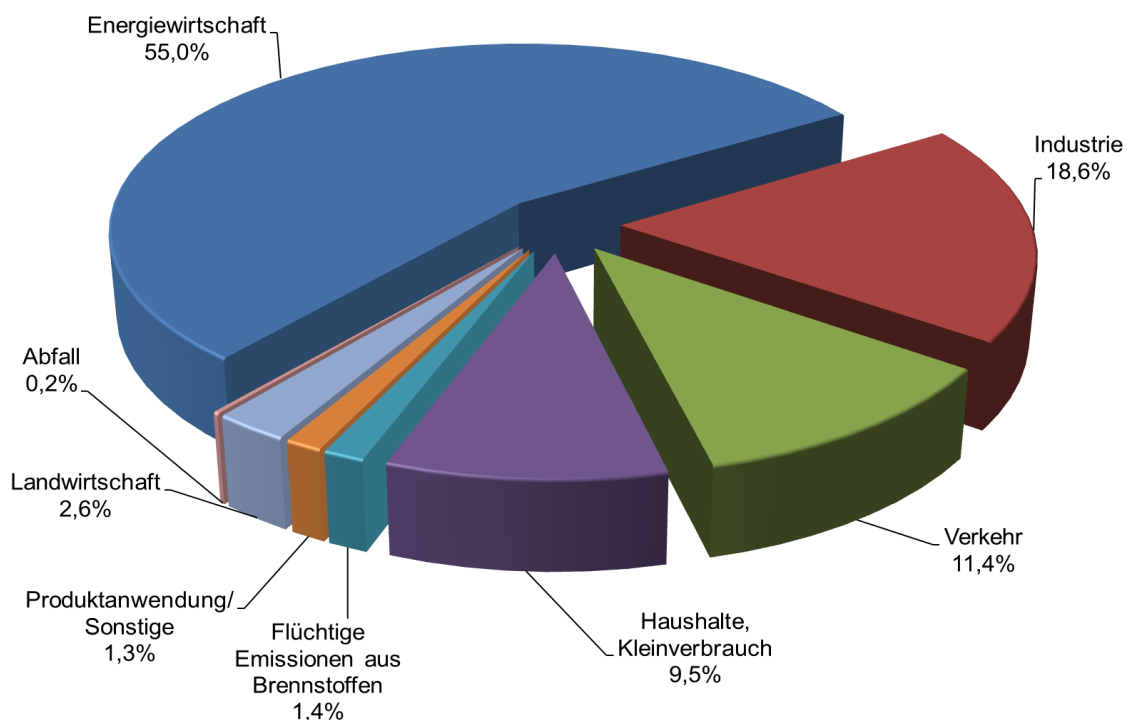
<b>IPCC-Sektor</b>	<b>Bezeichnung</b>
<b>1</b>	<b>Energie</b>
1A	Einsatz von Brennstoffen
1A1	Energiewirtschaft
1A2	Industrie (energiebedingte Emissionen) *
1A3	Verkehr
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch/Sonstige
<b>1B</b>	<b>Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen</b>
1B1	Feste Brennstoffe
1B2	Öl und Erdgas
<b>1C</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Transport und Speicherung</b>
<b>2</b>	<b>Industrieprozesse (prozessbedingte Emissionen)</b>
2A	Mineralproduktion *
2B	Chemische Industrie *
2C	Metallproduktion *
2D-H	Produktanwendungen/Sonstige
<b>3</b>	<b>Landwirtschaft</b>
3A	Tierhaltung
3B	Landnutzungsänderung
3C	Bodennutzung
<b>4</b>	<b>Abfall</b>
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 2014 (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 2015.

### 2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2014

2014 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 292,3 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente emittiert.



**Abbildung 1:** Verteilung der Gesamtemissionen in NRW in 2014 (insgesamt 292,3 Mio. t CO<sub>2eq</sub>)

55% der THG-Emissionen entstehen im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 1). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Emissionen der Industrie (18,6%), der Verkehr (11,4%) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (9,5%). 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 1,4% der Emissionen aus.

Durch Produktanwendungen wie beispielsweise PKW-Klimaanlagen und Gebäudekälte entsteht ebenfalls etwa 1,3% der THG-Emissionen. Der Sektor 1C CO<sub>2</sub>-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 2014.

**Tabelle 3:** Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2014

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC/PFC SF <sub>6</sub> /NF <sub>3</sub>	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	<b>274.803</b>	<b>8.789</b>	<b>5.562</b>	<b>3.141</b>	<b>292.295</b>	<b>100</b>
1A1	Energiewirtschaft	159.666	86	1.144	-	160.896	55,0
1A2/2A-2C	Industrie	54.007	19	386	54	54.466	18,6
1A3	Verkehr	32.799	58	535	-	33.392	11,4
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	27.490	70	90	-	27.650	9,5
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	118	4.012	-	-	4.129	1,4
1C	CO <sub>2</sub> -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	534	8	82	3.088	3.712	1,3
3	Landwirtschaft	189	4.121	3.171	-	7.481	2,6
4	Abfall	-	416	153	-	569	0,2

Die Gesamtemissionen setzen sich zu 94% aus Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), zu 3,0% aus Methan (CH<sub>4</sub>), zu 1,9% aus Lachgas (N<sub>2</sub>O) und zu 1,1% aus HFC/PFC/SF<sub>6</sub>/NF<sub>3</sub> zusammen.

