



Treibhausgas-Emissionsinventar

Nordrhein-Westfalen 2020

LANUV-Fachbericht 131

Inhalt

Zusammenfassung	4
1 Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen	8
2 Entwicklung und aktueller Stand der THG-Emissionen in NRW	13
2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2020	13
2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2020	15
2.2.1 Sektor Energie	15
2.2.2 Sektor Energiewirtschaft	16
2.2.3 Sektor Industrie	17
2.2.4 Sektor Verkehr	18
2.2.5 Sektor Produktanwendung	20
2.2.6 Sektor Landwirtschaft	20
2.2.7 Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	23
2.2.8 Sektor Abfall	24
2.3 Abschätzung der Unsicherheiten	25
2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2020	27
2.4.1 Energiewirtschaft	30
2.4.2 Industrie	31
2.4.3 Verkehr	32
2.4.4 Haushalte und Kleinverbraucher	34
2.4.5 Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	35
2.4.6 Produktanwendungen/ Sonstige	35
2.4.7 Landwirtschaft	35
2.4.8 Abfall	37
2.4.9 Zeitreihe der Treibhausgasemissionen	37
2.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen (EU-ETS) in Nordrhein-Westfalen	38
3 Nordrhein-Westfalen im Vergleich	41
3.1 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit der Bundesrepublik Deutschland	41
3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 27 EU-Staaten und dem Vereinigten Königreich	42
4 Ausblick	45
5 Literatur	47
Abbildungsverzeichnis	51
Tabellenverzeichnis	52

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 2020

Im Jahr 2020 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 203,8 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert. Dies bedeutet eine Abnahme der Emissionen gegenüber dem Vorjahr um rund 11 % und eine Minderung von ca. 45 % gegenüber dem Emissionsniveau von 1990.

Mit 39,4 % entstanden im Jahr 2020 etwas weniger als die Hälfte der THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 1). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Emissionen der Industrie (26,6 %), der Verkehr (14,7 %) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (13,0 %). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 3,4 % bzw. 0,2 % der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gaswirtschaft, machen etwa 1,0 % der Emissionen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise Pkw-Klimaanlagen und Gebäudekälte entstehen ebenfalls etwa 1,7 % der THG-Emissionen.

Zwischen den Jahren 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 Jahr 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. Im Jahr 2020 beträgt die Emissionsminderung im Sektor Energiewirtschaft rund 14 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 14,9 % gegenüber dem Vorjahr. Damit setzt sich der deutliche Emissionsrückgang der Vorjahre auch im Jahr 2020 fort. Den größten Anteil an dieser Entwicklung hat der Rückgang der Emissionen aus der Verstromung von Braunkohle (minus 12,8 Mio. t, bzw. 22 %). Die Emissionen aus der Steinkohle-Verstromung sanken um rund 13 % und dass trotz der Inbetriebnahme des Kraftwerks Datteln 4. Emissionsmindernd wirken sich in diesem Sektor der gestiegene CO₂-Preis, der stärkere Einsatz Erneuerbarer Energien sowie der Rückgang des Bruttostromverbrauchs in Folge der Lockdown-Maßnahmen aus.

Im Berichtsjahr 2020 sind die **Industrie-Emissionen** in Nordrhein-Westfalen um ca. 4,6 Mio. t CO_{2eq} gesunken. Dies entspricht einer Minderung von 7,8 % im Vergleich zum Vorjahr. Auf Bundesebene sind die Emissionen der Industrie im gleichen Zeitraum nur um 4,6 % zurückgegangen (UBA 2021). Begründet wird der starke Emissionsrückgang vorwiegend durch Konjunkturreffekte in Folge der Corona-Krise. Die jeweiligen Industriezweige waren davon allerdings unterschiedlich stark betroffen. Die deutlichsten Emissionsminderungen sind in der Stahlindustrie zu verzeichnen (-13 %). In den übrigen Industriezweigen lagen die prozentualen Emissionsminderungen im einstelligen Bereich.

Die Emissionen im **Verkehrssektor** liegen 2020 um ca. 1,4 Mio. t CO_{2eq} unterhalb der Emissionen des Vorjahres. Obwohl der Fahrzeugbestand in NRW weiter ansteigt, sind im **Straßenverkehr** Emissionsminderungen von etwa 4 % zu verzeichnen. Der Hauptteil dieser Minderung ist wahrscheinlich auf eine geringere Nutzung des Autos während des Lockdowns zurückzuführen. Weitere Gründe für die bilanzierten Emissionsminderungen sind in motor-technischen Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte zu suchen. Im Jahr 2020 war zudem erneut ein Anstieg der Neuzulassungen von Hybrid- und Elektrofahrzeuge zu verzeichnen.

Ein deutlicher Corona-Effekt im Jahr 2020 ist ebenfalls beim **Flugverkehr** zu beobachten. Die Passagierzahlen sowie das Frachtaufkommen an den NRW-Flughäfen verringerten sich im Berichtsjahr deutlich. Die Emissionen dieses Subsektors sanken um rund 57 % im Vergleich zum Vorjahr.

Im Sektor 1A4-5 **Haushalte und Kleinverbrauch** sind die Emissionen im aktuellen Bilanzjahr um 7,4 % auf 26,4 Mio. t CO_{2eq} gesunken. Ursachen für die Emissionsminderungen sind in einem geringeren Brennstoffverbrauch im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, einer im Vergleich zum Vorjahr mildereren Witterung und einer weiter voranschreitenden Modernisierung von Heizungsanlagen zu suchen. Gegenläufig dürfte sich die erhöhte Anwesenheit der Menschen in der eigenen Wohnung während der Lockdown-Phasen ausgewirkt haben.

Im Bereich **Produktanwendung/Sonstige** ist im Jahr 2020 eine deutliche Emissionsminderung um etwa 12,5 % 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.

Im Sektor **Landwirtschaft** gingen die Emissionen um 1,2 % auf 6,9 Mio. t CO_{2eq} zurück. Im Sektor **Abfall** sind die Emissionen weitestgehend konstant geblieben.

Insgesamt ergeben sich im Jahr 2020 Gesamtemissionen in Höhe von 203,8 Mio. t CO_{2eq}. Sie liegen damit um 11 % niedriger als im Vorjahr und ca. 45 % unter dem Emissionsniveau von 1990.

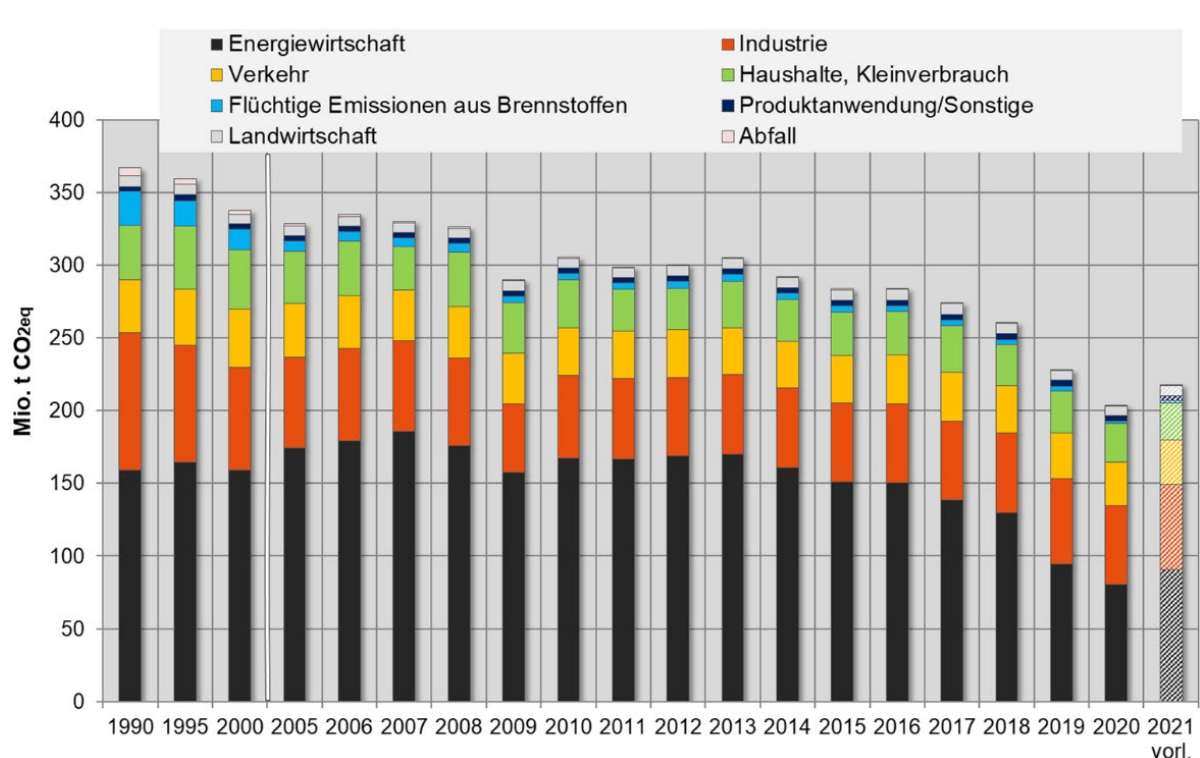


Abbildung 1: Zeitreihe der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren von 1990 bis 2019 sowie eine Vorjahresabschätzung für das Berichtsjahr 2021

Tabelle 1: Überblick über die Treibhausgas-Emissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Emissionen	Anteil
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente	%
	Gesamtemissionen NRW	203.826	100,0
1	Energie	200.006	98,1
1A	Einsatz von Brennstoffen	183.331	89,9
1A1	Energiewirtschaft	80.378	39,4
1A1a	Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung	70.863	34,8
1A1b	Raffinerien	7.003	3,4
1A1c	sonstige Energieindustrie	2.512	1,2
1A2*	Industrie	46.532	22,8
1A2a	Eisen und Stahl	24.539	12,0
1A2b	Nichteisen-Metalle	1.039	0,5
1A2c	Chemische Industrie	13.928	6,8
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.392	0,7
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.177	0,6
1A2f	Nichtmetallische Minerale	3.321	1,6
1A2m	Sonstige	1.135	0,6
1A3	Verkehr	30.014	14,7
1A3a	Flugverkehr	203	0,1
1A3b	Straßenverkehr	26.995	13,2
1A3c	Schienenverkehr	116	0,1
1A3d	Schiffsverkehr	1.179	0,6
1A3e	Sonstiger Verkehr	1.521	0,7
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch/Sonstige	26.407	13,0

1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	1.870	0,9
1B1	Feste Brennstoffe	374	0,2
1B2	Öl und Erdgas	1.496	0,7
1B2a	Ölwirtschaft	131	0,1
1B2b	Gaswirtschaft	1.365	0,6
1C	CO₂-Transport und Speicherung	-	-
2	Industrieprozesse	11.289	5,5
2A	Mineralproduktion	6.505	3,2
2A1	Zementherstellung	4.294	2,1
2A2	Kalkherstellung	1.929	0,9
2A3	Glasherstellung	225	0,1
2A4-5	Sonstige	57	0,0
2B	Chemische Industrie	573	0,3
2B1	Ammoniakproduktion	573	0,3
2B2-3	Salpetersäure/Adipinsäureproduktion	-	-
2B4-10	Sonstige	-	-
2C	Metallproduktion	661	0,3
2C1-2	Eisen- und Stahlherstellung	-	-
2C3	Aluminiumherstellung	661	0,3
2C4-7	Sonstige	-	-
2D-H	Produktanwendungen/Sonstige	3.549	1,7
3	Landwirtschaft	6.881	3,4
	Tierhaltung		
3A	Fermentation/Darmgärung	3.106	1,5
3B	Düngerwirtschaft/Güllemanagement	1.829	0,9
	Bodennutzung		
3C	Reisanbau	-	-
3D	Landwirtschaftliche Böden	1.466	0,7
3E	Brandrodung	-	-
3F	Verbrennung von Ernterückständen auf der Fläche	-	-
3G	Kalkung	273	0,1
3H	Harnstoffanwendung	43	0,0
3I	Andere kohlenstoffhaltige Düngemittel	-	-
3J	Sonstige	-	-
4	Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	-3.820	-1,9
4A	Wald	-3.804	-1,9
4B	Acker	901	0,5
4C	Grünland	-799	-0,4
4D	Feuchtgebiete	36	0,0
4E	Siedlungen	-154	0,1
4F	Sonstiges Land	-	-
4G	Holzprodukte	-	-
4H	Andere Bereiche	-	-
5	Abfall	456	0,2
5A	Abfalldeponien	118	0,1
5B	Biologische Abfallbehandlung	133	0,1
5C	Abfallverbrennung	-	-
5D	Abwasserreinigung	204	0,1
5E	Andere Bereiche	-	-

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 (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (N₂O) sowie wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆) bilanziert. In der Fortführung der Treibhausgas-Berichterstattung nach dem Kyoto-Zeitraum gehört ab 2013 noch Stickstofftrifluorid (NF₃) zu den zu bilanzierenden Stoffen (IPCC 2006, 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 CO₂-Äquivalenten.

