



Treibhausgas-Emissionsinventar

Nordrhein-Westfalen 2019

LANUV-Fachbericht 117

Treibhausgas-Emissionsinventar

Nordrhein-Westfalen 2019

[LANUV-Fachbericht 117](#)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2021

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
Bearbeitung	Dr. Katharina Filz, Daniel Hoppe, Thorsten Laufhütte (LANUV)
Titelbild	Panthermedia / Juliane Jacobs
Stand	September 2021
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachbericht
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

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

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
Zusammenfassung.....	8
1 Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen	14
2 Entwicklung und aktueller Stand der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen.....	19
2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2019.....	19
2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2019.....	21
2.2.1 Sektor Energie	21
2.2.2 Sektor Energiewirtschaft	24
2.2.3 Sektor Industrie.....	25
2.2.4 Sektor Verkehr	26
2.2.5 Sektor Produktanwendung.....	28
2.2.6 Sektor Landwirtschaft.....	28
2.2.7 Sektor Abfall.....	33
2.3 Abschätzung der Unsicherheiten.....	34
2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2019.....	35
2.4.1 Energiewirtschaft.....	38
2.4.2 Industrie	40
2.4.3 Verkehr	41
2.4.4 Haushalte und Kleinverbraucher	43
2.4.5 Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	44
2.4.6 Produktanwendungen/ Sonstige.....	44
2.4.7 Landwirtschaft.....	44
2.4.8 Abfall.....	45
2.5 Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen (EU-ETS) in Nordrhein-Westfalen.....	47
3 Nordrhein-Westfalen im Vergleich	50
3.1 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit der Bundesrepublik Deutschland	50
3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 27 EU-Staaten und dem Vereinigten Königreich	52
4 Ausblick.....	54
5 Literatur.....	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über die Treibhausgas-Emissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019	10
Tabelle 2:	Übersicht über die verwendeten GWP	17
Tabelle 3:	Übersicht über die Emissionssektoren nach IPCC 2006.....	18
Tabelle 4:	Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019.....	20
Tabelle 5:	Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019 (ohne den Sektor 1A2 Industrie).....	21
Tabelle 6:	Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen im Jahr 2019 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie)	25
Tabelle 7:	Treibhausgasemissionen des Subsektors 1A3b Straßenverkehr des Jahres 2019 nach Fahrzeugklassen differenziert. Die Klasse „CO ₂ -Emissionen aus der Schmieröl-Mitverbrennung in Zweitaktern des Straßenverkehrs“ wird in dieser Darstellung nicht berücksichtigt. Hieraus ergibt sich bei den CO ₂ -Emissionen in der Summierung der Fahrzeugklassen eine Differenz zum Gesamtwert.....	27
Tabelle 8:	Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2019.....	29
Tabelle 9:	Treibhausgasemissionen des Subsektors Tierhaltung im Jahr 2019. Indirekte Emissionen als Folge der Deposition von reaktivem Stickstoff sowie aus der Vergärung von Energiepflanzen werden bei dieser Darstellung und der folgenden Abbildung nicht berücksichtigt.	31
Tabelle 10:	Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall im Jahr 2019	33
Tabelle 11:	Gesamtunsicherheiten der bilanzierten Treibhausgase im Treibhausgas-Emissionsinventar NRW	34
Tabelle 12:	Produktionsindices und einhergehende Emissionsveränderungen der Industriezweige in den Jahren 2018 und 2019.....	40
Tabelle 13:	Zeitreihe der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005) und LANUV NRW).....	46
Tabelle 14:	Anzahl sowie Emissionen der emissionshandlungspflichtigen Anlagen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019 (DEHST 2021).....	47
Tabelle 15:	Die zehn größten EU-ETS-Anlagen in Nordrhein-Westfalen nach Emissionen im Jahr 2019 (DEHST 2021).....	49
Tabelle 16:	Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2019 (UBA 2021a, LANUV NRW).....	50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zeitreihe der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren von 1990 bis 2019 sowie eine Vorjahresabschätzung für das Berichtsjahr 2020	9
Abbildung 2:	Verteilung der Gesamtemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019 (insgesamt 228,5 Mio. t CO _{2eq}).....	19
Abbildung 3:	Mit 3,5 Mio. t CO _{2eq} entstammen dem Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen im Jahr 2019 1,5 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens. Etwas mehr als Hälfte der Emissionen entsteht im Bereich der festen Brennstoffe, z. B. aus stillgelegten Steinkohlezechen (Quelle: Panthermedia/trybex).....	22
Abbildung 4:	Im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch sind die Emissionen im Jahr 2019 mit rund 28,5 Mio. t CO _{2eq} nahezu unverändert. Dabei handelt es sich vor allem um eine Aufstockung der Heizölbestände bei den privaten Haushalten und weniger um Verbrauchssteigerungen. Dies dürfte insbesondere auf die im Jahr 2019 verglichen mit dem Vorjahr nur geringfügig kühlere Witterung, leicht gesunkene Preise und weiter fortschreitenden Effizienzverbesserungen zurückzuführen sein. (Quelle: Panthermedia/ETfoto).....	23
Abbildung 5:	Emissionsentwicklung in nordrhein-westfälischen Kraftwerken seit Beginn der Berichtspflicht im Europäischen Emissionshandel 2005 entsprechend der Hauptbrennstoffe der Kraftwerke. Emissionsminderungen resultieren im Wesentlichen aus dem Rückgang verbrennungsbedingter Emissionen in der Kohleverstromung.....	24
Abbildung 6:	Die Eisen- und Stahlindustrie gehört mit rund 20,3 Mio. t CO _{2eq} zu den größten Emittenten im Bereich Industrie (Quelle: Panthermedia/PiLens (YAYMicro)).....	26
Abbildung 7:	Zeitreihe der Straßenverkehrsemissionen der Jahre 2000 bis 2019 differenziert nach Fahrzeugklassen (Pkw: Personenkraftwagen, LNfz: Leichte Nutzfahrzeuge, Bus: Busse, Krad: Motorräder und Motorroller, Lkw: Lastkraftwagen ab 3,5 t ohne Anhänger, LzSZ: Lastzüge (Lkw mit Anhänger) > 20 t und Sattelzüge > 20 t). Personenkraftwagen tragen zu über 70 % zu den Emissionen des Straßenverkehrs bei. Die Tendenz der Emissionen ist im Jahr 2019 weiterhin leicht rückläufig.....	27
Abbildung 8:	Auf den Sektor Landwirtschaft entfallen mit rund 7,2 Mio. t CO _{2eq} im Jahr 2019 insgesamt rund 3,2 % der Gesamtemissionen in NRW. Über die Hälfte der Landwirtschaftsemissionen wird durch die Haltung von Nutztieren, insbesondere Rindern, verursacht (Quelle: Panthermedia/posztos).....	30

- Abbildung 9:** Mit ca. 3,4 Mio. t CO_{2eq} sind Rinder die Hauptemittenten im Bereich der Tierhaltung. Knapp ein Viertel geht zu Lasten der Schweinehaltung. Schafe, Pferde, Ziegen und Geflügel tragen nur geringfügig zu den Emissionen bei.....31
- Abbildung 10:** Zeitreihe der Emissionen aus Sektor 4 Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft der Jahre 1990 bis 2019 differenziert nach Quellen und Senken. In Summe dominiert in diesem Sektor die Einbindung von Treibhausgasen in Waldflächen und Grünland.32
- Abbildung 11:** Prozentuale Verteilung der emittierten Treibhausgase in Nordrhein-Westfalen 1990 und 2019 (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, eigene Darstellung).....36
- Abbildung 12:** Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, eigene Darstellung).....37
- Abbildung 13:** Auf den Sektor 1A1 Energiewirtschaft entfallen mit 102,2 Mio. t CO_{2eq} knapp 50 % der Emissionen im Berichtsjahr 2019. Unter anderem durch die Überführung großer Kraftwerksblöcke in die Sicherheitsbereitschaft konnten die Emissionen erneut um rund 21 % reduziert werden (Quelle: Panthermedia/pitnick).....39
- Abbildung 14:** Die Emissionen des Straßenverkehrs dominieren den Verkehrssektor. Der größte Anteil der Emissionen entfällt mit 19,8 Mio. t CO_{2eq} auf Personenkraftwagen, gefolgt von Last- und Sattelzügen mit 4,3 Mio. t CO_{2eq} (Quelle: Panthermedia/xxlphoto).42
- Abbildung 15:** Zeitreihe der Gradtagszahlen der Klimastation Düsseldorf. Zur Ermittlung der Gradtagszahl eines Monats werden die an Heiztagen auftretenden Differenzen zwischen der Raumtemperatur und dem Tagesmittel der Außenlufttemperatur erfasst und aufsummiert (IWU 2021).....43
- Abbildung 16:** Zeitreihe der Emissionen des Sektors Landwirtschaft der Jahre 1990 bis 2019 differenziert nach Emissionen aus der Tierhaltung (hellgrün) und der Bodennutzung (dunkelgrün). Quelle: TI 202145
- Abbildung 17:** Emissionsentwicklung der emissionshandelspflichtigen in Nordrhein-Westfalen in der dritten Handelsperiode unterteilt in die Sektoren 1A1a Öffentliche Strom und Wärmeversorgung, 1A1b Raffinerien, 1A1c Sonstige Energieindustrie, 1A2a Eisen und Stahl, 1A2b Nichteisen-Metalle, 1A2c Chemische Industrie, 1A2d Zellstoff, Papier, Druck, 1A2e Nahrungsmittel, 1A2f Nichtmetallische Minerale und 1A2m Sonstige Industrie. Dargestellt sind zudem die Gesamtemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in NRW im jeweiligen Berichtsjahr (hellgraue Kästen).48

Abbildung 18: Anteil der THG-Emissionen Nordrhein-Westfalens an den Gesamtemissionen der BRD im Jahr 2019 in den einzelnen Sektoren. Im Durchschnitt liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 28,2 % (Quelle: UBA 2021a, LANUV NRW, eigene Darstellung).....51

Abbildung 19: Vergleichende Darstellung der CO₂-Emissionen der EU 27 + UK, NRW und der zehn größten Emittenten weltweit im Jahr 2019 (Quelle: CRIPPA et al. 2020, eigene Darstellung).....52

Abbildung 20: Prozentuale Zu-, bzw. Abnahme der Treibhausgas-Emissionen der EU 27 + UK, Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland jeweils im Vergleich zum Vorjahr (Quelle: EEA, UBA, eigene Darstellung).....53

Zusammenfassung

Nordrhein-Westfalen unterhält ein Treibhausgas-Emissionsinventar, das sich an den Vorgaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2006, 2019) orientiert. Die Treibhausgase (THG) Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas sowie HFC, PFC, SF₆ und NF₃ werden darin für die IPCC-Sektoren Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige detailliert dokumentiert.

Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2019

Im Jahr 2019 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 228,5 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert (Tabelle 1). Dies bedeutet eine Abnahme der Emissionen gegenüber dem Vorjahr um rund 13 % und eine Minderung von ca. 38 % gegenüber dem Emissionsniveau von 1990.

Mit 44,7 % entstand 2019 fast die Hälfte der THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 1). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Emissionen der Industrie (22,4 %), der Verkehr (13,8 %) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (12,5 %). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 3,2 % bzw. 0,2 % der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gaswirtschaft, machen etwa 1,5 % der Emissionen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise Pkw-Klimaanlagen und Gebäudekälte entstehen ebenfalls etwa 1,8 % der THG-Emissionen.

Zwischen 1990 und 2005 sind erhebliche Minderungen der THG-Emissionen um rund 40 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen, die im Wesentlichen in den Sektoren Industrie (technische Maßnahmen/Strukturwandel), Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen (Grubengas aus Steinkohlezechen) und Abfall (Reduzierung/Erfassung von Deponiegasen) stattfinden. Im weiteren Verlauf zeigt sich im Jahre 2009 ein deutlicher, durch die Wirtschaftskrise verursachter Rückgang der Emissionen. Die folgenden Jahre bis 2013 bringen insgesamt einen Anstieg auf Grund der konjunkturellen Erholung. Im Jahre 2014 folgt eine deutliche Reduzierung, die zu einem großen Teil auf die milde Witterung zurückzuführen ist. Es ist aber in NRW auch eine Reduzierung der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft festzustellen, deren Ursache in einer Reduktion der Verstromung fossiler Brennstoffe liegt. Im Jahr 2015 setzt sich diese Tendenz noch fort. Dies gilt allerdings nicht mehr für das Jahr 2016, in dem nur wenige Kraftwerksblöcke abgeschaltet wurden und auch neue Gaskraftwerke in Betrieb gegangen sind. In den Jahren 2017 und 2018 sind die Emissionen in der Energiewirtschaft weiter gesunken. Auch im Jahr 2019 ist eine fortschreitende Emissionsminderung im Sektor Energiewirtschaft festzustellen, deren Ursache in einer insgesamt geringeren Auslastung der Kraftwerke und der Stilllegung einzelner Kraftwerksblöcke liegt. Die Reduzierung beträgt ca. 28 Mio. t CO_{2eq}, dies entspricht einer Minderung von 21,4 % gegenüber dem Vorjahr.

Die Emissionen im Sektor Industrie bewegen sich seit 2010 auf etwa gleichbleibendem Niveau. Im Jahr 2019 sind die Industrieemissionen in Nordrhein-Westfalen um ca. 3 Mio. t CO_{2eq} auf 51,1 Mio. t CO_{2eq} gesunken. Dies entspricht einer Minderung von 6,2 %.

Obwohl der Fahrzeugbestand in NRW weiter ansteigt, sind die Emissionen im Verkehrssektor 2019 um ca. 4 % gegenüber dem Vorjahr gesunken. Im Straßenverkehr sind Emissions-

minderungen von etwa 4,3 % zu verzeichnen. Die Verkehrsemissionen liegen damit 2019 bei rund 31,4 Mio. t CO_{2eq}. Gründe für die bilanzierten Emissionsminderungen sind in motor-technischen Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte sowie durch verbesserte Kraftstoffqualitäten zu suchen. Auch die Zahl der zugelassenen Hybrid- und Elektrofahrzeuge hat sich im Jahr 2019 noch einmal deutlich gesteigert.

Im Sektor 1A4-5 Haushalte und Kleinverbrauch sind die Emissionen im aktuellen Bilanzjahr leicht gegenüber dem Vorjahr gestiegen und liegen bei 28,5 Mio. t CO_{2eq}. Ursächlich für die Emissionssteigerung sind das Bevölkerungswachstum und folglich eine Erhöhung der Anzahl der Haushalte, ein deutlich erhöhter Absatz von leichtem Heizöl in Folge gesunkener Preise und ein erhöhter Erdgasverbrauch in Folge der zeitweise deutlich kühleren Witterung in der ersten Jahreshälfte 2019 im Vergleich zum Vorjahreszeitraum 2018. Abgemildert werden diese Steigerungen durch fortschreitende Effizienzverbesserungen (Einsatz moderner Öl-Brennwertheizungen) sowie durch Substitution ölbefuerter Heizungsanlagen (z. B. Wärmepumpen oder Erdgas-Brennwertgeräte) (AG ENERGIEBILANZEN e.V. 2020).

Im Bereich Produktanwendung/Sonstige ist im Jahr 2019 eine Emissionsminderung um etwa 4,5 % gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen. Emissionen dieses Sektors entstehen u. a. in Pkw- und Gebäudeklimaanlagen. Die Entwicklung der Emissionen in diesem Bereich unterliegt in Abhängigkeit von der Einführung neuer Technologien jährlichen Schwankungen.

Die Emissionen des Sektors Landwirtschaft sind leicht gesunken, auf 7,2 Mio. t CO_{2eq}. Im Sektor Abfall sind die Emissionen weitestgehend konstant geblieben.

Insgesamt ergeben sich im Jahr 2019 Gesamtemissionen in Höhe von 228,5 Mio. t CO_{2eq}. Sie liegen damit um 13 % niedriger als im Vorjahr und ca. 38 % unter dem Emissionsniveau von 1990.

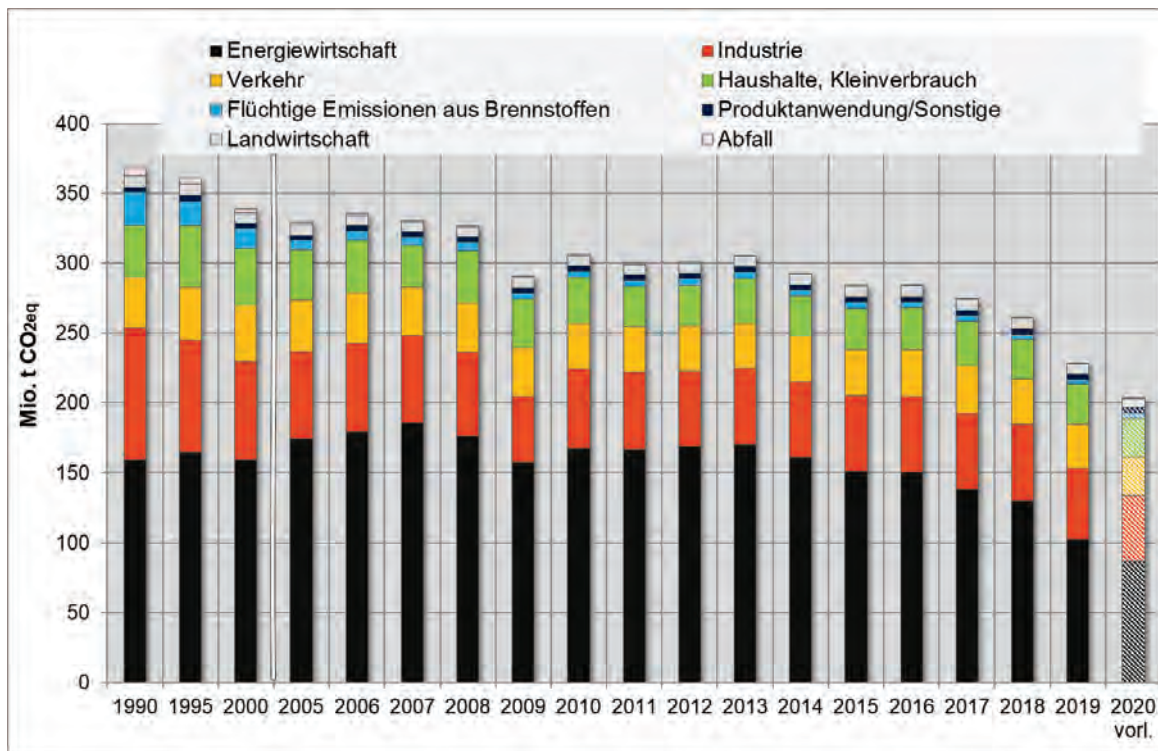


Abbildung 1: Zeitreihe der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren von 1990 bis 2019 sowie eine Vorjahresabschätzung für das Berichtsjahr 2020