Methan wird vor allem aus Steinkohlezechen im Sektor Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, in der Landwirtschaft und im Sektor Abfall (AbfalldPONien) emittiert. N<sub>2</sub>O-Emissionen treten hauptsächlich in den Sektoren Landwirtschaft und Energiewirtschaft auf. HFC/PFC/SF<sub>6</sub>/NF<sub>3</sub>-Emissionen entstehen vorwiegend im Sektor Produktanwendungen und zu einem geringen Teil bei der Aluminiumherstellung.

## 2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2014

Im Folgenden werden die Emissionen der einzelnen Sektoren im Jahr 2014 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 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 Bundesamtes 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:** Auf den Sektor 1A1a Raffinerien entfallen 7,5 Mio. t CO<sub>2eq</sub> im Berichtsjahr 2014 (Quelle: Brand-X-Pictures)

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. 77,3% der Gesamtemissionen werden hier emittiert. Dazu trägt vor allem die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung (Abbildung 2) bei, die 50,3% 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 11,4% 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 2014 (ohne den Sektor 1A2 Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC/PFC SF <sub>6</sub> /NF <sub>3</sub>	Gesamt	Anteil %
	<b>Gesamtemission NRW</b>	<b>274.803</b>	<b>8.789</b>	<b>5.562</b>	<b>3.141</b>	<b>292.295</b>	<b>100</b>
<b>1</b>	<b>Energie (ohne 1A2 Industrie)</b>	<b>220.072</b>	<b>4.226</b>	<b>1.769</b>	-	<b>226.067</b>	<b>77,3</b>
<b>1A</b>	<b>Einsatz von Brennstoffen (ohne 1A2 Industrie)</b>	<b>219.955</b>	<b>214</b>	<b>1.769</b>	-	<b>221.938</b>	<b>75,9</b>
<b>1A1</b>	<b>Energiewirtschaft</b>	<b>159.666</b>	<b>86</b>	<b>1.144</b>	-	<b>160.896</b>	<b>55,0</b>
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	146.049	52	1.022	-	147.123	50,3
1A1b	Raffinerien	7.464	2	22	-	7.488	2,6
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	6.153	32	100	-	6.284	2,2
<b>1A3</b>	<b>Verkehr</b>	<b>32.799</b>	<b>58</b>	<b>535</b>	-	<b>33.392</b>	<b>11,4</b>
1A3a	Flugverkehr	419	1	4	-	423	0,1
1A3b	Straßenverkehr	29.811	54	226	-	30.091	10,3
1A3c	Schienenverkehr	140	0	2	-	141	0,0
1A3d	Schiffsverkehr	1.222	1	197	-	1.420	0,5
1A3e	Sonstiger Verkehr	1.207	3	106	-	1.317	0,5
<b>1A4-5</b>	<b>Haushalte und Kleinverbrauch</b>	<b>27.490</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	-	<b>27.650</b>	<b>9,5</b>
<b>1B</b>	<b>Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen</b>	<b>118</b>	<b>4.012</b>	-	-	<b>4.129</b>	<b>1,4</b>
<b>1B1</b>	<b>Feste Brennstoffe</b>	<b>19</b>	<b>2.700</b>	-	-	<b>2.719</b>	<b>0,9</b>
<b>1B2</b>	<b>Öl und Erdgas</b>	<b>99</b>	<b>1.312</b>	-	-	<b>1.410</b>	<b>0,5</b>
1B2a	Ölwirtschaft	99	73	-	-	172	0,1
1B2b	Gaswirtschaft	-	1.238	-	-	1.238	0,4

Die Emissionsberechnung 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 2013 vorliegt. 2013 sind in diesem Sektor 32 Mio. t CO<sub>2eq</sub> emittiert worden. Für 2014 werden die Emissionen anhand von Daten des UBA und der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. abgeschätzt. Sie liegen witterungsbedingt niedriger bei ca. 27,7 Mio. t CO<sub>2eq</sub> und machen etwa 9,5% der Emissionen aus.

Im Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen werden CH<sub>4</sub>-Emissionen in Höhe von 4,1 Mio. t CO<sub>2eq</sub> sowie geringe Mengen CO<sub>2</sub> bilanziert, das entspricht einem Anteil von etwa 1,4%. Ein Großteil des CH<sub>4</sub> wird aus dem Steinkohlebergbau und bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert.