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

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

Die Berechnungen für das Treibhausgas-Emissionsinventar orientieren sich an den Vorgaben der IPCC-Guidelines 2006 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 zwi-

schen 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's 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
	Tierhaltung
3A	Fermentation/Darmgärung
3B	Düngerwirtschaft/Güllemanagement
	Bodennutzung
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 NRW

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die aktuellen Emissionsdaten des Jahres 2020 (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 27 sowie Kapitel 4 einen Ausblick mit vorläufigen Angaben für das Jahr 2021.

2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2020

Im Jahr 2020 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 203,8 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert (Abbildung 2).

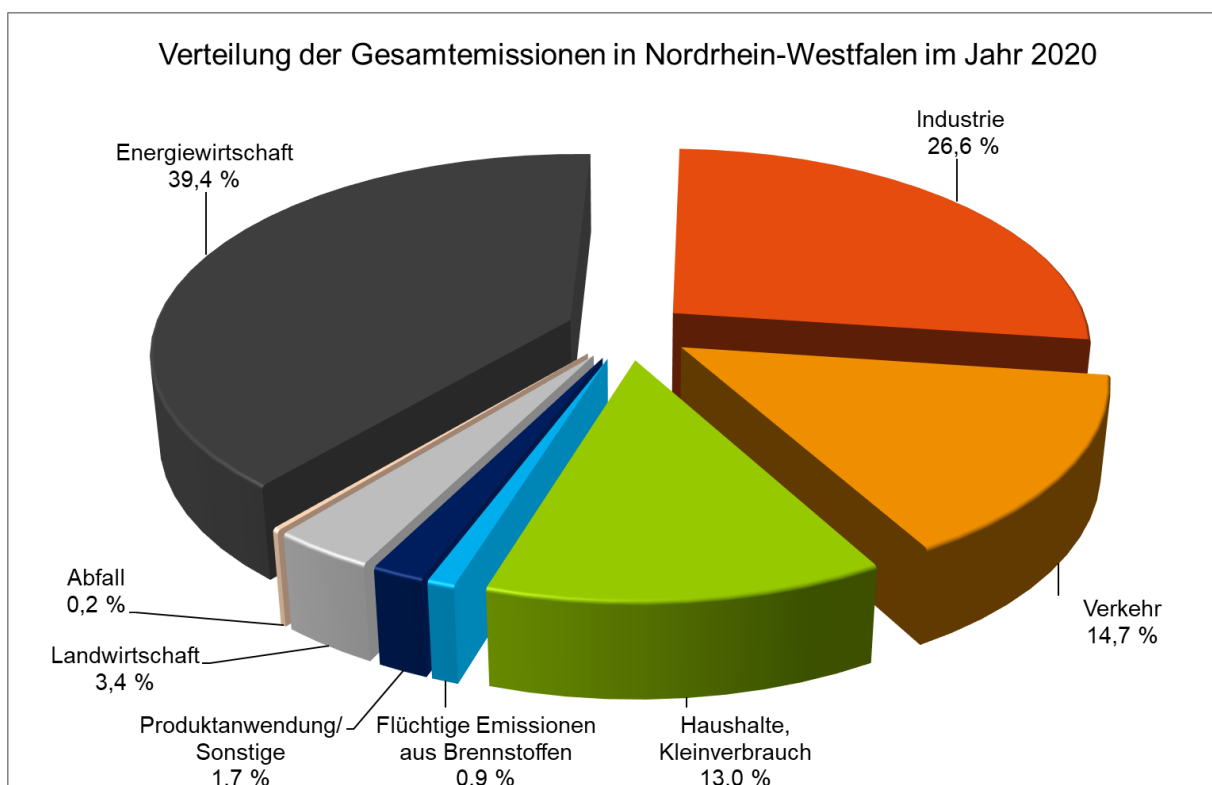


Abbildung 2: Verteilung der Gesamtemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 (insgesamt 203,8 Mio. t CO_{2eq}).

Mit 39,4 % entstanden im Jahr 2020 etwas weniger als die Hälfte der THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 2). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Emissionen der Industrie (26,6 %), der Verkehr (14,7 %) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (13,0 %). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 3,4 % bzw. 0,2 % der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gaswirtschaft, machen etwa 1,0 % der Emissio-

nen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise Pkw-Klimaanlagen und Gebäudekälte entstehen ebenfalls etwa 1,7 % der THG-Emissionen.

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	190.261	7.118	3.317	3.129	203.826	100,0
1A1	Energiewirtschaft	79.766	71	542	-	80.378	39,4
1A2/2A-2C	Industrie	54.010	49	162	51	54.272	26,6
1A3	Verkehr	29.548	45	420	-	30.014	14,7
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	26.081	251	75	-	26.407	13,0
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	126	1.744	-	-	1.870	0,9
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	415	6	49	3.079	3.549	1,7
3	Landwirtschaft	340	4.353	2.545	-	7.238	3,2
5	Abfall	-	335	121	-	456	0,2

Die Gesamtemissionen setzen sich zu 93,3 % aus Kohlendioxid (CO₂), zu 3,5 % aus Methan (CH₄), zu 1,6 % aus Lachgas (N₂O) und zu 1,5 % 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 62 % der Gesamtemissionen entfallen auf Anlagen des europäischen Emissionshandels gemäß Emissionshandels-Richtlinie (EU) 2018/410 (DEHSt 2022). Somit werden gut zweidrittel 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 2 C Metallproduktion.

2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2020

Im Folgenden werden die Emissionen der einzelnen Sektoren im Jahr 2020 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 2022). 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 (2022A).

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 (ohne den Sektor 1A2 Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	190.261	7.118	3.317	3.129	203.826	100,0
1	Energie (ohne 1A2 Industrie)	135.520	2.111	1.037	-	138.669	68,0
1A	Einsatz von Brennstoffen (ohne 1A2 Industrie)	135.394	367	1.037	-	136.799	67,1
1A1	Energiewirtschaft	79.766	71	542	-	80.378	39,4
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	89.058	67	610	-	89.735	39,3
1A1b	Raffinerien	6.982	2	19	-	7.249	3,4
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	2.493	1	18	-	2.512	1,2
1A3	Verkehr	29.548	45	420	-	30.014	14,7
1A3a	Flugverkehr	201	0	2	-	203	0,1
1A3b	Straßenverkehr	26.701	42	252	-	26.995	13,2
1A3c	Schienerverkehr	115	0	1	-	116	0,1
1A3d	Schiffsverkehr	1.031	1	148	-	1.179	0,6
1A3e	Sonstiger Verkehr	1.501	2	17	-	1.521	0,7
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	26.081	251	75	-	26.407	13,0
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	126	1.744	-	-	1.870	0,9
1B1	Feste Brennstoffe	0	374	-	-	374	0,2
1B2	Öl und Erdgas	126	1.370	-	-	1.496	0,7
1B2a	Ölwirtschaft	125	5	-	-	131	0,1
1B2b	Gaswirtschaft	-	1.364	-	-	1.365	0,7

Die Emissionen des Subsektors „Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen“ werden auf die Emissionsbereiche „Feste Brennstoffe“ sowie „Öl und Erdgas“ aufgeteilt. Für die Berechnungen der Flüchtigen Emissionen aus festen Brennstoffen (v. a. Steinkohlezechen) werden

sowohl anlagenspezifische Daten als auch gesamtdeutsche Daten aus dem Nationalen Inventarbericht des UBA (2022A) genutzt. Für die Berechnung der Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft liegen bisher keine NRW-spezifischen Daten vor, so dass der Anteil für NRW von den gesamtdeutschen Daten des Nationalen Inventarberichtes abgeleitet wird. Für die Gaswirtschaft können Zahlen des Statistischen Bundesamtes und des Landesbetriebs IT.NRW zur Anwendung gebracht werden, mit denen der Anteil des Erdgasverbrauchs Nordrhein-Westfalens am bundesdeutschen Verbrauch ermittelt werden kann.

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

Der Sektor Energie (ohne 1A2 Industrie) ist der mit Abstand größte Emissionssektor in Nordrhein-Westfalen. Rund 68,1 % der Gesamtemissionen werden hier emittiert. Dazu trägt vor allem die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung bei, die etwa 34,8 % der Gesamtemissionen verursacht (siehe Kapitel 2.2.2).

Der Sektor Verkehr trägt mit 14,7 % 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 2022A). Sie liegen mit ca. 26,4 Mio. t CO_{2eq} ca. 2,1 Mio. t CO_{2eq} unter dem Emissionsniveau von 2019 und machen etwa 13,0 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens im Jahr 2020 aus.

Im Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen werden CH₄-Emissionen in Höhe von 1,7 Mio. t CO_{2eq} sowie geringe Mengen CO₂ bilanziert, das entspricht einem Anteil von etwa 0,9 % an den Gesamtemissionen. Ein Großteil des CH₄ wird aus dem Bereich der Gaswirtschaft 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 2020 Emissionen in Höhe von 80,4 Mio. t CO_{2eq}. Der hohe Anteil an den Gesamtemissionen des Landes erklärt sich dadurch, dass gut 40 % der bundesdeutschen Kohlestromerzeugung (Nettostromerzeugung) überwiegend in Stein- und Braunkohlekraftwerken in Nordrhein-Westfalen stattfindet (LANUV NRW 2022/DESTATIS 2021A).

Mit rund 70,9 Mio. t CO_{2eq} stammen im Jahr 2020 knapp 88 % der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft aus Kraftwerken der Öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung (Sektor 1A1a). Auf Energieerzeugungsanlagen in Raffinerien (Sektor 1A1b) und der sonstigen Energieindustrie (Sektor 1A1c) entfallen zusammen ca. 9,5 Mio. t CO_{2eq}. Braunkohlekraftwerke verursachten mit rund 45,0 Mio. t CO_{2eq} gut 63 % der Kraftwerks-Emissionen. Weitere rund 13,2 Mio. t CO_{2eq} entstammen Steinkohlekraftwerken. Emissionen aus Gaskraftwerken machten im Jahr 2020 mit ungefähr 11,3 Mio. t CO_{2eq} etwa 16 % der Emissionen aus Kraftwerken der Energiewirtschaft aus (Abbildung 3).