Tabelle 1: Überblick über die Treibhausgas-Emissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Emissionen in Gg (1000 t) CO ₂ - Äquivalente	Anteil %
	Gesamtemissionen NRW (ohne LULUCF)	228.523	100,0
1	Energie	208.796	91,4
1A	Einsatz von Brennstoffen	205.306	89,8
1A1	Energiewirtschaft	102.199	44,7
1A1a	Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung	89.735	39,3
1A1b	Raffinerien	7.249	3,2
1A1c	sonstige Energieindustrie	5.214	2,3
1A2*	Industrie	43.175	18,9
1A2a	Eisen und Stahl	20.316	8,9
1A2b	Nichteisen-Metalle	1.105	0,5
1A2c	Chemische Industrie	14.456	6,3
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.572	0,7
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.209	0,5
1A2f	Nichtmetallische Minerale	3.522	1,5
1A2m	Sonstige	995	0,4
1A3	Verkehr	31.422	13,8
1A3a	Flugverkehr	486	0,2
1A3b	Straßenverkehr	28.127	12,3
1A3c	Schienenverkehr	110	0,0
1A3d	Schiffsverkehr	1.282	0,6
1A3e	Sonstiger Verkehr	1.418	0,6
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch/Sonstige	28.509	12,5
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	3.490	1,5
1B1	Feste Brennstoffe	1.968	0,9
1B2	Öl und Erdgas	1.523	0,7
1B2a	Ölwirtschaft	137	0,1
1B2b	Gaswirtschaft	1.386	0,6
1C	CO₂-Transport und Speicherung	-	-
2	Industrieprozesse	11.994	5,2
2A	Mineralproduktion	6.806	3,0
2A1	Zementherstellung	4.360	1,9
2A2	Kalkherstellung	2.147	0,9
2A3	Glasherstellung	248	0,1
2A4-5	Sonstige	51	0,0
2B	Chemische Industrie	512	0,2
2B1	Ammoniakproduktion	512	0,2
2B2-3	Salpetersäure/Adipinsäureproduktion	-	-
2B4-10	Sonstige	-	-
2C	Metallproduktion	642	0,3
2C1-2	Eisen- und Stahlherstellung	-	-
2C3	Aluminiumherstellung	642	0,3
2C4-7	Sonstige	-	-
2D-H	Produktanwendungen/Sonstige	4.034	1,8

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Emissionen in Gg (1000 t) CO ₂ - Äquivalente	Anteil %
3	Landwirtschaft	7.238	3,2
3A	Fermentation/Darmgärung	3.039	1,3
3B	Düngerwirtschaft/Güllemanagement	1.651	0,7
3C	Reisanbau	-	-
3D	Landwirtschaftliche Böden	2.016	0,9
3E	Brandrodung	-	-
3F	Verbrennung von Ernterückständen auf der Fläche	-	-
3G	Kalkung	291	0,1
3H	Harnstoffanwendung	49	0,0
3I	Andere kohlenstoffhaltige Düngemittel	-	-
3J	Sonstige	191	0,1
4	Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft (LULUCF)	-3.928	-1,7
4A	Wald	-4.704	-2,1
4B	Acker	947	0,4
4C	Grünland	-436	-0,2
4D	Feuchtgebiete	33	0,0
4E	Siedlungen	232	0,1
4F	Sonstiges Land	-	-
4G	Holzprodukte	-	-
4H	Andere Bereiche	-	-
5	Abfall	495	0,2
5A	Abfalldeponien	149	0,1
5B	Biologische Abfallbehandlung	128	0,1
5C	Abfallverbrennung	-	-
5D	Abwasserreinigung	219	0,1
5E	Andere Bereiche	-	-

Ausblick 2020

Aus den bisher vorliegenden Daten, insbesondere den Emissionsberichten des Emissionshandels, ergibt sich folgendes Bild für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Jahr 2020:

In der Energiewirtschaft setzt sich die Entwicklung aus den Vorjahren weiter fort. In diesem Sektor sinken die Emissionen um ca. 15,7 Mio. t CO_{2eq}. Dies entspricht einer Reduzierung um ca. 15 %. Der zu erwartende Rückgang der Emissionen im Jahr 2020 lässt sich überwiegend mit einer Reduzierung der Kohleverstromung, u. a. in Folge der erfolgreichen Reform des europäischen Emissionshandels, der Stilllegung großer Kraftwerke wie dem Heizkraftwerk Merheim oder Block D des Braunkohlekraftwerks Niederaußem sowie einer insgesamt geringeren Auslastung der Kraftwerke, vor allem durch einen durch die Lockdown-Maßnahmen bedingten Rückgang des Bruttostromverbrauchs, erklären (BUNDESNETZAGENTUR 2021, DEHSt 2021, UBA 2021b). Das Umweltbundesamt (UBA) sieht zudem einen steigenden Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch als wichtige Ursache für die zu erwartenden Emissionsminderungen.

Weiterhin sind für das Jahr 2020 folgende Tendenzen erkennbar:

- Das UBA hat für den Sektor Haushalte und Kleinverbraucher eine Emissionsminderung von 2,8 % ermittelt. Eine Ursache für diese Entwicklung ist ein geringerer Brennstoffverbrauch im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Im Bereich der privaten Haushalte sind die Emissionen trotz einer im Vergleich zum Vorjahr milderen Witterung und einer weiter voranschreitenden Modernisierung von Heizungsanlagen leicht angestiegen (UBA 2021b). Die AG ENERGIEBILANZEN (2021) sieht diesen Emissionsanstieg in der erhöhten Anwesenheit in der eigenen Wohnung (Lockdown/Homeoffice) sowie in Bestandsaufstockungen von Heizöl in Folge niedriger Preise begründet. Auf Nordrhein-Westfalen übertragen entspricht dies einer Emissionsminderung von rund 1,0 Mio. t CO_{2eq}.
- Für den Verkehrssektor hat das UBA eine Emissionsminderung von 11,5 % ermittelt. Den größten Anteil dieser Minderung führt das UBA auf den ersten Lockdown zurück. In dieser Zeit verkehrten deutlich weniger Pkw, insbesondere auf Langstrecken. Beleg dafür sind geringere Absatzzahlen für Kraftstoffe und Daten von Zählstellen an Autobahnen und Bundesstraßen. Ein weiterer, jedoch deutlich kleinerer Anteil der Emissionsminderung ist auf niedrigere CO₂-Emissionen neuer Pkw zurückzuführen. Hier sei auf den Anstieg der Neuzulassungen von Elektro-Pkw sowie einen erhöhten Anteil an Biokraftstoffen verwiesen (UBA 2021b). Für den Straßenverkehr in Nordrhein-Westfalen entspricht dies einer Minderung von 3,2 Mio. t CO_{2eq} auf insgesamt 24,9 Mio. t CO_{2eq}.
- Eine viel deutlichere Emissionsreduktion ist im Bereich des Flugverkehrs zu beobachten. Als Folge der Reiseeinschränkungen auf Grund der Corona-Pandemie gingen die Treibhausgas-Emissionen um ca. 62 % zurück, Passagierzahlen sowie Frachtaufkommen an den NRW-Flughäfen verringerten sich gemäß STATISTISCHES BUNDESAMT (2021) deutlich. Dies entspricht in Nordrhein-Westfalen einer Minderung um 0,3 Mio. t CO_{2eq} auf insgesamt rund 0,2 Mio. t CO_{2eq}.
- Die Emissionen im Sektor Industrie sind im Jahr 2020 auf schätzungsweise 46,9 Mio. t CO_{2eq} zurückgegangen. Dies entspricht einer Emissionsminderung von 4,2 Mio. t CO_{2eq} gegenüber dem Vorjahr. Bei der Emissionsentwicklung ist zwischen energiebedingten- sowie Prozessemissionen zu unterscheiden: Die energiebedingten

Emissionen der Industrie sind konjunkturell bedingt um ca. 10 % im Vergleich zu 2019 gesunken. Bei den Prozessemissionen ist insbesondere in der Chemischen Industrie (Ammoniakproduktion) eine Emissionssteigerung um 11,9 % sowie in der Metallproduktion (Aluminiumherstellung) eine Steigerung um 12,9 % zu verzeichnen. Absolut gesehen sind diese Emissionssteigerungen jedoch mit zusammen ca. 0,02 Mio. t CO_{2eq} von untergeordneter Bedeutung.

- Im Sektor Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen macht sich die Stilllegung der letzten Steinkohlezechen Deutschlands kaum bemerkbar. Die Emissionen aus der Kohleförderung bleiben voraussichtlich auf dem Vorjahresniveau.
- Im Sektor Landwirtschaft sinken die Emissionen vom Jahr 2019 in Höhe von 7,2 Mio. t CO_{2eq} auf 6,5 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2020 (-10,5 %). Ursächlich sind laut Thünen Institut fortschreitende Verbesserungen in der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger sowie rückläufige Tierzahlen in der Viehhaltung.
- In den Sektoren Produktanwendungen/Sonstige und Abfall sind keine gravierenden Änderungen zu erwarten.

Insgesamt ergeben sich daraus für Nordrhein-Westfalen vorläufige Emissionen für das Jahr 2020 von 203,5 Mio. t CO_{2eq}, eine Minderung um 25,0 Mio. t CO_{2eq} bzw. rund 11 % gegenüber dem Jahr 2019. Im Jahr 2020 wird mit einer Emissionsreduktion von rund 45 % gegenüber 1990 ein weiterer Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele des Bundes und des Landes geleistet.

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 an das Weltall abgegeben. Es gibt Treibhausgase natürlichen Ursprungs und Treibhausgase, die anthropogen, also vom Menschen verursacht sind.

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

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

Die Verpflichtung nach dem Übereinkommen von Paris bildet auf nationaler Ebene die Grundlage für das Bundes-Klimaschutzgesetz, das im Dezember 2019 verabschiedet worden ist. Gemäß der ersten Fassung des Gesetzes hat sich die Bundesrepublik verpflichtet die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 um 55 % gegenüber dem Basiswert des Jahres 1990 zu senken. Als langfristiges Ziel wurde die Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 festgelegt. Zusätzlich wurden zulässige jährliche CO₂-Emissionsmengen, d. h. definierte Minderungsziele für die einzelnen Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Abfall festgelegt. Mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes im Juni 2021 verschärft die Bundesregierung die Klimaschutzvorgaben und verankert das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045. Das Minderungsziel für das Jahr 2030 steigt um 10 Prozentpunkte auf mindestens 65 % gegenüber dem Basiswert des Jahres 1990 (BMU 2019, 2021).

Nordrhein-Westfalen steht damit als wichtiger Industriestandort und bevölkerungsreichstes Bundesland vor der Herausforderung, seinen Beitrag zum Erreichen der deutschen Klimaschutzziele zu leisten. Dazu hat der nordrhein-westfälische Landtag am 23. Januar 2013 das erste Klimaschutzgesetz in Deutschland verabschiedet. Die Neufassung des Klimaschutzgesetzes aus Juli 2021 verschärft die bislang bestehenden Ziele deutlich. Wurde im ersten NRW-Klimaschutzgesetz des Jahres 2013 noch eine Minderung für das Jahr 2050 von mindestens 80 % im Vergleich zum Jahr 1990 festgeschrieben, so wird nun auch im nordrhein-westfälischen Klimaschutzgesetz das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045

verankert. Bis zum Jahr 2030 sind Emissionsminderungen von 65 % im Vergleich zum Basisjahr 1990 vorgesehen, bis zum Jahr 2040 sollen die Emissionen um 88 % sinken (MWIDE NRW 2021).

Zur Dokumentation der Emissionsentwicklung hat Nordrhein-Westfalen 2008 ein Treibhausgas-Emissionsinventar eingerichtet, das sich an den Vorgaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) orientiert (IPCC 2006, 2019) und durch das LANUV NRW jährlich fortgeschrieben wird. In diesem Inventar werden die jährlichen Emissionen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid/Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Distickstoffmonoxid (N_2O) sowie wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF_6) bilanziert. In der Fortführung der Treibhausgas-Berichterstattung nach dem Kyoto-Zeitraum gehört ab 2013 noch Stickstofftrifluorid (NF_3) zu den zu bilanzierenden Stoffen (IPCC 2006, 2019). 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_2 -Äquivalenten.

Die jährlichen Emissionen der Treibhausgase werden im THG-Emissionsinventar nach den IPCC-Sektoren Energie, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige detailliert dokumentiert (IPCC 2006, 2019). Eine Zeitreihenanalyse einzelner Sektoren des THG-Emissionsinventars kann zur Überprüfung eingeleiteter Klimaschutzmaßnahmen herangezogen werden.

CO_2 entsteht vor allem bei Verbrennungsvorgängen, während N_2O in größerem Umfang hauptsächlich bei Industrieprozessen und in der Landwirtschaft emittiert wird. CH_4 tritt insbesondere als flüchtige Emission aus Brennstoffen auf, z. B. im Steinkohlebergbau und der Öl- und Gaswirtschaft, außerdem in der Landwirtschaft und bei Abfalldeponien. Die Treibhausgase HFC, PFC und SF_6 werden u.a. bei Produktanwendungen wie PKW-Klimaanlagen, Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte und bei der Aluminiumherstellung freigesetzt.

Die Berechnungen für das Treibhausgas-Emissionsinventar orientieren sich an den Vorgaben der IPCC-Guidelines 2006 und den Verbesserungen 2019 (IPCC 2006, 2019). Datengrundlagen für die Inventarerstellung sind:

- die Emissionsberichte der emissionshandelspflichtigen Anlagen, die auf der Basis der Emissionshandels-Richtlinie erstellt werden (DEHSt 2021, Richtlinie (EU) 2018/410),
- die Emissionserklärungen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (11. BImSchV),
- Daten des Johann Heinrich von Thünen-Instituts, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei in 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.

Für die Emissionsberechnung werden dem eingesetzten (Brenn-)Stoff jeweils stoffspezifische Emissionsfaktoren zugeordnet. Der Emissionsfaktor bezeichnet das Verhältnis zwischen der Masse des freigesetzten Stoffes (des Treibhausgases) und eingesetzter Masse

oder Energieinhalt eines Ausgangsstoffes (z. B. dem Energieträger Steinkohle). Weiterhin sind Emissionsfaktoren prozessspezifisch, d. h. der Einsatz eines Brennstoffs kann in 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.

Entsprechend den Vorgaben des IPCC für Emissionsinventare im Rahmen des Kyoto-Protokolls wurde für CH₄ mit einem Global Warming Potential (GWP) von 28 und für N₂O mit einem GWP von 265 gerechnet. Eine Übersicht der verwendeten GWP für die übrigen Treibhausgase ist in Tabelle 2 dargestellt.

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, Industrieprozesse, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige detailliert dokumentiert. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über die Hauptsektoren.

Tabelle 2: Übersicht über die verwendeten GWP

Bezeichnung	GWP nach IPCC AR5
Kohlendioxid	1
Methan	28
Distickstoffoxid	265
Schwefelhexafluorid	23.500
Stickstofftrifluorid	16.100
Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe	
HFC-23	12.400
HFC-32	677
HFC-41	116
HFC-43-10mee	1.650
HFC-125	3.170
HFC-134	1.120
HFC-134a	1.300
HFC-143	328
HFC-143a	4.800
HFC-227ea	3.350
HFC-236fa	8.060
HFC-245ca	716
Perfluorierte Kohlenwasserstoffe	
Perfluormethan (PFC-14)	6.630
Hexafluorethan (PFC-116)	11.100
Octafluorpropan (PFC-218)	8.900
Perfluorbutan (PFC-31-10)	9.200
Perfluorcyclobutan (PFC-318)	9.540
Perfluorpentan (PFC-41-12)	8.550
Perfluorhexan (PFC-51-14)	7.910

Quelle: IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013 (IPCC 2013)

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 3). Prozessbedingte Emissionen sind Emissionen der Industrie, die bei chemischen Reaktionen entstehen, die keine Verbrennungsprozesse sind.

Tabelle 3: 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	Fermentation/Darmgärung
3B	Düngerwirtschaft/Güllemanagement
3C	Reisanbau
3D	Landwirtschaftliche Böden
3E	Brandrodung
3F	Verbrennung von Ernterückständen auf der Fläche
3G	Kalkung
3H	Harnstoffanwendung
3I	Andere kohlenstoffhaltige Düngemittel
3J	Sonstige
4	Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft
4A	Wald
4B	Acker
4C	Grünland
4D	Feuchtgebiete
4E	Siedlungen
4F	Sonstiges Land
4G	Holzprodukte
4H	Andere Bereiche
5	Abfall
5A	Abfalldeponien
5B	Biologische Abfallbehandlung
5C	Abfallverbrennung
5D	Abwasserreinigung
5E	Andere Bereiche

2 Entwicklung und aktueller Stand der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die aktuellen Emissionsdaten des Jahres 2019 (Abschnitt 2.1) und die Anteile der einzelnen Emissionssektoren (Abschnitt 2.2) näher betrachtet. Abschnitt 2.3 erläutert die Ergebnisse der Unsicherheitenabschätzung des Inventars. In Abschnitt 2.4 folgt eine Betrachtung der Emissionen seit 1990, d. h. dem Basisjahr, auf das sich die derzeitigen Minderungsziele beziehen. Kapitel 3 enthält Vergleiche der nordrhein-westfälischen THG-Emissionen mit den gesamtdeutschen Emissionen und den Emissionen der EU 28 sowie Kapitel 4 einen Ausblick mit vorläufigen Angaben für das Jahr 2020.

2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2019

Im Jahr 2019 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 228,5 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert (Abbildung 2).

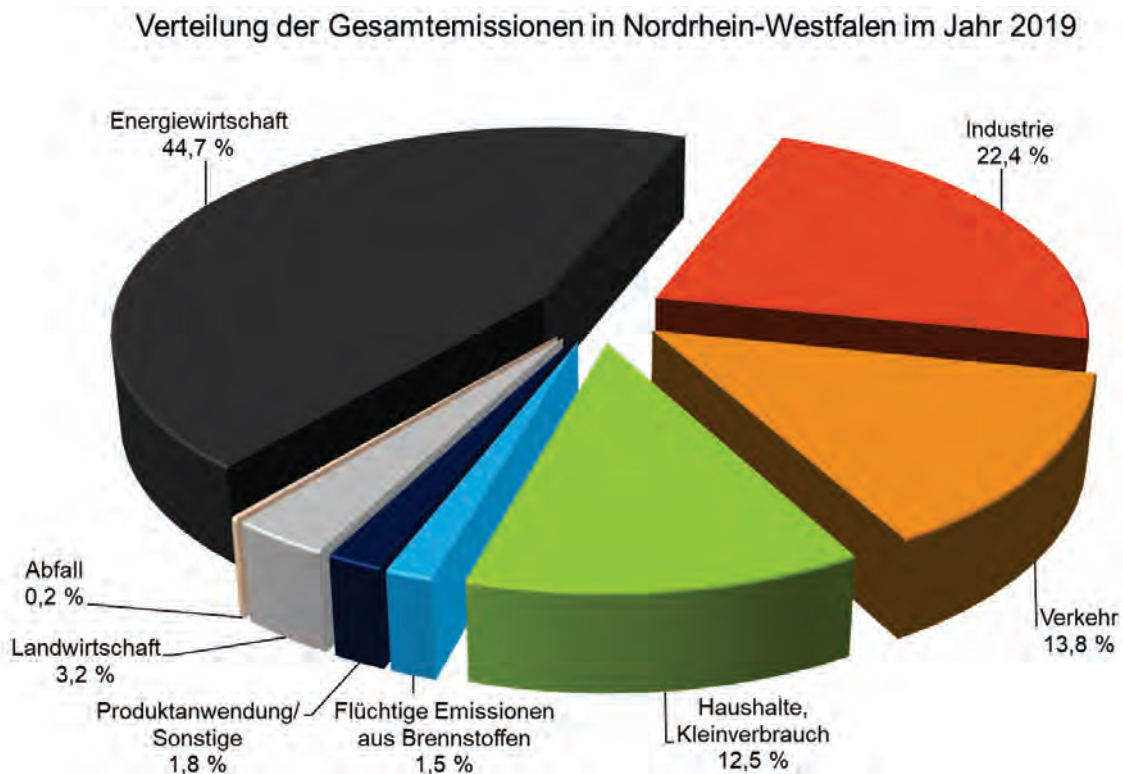


Abbildung 2: Verteilung der Gesamtemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019 (insgesamt 228,5 Mio. t CO_{2eq}).