Der Sektor 1C CO<sub>2</sub>-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 2014 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC/PFC SF <sub>6</sub> /NF <sub>3</sub>	Gesamt	An- teil %
	<b>Gesamtemission NRW</b>	<b>274.803</b>	<b>8.789</b>	<b>5.562</b>	<b>3.141</b>	<b>292.295</b>	<b>100</b>
<b>1A2/2A-C</b>	<b>Industrie</b>	<b>54.007</b>	<b>19</b>	<b>386</b>	<b>54</b>	<b>54.466</b>	<b>18,6</b>
1A2a/2C	Eisen und Stahl	21.242	6	75	-	21.323	7,3
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	1.770	1	6	54	1.831	0,6
1A2c/2B	Chemische Industrie	16.215	4	187	-	16.406	5,6
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.627	1	19	-	1.647	0,6
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.171	1	13	-	1.185	0,4
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	10.922	4	78	-	11.004	3,8
1A2m	Sonstige	1.061	1	8	-	1.070	0,4
<b>2D-H</b>	<b>Produktanwendung/ Sonstige</b>	<b>534</b>	<b>8</b>	<b>82</b>	<b>3.088</b>	<b>3.712</b>	<b>1,3</b>

Insgesamt wurden im Jahr 2014 von der nordrhein-westfälischen Industrie THG-Emissionen in Höhe von 54,5 Mio. t CO<sub>2eq</sub> ausgestoßen. Das entspricht etwa 18,6% der Gesamtemissionen. Der Hauptteil der Industrieemissionen entsteht beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung (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. CO<sub>2</sub> entsteht, abgesehen von der Mineralproduktion und einigen chemischen Prozessen, vor allem bei Verbrennungsprozessen zur Energiebereitstellung. CH<sub>4</sub> fällt nur bei Verbrennungsprozessen an. N<sub>2</sub>O entsteht sowohl bei der Bereitstellung von Prozesswärme und Strom als auch bei chemischen Prozessen, insbesondere der Produktion von Salpeter- und Adipinsäure. PFC und SF<sub>6</sub> werden bei der Produktion von Aluminium emittiert.



**Abbildung 3:** In den zusammengefassten Sektoren 1A2f und 2A Nichtmetallische Minerale sind im Jahr 2014 11 Mio. t CO<sub>2eq</sub> emittiert worden. Beispielhaft für diesen Sektor steht das abgebildete Zementwerk des Sektors 2A1 Zementherstellung. (Quelle: Fotolia /andreasroepke)

### 2.2.3 Sektor Produktanwendung

Im Sektor Produktanwendung entstehen insgesamt 3,7 Mio. t/a CO<sub>2eq</sub> bzw. 1,3% der nordrhein-westfälischen THG-Emissionen (Tabelle 5). Der größte Teil der THG-Emissionen dieses Sektors besteht aus HFC-, PFC-, SF<sub>6</sub>- und NF<sub>3</sub>-Emissionen aus Klima- und Kälteanlagen (Abbildung 4), Schallschutzscheiben und sonstigen Produktanwendungen. Weitere Anteile liefern u.a. CO<sub>2</sub>-Emissionen aus kohlenstoffhaltigen Lösemitteln sowie N<sub>2</sub>O-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-/SF<sub>6</sub>- und NF<sub>3</sub>-Emissionen sowie die N<sub>2</sub>O- und CO<sub>2</sub>-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 Güllemanagement (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 2014

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC/PFC SF <sub>6</sub> /NF <sub>3</sub>	Gesamt	Anteil %
	<b>Gesamtemission NRW</b>	<b>274.803</b>	<b>8.789</b>	<b>5.562</b>	<b>3.141</b>	<b>292.295</b>	<b>100</b>
<b>3</b>	<b>Landwirtschaft (ohne 3B)</b>	<b>189</b>	<b>4.121</b>	<b>3.171</b>	<b>-</b>	<b>7.481</b>	<b>2,6</b>
3A	Tierhaltung	-	4.021	399	-	4.420	1,5
3B	Landnutzungsänderung	-4.218	18	50	-	-4.149	-
3C	Bodennutzung	189	100	2.772	-	3.061	1,0



**Abbildung 4/5:** Mit 3,1 Mio. t CO<sub>2eq</sub> trägt die Bodennutzung mit etwa 41% zu den Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft bei, etwa 4,4 Mio. t. CO<sub>2eq</sub> stammen aus der Tierhaltung (Quellen: Fotolia / chrisberic (links), HB Webdesign (rechts))

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 2016).