Die Emissionen aus der Verfeuerung konventioneller Energieträger wie Braunkohle, Steinkohle, Erdgas oder Mineralölprodukten in Kraftwerken sanken im Vergleich zum Vorjahr insgesamt um rund 17 %. Der stärkste Emissionsrückgang ist mit 22,2 % im Bereich der Braunkohlestromerzeugung zu verzeichnen, die Emissionen aus Steinkohlekraftwerken gingen im Jahr 2020 um 13,2 % zurück. Im Gegenzug sind die Emissionen aus Erdgaskraftwerken im gleichen Zeitraum leicht um 2,1 % gestiegen. Auch die Emissionen aus der Verbrennung sonstiger fossiler Energieträger (z. B. Mineralölprodukte) haben einen Anstieg von circa 2,7 % im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen.

Gemäß den vorläufigen Daten für das Jahr 2021 sind die Emissionen aus der Braunkohlestromerzeugung wieder angestiegen, und zwar deutlich um ca. 24 % und in der Steinkohlestromerzeugung um ca. 11 %. Der Erdgaseinsatz in der Stromerzeugung hingegen sank um rund 10 %. Im Bereich der sonstigen fossilen Energieträger ist ein Plus von ungefähr 5 % zu verzeichnen. Insgesamt sind die Emissionen der Energiewirtschaft im Jahr 2021 um voraussichtlich 16 % auf nunmehr knapp 82 Mio. t CO_{2eq} wieder angestiegen.

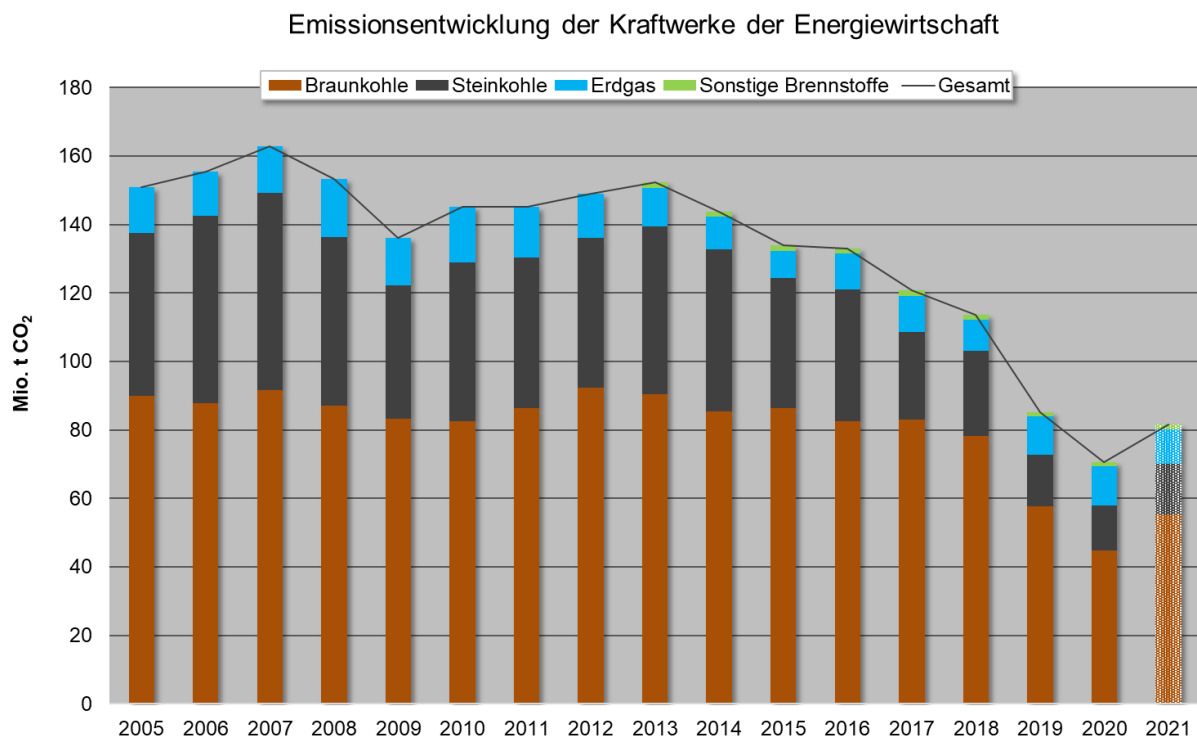


Abbildung 3: Emissionsentwicklung in nordrhein-westfälischen Kraftwerken seit Beginn der Berichtspflicht im Europäischen Emissionshandel 2005 entsprechend der Hauptbrennstoffe der Kraftwerke. Emissionsminderungen resultieren im Wesentlichen aus dem Rückgang verbrennungsbedingter Emissionen in der Kohleverstromung.

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 2020 von der nordrhein-westfälischen Industrie THG-Emissionen in Höhe von 54,3 Mio. t CO_{2eq} ausgestoßen. Das entspricht etwa 26,6 % der Gesamtemissionen. Der Hauptteil der Industrieemissionen entsteht beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung.

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

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen im Jahr 2020 (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	190.261	7.118	3.317	3.129	203.826	100,0
1A2/2A-C	Industrie	54.010	49	162	51	54.272	26,6
1A2a/2C	Eisen und Stahl	24.457	35	47	-	24.539	12,0
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	1.644	1	5	51	1.700	0,8
1A2c/2B	Chemische Industrie	14.423	6	72	-	14.501	7,1
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.384	1	7	-	1.392	0,7
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.174	1	3	-	1.177	0,6
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	9.805	3	19	-	9.826	4,8
1A2m	Sonstige	1.124	2	9	-	1.135	0,6
2D-H	Produktanwendung/ Sonstige	415	6	49	3.079	3.549	1,8

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 30,0 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2020 insgesamt 14,7 % der Gesamtemissionen in NRW. Dieser Sektor wird mit 27,0 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 65,6 % entfällt der größte Anteil von 17,7 Mio. t CO_{2eq} auf Personenkraftwagen, gefolgt von Last- und Sattelzügen mit 4,9 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 18,4 % 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 4). Die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrssek-

tors 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 2020 nach Fahrzeugklassen differenziert.

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
1A3	Gesamtemission Verkehr	29.548	45	420	-	30.014	14,7
1A3b	Straßenverkehr	26.701	42	252	-	26.995	89,9
	Personenkraftwagen	17.567	31	118	-	17.716	65,6
	Leichte Nutzfahrzeuge	2.074	2	20	-	2.096	7,8
	Busse	603	0	6	-	609	2,3
	Lastkraftwagen	1.412	0	18	-	1.430	5,3
	Last- und Sattelzüge	4.879	0	90	-	4.970	18,4
	Krafträder	166	8	1	-	175	0,6

Treibhausgas-Emissionen der Fahrzeugklassen des Straßenverkehrs

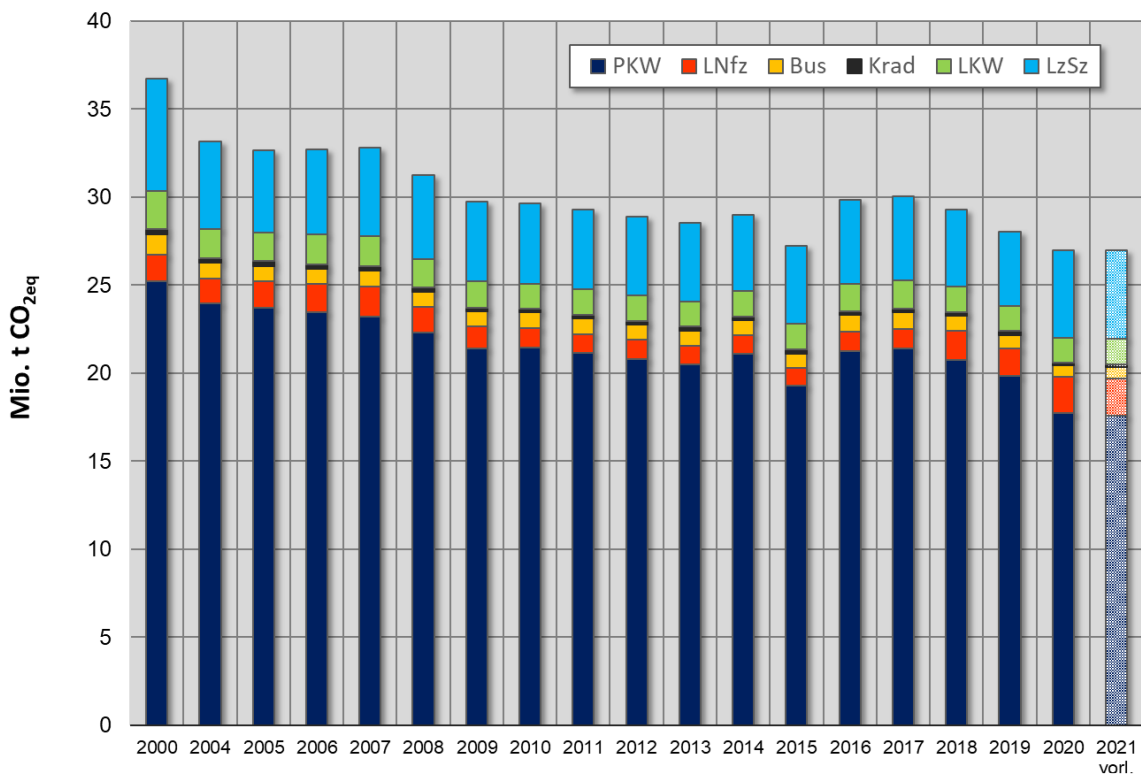


Abbildung 4: Zeitreihe der Straßenverkehrsemissionen der Jahre 2000 bis 2020 und vorläufigen Zahlen für das Jahr 2021 differenziert nach Fahrzeugklassen (Pkw: Personenkraftwagen, LNfz: Leichte Nutzfahrzeuge, Bus: Busse, Krad: Motorräder und Motorroller, Lkw: Lastkraftwagen ab 3,5 t ohne Anhänger, LzSZ: 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 2020 weiterhin leicht rückläufig. Für das Jahr 2021 kann von einer leichten Erhöhung der Emissionen ausgegangen werden.

2.2.5 Sektor Produktanwendung

Im Sektor Produktanwendung entstehen insgesamt 3,5 Mio. t/a CO_{2eq} bzw. 1,7 % 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 (2022A) 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 Güllemanagement (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 Nordrhein-Westfalen 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 Nordrhein-Westfalen zur Verfügung stellt (TI 2022).