Mit 44,7 % der THG-Emissionen entsteht knapp die Hälfte der Gesamtemissionen 2019 im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 2). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Emissionen der Industrie (22,4 %), des Verkehrs (13,8 %) sowie der Haushalte und Kleinverbraucher (12,5 %). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 3,2 % bzw. 0,2 %

der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gaswirtschaft, machen etwa 1,5 % der Emissionen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise Pkw-Klimaanlagen und Gebäudekälte entstehen ebenfalls etwa 1,8 % der THG-Emissionen. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Emissionssektoren und die dort auftretenden Emissionen der verschiedenen Treibhausgase für das Jahr 2019.

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	212.181	8.576	4.186	3.580	228.523	100,0
1A1	Energiewirtschaft	101.469	71	659	-	102.199	44,7
1A2/2A-2C	Industrie	50.857	43	172	63	51.135	22,4
1A3	Verkehr	30.798	96	529	-	31.423	13,8
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	28.165	264	80	-	28.509	12,5
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	114	3.377	-	-	3.491	1,5
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	438	7	71	3.517	4.033	1,8
3	Landwirtschaft	340	4.353	2.545	-	7.238	3,2
5	Abfall	-	365	130	-	495	0,2

Die Gesamtemissionen setzen sich zu 92,8 % aus Kohlendioxid (CO₂), zu 3,8 % aus Methan (CH₄), zu 1,8 % aus Lachgas (N₂O) und zu 1,6 % aus HFC/PFC/SF₆/NF₃ zusammen.

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

Circa 64 % der Gesamtemissionen entfallen auf Anlagen des europäischen Emissionshandels gemäß Emissionshandels-Richtlinie (EU) 2018/410 (DEHSt 2021). Somit werden knapp zwei Drittel aller in Nordrhein-Westfalen entstehenden Emissionen durch das Instrument des europäischen Emissionshandels erfasst. Diese Emissionen entstehen in den Sektoren 1A1 Energiewirtschaft, 1A2 Industrie und im Sektor 2 Industrieprozesse mit den Subsektoren 2A Mineralproduktion, 2B Chemische Industrie und 2C Metallproduktion.

2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2019

Im Folgenden werden die Emissionen der einzelnen Sektoren im Jahr 2019 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 5). Datengrundlage für die Ermittlungen der Emissionen des Sektors Energiewirtschaft sind hauptsächlich die Emissionsberichte der Anlagenbetreiber aus dem Emissionshandel (DEHSt 2021). 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 Daten aus dem Nationalen Inventarbericht des UBA (2021a).

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019 (ohne den Sektor 1A2 Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente					%
	Gesamtemission NRW	212.181	8.576	4.186	3.580	228.523	100,0
1	Energie (ohne 1A2 Industrie)	160.546	3.808	1.268	-	165.622	72,5
1A	Einsatz von Brennstoffen (ohne 1A2 Industrie)	160.431	432	1.268	-	162.131	70,9
1A1	Energiewirtschaft	101.469	71	659	-	102.199	44,7
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	89.058	67	610	-	89.735	39,3
1A1b	Raffinerien	7.228	2	19	-	7.249	3,2
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	5.183	2	29	-	5.214	2,3
1A3	Verkehr	30.798	96	529	-	31.423	13,7
1A3a	Flugverkehr	481	1	4	-	486	0,2
1A3b	Straßenverkehr	27.796	89	242	-	28.127	12,3
1A3c	Schieneverkehr	109	0	1	-	110	0,0
1A3d	Schiffsverkehr	1.120	1	161	-	1.282	0,6
1A3e	Sonstiger Verkehr	1.292	6	121	-	1.418	0,6
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	28.165	264	80	-	28.509	12,5
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	114	3.377	-	-	3.491	1,5
1B1	Feste Brennstoffe	-	1.968	-	-	1.968	0,8
1B2	Öl und Erdgas	114	1.409	-	-	1.523	0,7
1B2a	Ölwirtschaft	114	23	-	-	137	0,1
1B2b	Gaswirtschaft	-	1.386	-	-	1.386	0,6

Die Emissionen des Subsektors „Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen“ werden auf die Emissionsbereiche „Feste Brennstoffe“ sowie „Öl und Erdgas“ aufgeteilt (Abbildung 3). 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 (2021a) 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 3: Mit 3,5 Mio. t CO_{2eq} entstammen dem Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen im Jahr 2019 1,5 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens. Etwas mehr als Hälfte der Emissionen entsteht im Bereich der festen Brennstoffe, z. B. aus stillgelegten Steinkohlezechen (Quelle: Panthermedia/trybex).

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. Rund 72,5 % der Gesamtemissionen werden hier emittiert. Dazu trägt vor allem die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung bei, die etwa 39,3 % der Gesamtemissionen verursacht (siehe Kapitel 2.2.2).

Der Sektor Verkehr trägt mit 13,8 % zu den nordrhein-westfälischen THG-Emissionen bei. Etwa 90 % der Emissionen in diesem Sektor werden durch den Straßenverkehr verursacht (siehe Kapitel 2.2.4).

Die Emissionsberechnungen für die Sektoren 1A4-5 Haushalte, Kleinverbraucher erfolgen auf Basis von Daten aus dem Nationalen Inventarbericht des UBA (UBA 2021a). Sie liegen mit ca. 28,5 Mio. t CO_{2eq} nahezu unverändert auf dem Emissionsniveau von 2018 und machen etwa 12,5 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens im Jahr 2019 aus (Abbildung 4).



Abbildung 4: Im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch sind die Emissionen im Jahr 2019 mit rund 28,5 Mio. t CO_{2eq} nahezu unverändert. Dabei handelt es sich vor allem um eine Aufstockung der Heizölbestände bei den privaten Haushalten und weniger um Verbrauchssteigerungen. Dies dürfte insbesondere auf die im Jahr 2019 verglichen mit dem Vorjahr nur geringfügig kühlere Witterung, leicht gesunkene Preise und weiter fortschreitenden Effizienzverbesserungen zurückzuführen sein. (Quelle: Panthermedia/ETfoto).

Im Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen werden CH₄-Emissionen in Höhe von 3,5 Mio. t CO_{2eq} sowie geringe Mengen CO₂ bilanziert, das entspricht einem Anteil von etwa 1,5 % an den Gesamtemissionen. Ein Großteil des CH₄ wird aus dem ehemaligen 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 Energiewirtschaft

Im Sektor Energiewirtschaft entstehen im Jahr 2019 Emissionen in Höhe von 102,2 Mio. t CO_{2eq}. Der hohe Anteil an den Gesamtemissionen des Landes erklärt sich dadurch, dass gut 25 % der bundesdeutschen Stromerzeugung überwiegend in Stein- und Braunkohlekraftwerken in Nordrhein-Westfalen stattfindet (LAK ENERGIEBILANZEN 2021).

Mit rund 89,7 Mio. t CO₂ stammen im Jahr 2019 knapp 88 % der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft aus Kraftwerken der Öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung (Sektor 1A1a), Energieerzeugungsanlagen in Raffinerien (Sektor 1A1b) und der sonstigen Energieindustrie (Sektor 1A1c). Braunkohlekraftwerke verursachten mit rund 57,6 Mio. t CO_{2eq} gut 65 % der Kraftwerks-Emissionen. Weitere 15,2 Mio. t CO_{2eq} entstammen Steinkohlekraftwerken. Emissionen aus Gaskraftwerken machen im Jahr 2019 mit 11,1 Mio. t CO_{2eq} etwa 12,5 % der Emissionen aus Kraftwerken der Energiewirtschaft aus (Abbildung 5).

Die Emissionen aus der Verfeuerung konventioneller Energieträger wie Braunkohle, Steinkohle, Erdgas oder Mineralölprodukten in Kraftwerken sanken im Vergleich zum Vorjahr insgesamt um rund 24 %. Den stärksten Rückgang haben mit 38,5 % weiterhin Emissionen aus Steinkohlekraftwerken zu verzeichnen, die Emissionen aus Braunkohlekraftwerken gingen im Jahr 2019 um 26,5 % zurück. Im Gegenzug sind die Emissionen aus Erdgaskraftwerken im gleichen Zeitraum um 21,6 % gestiegen. Auch die Emissionen aus der Verbrennung sonstiger fossiler Energieträger (z. B. Mineralölprodukte) haben einen Anstieg von circa 12 % im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen.

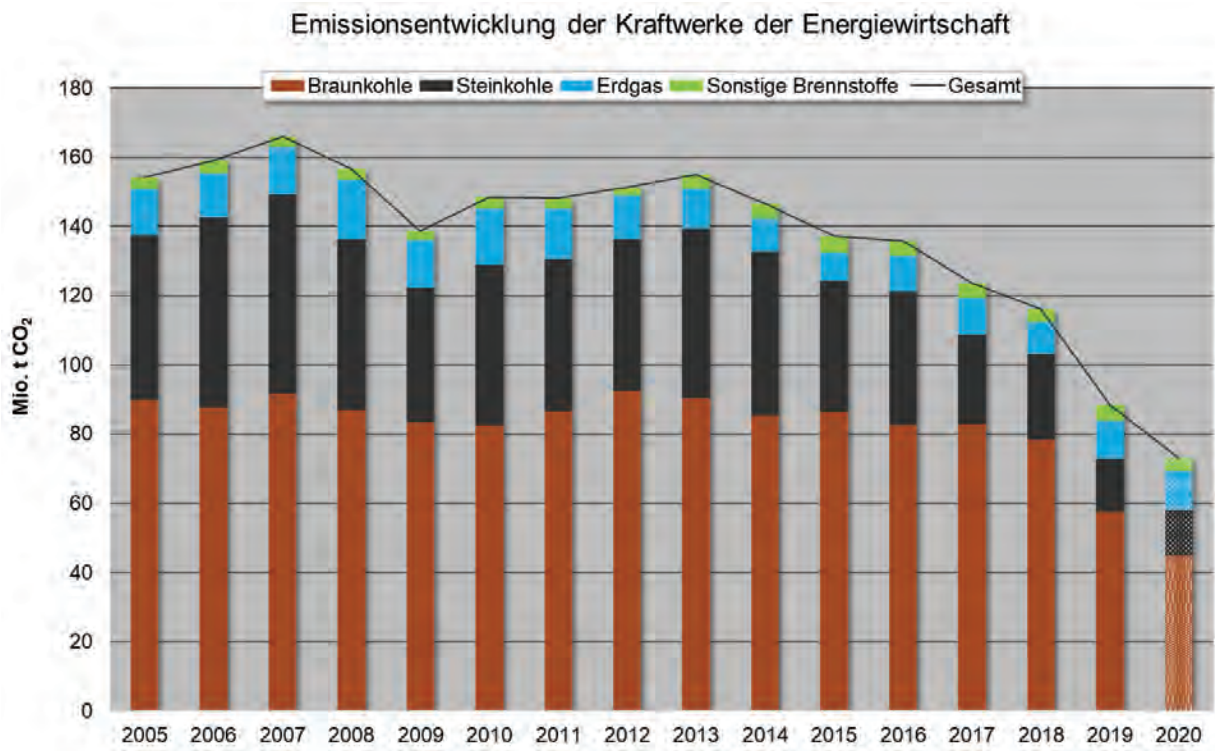


Abbildung 5: Emissionsentwicklung in nordrhein-westfälischen Kraftwerken seit Beginn der Berichtspflicht im Europäischen Emissionshandel 2005 entsprechend der Hauptbrennstoffe der Kraftwerke. Emissionsminderungen resultieren im Wesentlichen aus dem Rückgang verbrennungsbedingter Emissionen in der Kohleverstromung.

2.2.3 Sektor Industrie

Unter dem Sektor Industrie sind die energie- und prozessbedingten Emissionen der Industrie zusammengefasst (Tabelle 6). Wichtigste Datengrundlagen für die Emissionsberechnungen sind die Betreiberangaben in den Emissionsberichten des Emissionshandels und den Emissionserklärungen gemäß der Elften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über Emissionserklärungen - 11. BImSchV.

Insgesamt wurden im Jahr 2019 von der nordrhein-westfälischen Industrie THG-Emissionen in Höhe von 51,1 Mio. t CO_{2eq} ausgestoßen. Das entspricht etwa 22,4 % der Gesamtemissionen. Der Hauptteil der Industrieemissionen entsteht beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung.

Die größten Emittenten im Bereich Industrie sind die Eisen- und Stahlproduktion (Abbildung 6), die chemische Industrie und die Mineralproduktion (Zement-, Kalk- und Glasherstellung). Diese Industriesubsektoren haben jeweils auf Grund ihrer Emissionsmengen für die Gesamtemissionen in Nordrhein-Westfalen eine größere Bedeutung als beispielsweise die Sektoren Landwirtschaft und Abfall.

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen im Jahr 2019 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente					
	Gesamtemission NRW	212.181	8.576	4.186	3.580	228.523	100,0
1A2/2A-C	Industrie	50.857	44	171	63	51.135	22,4
1A2a/2C	Eisen und Stahl	20.246	30	40	-	20.316	8,9
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	1.678	1	5	63	1.747	0,8
1A2c/2B	Chemische Industrie	14.877	6	85	-	14.968	6,5
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.561	1	9	-	1.571	0,7
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.204	1	4	-	1.209	0,5
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	10.305	3	21	-	10.329	4,5
1A2m	Sonstige	986	2	7	-	995	0,4
2D-H	Produktanwendung/ Sonstige	438	7	71	3.518	4.034	1,8



Abbildung 6: Die Eisen- und Stahlindustrie gehört mit rund 20,3 Mio. t CO_{2eq} zu den größten Emittenten im Bereich Industrie (Quelle: Panthermedia/PiLens (YAYMicro)).

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.

2.2.4 Sektor Verkehr

Auf den Verkehrssektor entfallen mit rund 31,4 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2019 insgesamt 13,8 % der Gesamtemissionen in NRW. Dieser Sektor wird mit 28,1 Mio. t CO_{2eq} zu rund 90 % von Emissionen aus dem Straßenverkehr dominiert.

Die Ausdifferenzierung der Emissionen nach Fahrzeugklassen (Tabelle 7) zeigt die Hauptemittenten im Straßenverkehrssektor. Mit 70,5 % entfällt der größte Anteil von 19,8 Mio. t CO_{2eq} auf Personenkraftwagen, gefolgt von Last- und Sattelzügen mit 4,3 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 15,2 % der Straßenverkehrsemissionen. Auf Lastkraftwagen, leichte Nutzfahrzeuge und Busse entfallen jeweils <10 % der Emissionen im Straßenverkehr. Krafträder tragen mit 0,2 Mio. t CO_{2eq} den geringsten Teil zu den Emissionen des Straßenverkehrssektors bei (Tabelle 7/Abbildung 7). Die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrssektors sind direkt mit dem Kraftstoffverbrauch gekoppelt. N₂O-Emissionen entstehen hauptsächlich als Nebenprodukt in 3-Wege- oder SCR-Katalysatoren.

Tabelle 7: Treibhausgasemissionen des Subsektors 1A3b Straßenverkehr des Jahres 2019 nach Fahrzeugklassen differenziert. Die Klasse „CO₂-Emissionen aus der Schmieröl-Mitverbrennung in Zweitaktern des Straßenverkehrs“ wird in dieser Darstellung nicht berücksichtigt. Hieraus ergibt sich bei den CO₂-Emissionen in der Summierung der Fahrzeugklassen eine Differenz zum Gesamtwert.

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente					
1A3	Gesamtemission Verkehr	30.798	96	529	-	31.423	13,7
1A3b	Straßenverkehr	27.796	89	242	-	28.127	89,5
	Personenkraftwagen	19.629	80	121	-	19.830	70,5
	Leichte Nutzfahrzeuge	1.533	1	13	-	1.547	5,5
	Busse	791	-	3	-	794	2,8
	Lastkraftwagen	1.376	0	19	-	1.395	4,9
	Last- und Sattelzüge	4.182	0	84	-	4.266	15,2
	Krafträder	207	14	1	-	222	0,8

Treibhausgas-Emissionen der Fahrzeugklassen des Straßenverkehrs

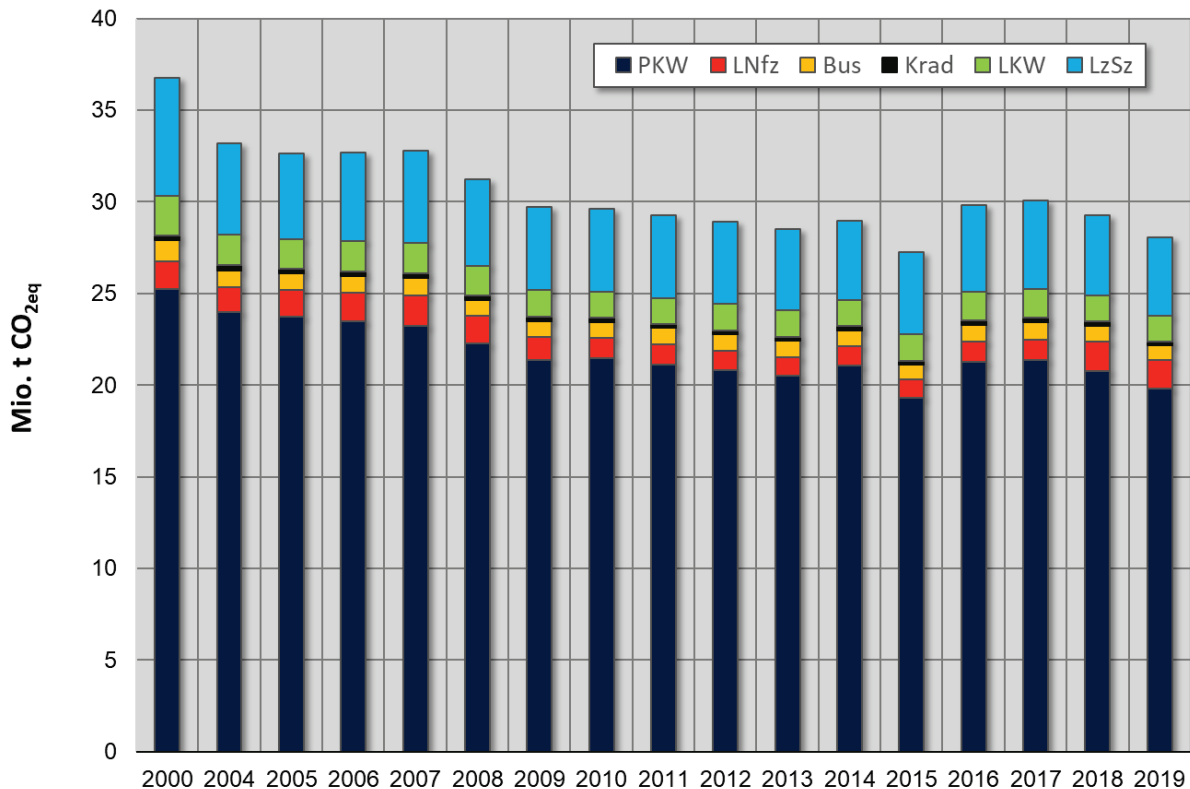


Abbildung 7: Zeitreihe der Straßenverkehrsemissionen der Jahre 2000 bis 2019 differenziert nach Fahrzeugklassen (Pkw: Personenkraftwagen, LNfz: Leichte Nutzfahrzeuge, Bus: Busse, Krad: Motorräder und Motorroller, Lkw: Lastkraftwagen ab 3,5 t ohne Anhänger, LzSZ: Lastzüge (Lkw mit Anhänger) > 20 t und Sattelzüge > 20 t). Personenkraftwagen tragen zu über 70 % zu den Emissionen des Straßenverkehrs bei. Die Tendenz der Emissionen ist im Jahr 2019 weiterhin leicht rückläufig.