Die Emissionen der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft belaufen sich im Jahr 2014 auf 7,5 Mio. t CO<sub>2eq</sub>. Das entspricht 2,6% der Gesamtemissionen. Es werden vor allem CH<sub>4</sub> aus der Tierhaltung und N<sub>2</sub>O aus der Bodennutzung emittiert (Abbildung 4/5). Bei der Tierhaltung sind vor allem die Verdauungsvorgänge in den Tiermägen emissionsintensiv. CO<sub>2</sub> 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 6/7:** Im Sektor 3B Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ist ein Minderungsbeitrag von -4,0 Mio. t CO<sub>2eq</sub> ermittelt worden. Dabei muss zwischen den verschiedenen Treibhausgasen unterscheiden werden. Beim CO<sub>2</sub> werden ca. 4,2 Mio. t vermindert. Bei CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O entstehen in diesem Sektor ca. 0,1 Mio. t CO<sub>2eq</sub> an Emissionen. (Quellen: Fotolia / Reinhard Tiburzy (links), photo 5000 (rechts))

### 2.2.5 Sektor Abfall

Der Sektor Abfall setzt sich zusammen aus den Emissionssektoren Abfalldeponien, Biologische Abfallbehandlung, Abwasserreinigung und Sonstige (Tabelle 7). Insgesamt entstehen im Sektor Abfall CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen in Höhe von ca. 0,6 Mio. t CO<sub>2eq</sub>. Dies entspricht einem Anteil von 0,2% an den nordrhein-westfälischen Gesamtemissionen.





**Abbildung 8:** Anlagen zur Behandlung von Deponiegas sind Beispiele für den Sektor 4A Abfalldeponien. Das verwertbare Gutgas wird einem BHKW zugeleitet. Das Schlechtgas (Methan) wird flammlos verbrannt. Darüber hinaus ausgetretenes Gas wird im THG-Emissionsinventar erfasst. Im Jahr 2014 sind im Sektor 4A 0,2 Mio. t CO<sub>2eq</sub> emittiert worden. (Quelle: LANUV / Michael Trapp)

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.

**Tabelle 7:** Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall in NRW in 2014

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC/PFC SF <sub>6</sub> /NF <sub>3</sub>	Gesamt	Anteil %
	<b>Gesamtemission NRW</b>	<b>274.803</b>	<b>8.789</b>	<b>5.562</b>	<b>3.141</b>	<b>292.295</b>	<b>100</b>
<b>4</b>	<b>Abfall</b>	-	<b>416</b>	<b>153</b>	-	<b>569</b>	<b>0,2</b>
4A	Abfalldeponien	-	271	-	-	271	0,1
4B	Biologische Abfallbehandlung	-	131	57	-	188	0,1
4C	Abfallverbrennung	-	-	-	-	-	-
4D	Abwasserreinigung	-	14	96	-	110	0,0
4E	Sonstige	-	-	-	-	-	-

## 2.3 Abschätzung der Unsicherheiten

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 2014 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 CO<sub>2</sub> meist mit geringeren Unsicherheiten als die Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> 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.

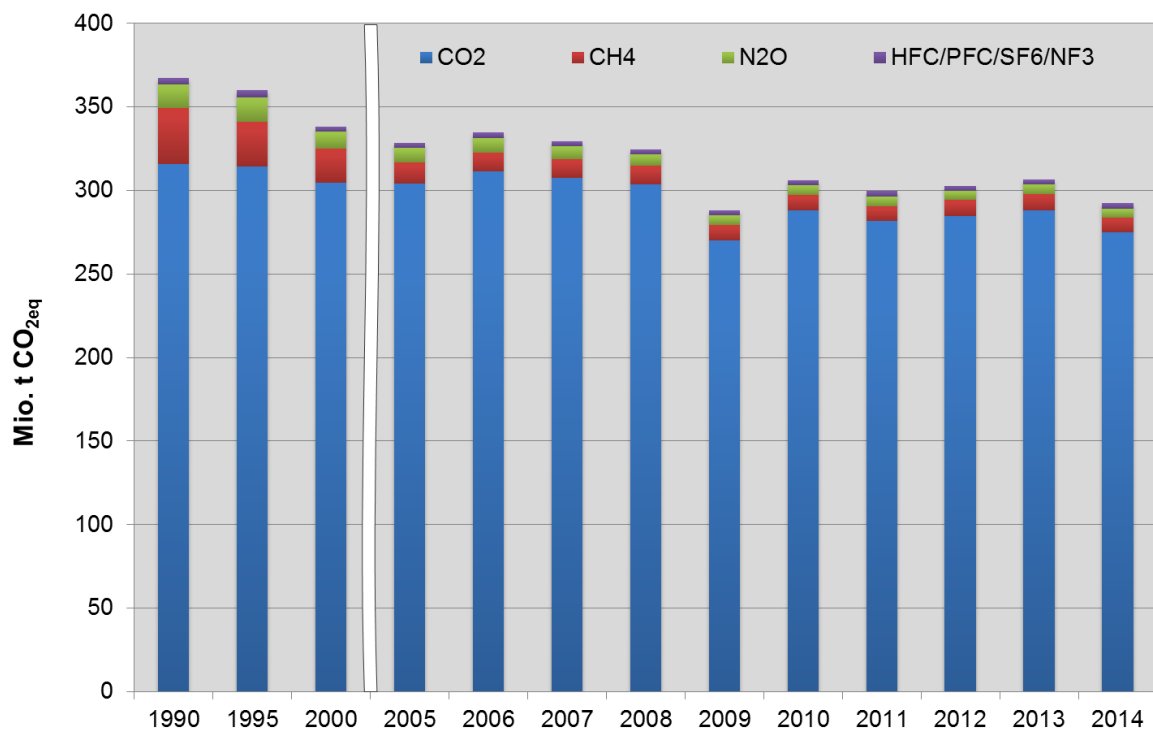
Für alle Sektoren und die Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O lässt sich für das Treibhausgas-Emissionsinventar eine Gesamtunsicherheit zwischen 3 und 4% abschätzen. Aufgrund der vergleichsweise guten Datenlage beträgt die Unsicherheit bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen lediglich knapp 3%, während sie für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O in der Größenordnung von über 50% liegt. Das UBA ermittelt für das nationale THG-Inventar im Nationalen Inventarbericht (NIR) eine Gesamtunsicherheit von 5,3% für das Jahr 2014 und 4,9% für den Trend.