Die Emissionen der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft belaufen sich im Jahr 2020 auf 6,9 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 3,4 % 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 2020

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	190.261	7.118	3.317	3.129	203.826	100,0
3	Landwirtschaft	316	4.618	1.947	-	6.881	3,4
3A	Fermentation/Darmgärung	-	3.106	-	-	3.106	1,5
3B	Düngerwirtschaft/Güllemanagement	-	1.414	415	-	1.829	0,9
3C	Reisanbau	-	-	-	-	-	-
3D	Landwirtschaftliche Böden	-	-	1.466	-	1.466	0,7
3E	Brandrodung	-	-	-	-	-	-
3F	Verbrennung von Ernterückständen auf der Fläche	-	-	-	-	-	-
3G	Kalkung	273	-	-	-	273	0,1
3H	Harnstoffanwendung	43	-	-	-	43	0,0
3I	Andere kohlenstoffhaltige Düngemittel	-	-	-	-	-	-
3J	Sonstige	-	98	67	-	165	0,1
4	Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	-3.952	25	107	-	-3.820	-1,9
4A	Wald	-3.815	1	10	-	-3.804	-1,9
4B	Acker	834	5	63	-	901	0,5
4C	Grünland	-823	10	15	-	-799	-0,4
4D	Feuchtgebiete	28	8	0	-	36	0,0
4E	Siedlungen	-176	2	20	-	-154	0,1
4F	Sonstiges Land	-	-	-	-	-	-
4G	Holzprodukte	-	-	-	-	-	-
4H	Andere Bereiche	-	-	-	-	-	-

In der Tierhaltung sind vor allem Verdauungsvorgänge in Tiermägen emissionsintensiv. Durch die Haltung von Nutztieren entstehen mit rund 4,9 Mio. t CO_{2eq} etwa 71,7 % der Landwirtschafts-Emissionen und rund 2,4 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens (ohne LULUCF) (Tabelle 9/Abbildung 5). 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 2020. 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 %
	Gesamtemission Landwirtschaft	316	4.618	1.947	-	6.881	3,4
	Tierhaltung (ohne Energiepflanzen)	-	4.520	238	-	4.516	100,0
	Kühe	-	3.390	146	-	3.536	75,1
	Schweine	-	1.038	76	-	1.114	22,9
	Schafe	-	29	1	-	30	0,7
	Ziegen	-	2	0	-	2	0,0
	Pferde	-	47	9	-	56	0,9
	Geflügel	-	14	6	-	20	0,5

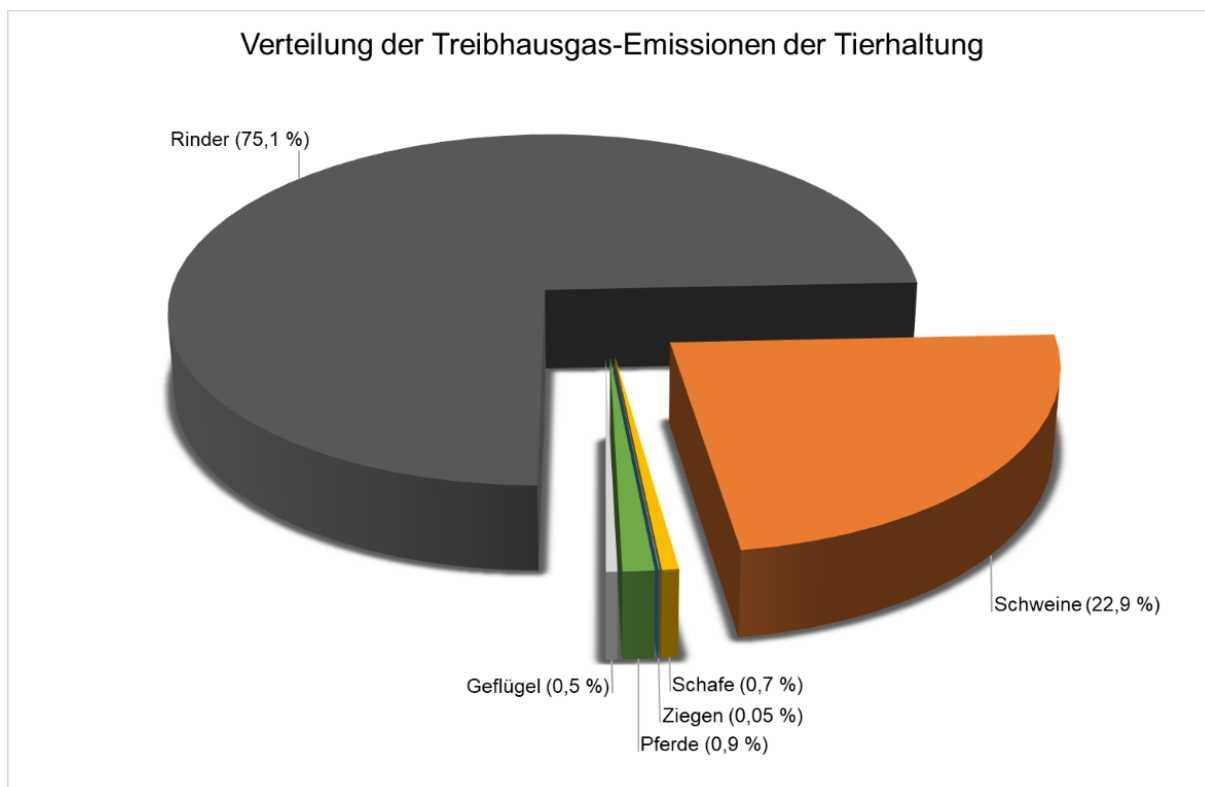


Abbildung 5: Mit ca. 3,5 Mio. t CO₂eq sind Rinder die Hauptemittenten im Bereich der Tierhaltung. Knapp ein Viertel geht zu Lasten der Schweinehaltung. Schafe, Pferde, Ziegen und Geflügel tragen nur geringfügig zu den Emissionen bei.

2.2.7 Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft

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 6). Rund 3,8 Mio. t CO_{2eq} konnten 2020 durch Waldnutzung und Aufforstung gebunden werden. Weitere rund 0,8 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 2020 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 2020 Emissionen in Höhe 0,2 Mio. t CO_{2eq}.

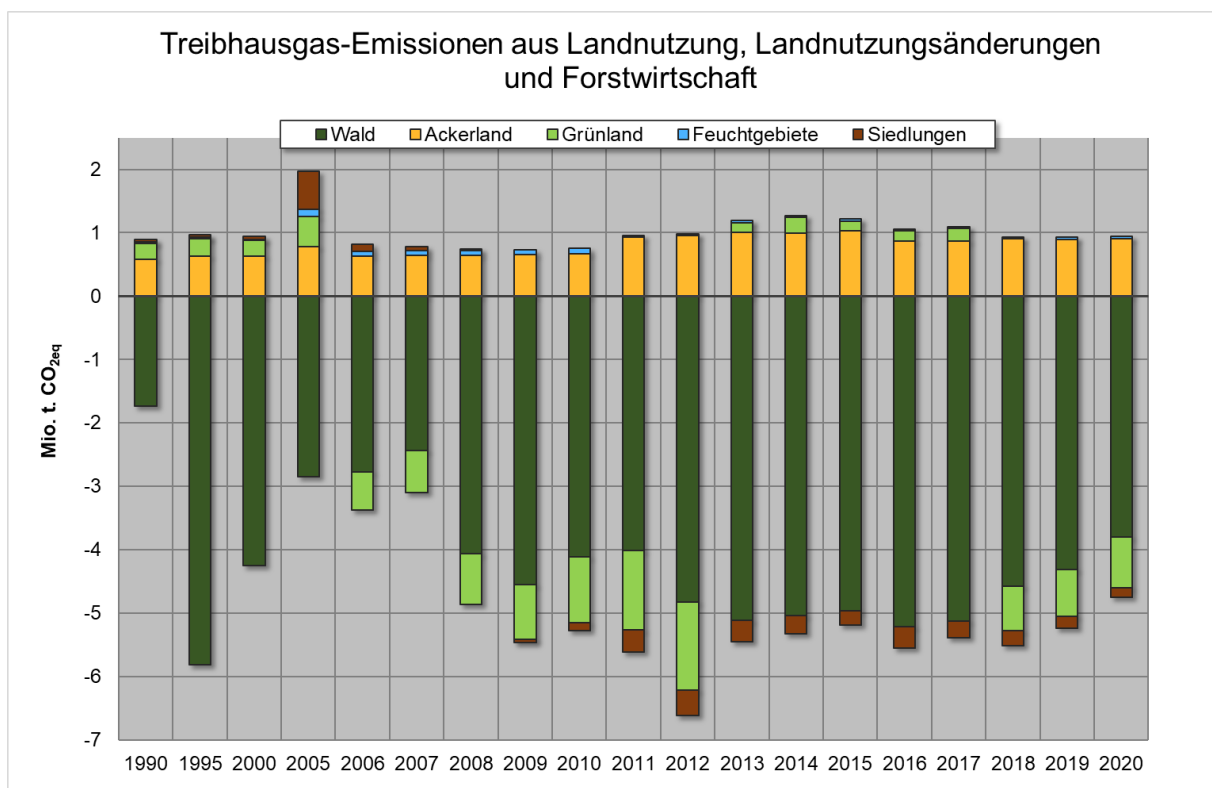


Abbildung 6: Zeitreihe der Emissionen aus Sektor 4 Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft der Jahre 1990 bis 2020 differenziert nach Quellen und Senken. In Summe dominiert in diesem Sektor die Einbindung von Treibhausgasen in Waldflächen und Grünland.

2.2.8 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 45 % 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 2020

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	190.261	7.118	3.317	3.129	203.826	100,0
5	Abfall	-	335	121	-	456	0,2
5A	Abfalldeponien	-	118	-	-	118	0,1
5B	Biologische Abfallbehandlung	-	100	33	-	133	0,1
5C	Abfallverbrennung	-	-	-	-	-	-
5D	Abwasserreinigung	-	117	88	-	204	0,1
5E	Sonstige	-	-	-	-	-	-

¹ Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)

<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/emissionen/berichtspflichtigen/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 2020

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 Treibhausgas-Emissionsinventars erst seit dem Jahr 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 367,0 Mio. t CO_{2eq} im Jahre 1990 auf 203,8 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2020 um 44,5 % vermindert. Die CO₂-Emissionen wurden von 315,6 Mio. t im Jahre 1990 auf 190,3 Mio. t im Jahr 2020 reduziert. Das entspricht einer Reduktion von etwa 40 %. Die N₂O-Emissionen weisen einen deutlichen Rückgang von 75,0 % auf, die CH₄-Emissionen haben sich sogar um etwa 79 % verringert. Die HFC/PFC/SF₆/NF₃-Emissionen sind um 21,4 % zurückgegangen. Der prozentuale Anteil dieser Gase an den Gesamtemissionen hat gegenüber 1990 jedoch zugenommen (Abbildung 7).