2.2.5 Sektor Produktanwendung

Im Sektor Produktanwendung entstehen insgesamt 4,0 Mio. t/a CO_{2eq} bzw. 1,8 % der nordrhein-westfälischen THG-Emissionen (Tabelle 6). Der größte Teil der THG-Emissionen dieses Sektors besteht aus HFC-, PFC-, SF₆- und NF₃-Emissionen aus Klima- und Kälteanlagen, 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 Nordrhein-Westfalen nicht vorliegen oder nur mit großem Aufwand zu ermitteln sind, werden die HFC-/PFC-/SF₆- und NF₃-Emissionen sowie die N₂O- und CO₂-Emissionen aus der Produktanwendung anhand der Angaben des UBA (2021a) für Deutschland auf Nordrhein-Westfalen umgerechnet.

2.2.6 Sektor Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft werden die Emissionen aus den Bereichen Tierhaltung (Sektor 3A/3B) und Bodennutzung bilanziert (Sektor 3C-3J) (Tabelle 8). Der Bereich Tierhaltung setzt sich aus den Subsektoren Darmgärung (Verdauungsvorgänge in den Tiermägen) und Gülle-Management (Lagerung von Mist und Gülle) zusammen. Ebenso werden gemäß IPCC (2006) indirekte N₂O-Emissionen, die im Bereich Stall/Lager entstehen sowie Emissionen aus der Vergärung von Energiepflanzen der Tierhaltung (Sektor 3B) zugeordnet. Die Emissionen des Bereichs Bodennutzung entstehen beispielsweise durch die Anwendung von Mineraldünger, Kalken, Harnstoffanwendungen und die Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlich genutzten Böden. Der Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft (4) 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.

Die Daten im Sektor Landwirtschaft stammen einschließlich des Sektors 4 (Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft) 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 2021).

Die Emissionen der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft belaufen sich im Jahr 2019 auf 7,2 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 3,2 % der Gesamtemissionen. Es werden hauptsächlich CH₄ aus der Tierhaltung und N₂O aus der Bodennutzung emittiert. CO₂ wird in der Landwirtschaft nur zu einem sehr geringen Teil freigesetzt und entsteht vorwiegend bei der Kalkung von Böden und in geringeren Mengen bei der Anwendung von Harnstoff.

Tabelle 8: Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2019

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente					
	Gesamtemission NRW	212.181	8.576	4.186	3.580	228.523	100,0
3	Landwirtschaft	340	4.353	2.545	-	7.238	3,2
3A	Fermentation/Darmgärung	-	3.039	-	-	3.039	1,3
3B	Düngerwirtschaft/Güllemanagement	-	1.217	434	-	1.651	0,7
3C	Reisanbau	-	-	-	-	-	-
3D	Landwirtschaftliche Böden	-	-	2.016	-	2.016	0,9
3E	Brandrodung	-	-	-	-	-	-
3F	Verbrennung von Ernterückständen auf der Fläche	-	-	-	-	-	-
3G	Kalkung	291	-	-	-	291	0,1
3H	Harnstoffanwendung	49	-	-	-	49	0,0
3I	Andere kohlenstoffhaltige Düngemittel	-	-	-	-	-	-
3J	Sonstige	-	97	94	-	191	0,1
4	Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	-4.058	25	105	-	-3.927	-1,7
4A	Wald	-4.714	1	10	-	-4.703	-2,1
4B	Acker	880	5	62	-	947	0,4
4C	Grünland	-462	11	14	-	-437	-0,2
4D	Feuchtgebiete	27	6	0	-	33	0,0
4E	Siedlungen	212	2	19	-	233	0,1
4F	Sonstiges Land	-	-	-	-	-	-
4G	Holzprodukte	-	-	-	-	-	-
4H	Andere Bereiche	-	-	-	-	-	-



Abbildung 8: Auf den Sektor Landwirtschaft entfallen mit rund 7,2 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2019 insgesamt rund 3,2 % der Gesamtemissionen in NRW. Über die Hälfte der Landwirtschaftsemissionen wird durch die Haltung von Nutztieren, insbesondere Rindern, verursacht (Quelle: Panthermedia/posztos).

In der Tierhaltung sind vor allem Verdauungsvorgänge in Tiermägen emissionsintensiv. Durch die Haltung von Nutztieren entstehen mit rund 4,5 Mio. t CO_{2eq} etwa 62,4 % der Landwirtschafts-Emissionen und rund 2,0 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens (ohne LULUCF) (Tabelle 9/Abbildung 8/9). Dabei handelt es sich ausschließlich um Methan- und Lachgasemissionen. Ohne die Berücksichtigung der Vergärung von Energiepflanzen, entfallen circa 75 % der Emissionen im Bereich der Tierhaltung auf die Rinderhaltung, v. a. auf Milchkühe. Mit rund 22 % ist knapp ein Viertel der Emissionen auf die Haltung von Schweinen zurückzuführen. Die Emissionen von Pferden, Schafen, Ziegen und Geflügel sind in der Gesamtbilanz nahezu vernachlässigbar. Nicht berücksichtigt werden in der Bilanzierung wegen Geringfügigkeit die Emissionen von Gehegewild, Kaninchen, Straußen und Pelztieren.

Tabelle 9: Treibhausgasemissionen des Subsektors Tierhaltung im Jahr 2019. Indirekte Emissionen als Folge der Deposition von reaktivem Stickstoff sowie aus der Vergärung von Energiepflanzen werden bei dieser Darstellung und der folgenden Abbildung nicht berücksichtigt.

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
3	Gesamtemission Landwirtschaft	340	4.353	2.545	-	7.238	3,2
3A/B	Tierhaltung (ohne Energiepflanzen)	-	4.256	260	-	4.516	100
	Kühe	-	3.252	137	-	3.389	75,0
	Schweine	-	924	108	-	1.032	22,9
	Schafe	-	30	1	-	31	0,7
	Ziegen	-	2	0	-	2	0,0
	Pferde	-	34	7	-	41	0,9
	Geflügel	-	14	7	-	21	0,5

Verteilung der Treibhausgas-Emissionen der Tierhaltung

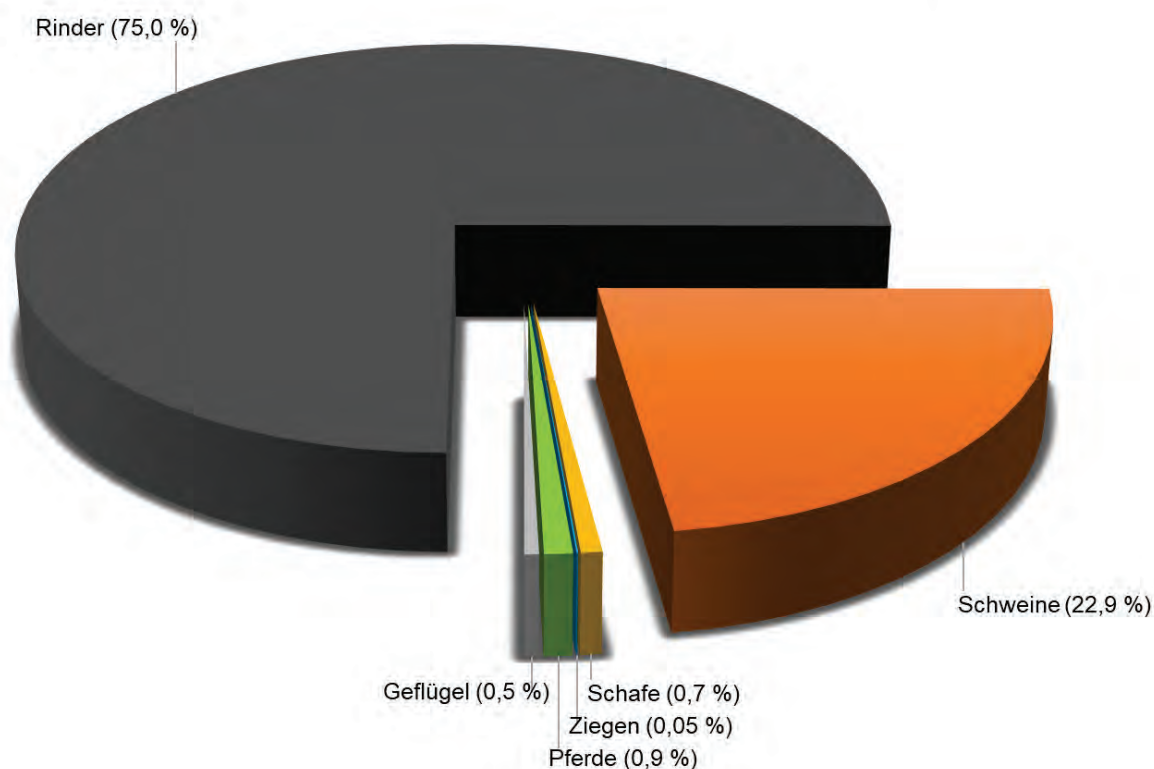


Abbildung 9: Mit ca. 3,4 Mio. t CO_{2eq} sind Rinder die Hauptemittenten im Bereich der Tierhaltung. Knapp ein Viertel geht zu Lasten der Schweinehaltung. Schafe, Pferde, Ziegen und Geflügel tragen nur geringfügig zu den Emissionen bei.

Im Sektor 4 werden die Auswirkungen von Landnutzung und der Landnutzungsänderungen sowie der Forstwirtschaft auf die Treibhausgasemissionen zusammengefasst. Die Kategorie Wald umfasst Laub-, Nadel- und Mischwaldflächen, in der Kategorie Ackerland werden Emissionen aus Ackerlandkulturen, Hopfen-, Wein- sowie Obstanbauflächen betrachtet. Emissionen aus der klassischen Grünlandnutzung (Wiesen, Weiden und Nassgrünland) ebenso wie Gehölzen werden in der Kategorie Grünland dargestellt. In der Kategorie Feuchtgebiete werden Emissionen aus terrestrischen Feuchtgebieten, Gewässern und dem Torfabbau summiert. Flächen zu Wohn-, Produktions- und Verkehrszwecken sowie innerstädtische Grünflächen sind in der Kategorie Siedlungen zusammengefasst.

In Summe ergibt sich hier für Nordrhein-Westfalen eine Einbindung insbesondere von Kohlendioxid in Laub-, Nadel- und Mischwaldflächen sowie Grünland (Abbildung 10). Rund 4,7 Mio. t CO_{2eq} konnten 2019 durch Waldnutzung und Aufforstung gebunden werden. Weitere rund 0,4 Mio. t CO_{2eq} wurden durch die Umwandlung von Ackerland, Feuchtgebieten und Siedlungsflächen in Grünland aufgenommen. Die höchsten Emissionen im Sektor Landnutzung und Landnutzungsänderungen entstammen 2019 der Kategorie Ackerland. Etwa 1 Mio. t CO_{2eq} werden durch dessen Nutzung sowie die Umwandlung von Feuchtgebieten, Siedlungen und insbesondere Grünland in Ackerland verursacht. Durch die Umwandlung von Landwirtschafts- und Waldflächen in Siedlungen entstehen 2019 Emissionen in Höhe 0,2 Mio. t CO_{2eq}.

Treibhausgas-Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft

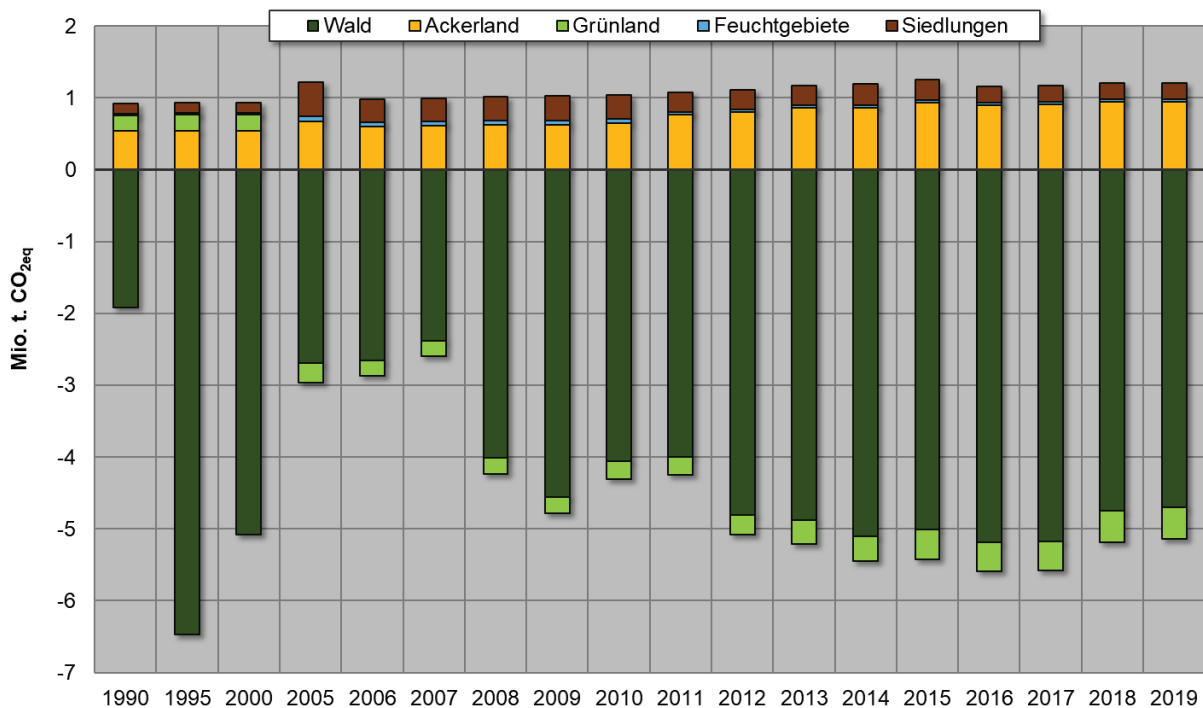


Abbildung 10: Zeitreihe der Emissionen aus Sektor 4 Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft der Jahre 1990 bis 2019 differenziert nach Quellen und Senken. In Summe dominiert in diesem Sektor die Einbindung von Treibhausgasen in Waldflächen und Grünland.

2.2.7 Sektor Abfall

Der Sektor Abfall setzt sich zusammen aus den Emissionssektoren Abfalldeponien, Biologische Abfallbehandlung, Abwasserreinigung und Sonstige (Tabelle 10). Die Anlagen zur Abfallverbrennung sind im Sektor 1A1a Energiewirtschaft erfasst. Insgesamt entstehen im Sektor Abfall CH₄- und N₂O-Emissionen in Höhe von ca. 0,5 Mio. t CO_{2eq}. Dies entspricht einem Anteil von 0,2 % an den nordrhein-westfälischen Gesamtemissionen. Mit rund 44 % entstammt der Großteil der Emissionen des Sektors der Abwasserreinigung. Etwa ein Drittel wird aus Abfalldeponien emittiert. Bei Deponien sind für die Klimabetrachtung ausschließlich die Methanemissionen relevant.

Die Berechnungen basieren auf den Angaben von Anlagenbetreibern in PRTR-Berichten¹ und den Daten aus der Abfallbilanz Nordrhein-Westfalen für Siedlungsabfälle. Für Anlagen, die aufgrund ihrer geringen Größe nicht berichtspflichtig sind, wurden die Emissionen geschätzt.

Tabelle 10: Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall im Jahr 2019

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente					
	Gesamtemission NRW	212.181	8.576	4.186	3.580	228.523	100,0
5	Abfall	-	365	130	-	495	0,2
5A	Abfalldeponien	-	149	-	-	149	0,1
5B	Biologische Abfallbehandlung	-	96	32	-	128	0,0
5C	Abfallverbrennung	-	-	-	-	-	-
5D	Abwasserreinigung	-	120	98	-	218	0,1
5E	Sonstige	-	-	-	-	-	-

¹ Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)

<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/emissionen/berichtspflichten/pollutant-release-and-transfer-register-prtr/>

2.3 Abschätzung der Unsicherheiten

Für die Inventarjahre 2009, 2012, 2015 und 2018 wurden Abschätzungen der Unsicherheiten durchgeführt.

Die Berechnungen basieren auf den Unsicherheiten der Emissionsberichte des Emissionshandels, auf Angaben des UBA zu den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren aus dem NIR (UBA 2019, 2020), des Thünen-Institutes (TI 2020) zu den Unsicherheiten im Bereich der Landwirtschaft sowie eigenen Abschätzungen der Unsicherheiten der Aktivitäts- und Emissionsdaten für NRW.

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

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

Tabelle 11: Gesamtunsicherheiten der bilanzierten Treibhausgase im Treibhausgas-Emissionsinventar NRW

Treibhausgas	Gesamtunsicherheit [%]	Gesamtemissionen 2018 [Gg CO _{2eq}]
Kohlendioxid (CO ₂)	1,86	244.198
Methan (CH ₄)	8,98	8.667
Distickstoffoxid (N ₂ O)	65,68	4.537
Fluorierte Verbindungen (HFC/PFC/SF ₆ /NF ₃)	49,16	3.755
Summe	2,22	261.158

Für das Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen, d. h. über alle Sektoren und Treibhausgase, lässt sich eine Gesamtunsicherheit von rund 2,2 % abschätzen. Aufgrund der vergleichsweise guten Datenlage beträgt die Gesamtunsicherheit für die ausgewiesenen CO₂-Emissionen lediglich etwa 1,9 %. Die Gesamtunsicherheit für die bilanzierten CH₄-Emissionen liegt bei etwa 9,0 %, für N₂O liegt die Gesamtunsicherheit des Inventars in der Größenordnung von 65,7 %. Eine ebenfalls recht hohe Gesamtunsicherheit von rund 49,2 %

weisen die fluorierten Verbindungen (HFC/PFC/SF₆/NF₃) im Treibhausgas-Emissionsinventar NRW auf (Tabelle 11).

Das UBA ermittelt für das nationale Treibhausgas-Emissionsinventar im Nationalen Inventarbericht (UBA 2020) eine Gesamtunsicherheit von 4,5 % für das Jahr 2018 und 5,4 % für den Trend. Der Unterschied zwischen der Unsicherheit des Treibhausgas-Emissionsinventars Nordrhein-Westfalen und dem bundesdeutschen Treibhausgas-Emissionsinventar ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass im Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen für circa 64 % 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 2019

Die Erstellung einer konsistenten Zeitreihe der Treibhausgas-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 Treibhausgas-Emissionsinventar für Nordrhein-Westfalen, 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 Nordrhein-Westfalen für die Jahre 1990 bis 2000 erarbeitet wurde. Es wurde vom WI im Auftrag des LANUV NRW um das Jahr 2005 ergänzt (WI 2005). Wichtigste Basis dieses Treibhausgas-Emissionsinventars 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.

Für die gesamte Zeitreihe werden die aktuellen Global Warming Potentials (GWP-Werte/siehe Tabelle 2) verwendet, so dass sich eine einheitliche Zeitreihe ab 1990 ergibt.