Der 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 2014

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. 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, UBA 2016a, 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
	in Gg (1.000 t) CO <sub>2</sub> -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
Industrie	94.345	80.144	70.790	62.619	63.411	62.337	60.206	47.418	56.940	55.242	53.488	54.568	54.466
Verkehr	36.221	38.299	39.842	36.356	35.529	34.195	34.111	33.592	32.617	33.215	32.818	33.101	33.392
Haushalte / Kleinverbrauch	37.272	43.590	40.894	35.715	37.846	29.658	36.141	33.273	33.420	28.648	31.233	31.991	27.650
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	5.009	4.129
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
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
Abfall	4.700	3.536	2.187	1.663	1.363	1.068	940	881	798	737	680	599	569
<b>Gesamtemissionen</b>	<b>367.387</b>	<b>360.152</b>	<b>338.290</b>	<b>328.539</b>	<b>334.505</b>	<b>329.515</b>	<b>324.409</b>	<b>288.095</b>	<b>305.965</b>	<b>299.582</b>	<b>302.866</b>	<b>306.640</b>	<b>292.295</b>

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.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden von 315,5 Mio. t im Jahre 1990 auf 274,8 Mio. t in 2014 reduziert. Das entspricht knapp 13%. Die N<sub>2</sub>O-Emissionen weisen einen deutlichen Rückgang von ca. 60% auf, die CH<sub>4</sub>-Emissionen haben sich sogar um etwa 74% verringert. Die HFC/PFC/SF<sub>6</sub>/NF<sub>3</sub>-Emissionen sind um etwa 21% zurückgegangen.

Wesentliche Emissionsminderungen traten seit 1990 in den Sektoren Industrie, Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen und Abfall auf, während im Sektor Energiewirtschaft nach zwischenzeitlichen Emissionssteigerungen in etwa wieder das Niveau von 1990 erreicht wird. (Tabelle 8).