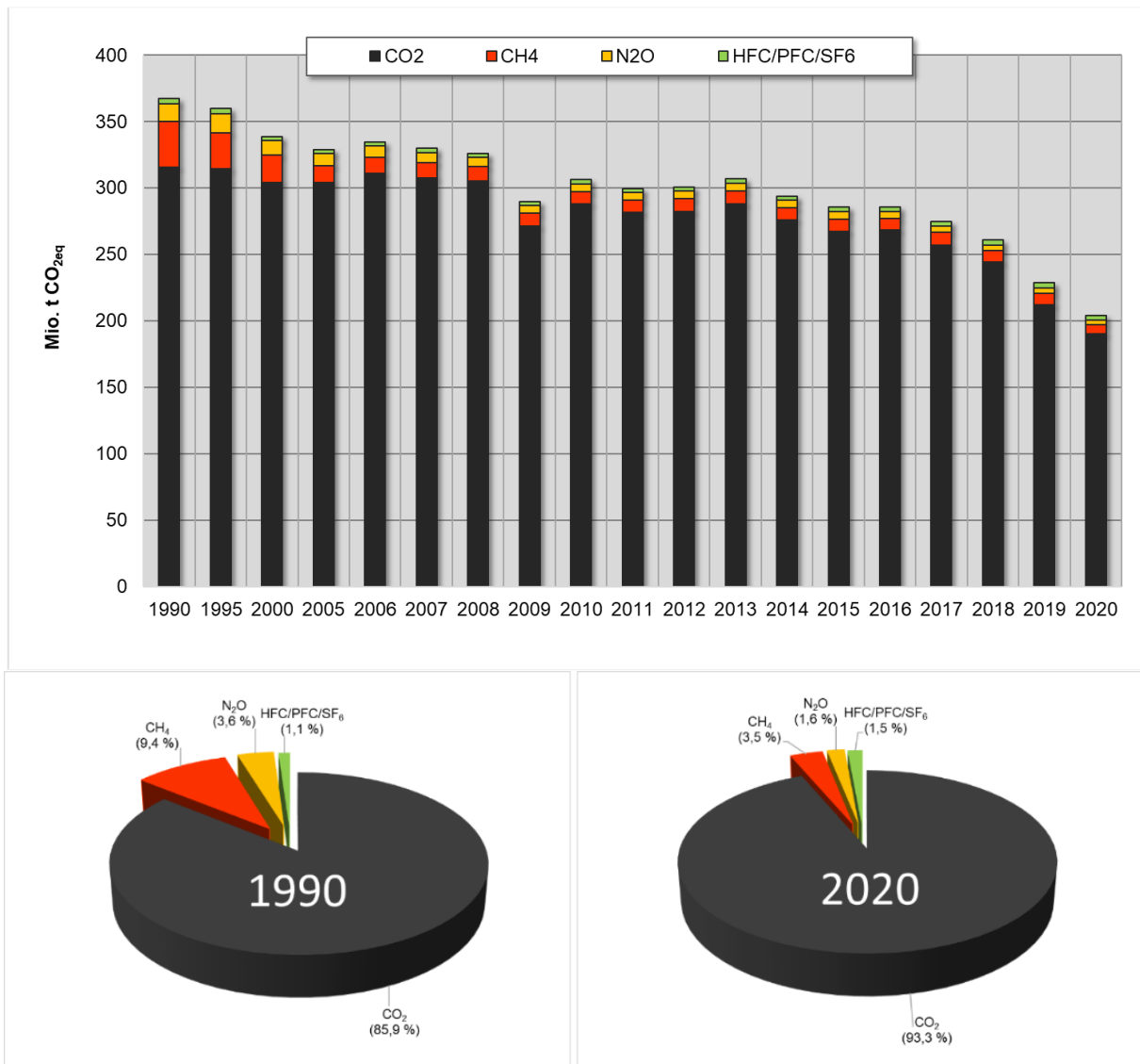


Abbildung 7: Prozentuale Verteilung der emittierten Treibhausgase in Nordrhein-Westfalen 1990 und 2020 (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, eigene Darstellung).

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. Erstmals unterschreiten die Emissionen den Jahreswert 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 dem Jahr 2016 zu verzeichnen. Im Jahr 2018 setzt sich diese 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 dem Jahr 2012 deutliche Emissionsminderungen zu verzeichnen, die auf konjunkturelle Einbußen zurückzuführen sind. Im Jahr 2020 setzt sich der Trend der Emissionsminderung aus den Vorjahren fort. Die Emissionen sanken gegenüber dem Vorjahr um rund 11 % und gegenüber dem Basisjahr 1990 um ca. 45 %. Der Großteil der Emissionsminderungen ist dem Sektor Energiewirtschaft zu zuschreiben. Anknüpfend an die obigen Ausführungen zum Sektor Industrie ist auch für das Jahr 2020 ein weiterer konjunkturbedingter Emissionsrückgang in Folge der Corona-Pandemie zu konstatieren, vor allem in der Stahlindustrie.

Insgesamt reduzieren sich die Emission im Jahr 2020 um 11 % gegenüber dem Jahr 2019.

Abbildung 8 und Tabelle 13 stellen die Entwicklung der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Treibhausgasen bzw. Emissionssektoren dar.

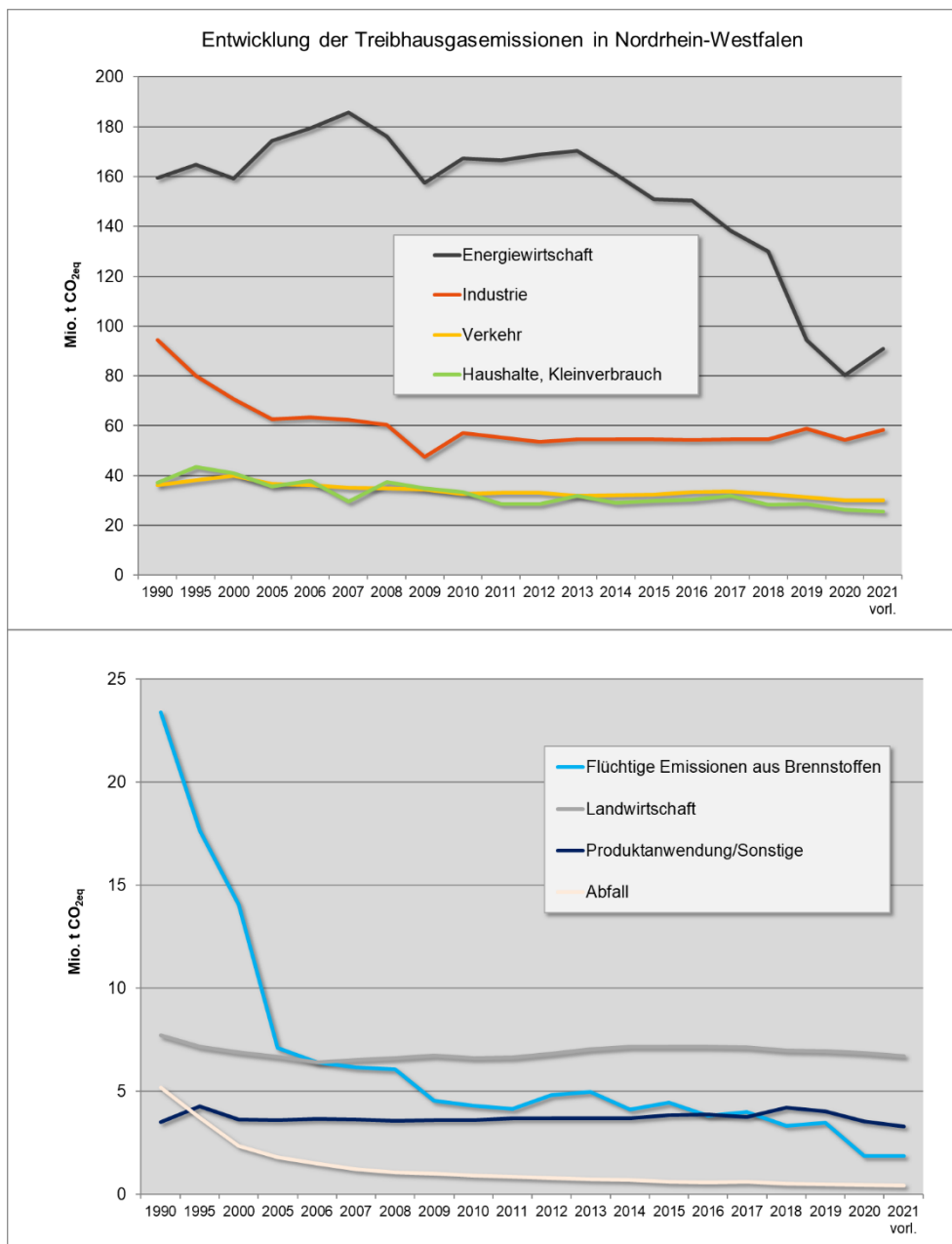


Abbildung 8: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005), LANUV NRW, eigene Darstellung). In den Diagrammen sind die unterschiedlichen Skalierungen zu beachten.

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. Die Emissionen erhöhen sich für das Jahr 2005 auf fast 175 Mio. t und steigen bis 2007 der Konjunkturerwicklung 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 Eilverlingsen, 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. In der 4. Handelsperiode von 2021-2030 steigt der lineare Reduktionspfad auf -2,2 % pro Jahr an. 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 (BUNDESNETZ-AGENTUR 2021). Auf Bundesebene sind die Emissionen der Energiewirtschaft im gleichen Zeitraum um 15,4 % gesunken (UBA 2021A).

Im Jahr 2020 sind die Emissionen der Energiewirtschaft mit circa 14 Mio. t CO_{2eq} bzw. 14,9 % weiter gesunken und folgen damit weiter dem langjährigen Trend. Ursächlich hierfür ist der deutliche Rückgang der Braunkohleverstromung in dessen Folge die Emissionen um 12,9 Mio. t CO_{2eq} bzw. 22 % zurückgegangen sind. Hierzu hat auch die Stilllegung des Blockes D im Kraftwerk Niederaußem mit einer Leistung von 297 MW beigetragen (BUNDESNETZ-AGENTUR 2022). In der Steinkohleverstromung ist der Treibhausgasausstoß ebenfalls zurückgegangen und zwar um ca. 13 %, trotz der finalen Inbetriebnahme des Steinkohlekraftwerkes Datteln 4. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Emissionen dieses Kraftwerkes von 0,4 auf 1,9 Mio. t CO_{2eq} angestiegen. In der Erdgasverstromung sind die Emissionen leicht (<1 %) gestiegen (DEHST 2021), trotz der Abschaltung des Heizkraftwerkes Köln-Merheim (BUNDESNETZ-AGENTUR 2022). Im Bereich der sonstigen Energieträger wie zum Beispiel Gruben-, Koksofen- und Raffineriegas sowie Mineralöle, sind die Emissionen um ungefähr 10 % zurückgegangen (DEHST 2021). Ebenfalls emissionsmindernd wirkten sich der erhöhte Einsatz erneuerbarer Energien, das Instrument des Europäischen Emissionshandels sowie der Rückgang des Bruttostromverbrauchs in Folge der Lockdown-Maßnahmen aus (UBA 2022A).

2.4.2 Industrie

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

- technische Verbesserungen im Bereich der Energieeffizienz und bei der Emissionsminderung bestimmter Anlagen, z. B. bei der Salpetersäure-, Adipinsäure- und Aluminiumherstellung,
- fortgesetzter industrieller Strukturwandel von der Montan- und Stahlindustrie hin zum Dienstleistungsgewerbe in Nordrhein-Westfalen,
- 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 wider und sind stark an das Produktionsniveau gekoppelt. Das Jahr 2020 war in Folge der Corona-Pandemie und zunehmender Handelsbeschränkungen global betrachtet durch einen wirtschaftlichen Einbruch geprägt. Dies hat sich spürbar auch in Deutschland ausgewirkt. Ursächlich hierfür ist die große Importabhängigkeit von Energieträgern und Rohstoffen für die starke deutsche Exportwirtschaft. Der hieran gekoppelte konjunkturelle Abschwung traf vornehmlich das produzierende und verarbeitende Gewerbe (AG ENERGIEBILANZEN 2021). Ein Rückgang der Produktionsindices in Nordrhein-Westfalen gibt diese wirtschaftliche Entwicklung wider (INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN 2020A-B, 2021A-B) und geht mit entsprechenden Emissionsminderungen in den Wirtschaftszweigen einher (Tabelle 12).

Tabelle 12: Produktionsindices und einhergehende Emissionsveränderungen der Industriezweige in den Jahren 2019 und 2020

Sektor	Branche	Produktionsindex 2019	Produktionsindex 2020	Veränderung Emis- sionen ggü. 2019
1A2a/2C	Eisen und Stahl	92,3	75,4	▼ -12,6 %
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	92,3	75,4	▼ -2,7 %
1A2c/2B	Chemische Industrie	96,7	97,1	▼ -3,1 %
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	98,7	95,0	▼ -11,5 %
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	101,9	104,3	▼ -2,6 %
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	95,5	79,6	▼ -4,9 %

Insgesamt sind die Industrie-Emissionen in Nordrhein-Westfalen um ca. 4,6 Mio. t CO_{2eq} gesunken. Dies entspricht einer Minderung von 7,8 % im Vergleich zum Vorjahr. Auf Bundesebene sind die Emissionen der Industrie im gleichen Zeitraum nur um 4,6 % zurückgegangen (UBA 2022A). Die jeweiligen Industriezweige waren davon allerdings unterschiedlich stark betroffen. Die deutlichsten Emissionsminderungen sind in der Stahlindustrie zu verzeichnen (-13 %). In den übrigen Industriezweigen lagen die prozentualen Emissionsminderungen im einstelligen Bereich, ausgenommen im Sektor 1A2d Zellstoff, Papier, Druck, für den ein Emissionsrückgang von 11,5 % zu verzeichnen ist.