Insgesamt haben sich die Treibhausgasemissionen von 367,4 Mio. t CO_{2eq} im Jahre 1990 auf 228,5 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2019 um 37,8 % vermindert. Die CO₂-Emissionen wurden von 315,6 Mio. t im Jahre 1990 auf 212,2 Mio. t im Jahr 2019 reduziert. Das entspricht einer Reduktion von etwa 33 %. Die N₂O-Emissionen weisen einen deutlichen Rückgang von 68,5 % auf, die CH₄-Emissionen haben sich sogar um etwa 75 % verringert. Die HFC/PFC/SF₆/NF₃-Emissionen sind um 10,1 % zurückgegangen. Der prozentuale Anteil dieser Gase an den Gesamtemissionen hat gegenüber 1990 jedoch zugenommen (Abbildung 11).

Anteilige Entwicklung der emittierten Treibhausgase in NRW

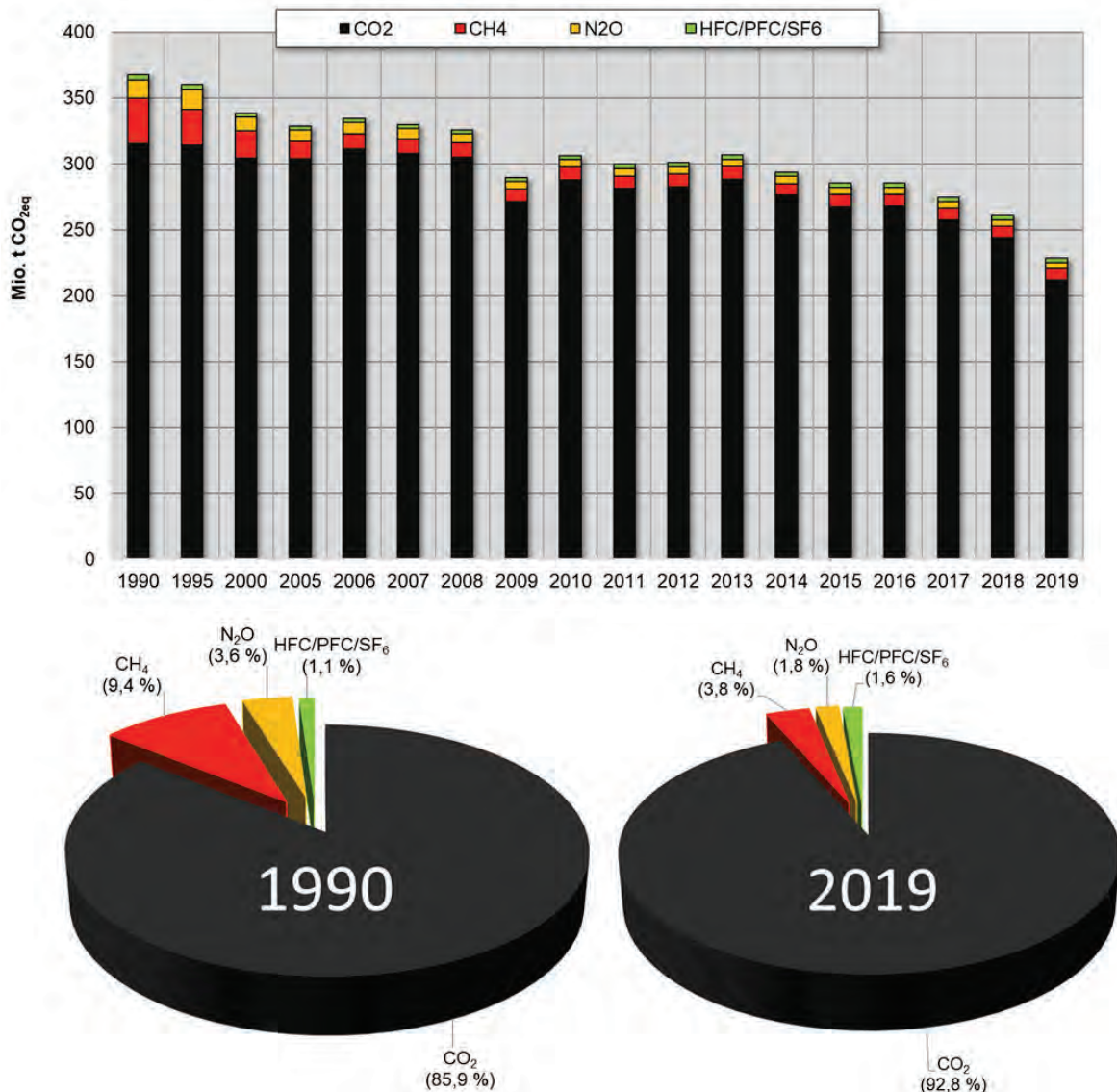


Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der emittierten Treibhausgase in Nordrhein-Westfalen 1990 und 2019 (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, eigene Darstellung).

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

Der starke Rückgang der Treibhausgasemissionen im Jahr 2009 wurde durch die weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise verursacht. Die Daten der folgenden Jahre 2010 bis 2013 lassen einen deutlichen Wiederanstieg erkennen. Erst im Jahre 2014 ist wieder eine merkliche Reduzierung der Emissionen festzustellen, die sich im Jahr 2015 fortsetzt. Erstmalig unterschreiten die Emissionen den Wert von 2009. Bleiben die Emissionen im Jahr 2016 weitestgehend auf dem Niveau des Vorjahres (+ 0,1 %), ist im Jahr 2017 eine deutliche Emissionsreduktion um rund 4 % gegenüber 2016 zu verzeichnen. Im Jahr 2018 setzt sich die Entwicklung fort. Die Emissionen sinken um weitere 5 %. Auch im Jahr 2019 ist eine fortschreitende

Emissionsminderung festzustellen, deren Ursache überwiegend in einem Rückgang der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft durch eine geringere Auslastung der Kraftwerke und Stilllegung einzelner Kraftwerksblöcke liegt. Auch in der Industrie sind erstmals seit 2012 deutliche Emissionsminderungen zu verzeichnen, die auf konjunkturelle Einbußen zurückzuführen sind. Insgesamt reduzieren sich die Emission im Jahr 2019 um rund 13 % gegenüber dem Jahr 2018.

Abbildung 12 und Tabelle 13 stellen die Entwicklung der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Treibhausgasen bzw. Emissionssektoren dar.

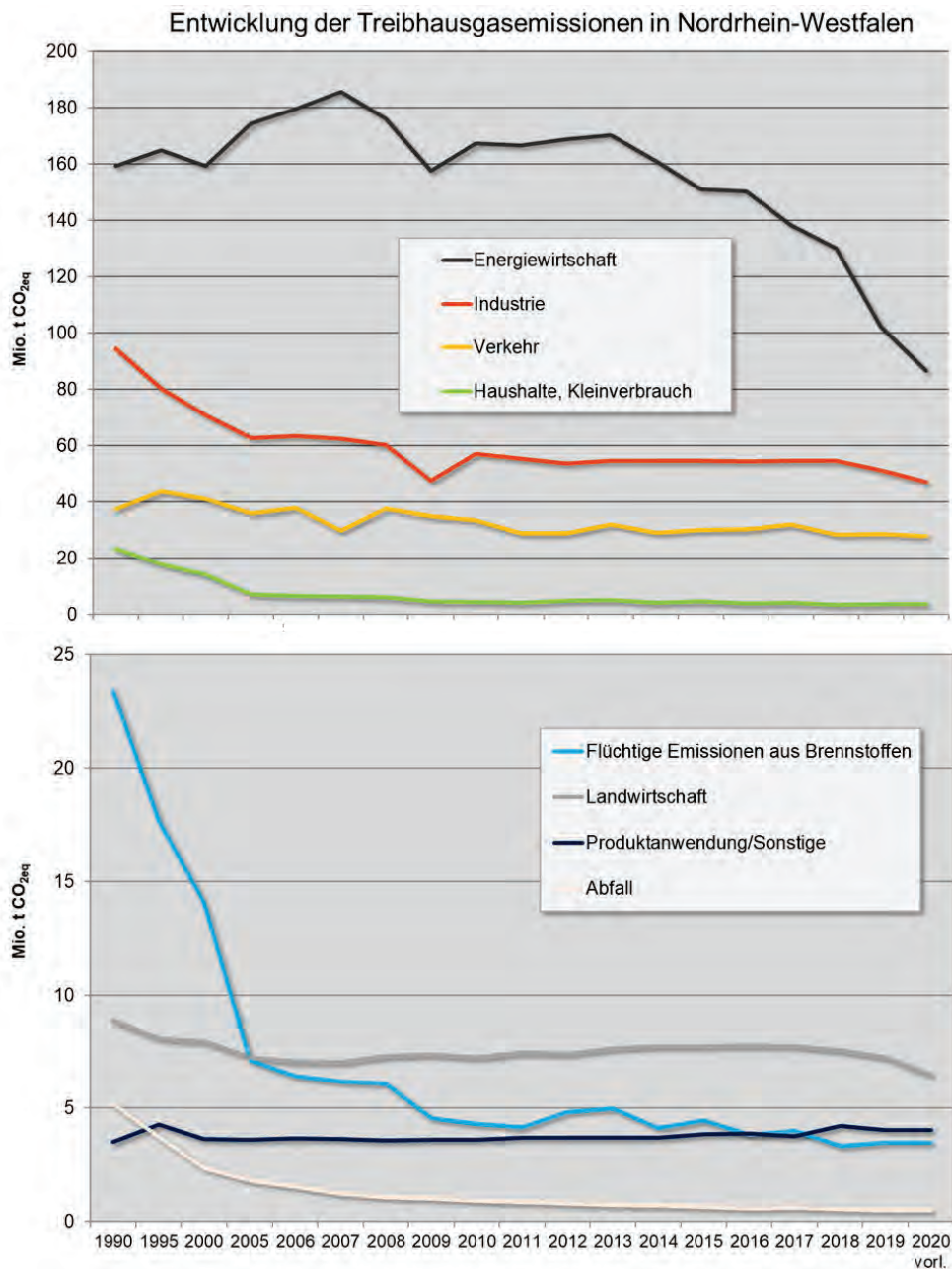


Abbildung 12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, eigene Darstellung).

Im Einzelnen lässt sich die Emissionsentwicklung in den Sektoren seit 1990 wie folgt beschreiben:

2.4.1 Energiewirtschaft

Die Emissionen der Energiewirtschaft bewegen sich zwischen 1990 und 2000 auf etwa gleichbleibendem Niveau in der Größenordnung von 160 Mio. t CO_{2eq}. Die Emissionen erhöhen sich für das Jahr 2005 auf fast 175 Mio. t CO_{2eq} und steigen bis 2007 der Konjunkturentwicklung folgend weiter an. Die Differenz von ca. 15 Mio. t CO_{2eq} bzw. knapp 10 % zwischen den Jahren 2000 und 2005 kann im Wesentlichen auf die Steigerung der Stromproduktion aus Kraftwerken der öffentlichen Stromversorgung (+ 11 % im gleichen Zeitraum) zurückgeführt werden, deren Emissionen diesen Sektor mit einem Anteil von ca. 90 % dominieren. Die Erhöhung der Emissionen fällt etwas geringer aus als die der Stromproduktion, weil einige neu in Betrieb gegangene Kraftwerke höhere Wirkungsgrade aufweisen als der bestehende Kraftwerkspark und teilweise mit dem relativ kohlenstoffarmen Brennstoff Erdgas betrieben werden. Die Emissionsentwicklung ist damit in diesem wichtigen Sektor plausibel und zeigt, dass die vom Wuppertal Institut für die Jahre 1990 bis 2000 auf Basis der Energiebilanz ermittelten Werte mit denen aus den Emissionsberichten ab 2005 verglichen werden können.

Seit dem Jahr 2010 bewegen sich die Emissionen der Energiewirtschaft im Bereich von etwa 170 Mio. t CO_{2eq} mit bis zum Jahr 2013 leicht steigender Tendenz. Im Jahr 2014 zeigt sich erstmals wieder eine (vorwiegend witterungsbedingte) Abnahme. Daneben ist aber in Nordrhein-Westfalen auch eine Reduzierung der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft festzustellen, deren Ursache in einer insgesamt geringeren Auslastung der Kraftwerke und der Stilllegung einzelner Kraftwerksblöcke liegt. Im Jahr 2015 setzt sich diese Tendenz fort. Trotz kälterer Witterung nehmen die Emissionen der Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen um ca. 6 % ab. Die Abnahme ist damit deutlich ausgeprägter als für Deutschland, für das das UBA eine Reduzierung von 3,4 % angibt (UBA 2017). Für das Jahr 2016 kann ein gleichbleibendes Niveau der Emissionen in der Energiewirtschaft konstatiert werden. Die Emissionen haben lediglich um 0,4 % abgenommen. Für die Bundesrepublik hat das UBA im gleichen Zeitraum eine Reduktion von 1,4 % ermittelt (UBA 2018).

Im Jahr 2017 sind die Emissionen der Energiewirtschaft erneut gesunken. Dabei werden die Emissionen in Nordrhein-Westfalen mit - 8 % im Vergleich zum Vorjahr deutlich stärker gesenkt als im bundesdeutschen Vergleich (- 0,7 %) (UBA 2019). Auch im Jahr 2018 ist eine fortschreitende Emissionsminderung im Sektor Energiewirtschaft festzustellen. Sowohl in Nordrhein-Westfalen als auch im Bundesgebiet sinken die Emissionen dieses Sektors um rund 6 % gegenüber dem Jahr 2017 (UBA 2020). Die Emissionsminderungen im Energiebereich resultieren im Wesentlichen aus dem Rückgang verbrennungsbedingter Emissionen im Sektor 1A1a Öffentliche Strom und Wärmeversorgung. Sie lässt sich mit einer Reduzierung der Kohleverstromung in Kraftwerken erklären, die entweder stillgelegt oder in die Sicherheitsbereitschaft überführt wurden. Mit den Kraftwerken Lünen und Elverlingsen, dem Heizkraftwerk Duisburg sowie zwei Blöcken des Kraftwerks Niederaußem gingen beispielsweise im Jahr 2018 Stein- und Braunkohlekraftwerke mit einer Feuerungswärmeleistung von insgesamt rund 4.572 MW vom Netz (BUNDESNETZAGENTUR 2021). Ferner wirkt sich die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energiequellen aus.

Für die mittel- bis längerfristige Emissionsentwicklung im Sektor Energiewirtschaft sind der schrittweise Ausstieg aus der Kernenergie bis zum Ende des Jahres 2022, der geplante Ausstieg aus der Kohleverstromung (bis 2038) sowie die fortgesetzte Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien von Relevanz. Auf europäischer Ebene ist zudem u. a. der lineare Emissions-Reduktionpfad von jährlich -1,74 % in der laufenden 3. Handelsperiode innerhalb des EU-ETS bedeutsam. Im Jahr 2019 sind die Emissionen der Energiewirtschaft erneut deutlich gesunken. Zwischen 2018 und 2019 ist eine Emissionsminderung von 21,4 % zu verzeichnen. Mit den Kraftwerken Werne und Elberfeld sind 2019 beispielsweise zwei weitere Steinkohlekraftwerke endgültig stillgelegt worden; mit dem Heizkraftwerk 2 der Energieversorgung Oberhausen AG oder Block E des Heizkraftwerks Lausward gingen im selben Jahr auch zwei Erdgaskraftwerke vom Netz. Block C des Braunkohlekraftwerks Neurath wurde am 1. Oktober 2019 in die Sicherheitsbereitschaft überführt (BUNDESNETZAGENTUR 2021, Abbildung 13). Auf Bundesebene sind die Emissionen der Energiewirtschaft im gleichen Zeitraum um 15,4 % gesunken (UBA 2021a).



Abbildung 13: Auf den Sektor 1A1 Energiewirtschaft entfallen mit 102,2 Mio. t CO_{2eq} knapp 50 % der Emissionen im Berichtsjahr 2019. Unter anderem durch die Überführung großer Kraftwerksblöcke in die Sicherheitsbereitschaft konnten die Emissionen erneut um rund 21 % reduziert werden (Quelle: Panthermedia/pitnick).

2.4.2 Industrie

Die beachtliche Reduzierung der Emissionen im Sektor Industrie seit 1990 ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen, insbesondere sind hier zu nennen (UBA 2019):

- 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,
- Umstellung im Mix der eingesetzten Brennstoffe und zunehmender Einsatz von Ersatzbrennstoffen mit biogenem Anteil, beispielsweise in der Zementindustrie.

Die Emissionen im Sektor Industrie, insbesondere in der mineralischen, chemischen und Metallindustrie, spiegeln den Produktionsindex der Branche und sind stark an das Produktionsniveau gekoppelt. Das Jahr 2019 war durch ein schwaches Wirtschaftswachstum geprägt. Der konjunkturelle Abschwung traf vornehmlich das produzierende Gewerbe. Auch Wirtschaftszweige, die entweder selbst einen Großteil ihrer Produktion im Ausland absetzen oder als Vorleistungslieferant für exportabhängige Sektoren tätig sind, waren von Exportrückgängen betroffen (AG ENERGIEBILANZEN 2020). Ein Rückgang der Produktionsindices in NRW gibt diese wirtschaftliche Entwicklung wider (INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN 2019a-c, 2020a) und geht mit entsprechenden Emissionsminderungen in den Wirtschaftszweigen einher (Tabelle 12).

Tabelle 12: Produktionsindices und einhergehende Emissionsveränderungen der Industriezweige in den Jahren 2018 und 2019

Sektor	Branche	Produktionsindex 2018	Produktionsindex 2019	Veränderung Emissionen ggü. 2018
1A2a/2C	Eisen und Stahl	99,9	92,3	▼ -8,1 %
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	99,9	92,3	▼ -5,2 %
1A2c/2B	Chemische Industrie	100,1	96,7	▼ -4,1 %
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	99,0	98,7	▼ -10,2 %
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	101,9	104,3	▼ -4,6 %
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	95,5	79,6	▼ -5,5 %
1A2m	Sonstige	102,9	101,9	▼ -0,8 %

Für den Sektor Industrie (ohne Produktanwendungen) ergibt sich deutschlandweit seit 1990 eine Emissionsminderung um rund 36 % (UBA 2021c). In Nordrhein-Westfalen wird dieser bundesweite Emissionsrückgang im Sektor Industrie 2019 mit rund 45,8 % im Vergleich zu 1990 noch überschritten. Zwischen den Jahren 2010 und 2018 bewegten sich die Emissionen dieses Sektors auf etwa gleichbleibendem Niveau. Erst im Jahr 2019 ist in Nordrhein-Westfalen wieder eine Emissionsminderung von 6,2 % gegenüber dem Vorjahr zu beobachten. Bundesweit sind die Emissionen im industriellen Bereich im gleichen Zeitraum um 1,3 % gesunken (UBA 2021c).

2.4.3 Verkehr

Bei den Emissionen des Verkehrs, die mit einem Anteil von rund 90 % vom Straßenverkehr dominiert werden (Abbildung 14), 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, einen Anstieg der Kraftstoffpreise sowie eine Verschiebung der Neuzulassungen zugunsten von Dieselfahrzeugen zurückzuführen ist. Die CO₂-Emissionen sind direkt vom Kraftstoffverbrauch abhängig. So macht sich in der Zeitreihe der allmählich sinkende spezifische Verbrauch der Kraftfahrzeuge bemerkbar. Durch technische Neuerung im Bereich der Katalysatoren sind auch die N₂O-Emissionen gegenüber 1990 deutlich gesunken. Zwischen 2007 und 2012 zeigte sich eine etwa gleichbleibende, ab 2016 sogar wieder eine leicht ansteigende Tendenz der Emissionen. Im Jahr 2018 sind die Emissionen im Verkehrssektor erstmalig wieder gesunken. Diese Emissionsentwicklung setzt sich auch im Berichtsjahr 2019 fort. Im Verkehrssektor sind im Jahr 2019 Emissionsminderungen von rund 3,8 % gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen, im Straßenverkehr sind die Emissionen um etwa 4,3 % gesunken. Die Verkehrs-Emissionen liegen damit 2019 in Nordrhein-Westfalen rund 4,8 Mio. t CO_{2eq} bzw. rund 13,2 % unter dem Emissionsniveau von 1990. Im bundesdeutschen Vergleich sind die Verkehrs-Emissionen zwischen 2018 und 2019 geringfügig um rund 1,2 % gestiegen und sind damit etwa auf dem Stand von 1990 (UBA 2021a).