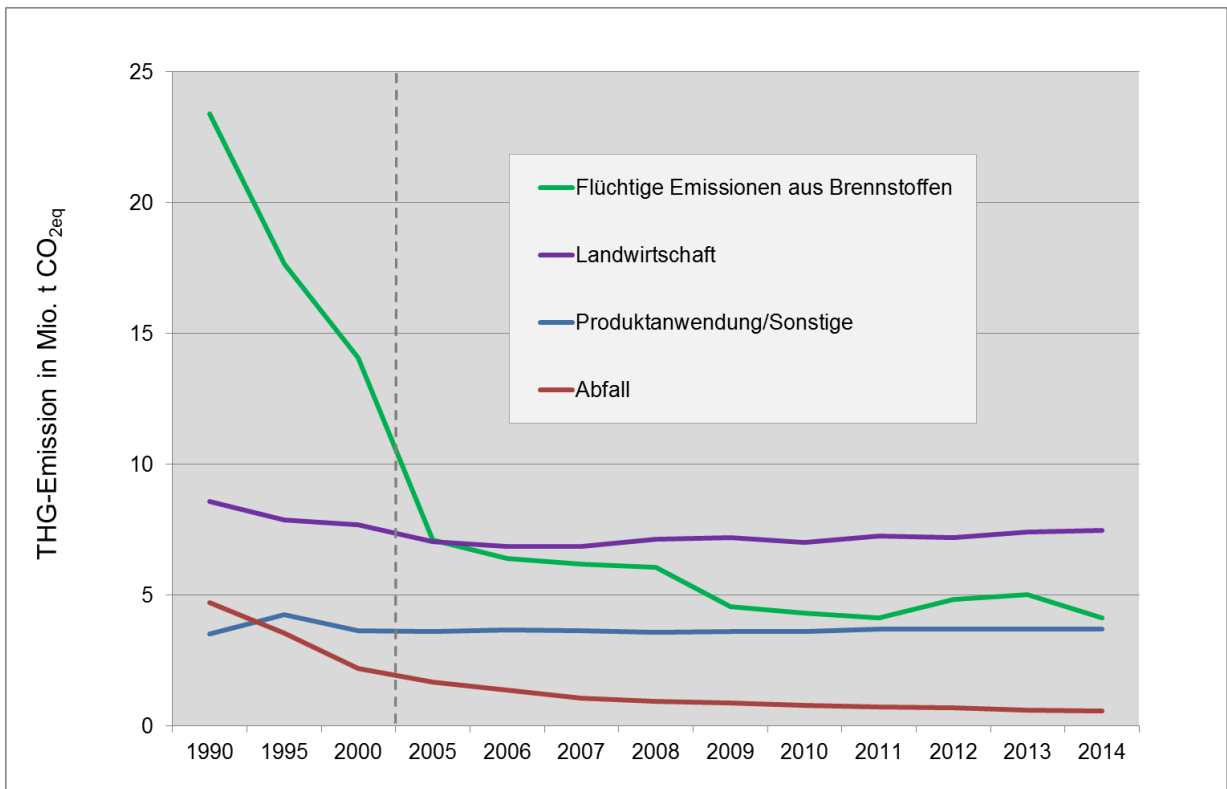
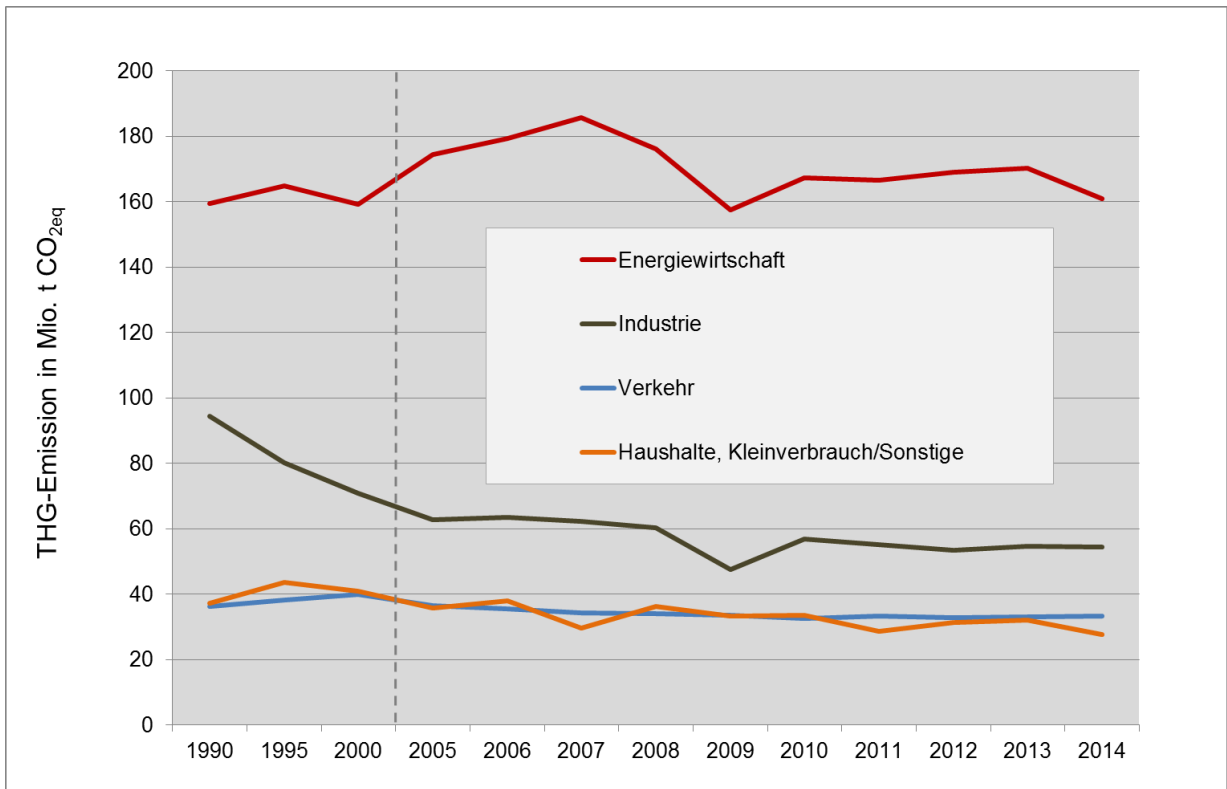
Der starke Rückgang der Treibhausgasemissionen in 2009 wurde durch die weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise verursacht. Die Daten für das Jahr 2010 lassen einen deutlichen Wiederanstieg erkennen. Für 2011 konnte ein leichter Rückgang im Vergleich zu 2010 festgestellt werden. In den Jahren 2012 und 2013 sind die Emissionen im Vergleich zu 2011 wieder angestiegen. Der erneute Rückgang in 2014 ist überwiegend auf die milde Witterung zurückzuführen.