Für den Sektor Industrie (ohne Produktanwendungen) ergibt sich deutschlandweit seit 1990 eine Emissionsminderung um rund 43 % (UBA 2022A). Der gleiche Wert wurde für Nordrhein-Westfalen ermittelt.

2.4.3 Verkehr

Bei den Emissionen des Verkehrs, die mit einem Anteil von rund 90 % vom Straßenverkehr dominiert werden, zeigt sich bezogen auf das Jahr 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 in den Jahren 2019 und 2020 fort. Die Emissionen sinken im aktuellen Berichtsjahr gegenüber dem Vorjahr um circa 5,1 % bzw. ca. 1,4 Mio. t CO_{2eq}. Damit liegen die Verkehrsemissionen im Jahr 2020 in Nordrhein-Westfalen rund 6,2 Mio. t CO_{2eq} bzw. 17,1 % unter dem Emissionsniveau des Jahres 1990. Im bundesdeutschen Vergleich sind die Emissionen im Verkehr zwischen den Jahren 2019 und 2020 deutlich um rund 11 % gesunken und damit wieder unterhalb des Wertes von 1990 (UBA 2022A).

Obwohl der Fahrzeugbestand in Nordrhein-Westfalen weiter ansteigt, sind im Straßenverkehr Emissionsminderungen von etwa 4 % zu verzeichnen, bundesweit um etwa 13 %. Der Hauptteil dieser Minderung ist auf eine geringere Verkehrsleistung während des Lockdowns zurückzuführen. Weitere Ursachen für die bilanzierten Emissionsminderungen sind in motor-technischen Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte zu suchen sowie in geringem Umfang die höhere Beimischung von Biokraftstoffen. Im Jahr 2020 war zudem erneut ein Anstieg der Neuzulassungen von Hybrid- und Elektrofahrzeuge zu verzeichnen.

In Nordrhein-Westfalen sind die größten Emissionsminderungen mit 23 % im Bereich der Busse zu verzeichnen. Der Bestand an Kraftomnibussen hat gemäß KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2020/2021) in NRW zwischen 2019 und 2020 um 5 % abgenommen. Für leichte Nutzfahrzeuge ist eine Emissionssteigerung von 35 % dokumentiert. Die Emissionen der Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen sind um 3 % und 17 % gestiegen. Krafträder hatten 20 % Emissionsminderungen zu verbuchen. Der Bestand an Krafträdern hat sich im Berichtszeitraum um rund 3 % erhöht, die Anzahl an Lastkraftwagen hat in NRW um rund 5 % zugenommen. Die Anzahl gemeldeter Sattelzugmaschinen ist zwischen 2019 und 2020 nahezu konstant geblieben (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2020/2021).

Der Fahrzeugbestand in Nordrhein-Westfalen zeigt auch im Jahr 2020 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 2020 in Nordrhein-Westfalen um rund 1,3 % gestiegen. Mit Stand 1. Januar 2021 waren in Nordrhein-Westfalen 10.365.586 Personenkraftwagen zugelassen (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2021). Trotz der gestiegenen Fahrzeugbestandszahlen sowie einer seit Jahren stetig zunehmenden durchschnittlichen Motorleistung, sind die Gründe für die bilanzierten Emissionsminderungen insbesondere in einer pandemiebedingten Verminderung der Fahrleistungen als auch 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 2020 noch einmal deutlich gesteigert. Hybridfahrzeuge konnten zwischen 2019 und 2020 einen Zuwachs von 97 % verzeichnen, im Bereich der Elektrofahrzeuge ist im gleichen Zeitraum ein Zuwachs an Neuzulassungen von 145 % dokumentiert (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2020/2021).

Ein deutlicher Corona-Effekt im Jahr 2020 ist ebenfalls beim Flugverkehr zu beobachten. Die Emissionen dieses Subsektors sanken in Nordrhein-Westfalen um rund 57 % im Vergleich zum Vorjahr. Bundesweit gingen die Emissionen des inländischen Flugverkehrs um 53 % zurück (UBA 2021A). Die Passagierzahlen sowie das Frachtaufkommen an den NRW-Flughäfen verringerten sich im Berichtsjahr deutlich, allerdings stabilisierte sich das Luftfrachtaufkommen in der zweiten Jahreshälfte wieder. Das Statistische Bundesamt hat für das Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr einen bundesweiten Passagierrückgang von 74,5 % ermittelt. Dies ist der geringste Wert seit der deutschen Vereinigung. In Nordrhein-Westfalen gingen die Passagierzahlen in einer Spanne von -55,1 % (Dortmund) bis -86,8 % (Paderborn/Lippstadt) zurück. (DESTATIS 2021B-C).

Die Entwicklung des Güterverkehrs zeigt in Nordrhein-Westfalen 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 Schiienenverkehr spiegeln diese Entwicklung ebenfalls wider und sind mit einer Reduktion von -12,5 % gegenüber dem Vorjahr auch im Berichtsjahr 2019 weiterhin rückläufig. Im aktuellen Berichtsjahr 2020 sind die Emissionen erneut gesunken. In Summe aller Treibhausgase gingen diese von ca. 124.000 t CO_{2eq} um 6 % auf 116.000 t CO_{2eq} zurück. Diese Entwicklung deckt sich mit jener des innerdeutschen Güterverkehrs, der um 7,3 % zurückgegangen ist (DESTATIS 2022).

Im Schiffsverkehr sind die Emissionen im Jahr 2020 im Vergleich zum Vorjahr ebenfalls zurückgegangen (-8,0 %). Dies entspricht auch der bundesweiten Entwicklung in der Güterverkehrsleistung in der Binnenschifffahrt (DESTATIS 2022).

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.

Der Absatz von leichtem Heizöl entwickelte sich mit einer Zunahme von 3,3 % leicht positiv. Angesichts der im Jahr 2020 verglichen mit dem Vorjahr nur geringfügig milderer Witterung, gesunkenen Preisen und weiter fortschreitenden Effizienzverbesserungen, dürfte dies weniger auf „echte“ Verbrauchssteigerungen, sondern vor allem auf die Aufstockung der Heizölbestände bei den privaten Haushalten zurückzuführen sein (AG ENERGIEBILANZEN 2021).

Der Erdgasabsatz an private Haushalte und die sie versorgenden Wohnungsgesellschaften ist ebenfalls gestiegen und zwar um 2,5 %. Ursächlich hierfür ist, dass sich viele Menschen in Folge der Pandemie-Maßnahmen mehr in ihren Wohnungen und Häusern aufgehalten haben. Die mildere Witterung des Jahres 2020 hat zu einer Verbrauchseinsparung beigetragen. Belegt wird dies durch die Zahl der Gradtage die deutlich unter dem Niveau des langjährigen Durchschnitts gelegen hat. Die geringere Anzahl von Tagen mit einer Heizgrenztemperatur unter 15°C weist grundsätzlich auf ein höheres durchschnittliches Temperaturniveau im Berichtsjahr und eine damit verbundene Verringerung des beobachteten Energiebedarfs (insbesondere zur Beheizung von Wohnräumen) hin (AG ENERGIEBILANZEN 2021).

2.4.5 Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen

Im Sektor flüchtige Emissionen aus Brennstoffen sind seit dem Jahr 1990 deutliche Emissionsminderungen um ca. 92,0 % zu verzeichnen. Auch bundesweit sind die Emissionen im gleichen Zeitraum um rund 99,5 % gesunken. 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 2022A). Neben den Emissionen aus festen Brennstoffen zählen zu diesem Sektor auch Emissionen aus der Öl- und Gaswirtschaft. Bis zum Ende des Steinkohlebergbaus war dieser Subsektor von untergeordneter Bedeutung. Noch im Jahr 2019 waren die Emissionen aus dem Steinkohlebergbau höher als aus der Öl- und Gaswirtschaft. Dieses Verhältnis hat sich im aktuellen Berichtsjahr 2020 umgekehrt. Auf diesen Subsektor entfallen 1,5 Mio. t CO_{2eq} gegenüber nur noch 0,4 Mio. t CO_{2eq} aus dem Steinkohlenbergbau. In der Ölwirtschaft entstehen vor allem CO₂-Emissionen wohingegen in der Gaswirtschaft ausschließlich CH₄-Emissionen entstehen. Diese dominieren auch die Gesamtemissionen des Subsektors 1B2 Öl und Erdgas. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Emissionen nahezu konstant geblieben. Gegenüber dem Basisjahr 1990 sind die Emissionen dieses Subsektors um 46,7 % zurückgegangen.

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. Im aktuellen Berichtsjahr haben die Emissionen wieder das Niveau des Basisjahres 1990 erreicht. Auf Bundesebene sind die Emissionen dieses Sektors im gleichen Zeitraum um rund 56,1 % gesunken (UBA 2021c/UBA 2022B). Gegenüber dem Vorjahr 2019 sind die Emissionen um 12 % gesunken.

2.4.7 Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft zeigt sich über die Zeit eine moderat negative Emissionsentwicklung. Die Gesamtemissionen aus der Landwirtschaft sanken von 7,7 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 1990 auf rund 6,4 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2006. Nach einem Emissionsanstieg um insgesamt bis zu 700.000 t CO_{2eq} bis ins Jahr 2015, ist erneut eine kontinuierliche Reduktion der Emissionen dieses Sektors zu beobachten (Abbildung 9). Im Jahr 2020 liegen die Landwirtschaftsemissionen bei 6,9 Mio. t CO_{2eq}. Insgesamt ergibt sich von 1990 bis 2020 im Sektor Landwirtschaft eine Emissionsminderung von 11,0 %. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Landwirtschaftsemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 um etwa 1,2 % gesunken.

Die bilanzierten Emissionsminderungen sind dem Thünen Report (TI 2022) folgend einer Abnahme der Methanemissionen aus Verdauungsvorgängen sowie der Güllewirtschaft und einer Abnahme der Lachgas-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden zuzu-

schreiben. 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 vermehrte 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. Der Rückgang der Emissionen ab 2015 ist sowohl auf einen Rückgang der Tierzahlen als auch auf einen Rückgang des Einsatzes synthetischer Dünger zurückzuführen (TI 2022).

Allgemein lassen sich die Emissionsveränderungen von 2019 nach 2020 wie folgt beschreiben:

Die im Vergleich zum Vorjahr gesunkenen Emissionen gehen auf Rückgänge aus der Verdauung und der Nutzung landwirtschaftlicher Böden zurück. Im Bereich der Verdauung ist dies vor allem auf niedrigere Rinderzahlen zurückzuführen, bei der Bodennutzung auf die Abnahme ausgebrachter Mengen synthetischer Dünger in Folge verschärfter Vorschriften für die Harnstoffausbringung. Die verminderte Kalkung führte ebenfalls zu einem Rückgang der Treibhausgasemissionen (TI 2022).