In Nordrhein-Westfalen sind die größten Emissionsminderungen mit 8,0 % im Bereich der Busse zu verzeichnen. Der Bestand an Kraftomnibussen ist gemäß KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2020) in NRW zwischen 2018 und 2019 nahezu konstant geblieben. Für leichte Nutzfahrzeuge ist eine Emissionsminderung von 5,3 % dokumentiert. Krafträder, Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen hatten mit 2,7 % bzw. jeweils 2,6 % nur leichte Emissionsminderungen zu verbuchen. Der Bestand an Krafträdern hat sich im Berichtszeitraum um rund 1,2 % erhöht, die Anzahl an Lastkraftwagen hat in NRW um rund 4,0 % zugenommen. Die Anzahl gemeldeter Sattelzugmaschinen ist zwischen 2018 und 2019 nahezu konstant geblieben (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2020).

Der Fahrzeugbestand in Nordrhein-Westfalen zeigt auch im Jahr 2019 einen positiven Trend und die geschilderten Emissionsminderungen im Bereich Straßenverkehr spiegeln sich nicht in den Bestandszahlen des Kraftfahrzeugbundesamtes wider. Der Bestand an Personenkraftwagen ist im Jahr 2019 in Nordrhein-Westfalen um rund 1,5 % gestiegen. Mit Stand 1. Januar 2020 waren in Nordrhein-Westfalen 10.232.556 Personenkraftwagen zugelassen (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2020). Trotz der gestiegenen Fahrzeugbestandszahlen, einer Zunahme der Fahrleistungen sowie einer seit Jahren stetig zunehmenden durchschnittlichen Motorleistung, sind die Gründe für die bilanzierten Emissionsminderungen in motortechnischen Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte sowie durch verbesserte Kraftstoffqualitäten zu suchen. Auch die Zahl der zugelassenen Hybrid- und Elektrofahrzeuge hat sich im Jahr 2019 noch einmal deutlich gesteigert. Hybridfahrzeuge konnten zwischen 2018 und 2019 einen Zuwachs von 60,8 % verzeichnen, im Bereich der Elektrofahrzeuge ist im gleichen Zeitraum ein Zuwachs an Neuzulassungen von 83,0 % dokumentiert (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2019, 2020).



Abbildung 14: Die Emissionen des Straßenverkehrs dominieren den Verkehrssektor. Der größte Anteil der Emissionen entfällt mit 19,8 Mio. t CO_{2eq} auf Personenkraftwagen, gefolgt von Last- und Sattelzügen mit 4,3 Mio. t CO_{2eq} (Quelle: Panthermedia/xxlphoto).

Die Entwicklung des Güterverkehrs zeigt in NRW in den vergangenen zehn Jahren eine negative Tendenz. Der Güterumschlag ist zwischen 2000 und 2016 um rund 21 % zurückgegangen. Dies trifft insbesondere den innerdeutschen Güterverkehr (VM NRW 2019). Die Emissionen im Schienerverkehr spiegeln diese Entwicklung wider und sind mit einer Reduktion von -12,5 % gegenüber dem Vorjahr auch im Berichtsjahr 2019 weiterhin rückläufig. Im Schiffsverkehr bleiben die Emissionen im Jahr 2019 im Vergleich zum Jahr 2018 weitestgehend konstant (-0,6 %). Dies entspricht auch der Menge an umgeschlagenen Gütern an den nordrhein-westfälischen Binnenhäfen, die zwischen den Jahren eine gleichbleibende Tendenz zeigt (INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN 2020b). Die Emissionen im Flugverkehr sind im Jahr 2019 um rund 18 % gestiegen. Diese Entwicklung liegt überwiegend in einer leichten Zunahme der Fluggastzahlen an den nordrhein-westfälischen Flughäfen begründet (STATISTISCHES BUNDESAMT 2020).

2.4.4 Haushalte und Kleinverbraucher

Die Emissionen der Haushalte und Kleinverbraucher werden zum großen Teil vom Raumwärme- und Warmwasserbedarf geprägt, so dass sich in den Werten in besonderem Maße der Wärmebedarf der jeweiligen Jahre aufgrund der Witterung widerspiegelt. Außerdem spielt insbesondere beim Heizöl auch das Kaufverhalten eine wichtige Rolle, da beim Öl in der Energiebilanz nicht der jährliche Verbrauch, sondern die verkaufte Menge bilanziert wird. Mit einer Zunahme von 15,5 % entwickelte sich der Absatz von leichtem Heizöl positiv. Dabei handelt es sich vor allem um eine Aufstockung der Heizölbestände bei den privaten Haushalten und weniger um Verbrauchssteigerungen. Dies dürfte insbesondere auf die im Jahr 2019 verglichen mit dem Vorjahr nur geringfügig kühlere Witterung, leicht gesunkene Preise und weiter fortschreitenden Effizienzverbesserungen zurückzuführen sein. Letzteres ergibt sich aus dem Einsatz moderner Öl-Brennwertheizungen sowie der Substitution ölbefuehrter Heizungsanlagen z. B. durch Wärmepumpen oder Erdgas-Brennwertgeräte. Der Erdgasverbrauch der privaten Haushalte sowie Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe ist gemäß der AG ENERGIEBILANZEN (2019) um ca. 0,6 % gestiegen. Ursächlich hierfür ist vor allem die kühlere Witterung des ersten Halbjahres 2019, die zeitweise deutlich kühler als im Vorjahreszeitraum war (Abbildung 15). Insgesamt ist die Bevölkerung zwischen 2018 und 2019 in Deutschland leicht angestiegen. Diese demografische Entwicklung dürfte im Jahr 2019 verbrauchssteigernd auf den Energieverbrauch gewirkt haben, wenngleich ihr Einfluss eher von untergeordneter Bedeutung gewesen sein dürfte (AG ENERGIEBILANZEN 2020).

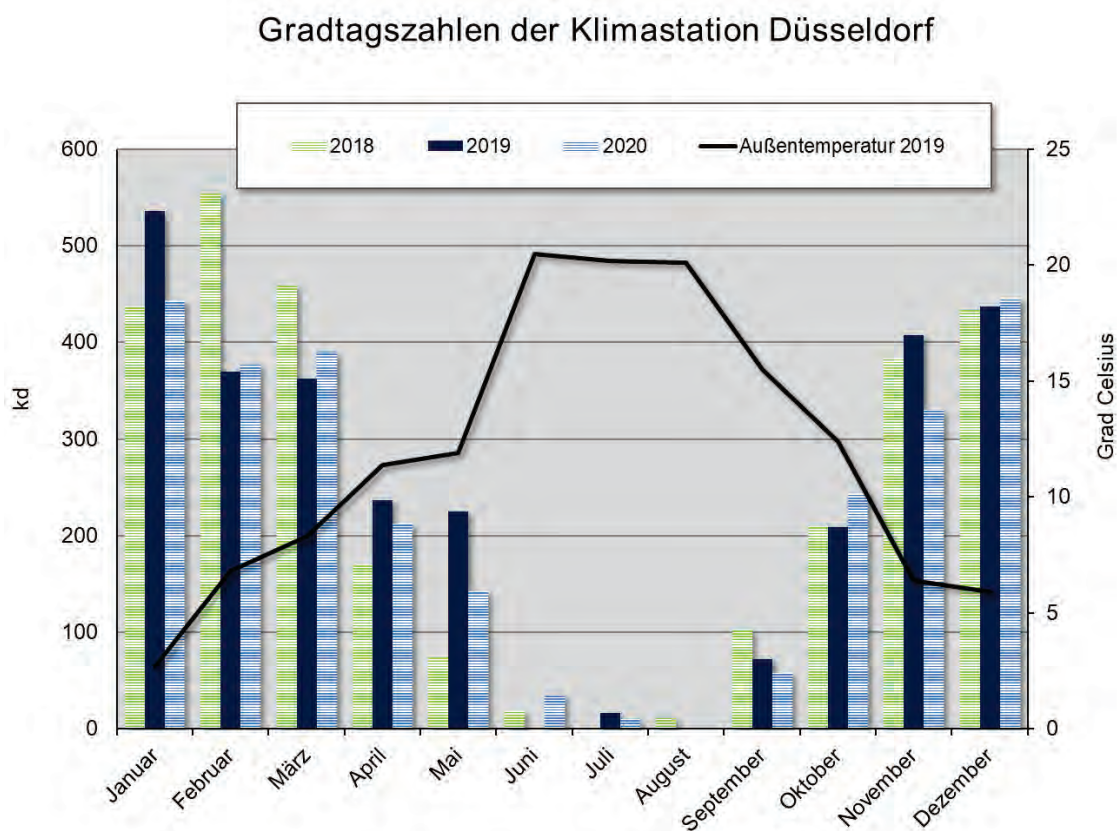


Abbildung 15: Zeitreihe der Gradtagszahlen der Klimastation Düsseldorf. Zur Ermittlung der Gradtagszahl eines Monats werden die an Heiztagen auftretenden Differenzen zwischen der Raumtemperatur und dem Tagesmittel der Außenlufttemperatur erfasst und aufsummiert (IWU 2021).

2.4.5 Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen

Im Sektor flüchtigen Emissionen aus Brennstoffen sind seit dem Jahr 1990 deutliche Emissionsminderungen um ca. 85,1 % zu verzeichnen. Auch bundesweit sind die Emissionen im gleichen Zeitraum um rund 81,1 % gesunken (UBA 2021c). Hier spielt der Rückgang der Grubengasemissionen (Methan) aus aktiven Steinkohlezechen aufgrund der zahlreichen Stilllegungen eine entscheidende Rolle. Im Dezember 2018 wurde auf der Zeche Prosper Haniel die Förderung auf der letzten Steinkohlezeche Deutschlands eingestellt. Auch nach der Stilllegung eines Bergwerks kann aus dem Nebengestein und der noch anstehenden Kohle Methan in die Grubenbaue entweichen und durch das Deckgebirge sowie durch Schachtanlagen zu Tage dringen (UBA 2021b). Für das Jahr 2019 konnte eine leichte Emissionszunahme um rund 4,9 % gegenüber dem Vorjahr ermittelt werden.

2.4.6 Produktanwendungen/ Sonstige

Im Bereich Produktanwendung/Sonstige ist eine 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. Seit 1990 sind die Emissionen in diesem Sektor in Nordrhein-Westfalen um rund 15 % gestiegen. Auf Bundesebene sind die Emissionen dieses Sektors im gleichen Zeitraum um rund 51,6 % gesunken (UBA 2021c). Im Jahr 2019 war auch in Nordrhein-Westfalen eine leichte Emissionsminderung um etwa 4,5 % gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen.

2.4.7 Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft zeigt sich über die Zeit eine moderat negative Emissionsentwicklung. Die Gesamtemissionen aus der Landwirtschaft sanken von 8,1 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 1990 auf rund 6,8 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2006. Nach einem Emissionsanstieg um insgesamt bis zu 800.000 t CO_{2eq} bis ins Jahr 2015, ist erneut eine kontinuierliche Reduktion der Emissionen dieses Sektors zu beobachten (Abbildung 16). Im Jahr 2019 liegen die Landwirtschaftsemissionen bei 7,2 Mio. t CO_{2eq}. Insgesamt ergibt sich von 1990 bis 2019 im Sektor Landwirtschaft eine Emissionsminderung von 12,2 %. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Landwirtschaftsemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019 um etwa 1,4 % gesunken.

Die bilanzierten Emissionsminderungen sind dem Thünen Report (TI 2021) folgend einer Abnahme der Methanemissionen aus Verdauungsvorgängen sowie der Güllewirtschaft und einer Abnahme der Lachgas-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden zuzuschreiben. Ursächlich ist überwiegend ein Rückgang der Tierzahlen in der Viehhaltung. Ab Mitte der 2000er Jahre ist dieser Rückgang insbesondere auf die begrenzende Wirkung der Milchquotenregelung zurückzuführen. Die Aufhebung der Milchquotenregelung im Jahr 2015 hat einen entsprechenden Wiederanstieg der Emissionen zur Folge. Emissionssteigernd wirkt sich auch die Zunahme der Milchleistung aus. Emissionszunahmen sind zudem im Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden durch die Vergärung von Energiepflanzen, durch Kalkung sowie aus Harnstoffanwendungen zu verzeichnen. Obwohl der zunehmende Einsatz von Wirtschaftsdüngern (Gülle und Mist) in Biogasanlagen zu einer Reduzierung der Methanemissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung beigetragen hat, führte eine vermehr-

te Stickstoffdüngung ab Mitte der 2000er Jahre zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen. Dies liegt vor allem in der Ausbringung zunehmend größerer Gärrestmengen (u. a. Energiepflanzen) und einem steigenden Harnstoffanteil begründet (TI 2021).

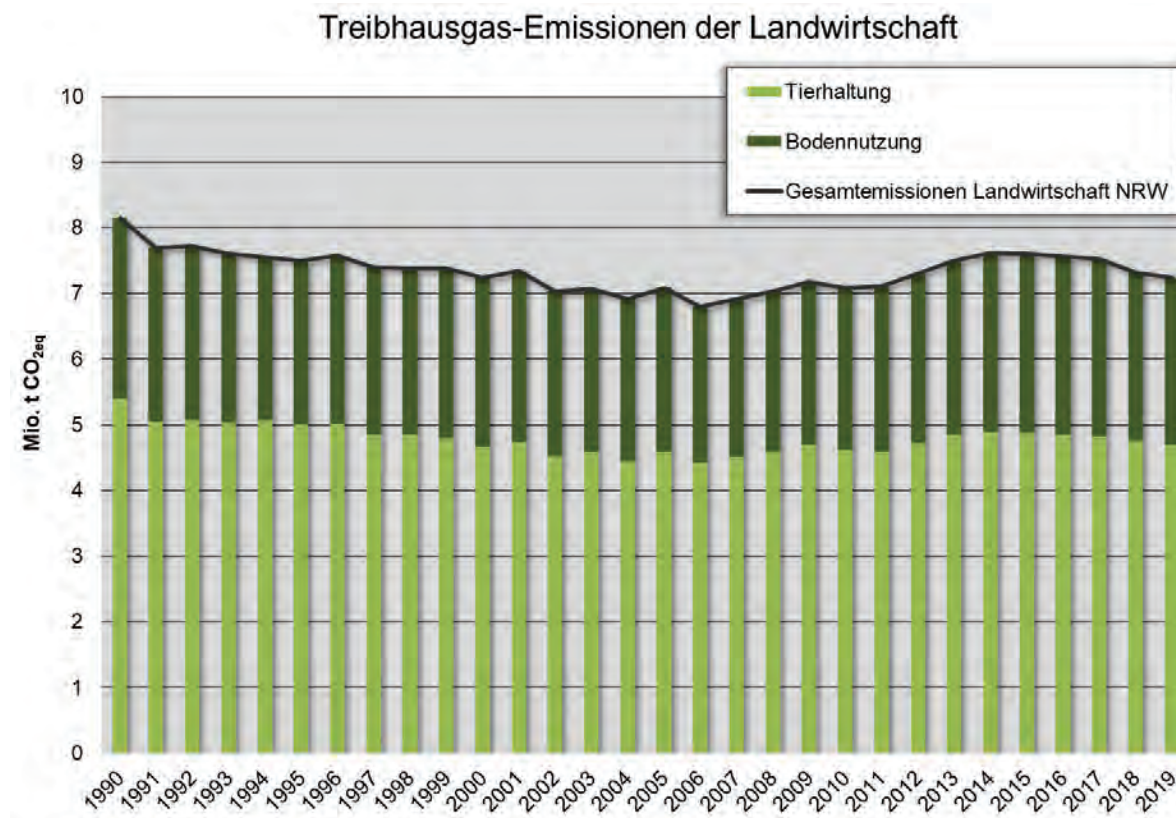


Abbildung 16: Zeitreihe der Emissionen des Sektors Landwirtschaft der Jahre 1990 bis 2019 differenziert nach Emissionen aus der Tierhaltung (hellgrün) und der Bodennutzung (dunkelgrün). Quelle: TI 2021

2.4.8 Abfall

Im Sektor Abfall sind seit 1990 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. Darunter fallen unter anderem das verstärkte Recycling wiederverwertbarer Stoffe sowie die mechanisch-biologische Abfallbehandlung biologisch abbaubarer Abfälle, was zu einer deutlichen Verringerung der jährlich deponierten Abfallmengen und damit Minderung an Deponiegasen geführt hat. Seit 1990 haben sich die Emissionen dieses Sektors bundesweit um 75,8 % reduziert (UBA 2021d). In Nordrhein-Westfalen sind die Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um rund 90,4 % gesunken. Auch bezogen auf das Jahr 2018 ist eine Emissionsminderung im Abfallbereich um etwa 8,4 % zu verzeichnen.

Tabelle 13: Zeitreihe der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005) und LANUV NRW)

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
in Gg (1.000 t) CO₂-Äquivalente									
Energiewirtschaft	159.368	164.793	159.174	174.393	179.440	185.586	176.223	157.578	167.249
Industrie	94.345	80.144	70.790	62.670	63.462	62.398	60.275	47.456	56.986
Verkehr	36.221	38.299	39.842	36.663	36.133	35.077	34.996	34.476	32.617
Haushalte / Kleinverbrauch	37.272	43.590	40.894	35.715	37.846	29.658	37.500	34.776	33.420
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	23.386	17.648	14.060	7.117	6.411	6.175	6.076	4.549	4.306
Produktanwendungen/ Sonstige	3.506	4.266	3.642	3.617	3.655	3.642	3.579	3.618	3.620
Landwirtschaft	8.146	7.500	7.239	7.089	6.803	6.920	7.036	7.178	7.080
Abfall	5.182	3.724	2.360	1.819	1.517	1.220	1.086	1.023	936
Gesamtemissionen	367.426	359.964	338.000	329.083	335.286	330.676	326.770	290.654	306.214

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 vorl.
in Gg (1.000 t) CO₂-Äquivalente										
Energiewirtschaft	166.637	168.925	170.259	160.896	150.925	150.376	138.277	130.072	102.199	86.517
Industrie	55.292	53.560	54.576	54.468	54.654	54.442	54.692	54.510	51.135	46.946
Verkehr	33.034	33.058	31.890	32.248	32.260	33.363	33.654	32.665	31.422	27.815
Haushalte / Kleinverbrauch	28.648	28.602	31.984	29.012	29.876	30.268	31.945	28.266	28.509	27.711
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	4.141	4.834	4.967	4.118	4.463	3.827	4.012	3.327	3.490	3.490
Produktanwendungen/ Sonstige	3.689	3.696	3.709	3.712	3.839	3.883	3.752	4.223	4.034	4.034
Landwirtschaft	7.106	7.303	7.496	7.614	7.602	7.559	7.526	7.319	7.238	6.478
Abfall	871	811	727	696	633	598	604	540	495	495
Gesamtemissionen	299.418	300.791	305.609	292.763	284.253	284.316	274.462	260.922	228.523	203.486

2.5 Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen (EU-ETS) in Nordrhein-Westfalen

Der überwiegende Anteil an den Emissionen in NRW entsteht in emissionshandelspflichtigen Anlagen (DEHST 2021). Im Jahr 2019 entfielen mit rund 145 Mio. t CO_{2eq} circa 64 % der Gesamtemissionen auf Anlagen des europäischen Emissionshandels (EU-ETS). Somit werden knapp zwei Drittel aller in Nordrhein-Westfalen entstehenden Emissionen durch das Instrument des europäischen Emissionshandels erfasst.