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 Konjunkturerholung folgend weiter an. Die Differenz von ca. 15 Mio. t CO<sub>2eq</sub> 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<sub>2eq</sub> mit bis 2013 leicht steigender Tendenz. 2014 zeigt sich erstmals wieder eine (vorwiegend witterungsbedingte) Abnahme. Die Emissionen bewegen sich aber weiterhin auf dem Emissionsniveau der 1990er Jahre.

- 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 hin 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 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 Tendenz.
- 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 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. 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.
- 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 13% bezogen auf 1990 ist auf den Rückgang der Tierzahlen und die verbesserte Lagerung von Tierexkrementen 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, UBA 2016a, 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 - 2014 (UBA 2016a). Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF, Land-use, Land-use change and forestry) werden dabei nicht berücksichtigt.

Mit Emissionen in Höhe von 292,3 Mio. t CO<sub>2eq</sub> liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 32,5% (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 ca. 21 bzw. 22% und somit erwartungsgemäß in der Größenordnung des Bevölkerungsanteils Nordrhein-Westfalens von etwa 22%. Die Sektoren Landwirtschaft und Abfall tragen mit 11,3% bzw. 5,6% zu den deutschen Emissionen bei.

**Tabelle 9:** Treibhausgasemissionen NRW und Bundesrepublik Deutschland in 2014 (UBA 2016a)

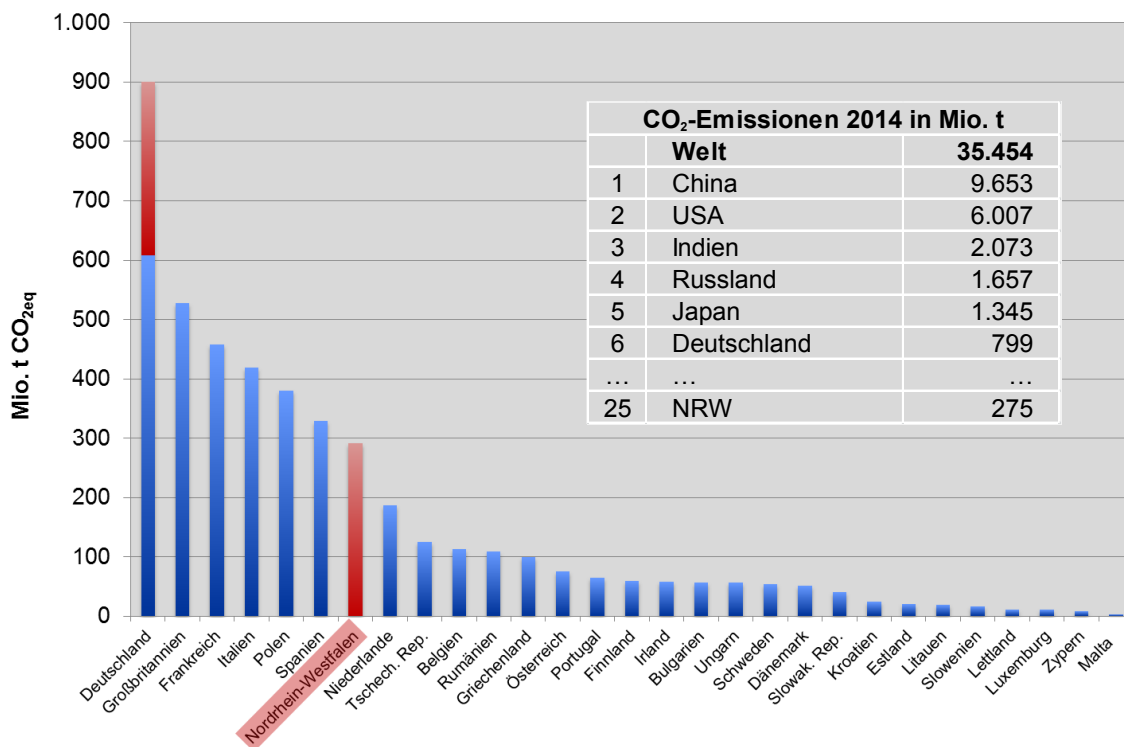
IPCC-Sektor	Bezeichnung	NRW 2014	Deutschland 2014	Anteil NRW
		Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente		%
1A1	Energiewirtschaft	160,9	346,3	46,5
1A2 + 2A-C	Industrie	54,5	166,0	32,8
1A3	Verkehr	33,4	161,1	20,7
1A4-5	Haushalte / Kleinverbrauch	27,7	124,7	22,2
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	4,1	10,5	39,0
2D-2H	Produktanwendungen / Sonstige	3,7	14,7	25,2
3	Landwirtschaft	7,5	66,1	11,3
4	Abfall	0,6	10,8	5,6
	<b>Gesamtemissionen</b>	<b>292,3</b>	<b>900,2</b>	<b>32,5</b>

### 3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 28 EU-Staaten

Im europäischen Vergleich liegt Deutschland 2014 mit insgesamt 900,2 Mio. t CO<sub>2eq</sub> 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 292,3 Mio. t CO<sub>2eq</sub> an 7. Stelle (Abbildung 12). Insgesamt emittieren die EU 28-Staaten im Jahr 2014 etwa 4,3 Milliarden t CO<sub>2eq</sub>. Mehr als ein Fünftel dieser Menge entsteht in der Bundesrepublik Deutschland.