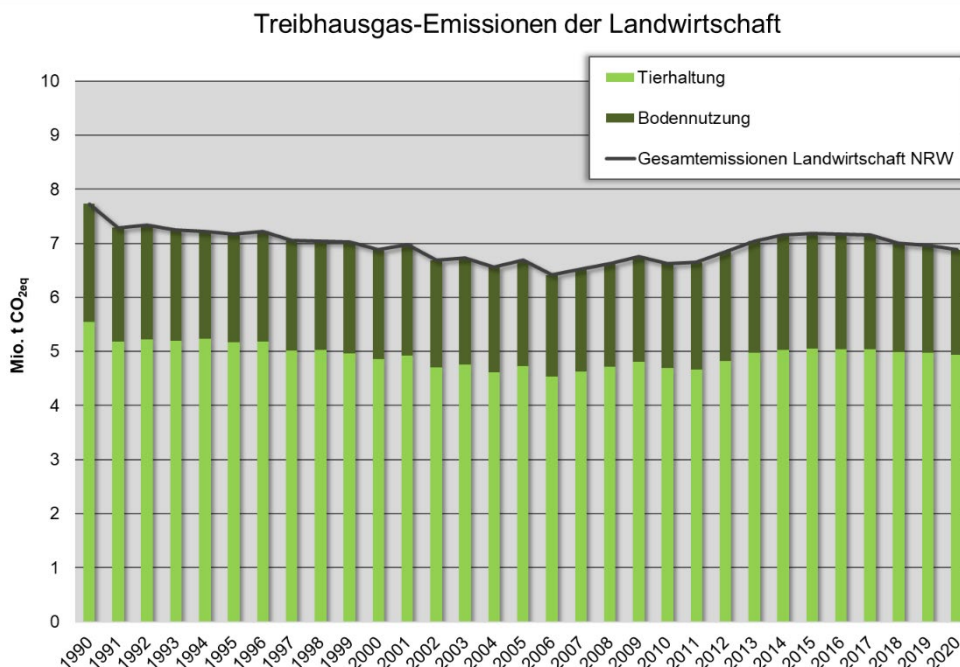


Abbildung 9: Zeitreihe der Emissionen des Sektors Landwirtschaft der Jahre 1990 bis 2020 differenziert nach Emissionen aus der Tierhaltung (hellgrün) und der Bodennutzung (dunkelgrün). Quelle: TI 2022

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 77,0 % reduziert (UBA 2022c). In Nordrhein-Westfalen sind die Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um rund 91,2 % gesunken. Auch bezogen auf das Jahr 2019 ist eine Emissionsminderung im Abfallbereich für das Berichtsjahr 2020 um etwa 7,9 % zu verzeichnen.

2.4.9 Zeitreihe der Treibhausgasemissionen

In der nachfolgenden Tabelle ist die Zeitreihe der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2020 dargestellt. Bei der Betrachtung ist zu berücksichtigen, dass es aus Gründen der Datenverfügbarkeit Lücken in der Zeitreihe gibt. Ab dem Jahr 2005 ist die Zeitreihe ununterbrochen.

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	2011
	in Gg (1.000 t) CO ₂ -Äquivalente									
Energiewirtschaft	159.368	164.793	159.174	174.393	179.440	185.586	176.223	157.578	167.249	166.637
Industrie	94.345	80.144	70.790	62.670	63.462	62.398	60.275	47.456	56.986	55.292
Verkehr	36.221	38.299	39.842	36.663	36.133	35.077	34.996	34.476	32.617	33.034
Haushalte / Kleinverbrauch	37.272	43.590	40.894	35.715	37.846	29.658	37.500	34.776	33.420	28.648
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	23.386	17.648	14.060	7.117	6.411	6.175	6.076	4.549	4.306	4.141
Produktanwendungen/Sonstige	3.506	4.266	3.642	3.617	3.655	3.642	3.579	3.618	3.620	3.689
Landwirtschaft	7.730	7.163	6.884	6.685	6.414	6.521	6.629	6.759	6.625	6.647
Abfall	5.182	3.724	2.360	1.819	1.517	1.220	1.086	1.023	936	871
Gesamtemissionen	367.009	359.627	337.645	328.679	334.879	330.277	326.363	290.235	305.760	298.958
	in Gg (1.000 t) CO ₂ -Äquivalente									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 vorl.
Energiewirtschaft	168.925	170.259	160.896	150.925	150.376	138.277	130.072	94.506	80.378	90.831
Industrie	53.560	54.576	54.468	54.654	54.442	54.692	54.510	58.847	54.272	58.423
Verkehr	33.058	31.890	32.248	32.260	33.363	33.654	32.665	31.422	30.014	30.093
Haushalte / Kleinverbrauch	28.602	31.984	29.012	29.876	30.268	31.945	28.266	28.509	26.407	25.536
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	4.834	4.967	4.118	4.463	3.827	4.012	3.327	3.490	1.870	1.870
Produktanwendungen/Sonstige	3.696	3.709	3.712	3.839	3.883	3.752	4.223	4.034	3.549	3.311
Landwirtschaft	6.841	7.041	7.157	7.183	7.163	7.154	7.003	6.967	6.881	6.714
Abfall	811	727	696	633	598	604	540	495	456	450
Gesamtemissionen	300.329	305.154	292.307	283.834	283.920	274.090	260.605	228.270	203.826	217.228

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

Der überwiegende Anteil an den Emissionen in NRW entsteht in emissionshandelspflichtigen Anlagen (DEHSt 2021). Im Jahr 2020 entfielen mit rund 125 Mio. t CO_{2eq} circa 62 % der Gesamtemissionen auf Anlagen des europäischen Emissionshandels (EU-ETS). Somit werden knapp zweidrittel aller in Nordrhein-Westfalen entstehenden Emissionen durch das Instrument des europäischen Emissionshandels erfasst.

In Nordrhein-Westfalen waren im Jahr 2020 495 Anlagen berichtspflichtig. Die Mehrzahl der emissionshandelspflichtigen Anlagen gehört der chemischen Industrie sowie der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung an. Im Jahr 2020 wurden 146 Anlagen dem Sektor 1A2c (chemische Industrie) und 119 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 64 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 2020 (DEHSt 2021)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Anzahl Anlagen	CO _{2eq} in Gg (1000 t)	Anteil %
1A1	Energiewirtschaft	143	81.969	65,4
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	119	70.451	56,2
1A1b	Raffinerien	4	6.982	5,6
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	20	4.535	3,6
1A2	Industrie	349	43.361	34,6
1A2a	Eisen und Stahl	56	17.183	13,7
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	21	1.384	1,1
1A2c/2B	Chemische Industrie	146	12.994	10,4
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	28	1.354	1,1
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	20	854	0,7
1A2f	Nichtmetallische Minerale	64	9.413	7,5
1A2m	Sonstige	17	180	0,1
Gesamt VET		495	125.329	100

Seit Beginn des Emissionshandels im Jahr 2005 sind die Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen um rund 41 % 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 viele Jahre einen Zuwachs an Emissionen aufwiesen.

In der dritten Handelsperiode sind die Emissionen um rund 90 Mio. t CO_{2eq} gesunken, d. h. im Jahr 2020 lagen die Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Nordrhein-Westfalen um etwa 42 % unterhalb des Wertes von 2013 (Abbildung 10). Im Jahr 2020 emittierten die rund 500 in Nordrhein-Westfalen erfassten EU-ETS-Anlagen rund 125 Mio. t CO_{2eq}. Dabei wurden rund 56 % der Emissionen, d. h. rund 70 Mio. t CO_{2eq} von

Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung verursacht. Weitere rund 17 Mio. t CO_{2eq} gingen zu Lasten der Eisen- und Stahlindustrie (Tabelle 14). Große Emissionsmengen entstanden zudem mit rund 13 Mio. t CO_{2eq} im Bereich der chemischen Industrie sowie mit rund 9 Mio. t CO_{2eq} bei der Verarbeitung Nicht-Metallischer Minerale (u. a. Zement, Kalk, Glas).

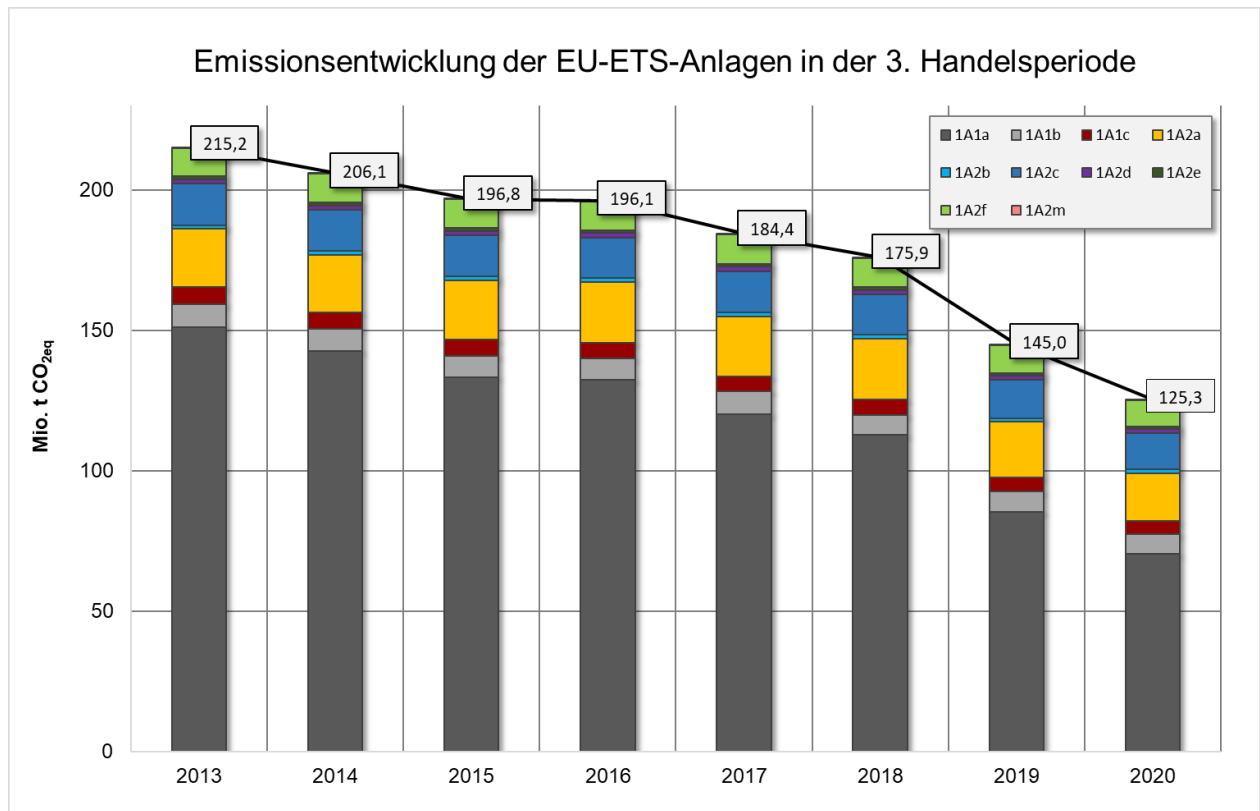


Abbildung 10: Emissionsentwicklung der emissionshandlungspflichtigen in Nordrhein-Westfalen in der dritten Handelsperiode unterteilt in die Sektoren 1A1a Öffentliche Strom und Wärmeversorgung, 1A1b Raffinerien, 1A1c Sonstige Energieindustrie, 1A2a Eisen und Stahl, 1A2b Nichteisen-Metalle, 1A2c Chemische Industrie, 1A2d Zellstoff, Papier, Druck, 1A2e Nahrungsmittel, 1A2f Nichtmetallische Minerale und 1A2m Sonstige Industrie. Dargestellt sind zudem die Gesamtemissionen der emissionshandlungspflichtigen Anlagen in NRW im jeweiligen Berichtsjahr (hellgraue Kästen).

In Analogie zu den Berichten über die emissionshandlungspflichtigen 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 2020 dargestellt. Sechs Anlagen sind Kraftwerke der Energieerzeugung, drei Anlagen werden der Eisen- und Stahlindustrie zugeordnet oder sind Raffinerien. Insgesamt verursachen diese zehn Anlagen mit rund 66,1 Mio. t CO_{2eq} etwas über die Hälfte (52,7 %) der emissionshandlungspflichtigen Emissionen im stationären Bereich und etwas über ein Drittel (32,4 %) der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens.