In Nordrhein-Westfalen waren im Jahr 2019 500 Anlagen berichtspflichtig. Die Mehrzahl der emissionshandelspflichtigen Anlagen gehört der chemischen Industrie sowie der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung an. Im Jahr 2019 wurden 147 Anlagen dem Sektor 1A2c (chemische Industrie) und 122 Anlagen dem Sektor 1A1a (Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung) zugerechnet (DEHST 2021). Zusammen repräsentieren diese beiden Sektoren mehr als 50 % der hiesigen EU-ETS-Anlagen. Weitere bedeutende Sektoren sind in Nordrhein-Westfalen mit 65 Anlagen die mineralverarbeitende Industrie sowie mit 56 Anlagen die Stahlindustrie (Tabelle 14).

Tabelle 14: Anzahl sowie Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019 (DEHST 2021)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Anzahl Anlagen	CO _{2eq} in Gg (1000 t)	Anteil %
1A1	Energiewirtschaft	147	97.651	67,4
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	122	85.268	58,8
1A1b	Raffinerien	4	7.228	5,0
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	21	5.155	3,6
1A2	Industrie	353	47.305	32,6
1A2a	Eisen und Stahl	56	19.721	13,6
1A2b	Nichteisen-Metalle	20	1.409	1,0
1A2c	Chemische Industrie	147	13.742	9,5
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	28	1.431	1,0
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	21	906	0,6
1A2f	Nichtmetallische Minerale	65	9.899	6,8
1A2m	Sonstige	16	197	0,1
Gesamt VET		500	144.956	100

Seit Beginn des Emissionshandels im Jahr 2005 sind die Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen um rund 32 % gesunken. Emissionsminderungen sind auf Grund effizienzsteigernder Maßnahmen sowie einer verminderten Verbrennung fossiler Rohstoffe überwiegend im Bereich der Wärmeerzeugung zu finden, während Industriezweige wie Eisen- und Stahl oder die Papierbranche über die vergangenen 14 Jahre einen Zuwachs an Emissionen aufweisen. Die Emissionsentwicklung der ersten (2005-2007), zweiten (2008-2012)

und dritten Handelsperiode (2013-2020) ist auf Grund von Änderungen im Anwendungsbe- reich jedoch nicht direkt vergleichbar.

In der dritten Handelsperiode sind die Emissionen um rund 70 Mio. t CO_{2eq} gesunken, d. h. im Jahr 2019 lagen die Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Nordrhein- Westfalen um etwa 33 % unterhalb des Wertes von 2013 (Abbildung 17). Im Jahr 2019 emittierten die rund 500 in Nordrhein-Westfalen erfassten EU-ETS-Anlagen rund 145 Mio. t CO_{2eq}. Dabei wurden rund 59 % der Emissionen, d. h. rund 85 Mio. t CO_{2eq} von Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken der öffentlichen Strom- und Wärmeversor- gung verursacht. Weitere rund 20 Mio. t CO_{2eq} gingen zu Lasten der Eisen- und Stahlindus- trie (Tabelle 14). Große Emissionsmengen entstanden zudem mit rund 14 Mio. t CO_{2eq} im Bereich der chemischen Industrie sowie mit rund 10 Mio. t CO_{2eq} bei der Verarbeitung Nicht- Metallischer Minerale (u. a. Zement, Kalk, Glas).

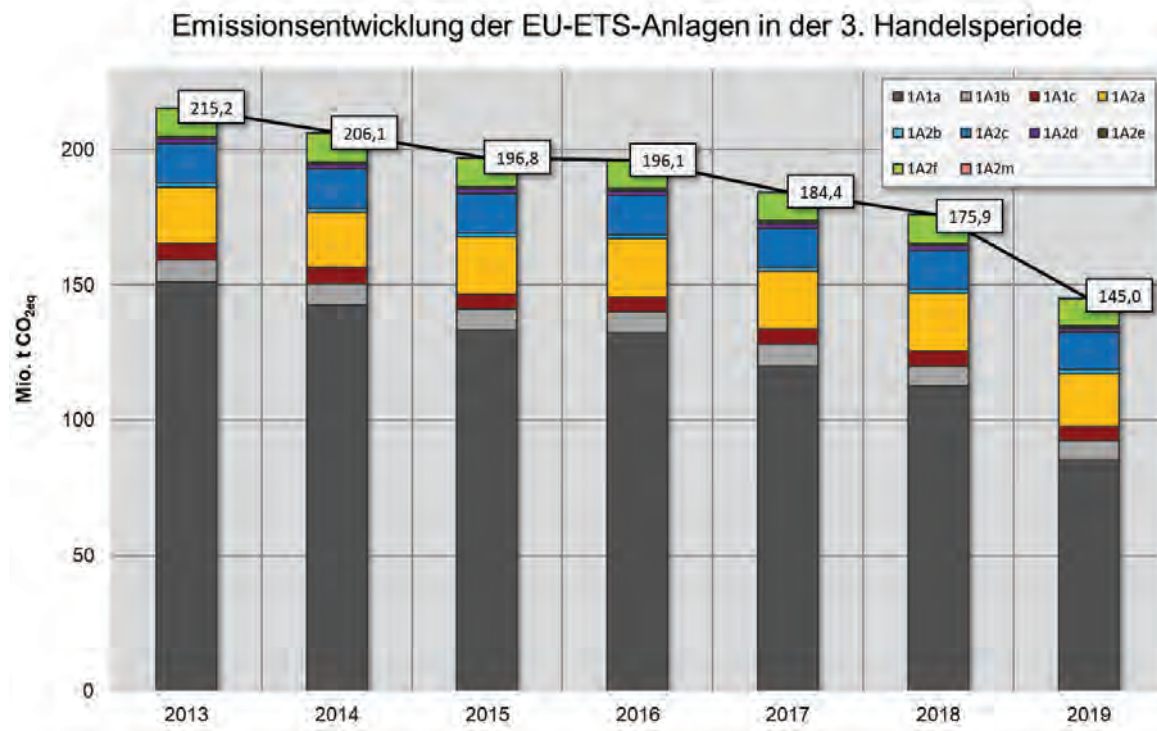


Abbildung 17: Emissionsentwicklung der emissionshandelspflichtigen in Nordrhein-Westfalen in der dritten Handelsperiode unterteilt in die Sektoren 1A1a Öffentliche Strom und Wärmeversorgung, 1A1b Raffinerien, 1A1c Sonstige Energieindustrie, 1A2a Eisen und Stahl, 1A2b Nichteisen-Metalle, 1A2c Chemische Industrie, 1A2d Zellstoff, Papier, Druck, 1A2e Nahrungsmittel, 1A2f Nichtmetallische Minerale und 1A2m Sonstige Industrie. Dargestellt sind zudem die Gesamtemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in NRW im jeweiligen Berichtsjahr (hellgraue Kästen).

In Analogie zu den Berichten über die emissionshandelspflichtigen Treibhausgasemissionen von stationären Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Berichte) der DEHST (2021) sind in der folgenden Tabelle 15 die zehn größten Emittenten in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019 dargestellt. Sieben Anlagen sind Kraftwerke der Energieerzeugung, drei Anlagen werden der Eisen- und Stahlindustrie zugeordnet oder sind Raffinerien. Insgesamt verursachen diese zehn Anlagen mit rund 83,3 Mio. t CO_{2eq} etwas über die Hälfte (57,4 %) der emissions-

handelspflichtigen Emissionen im stationären Bereich und etwas über ein Drittel (36,4 %) der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens.

Tabelle 15: Die zehn größten EU-ETS-Anlagen in Nordrhein-Westfalen nach Emissionen im Jahr 2019 (DEHSt 2021)

Anlage (Betreiber)	IPCC-Sektor	CO _{2eq} in Gg (1000 t)	Veränderung ggü. 2018	
Kraftwerk Neurath (RWE Power AG)	1A1a	22.597	▼	- 29,7 %
Kraftwerk Niederaußem (RWE Power AG)	1A1a	18.425	▼	- 28,9 %
Kraftwerk Weißweiler (RWE Power AG)	1A1a	13.297	▼	- 20,8 %
Integriertes Hüttenwerk Duisburg (ThyssenKrupp Steel Europe AG)	1A2a	7.818	▼	- 6,2 %
Werk Duisburg-Huckingen, Glocke (HKM Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH)	1A2a	5.108	▲	+ 4,3 %
Kraftwerk Scholven (Uniper Kraftwerke GmbH)	1A1a	4.064	▼	- 5,0 %
Kraftwerk Hamborn (RWE Generation SE)	1A1a	3.143	▲	+ 21,5 %
Heizkraftwerk Walsum (STEAG GmbH)	1A1a	3.087	▼	- 7,0 %
Werk Scholven - CO ₂ -Glocke (Ruhr Oel GmbH)	1A1b	3.008	▲	+ 5,2 %
Kohlekraftwerk Lünen – TKL (Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG)	1A1a	2.712	▼	- 14,9 %
Gesamt		83.261	▼	- 20,2 %

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 – 2019 (UBA 2021a). Der Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF, Land-use, Land-use change and forestry) wird dabei nicht berücksichtigt.

Tabelle 16: Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2019 (UBA 2021a, LANUV NRW)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	NRW 2019	Deutschland 2019	Anteil NRW
		Mio. t CO ₂ -Äquivalente		%
1A1	Energiewirtschaft	102,2	249,7	40,9
1A2 + 2A-C	Industrie	51,1	170,6	30,0
1A3	Verkehr	31,4	165,5	19,0
1A4-5	Haushalte / Kleinverbrauch	28,5	129,6	22,0
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	3,5	7,1	49,3
2D-2H	Produktanwendungen / Sonstige	4,0	16,2	24,7
3	Landwirtschaft	7,2	61,8	11,7
5	Abfall	0,5	9,2	5,4
	Gesamtemissionen	228,5	809,8	28,2

Mit Emissionen in Höhe von 228,5 Mio. t CO_{2eq} liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 28,2 % (Abbildung 18, Tabelle 16). Insbesondere die Sektoren Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen mit rund 49 % der bundesdeutschen Emissionen, Energiewirtschaft (40,9 %) und Industrie (30,0 %) weisen einen 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 ehemalige Steinkohleförderung und die Stein- und Braunkohleverstromung zurückzuführen. In Nordrhein-Westfalen finden etwa 25 % der bundesdeutschen Stromerzeugung statt (LAK ENERGIEBILANZEN 2021).

Die Anteile der Sektoren Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbraucher liegen im Bereich von 19 bzw. 22 % und somit erwartungsgemäß in der Größenordnung des Bevölkerungsanteils Nordrhein-Westfalens von etwa 22 % (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER 2021). Die Sektoren Landwirtschaft und Abfall tragen mit 11,7 % bzw. 5,4 % zu den deutschen Emissionen bei.

THG-Emissionen Nordrhein-Westfalens im Vergleich mit der BRD

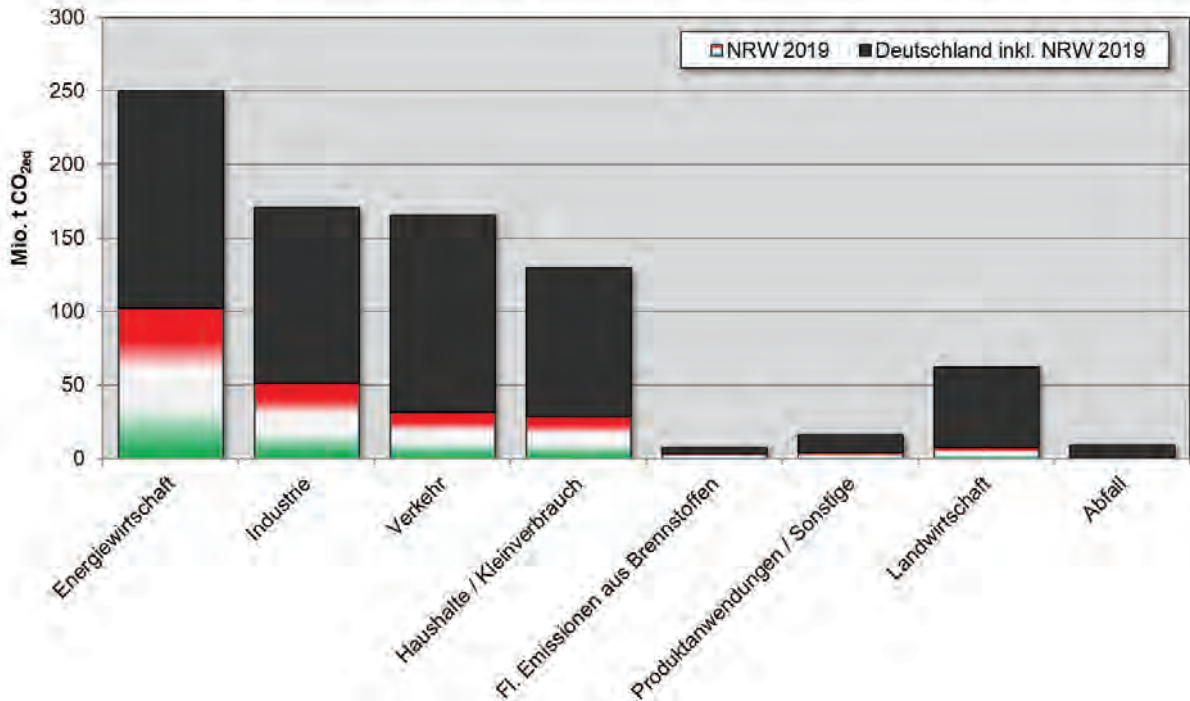


Abbildung 18: Anteil der THG-Emissionen Nordrhein-Westfalens an den Gesamtemissionen der BRD im Jahr 2019 in den einzelnen Sektoren. Im Durchschnitt liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 28,2 % (Quelle: UBA 2021a, LANUV NRW, eigene Darstellung).

3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 27 EU-Staaten und dem Vereinigten Königreich

Deutschland und die europäische Union gehören zu den größten Treibhausgas-Emittenten weltweit (Abbildung 19). Im europäischen Vergleich liegt Deutschland im Jahr 2019 mit CO₂-Emissionen in Höhe von insgesamt 702,6 Mio. t deutlich auf Rang 1, gefolgt vom Vereinigten Königreich, Italien, Polen, Frankreich und Spanien (CRIPPA ET AL. 2020). Wird Nordrhein-Westfalen in die Reihe der Mitgliedstaaten einsortiert, folgt es mit 212,2 Mio. t CO₂ an 7. Stelle (Abbildung 19). Insgesamt emittieren die 27 EU-Staaten und das Vereinigte Königreich (EU 27 + UK) im Jahr 2019 etwa 3,3 Milliarden t CO₂. Mit rund 26 % entsteht etwa ein Viertel dieser Menge an fossilem CO₂ in der Bundesrepublik Deutschland.

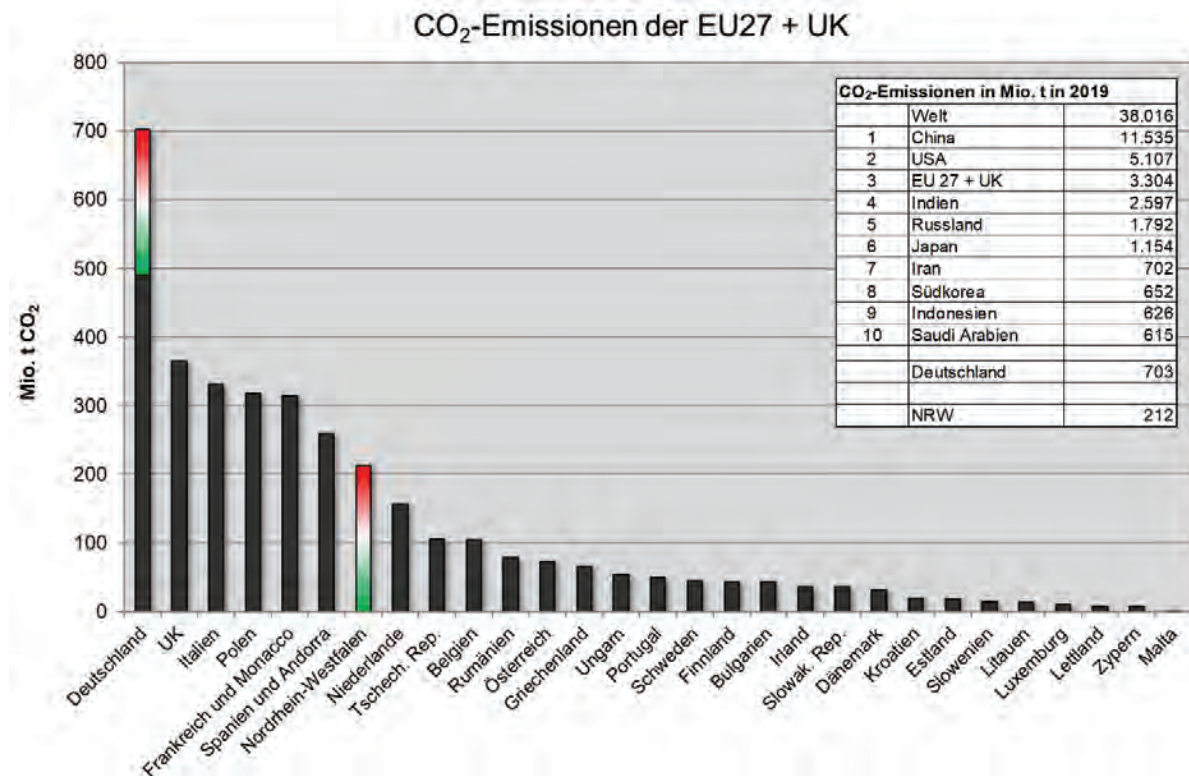


Abbildung 19: Vergleichende Darstellung der CO₂-Emissionen der EU 27 + UK, NRW und der zehn größten Emittenten weltweit im Jahr 2019 (Quelle: CRIPPA et al. 2020, eigene Darstellung).

Die EU 27 + UK haben im Jahr 2019 ihre Gesamt-Emissionen um etwa 3,9 % gegenüber dem Vorjahr reduziert (Abbildung 20). Seit 1990 sind die Emissionen aus fossilem CO₂ europaweit in den einzelnen Sektoren um bis zu 40 % gesunken. Einzige Ausnahme bildet der Verkehrssektor, dessen Emissionen steigen (CRIPPA et al. 2020). Die prozentuale Zu- bzw. Abnahme der CO₂-Emissionen zwischen den Jahren 2018 und 2019 differiert stark zwischen den Mitgliedstaaten. Sie rangiert zwischen einer Emissionsminderung von - 31,1 % für Malta und einer Emissionssteigerung von + 7,2 % für Lettland (CRIPPA ET AL. 2020).

Die Emissionsminderung von Deutschland überschreitet mit rund 5,7 % gegenüber dem Jahr 2018 den Wert der EU 27 + UK deutlich und liegt im europäischen Vergleich im oberen Mittelfeld. Nordrhein-Westfalen hat seine Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2019 um rund

12,4 % gegenüber dem Vorjahr reduziert und kann so die doppelte, bzw. dreifache Menge an Emissionsminderungen aufweisen wie Deutschland oder die EU 27 + UK im gleichen Zeitraum (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2021, UBA 2021a, Abbildung 20).