Die Staaten der Europäischen Union haben 2014 4,5% weniger emittiert als 2013 (EEA 2016). Die prozentuale Änderung differiert stark zwischen den Mitgliedstaaten, sie liegt zwischen -9,5% für Slowenien und +5,4% für Zypern. Bezogen auf 1990 liegt die Minderung in der EU bei 24,4%.

Zum Vergleich sind in der Abbildung 12 auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen der weltweit größten Emittenten des Jahres 2014 angegeben. Weltweit wurden im Jahr 2014 etwa 35,5 Milliarden t CO<sub>2</sub> emittiert. Aufgrund des Wachstums in China und Indien sowie weiteren Entwicklungs- und Schwellenländern nehmen die weltweiten Emissionen weiterhin zu.



**Abbildung 12:** THG-Emissionen der EU 28, NRW und CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgewählter Staaten in 2014 (Quelle: EEA 2016, IWR 2016, 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<sub>2eq</sub> 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. Die folgenden Jahre bis 2013 bringen 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 fort (Tabelle 10). Trotz kälterer Witterung nehmen die Emissionen der Energiewirtschaft in NRW um ca. 6% ab. Die Abnahme ist damit deutlich ausgeprägter als für Deutschland, für das das UBA eine Reduzierung von 0,5% prognostiziert (UBA 2016b). Dadurch ergibt sich auch erstmalig für die Gesamtemissionen in NRW ein anderer Trend als für Deutschland: Während das UBA für Deutschland 2015 eine Zunahme der THG-Emissionen um 0,7% erwartet, ist für NRW von einer Reduzierung um 2,7% auszugehen. Die Emissionen werden in NRW voraussichtlich auf etwa 284 Mio. t CO<sub>2eq</sub> sinken und damit den bisher niedrigsten Stand erreichen, noch unter dem des Jahres der Wirtschaftskrise 2009.

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

- Im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher ist eine witterungsbedingte Zunahme der Emissionen um 3 – 4% zu erwarten, ebenso werden die Emissionen des Verkehrs leicht ansteigen.
- Die Emissionen im Sektor Industrie werden dagegen in etwa gleich bleiben.
- In den Sektoren Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, Produktanwendungen/Sonstige, Landwirtschaft und Abfall sind keine wesentlichen Änderungen zu erwarten.

**Tabelle 10:** Treibhausgasemissionen in NRW mit vorläufigen Angaben für 2015

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015 vorl.
	Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente										
Energiewirtschaft	174,4	179,4	185,6	176,2	157,6	167,2	166,6	168,9	170,3	160,9	151,1
Industrie	62,6	63,4	62,3	60,2	47,4	56,9	55,2	53,5	54,6	54,5	54,7
Verkehr	36,4	35,5	34,2	34,1	33,6	32,6	33,2	32,8	33,1	33,4	33,9
Haushalte / Kleinverbrauch	35,7	37,8	29,7	36,1	33,3	33,4	28,6	31,2	32,0	27,7	28,7
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	7,1	6,4	6,2	6,1	4,5	4,3	4,1	4,8	5,0	4,1	4,1
Produktanwendungen/Sonstige	3,6	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Landwirtschaft	7,1	6,8	6,9	7,1	7,2	7,0	7,3	7,2	7,4	7,5	7,6
Abfall	1,7	1,4	1,1	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
<b>Gesamtemissionen</b>	<b>328,5</b>	<b>334,5</b>	<b>329,5</b>	<b>324,4</b>	<b>288,1</b>	<b>306,0</b>	<b>299,6</b>	<b>302,9</b>	<b>306,6</b>	<b>292,3</b>	<b>284,4</b>

## 5 Literatur

- CERINA PLAN AND GLOBAL CO<sub>2</sub> EMISSIONS, INTERNATIONALES WIRTSCHAFTSFORUM REGENERATIVE ENERGIEN (IWR) (2016), <http://www.cerina.org/home>
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA) (2016), Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2014 and inventory report 2016, Submission to the UNFCCC Secretariat, 15 April 2016
- 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](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html)
- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT, BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR LÄNDLICHE RÄUME, WALD UND FISCHEREI (TI) (2016): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2014. Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2016. Thünen-Report 39.
- 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
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2016a): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2016, Nationaler Inventarbericht zu Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2014 <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-der-klimarahmenkonvention-1>
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2016b): Pressemitteilung: UBA-Emissionsdaten für 2015 zeigen Notwendigkeit für konsequente Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 <http://www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/uba-emissionsdaten-fuer-2015-zeigen-notwendigkeit>
- 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>
- 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](http://www.lanuv.nrw.de)