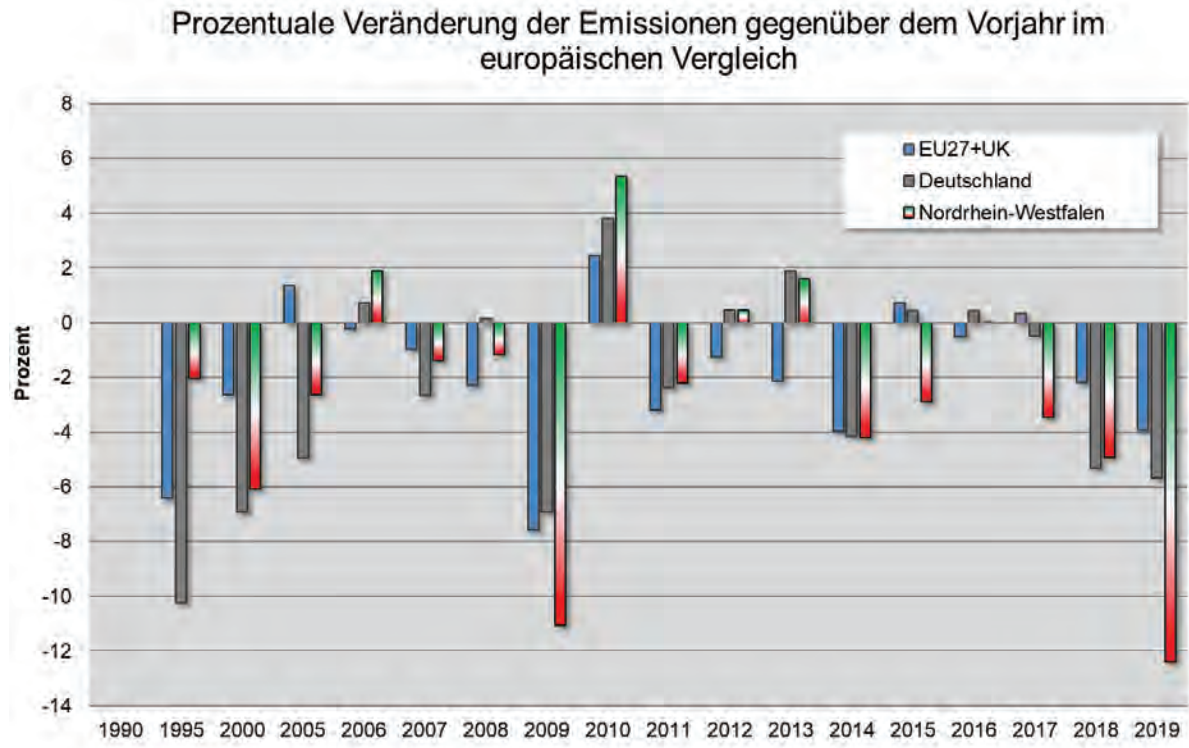


Abbildung 20: Prozentuale Zu-, bzw. Abnahme der Treibhausgas-Emissionen der EU 27 + UK, Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland jeweils im Vergleich zum Vorjahr (Quelle: EEA, UBA, eigene Darstellung).

Global kann auch im Jahr 2019 ein Anstieg der Emissionen festgestellt werden (CRIPPA ET AL. 2020). Im Vergleich zum Vorjahr ist weltweit ein leichter Emissionsanstieg von 0,3 % dokumentiert. Zum Vergleich sind in Abbildung 19 die CO₂-Emissionen der weltweit größten Emittenten des Jahres 2019 angegeben. Weltweit wurden im Jahr 2019 etwa 38,0 Milliarden t CO₂ emittiert. Die EDGAR Zeitreihe der weltweiten CO₂-Emissionen der Europäischen Union zeigt, dass aus der Reihe der großen Industrienationen nur die Emissionen der Europäischen Union sowie Russlands den Wert des Basisjahres 1990 unterschritten haben (CRIPPA ET AL. 2020). Während die EU 27 + UK ihre Emissionen wie oben beschrieben auch im Jahr 2019 weiter senken konnten und im Berichtsjahr rund 25 % ihrer fossilen CO₂-Emissionen gegenüber 1990 eingespart haben, liegen die Emissionen der USA und Russlands auch 2019 mit rund 1 % noch leicht über dem Emissionsniveau von 1990. Im Vergleich zu 2018 sind die Emissionen in den USA um 3,2 % gesunken, Russland hat Emissionssteigerungen von 2,5 % zu verzeichnen. Besonders aufstrebende Industrienationen wie Indien und China weisen gegenüber 1990 große Emissionszuwächse auf und emittieren im Jahr 2019 rund die vierfach höhere Menge an Treibhausgasen als 1990. China bleibt auch im Jahr 2019 mit Emissionssteigerungen von rund 2,5 % gegenüber 2018 der weltweit größte Emittent. In Indien sind die CO₂-Emissionsmengen im Jahr 2019 um 0,9 % gegenüber dem Vorjahr gesunken. Deutschland konnte seine CO₂-Emissionen zwischen den Jahren 2018 und 2019 um 6,6 % reduzieren (CRIPPA ET AL. 2020).

4 Ausblick

Das Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 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.

Dieser konservativen Abschätzung folgend werden im Jahr 2020 in Nordrhein-Westfalen voraussichtlich rund 203,5 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert. Im Vergleich zu 1990 entspricht dies einer Emissionsreduktion von voraussichtlich rund 45 % zu damals 367,4 Mio. t CO₂-Äquivalenten.

Tabelle 13 zeigt die Entwicklung seit 1990 einschließlich der vorläufigen Daten für das Jahr 2020. Für die Gesamttendenz der letzten Jahre ab etwa 2010 ist in erster Linie die Entwicklung im Sektor **Energiewirtschaft** maßgeblich. In diesem Sektor ist in den Jahren 2014 und 2015 eine deutliche Reduzierung der Emissionen festzustellen, deren Ursache in einer insgesamt geringeren Auslastung der Kraftwerke und der Stilllegung einiger Kraftwerksblöcke liegt. Im Jahre 2016 wird diese Tendenz unterbrochen, weil nur wenige Kraftwerksblöcke abgeschaltet wurden und auch neue Gaskraftwerke in Betrieb gingen. Im Jahr 2017 sind die Emissionen in der Energiewirtschaft erneut gesunken. Die Reduzierung geht auf Emissionsminderungen im Sektor 1A1a Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung zurück. Diese Reduzierung wird nahezu vollständig durch Steinkohlekraftwerke erbracht. Geringe Beiträge liefern Braunkohle- und Erdgaskraftwerke sowie sonstige Energieerzeugungsanlagen. In den Jahren 2018 und 2019 setzt sich die Entwicklung fort. Durch Stilllegung einiger Kraftwerksblöcke bzw. Überführung in die Sicherheitsbereitschaft sowie durch eine teilweise deutlich geringere Auslastung weiterer Kohlekraftwerke reduzieren sich die Emissionen dieses Sektors weiter deutlich. Zwischen 2019 und 2020 werden die Emissionen im Sektor 1A1a Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung voraussichtlich um ca. 14,8 Mio. t CO_{2eq} sinken, dies entspricht einer Minderung von rund 17 %. Der zu erwartende Rückgang der Emissionen im Jahr 2020 lässt sich überwiegend mit einer Reduzierung der Verstromung fossiler Brennstoffe, u. a. in Folge der Reform des europäischen Emissionshandels, der Stilllegung großer Kraftwerke wie dem Heizkraftwerk Merheim oder Block D des Braunkohlekraftwerks Niederaußem sowie einer insgesamt geringeren Auslastung der Kraftwerke, vor allem durch einen durch die Lockdown-Maßnahmen bedingten Rückgang des Bruttostromverbrauchs, erklären (BUNDESNETZAGENTUR 2021, DEHSt 2021, UBA 2021b). Das Umweltbundesamt sieht zudem einen steigenden Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch als wichtige Ursache für die zu erwartenden Emissionsminderungen. Die verminderte Verstromung von Braunkohle in Kraftwerken der Energiewirtschaft führt zu einer Emissionsminderung von rund 22 %, die Emissionen aus Steinkohlekraftwerken sinken um rund 13 %. Emissionen aus Erdgaskraftwerken zeigen im Jahr 2020 dagegen einen leicht positiven Trend (DEHST 2021). Insgesamt liegen die erwarteten Emissionen des Sektors Energiewirtschaft im Jahr 2020 rund 46 % unter dem Emissionsniveau von 1990.

Die Emissionen im Sektor **Industrie** sind im Jahr 2020 auf schätzungsweise 46,9 Mio. t CO_{2eq} zurückgegangen. Dies entspricht einer Emissionsminderung von

4,2 Mio. t CO_{2eq} gegenüber dem Vorjahr. Bei der Emissionsentwicklung ist zwischen energiebedingten- sowie Prozessemissionen zu unterscheiden: Die energiebedingten Emissionen der Industrie spiegeln die stark gesunkenen Produktionsindizes dieses Sektors wider und sind konjunkturell bedingt um ca. 10 % im Vergleich zu 2019 gesunken. Bei den Prozessemissionen ist insbesondere in der Chemischen Industrie (Ammoniakproduktion) eine Emissionssteigerung um 11,9 % sowie in der Metallproduktion (Aluminiumherstellung) eine Steigerung um 12,9 % zu verzeichnen. Absolut gesehen sind diese Emissionssteigerungen jedoch mit zusammen ca. 0,02 Mio. t CO_{2eq} von untergeordneter Bedeutung. Insgesamt haben sich die Emissionen im Sektor Industrie seit 1990 (damals 94,3 Mio. t CO₂-Äquivalente) etwa halbiert und liegen im Jahr 2020 etwa 8 % unterhalb des Emissionsniveaus des Jahres 2019.

Nach vorläufigen Berechnungen des UBA ist im **Verkehrssektor** im Jahr 2020 eine Emissionsminderung von 11,5 % im Vergleich zum Vorjahr zu erwarten. Damit liegen die Emissionen im Verkehrsbereich 2020 voraussichtlich ca. 23 % unter dem Emissionsniveau von 1990.

Den größten Anteil dieser Minderung führt das UBA auf den ersten Lockdown zu Jahresbeginn zurück. In dieser Zeit verkehrten deutlich weniger Pkw, insbesondere auf Langstrecken. Beleg dafür sind geringere Absatzzahlen für Kraftstoffe und Daten von Zählstellen an Autobahnen und Bundesstraßen. Der Absatz von Ottokraftstoff ist vom Jahr 2019 zum Jahr 2020 um rund 9,3 % gesunken, der Absatz von Dieselmotorkraftstoff reduzierte sich im gleichen Zeitraum um rund 7,7 % (AG ENERGIEBILANZEN 2021). Ein weiterer, jedoch deutlich kleinerer Anteil der Emissionsminderung ist auf technologische Verbesserungen in neuen Pkw-Modellen zurückzuführen. Des Weiteren ist ein weiterer Anstieg an Neuzulassungen von Elektro-Fahrzeugen sowie ein erhöhter Anteil an Biokraftstoffen zu verzeichnen (UBA 2021b). Für den **Straßenverkehr** in Nordrhein-Westfalen entspricht dies einer Minderung von 3,2 Mio. t CO_{2eq} auf insgesamt 24,9 Mio. t CO_{2eq} im Vergleich zum Jahr 2019.

Eine deutliche Emissionsreduktion ist im Jahr 2020 im Bereich des **Flugverkehrs** zu beobachten. Als Folge der Reiseeinschränkungen auf Grund der Corona-Pandemie gingen die Treibhausgas-Emissionen um ca. 62 % zurück, Passagierzahlen sowie Frachtaufkommen an den NRW-Flughäfen verringerten sich gemäß STATISTISCHEM BUNDESAMT (2021) deutlich. Dies entspricht in Nordrhein-Westfalen einer Minderung um 0,3 Mio. t CO_{2eq} auf insgesamt rund 0,2 Mio. t CO_{2eq}.

Im Sektor **Haushalte und Kleinverbraucher** hat das UBA für das Jahr 2020 eine Emissionsminderung von rund 2,8 % abgeschätzt. Eine Ursache für diese Entwicklung ist ein geringerer Brennstoffverbrauch im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Im Bereich der privaten Haushalte sind die Emissionen trotz einer im Vergleich zum Vorjahr mildereren Witterung und einer weiter voranschreitenden Modernisierung von Heizungsanlagen leicht angestiegen (UBA 2021b). Die AG ENERGIEBILANZEN (2021) sieht diesen Emissionsanstieg in der erhöhten Anwesenheit in der eigenen Wohnung (Lockdown/Homeoffice) sowie in Bestandsaufstockungen von Heizöl in Folge niedriger Preise begründet. Im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch wird dem in Summe gesunkenen Energieverbrauch folgend in Nordrhein-Westfalen von einer Reduktion der Emissionen um rund 1,0 Mio. t CO_{2eq} im Vergleich zum Vorjahr ausgegangen. Es ergeben sich für das Jahr 2020 Emissionen in Höhe von insgesamt 27,7 Mio. t CO_{2eq}. Damit liegen die Emissionen in diesem Sektor im Jahr 2020 voraussichtlich ca. 26 % unter dem Emissionsniveau von 1990.

Im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** macht sich die Stilllegung der letzten Steinkohlezechen Deutschlands kaum bemerkbar. Die Emissionen aus der Kohleförderung bleiben voraussichtlich auf dem Vorjahresniveau.

Im Sektor **Landwirtschaft** sind nach vorläufigen Abschätzungen des Thünen Instituts weitere Emissionsminderungen im Bereich der Düngewirtschaft sowie durch verminderte Kalkung und Harnstoffanwendungen zu verzeichnen (UBA 2021c). Die Emissionen sinken um rund 10,5 % von 7,2 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2019 auf 6,5 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2020. Ursächlich sind laut Thünen Institut fortschreitende Verbesserungen in der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger sowie rückläufige Tierzahlen in der Viehhaltung. Damit liegen die Emissionen der Landwirtschaft 2020 voraussichtlich ca. 21 % unter dem Emissionsniveau von 1990.

In den Sektoren **Produktanwendungen/Sonstige und Abfall** sind im Jahr 2020 keine gravierenden Änderungen abzusehen.

Insgesamt ergeben sich daraus für Nordrhein-Westfalen vorläufige Emissionen für das Jahr 2020 von 203,5 Mio. t CO_{2eq}, eine Minderung um rund 25 Mio. t CO_{2eq} bzw. rund 11 % gegenüber 2019. Im Jahr 2020 wird mit einer Emissionsreduktion von rund 45 % gegenüber 1990 ein weiterer Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele des Bundes und des Landes geleistet.

5 Literatur

- AG ENERGIEBILANZEN E.V. (2019): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2018
https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=20&archiv=13&year=2019
- AG ENERGIEBILANZEN E.V. (2020): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2019
https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=20&archiv=13&year=2020
- AG ENERGIEBILANZEN E.V. (2021): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2020
<https://ag-energiebilanzen.de/20-0-Berichte.html>
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (BMU) (2019):
Bundes-Klimaschutzgesetz
<https://www.bmu.de/gesetz/bundes-klimaschutzgesetz/>
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (BMU) (2021):
Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes
<https://www.bmu.de/gesetz/entwurf-eines-ersten-gesetzes-zur-aenderung-des-bundes-klimaschutzgesetzes/>
- BUNDESNETZAGENTUR (2021): Kraftwerkliste Bundesnetzagentur (bundesweit; alle Netz- und Umspannebenen) Stand 19.01.2021
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/start.html
- CRIPPA, M., GUIZZARDI, D., MUNTEAN, M., SCHAAF, E., SOLAZZO, E., MONFORTI-FERRARIO, F., OLIVIER, J.G.J., VIGNATI, E. (2020): Fossil CO2 emissions of all world countries - 2020 Report, EUR 30358 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-21515-8, doi:10.2760/143674, JRC121460.
https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2020
- DEUTSCHE EMISSIONSHANDELSSTELLE (DEHST) (2021): VET-Bericht 2020
https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/Anlagenbetreiber/2013-2020/Berichterstattung-2013-2020/VET-Berichte/vet-berichte_node.html
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2021): EEA greenhouse gases - data viewer
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
- INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT NRW) (2019a): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen Juli 2019
- INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT NRW) (2019b): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen August 2019
- INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT NRW) (2019c): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen Dezember 2019
- INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT NRW) (2020a): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen März 2020

- INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT NRW) (2020b): Statistische Berichte: Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen. Dezember 2019
- INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU) (2021): Energiebilanzen für Gebäude - Gradtagszahlen in Deutschland
<https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/#c205>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2013): IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: Working Group I: The Physical Science Basis
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2019): 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT, BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR LÄNDLICHE RÄUME, WALD UND FISCHEREI (TI) (2020): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2018. Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2020. Thünen-Report 77
<https://www.thuenen.de/de/ak/arbeitsbereiche/emissionsinventare/>
- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT, BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR LÄNDLICHE RÄUME, WALD UND FISCHEREI (TI) (2021): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2019. Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2021. Thünen Report 84, DOI 10.3220/REP1616572444000
<https://www.thuenen.de/de/ak/arbeitsbereiche/emissionsinventare/>
- KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2019): Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2019
https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz1_b_uebersicht.html
- KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2020): Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2020
https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz1_b_uebersicht.html
- LÄNDERARBEITSKREIS ENERGIEBILANZEN (LAK) (2021): Energiebilanzen der Länder, Bruttostromerzeugung nach Energieträgern
<https://www.lak-energiebilanzen.de/eingabe-statisch/?a=e350>
- MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INNOVATION, DIGITALISIERUNG UND ENERGIE DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MWIDE NRW) (2021): NRW-Klimaschutzportal. Das Klimaschutzgesetz
<https://www.klimaschutz.nrw.de/instrumente/klimaschutzgesetz>

- MINISTERIUM FÜR VERKEHR DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (VM NRW) (2019): Mobilität in Nordrhein-Westfalen. Daten und Fakten 2018/2019.
- RICHTLINIE (EU) 2018/410 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 14. März 2018 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Unterstützung kosteneffizienter Emissionsreduktionen und zur Förderung von Investitionen mit geringem CO₂-Ausstoß und des Beschlusses (EU) 2015/1814
- STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (2021): Gemeinsames Statistikportal: Bevölkerung
<https://www.statistikportal.de/de/bevoelkerung>
- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2020): Verkehr: Luftverkehr auf Hauptverkehrsflughäfen 2019. Fachserie 8 Reihe 6.1. Artikelnummer: 2080610197004
- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2021): Verkehr: Luftverkehr auf Hauptverkehrsflughäfen 2020. Fachserie 8 Reihe 6.1. Artikelnummer: 2080610207004
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2017): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2017, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2015
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-der-klimarahmenkonvention-2>
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2018): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2016
http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envwldown/2018_01_15_EU-NIR_2018.pdf
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2019) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2019: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2017
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-28_cc_23-2019_nir-2019_0.pdf
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2020) Detaillierte Berichtstabellen CRF 2020 & weitere Materialien
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2021a) Detaillierte Berichtstabellen CRF 2021 & weitere Materialien
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2021b) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2021: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2019
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-19_cc_43-2021_nir_2021_1.pdf

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2021c) Emissionsübersichten in den Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes: Vorjahreschätzung der deutschen Treibhausgas-Emissionen für das Jahr 2020

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

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2021d) Indikator: Emission von Treibhausgasen, Emission der von der UN-Klimarahmenkonvention abgedeckten Treibhausgase

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-emission-von-treibhausgasen#die-wichtigsten-fakten>

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

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