Tabelle 15: Die zehn größten EU-ETS-Anlagen in Nordrhein-Westfalen nach Emissionen im Jahr 2020 (DEHSt 2021)

Anlage (Betreiber)	IPCC-Sektor	CO _{2eq} in Gg (1000 t)	Veränderung ggü. 2019	
Kraftwerk Neurath (RWE Power AG)	1A1a	18.672	▼	- 17,4 %
Kraftwerk Niederaußem (RWE Power AG)	1A1a	11.878	▼	- 35,5 %
Kraftwerk Weißweiler (RWE Power AG)	1A1a	11.474	▼	- 13,7 %
Integriertes Hüttenwerk Duisburg (ThyssenKrupp Steel Europe AG)	1A2a	6.836	▼	- 12,6 %
Werk Duisburg-Huckingen, Glocke (HKM Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH)	1A2a	3.953	▼	- 22,6 %
Kraftwerk Scholven (Uniper Kraftwerke GmbH)	1A1a	3.448	▼	- 15,1 %
Werk Scholven - CO ₂ -Glocke (Ruhr Oel GmbH)	1A1b	2.789	▼	- 7,3 %
Kraftwerk Hamborn (RWE Generation SE)	1A1a	2.469	▼	- 21,5 %
Heizkraftwerk Huckingen (Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH)	1A1a	2.352	▼	- 12,3 %
Heizkraftwerk Duisburg-Ruhrort (ThyssenKrupp Steel Europe AG)	1A2a	2.286	▼	- 3,1 %
Gesamt		66.083	▼	- 19,8 %

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 – 2020 (UBA 2022A/B). 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 2020 (UBA 2022A/B, LANUV NRW)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	NRW 2020	Deutschland 2020	Anteil NRW
		Mio. t CO ₂ -Äquivalente		%
1A1	Energiewirtschaft	80,4	212,5	37,8
1A2 + 2A-C	Industrie	54,3	157,7	34,4
1A3	Verkehr	30,0	147,2	20,4
1A4-5	Haushalte / Kleinverbrauch	26,4	125,6	21,0
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	1,9	6,7	27,8
2D-2H	Produktanwendungen / Sonstige	3,5	14,2	25,0
3	Landwirtschaft	6,9	56,1	12,3
5	Abfall	0,5	8,8	5,2
	Gesamtemissionen	203,8	728,7	28,0

Mit Emissionen in Höhe von 203,8 Mio. t CO_{2eq} liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 28,0 % (Abbildung 11, Tabelle 16). Insbesondere die Sektoren Energiewirtschaft mit rund 38 % der bundesdeutschen Emissionen, Industrie (34,4 %) und Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen (27,8 %) 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.

Die Anteile der Sektoren Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbraucher liegen im Bereich von 20 bzw. 21 % und somit erwartungsgemäß in der Größenordnung des Bevölkerungsanteils Nordrhein-Westfalens von etwa 22 % (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER 2022). Die Sektoren Landwirtschaft und Abfall tragen mit 12,3 % bzw. 5,2 % zu den deutschen Emissionen bei.

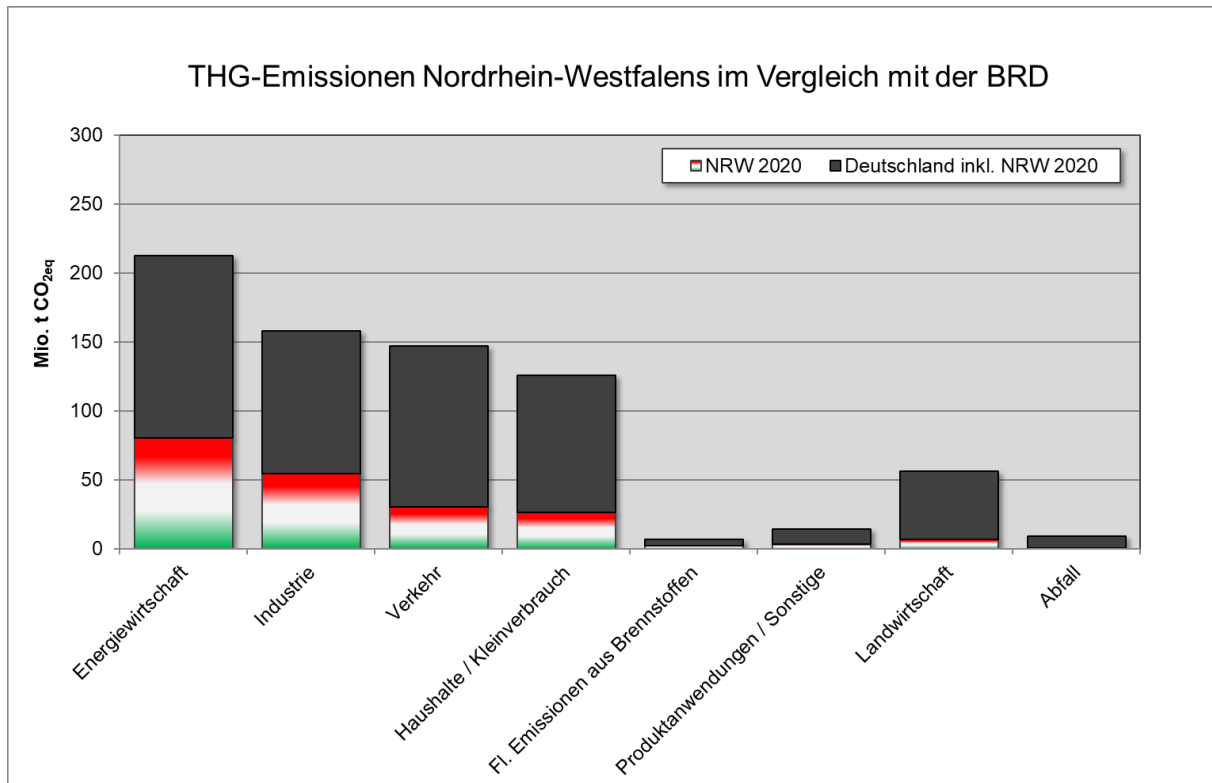


Abbildung 11: Anteil der THG-Emissionen Nordrhein-Westfalens an den Gesamtemissionen der BRD im Jahr 2020 in den einzelnen Sektoren. Im Durchschnitt liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 28,0 % (Quelle: UBA 2022A/B, LANUV NRW, eigene Darstellung).

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 12). Im europäischen Vergleich liegt Deutschland im Jahr 2020 mit CO₂-Emissionen in Höhe von insgesamt 624,7 Mio. t deutlich auf Rang 1, gefolgt vom Vereinigten Königreich, Polen, Italien (mit San Marino und dem Heiligen Stuhl), Frankreich (mit Monaco) und Spanien (mit Andorra) (CRIPPA et al. 2022). Wird Nordrhein-Westfalen in die Reihe der Mitgliedstaaten einsortiert, folgt es mit 190,3 Mio. t CO₂ an 7. Stelle (Abbildung 12). Insgesamt emittieren die 27 EU-Staaten und das Vereinigte Königreich (EU 27 + VK) im Jahr 2020 etwa 2,9 Milliarden t CO₂. Mit rund 21 % entsteht etwa ein Viertel dieser Menge an fossilem CO₂ in der Bundesrepublik Deutschland.

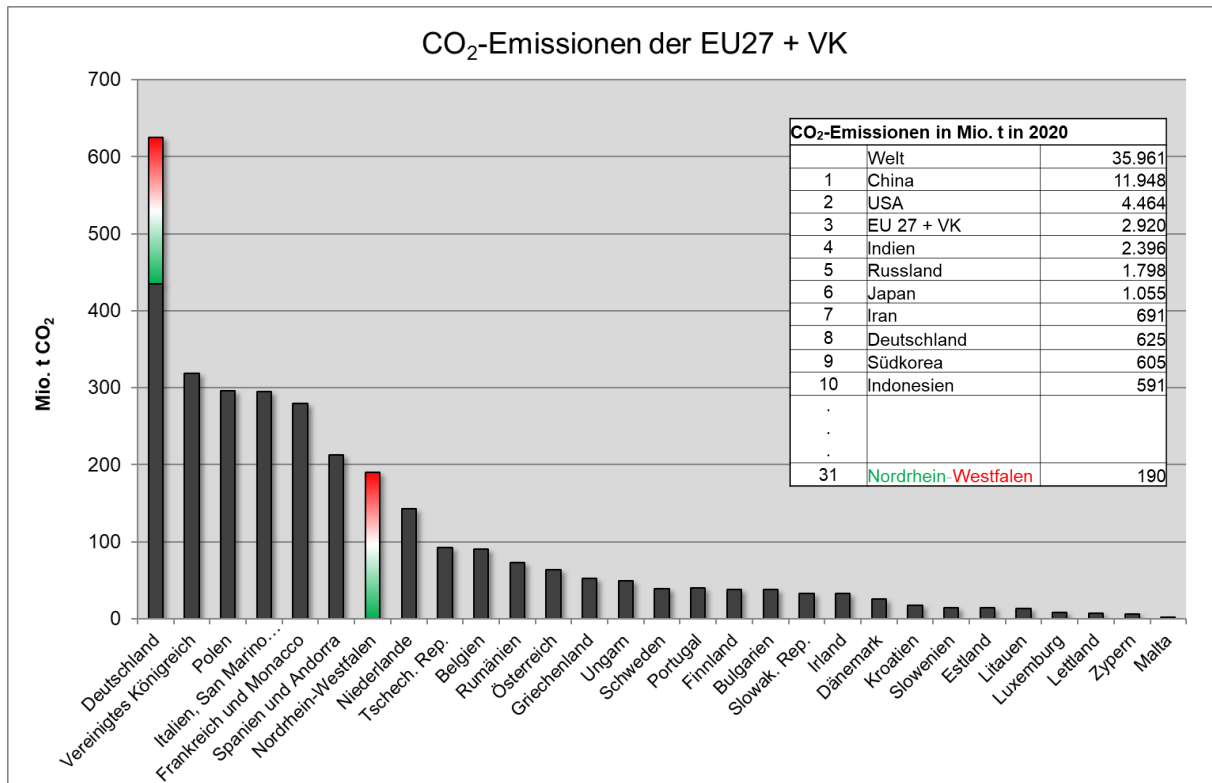


Abbildung 12: Vergleichende Darstellung der CO₂-Emissionen der EU 27 + VK, NRW und der zehn größten Emittenten weltweit im Jahr 2020 (Quelle: CRIPPA ET AL. 2022, eigene Darstellung).

Die EU 27 und das Vereinigte Königreich haben im Jahr 2020 ihre gesamten Treibhausgas-Emissionen um etwa 18,3 % gegenüber dem Vorjahr reduziert (Abbildung 13). Seit 1990 sind die Emissionen aus fossilem CO₂ europaweit in den einzelnen Sektoren um bis zu 46 % gesunken. Einzige Ausnahme bildet der Verkehrssektor, dessen Emissionen steigen (CRIPPA et al. 2022). Die prozentuale Zu- bzw. Abnahme der CO₂-Emissionen zwischen den Jahren 2019 und 2020 differiert stark zwischen den Mitgliedstaaten. Sie rangiert zwischen einer Emissionsminderung von – 17,3 % für Spanien und Andorra und – 2,9 % für Ungarn (CRIPPA et al. 2022).

Die Emissionsminderung Deutschlands liegt mit rund 10,0 % gegenüber dem Jahr 2019 deutlich unter dem Wert der EU 27. Nordrhein-Westfalen hat seine Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2020 um rund 11 % gegenüber dem Vorjahr reduziert und liegt damit auf dem Niveau Deutschlands aber unter dem Niveau der EU 27 (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2022, UBA 2022a/b, Abbildung 13).

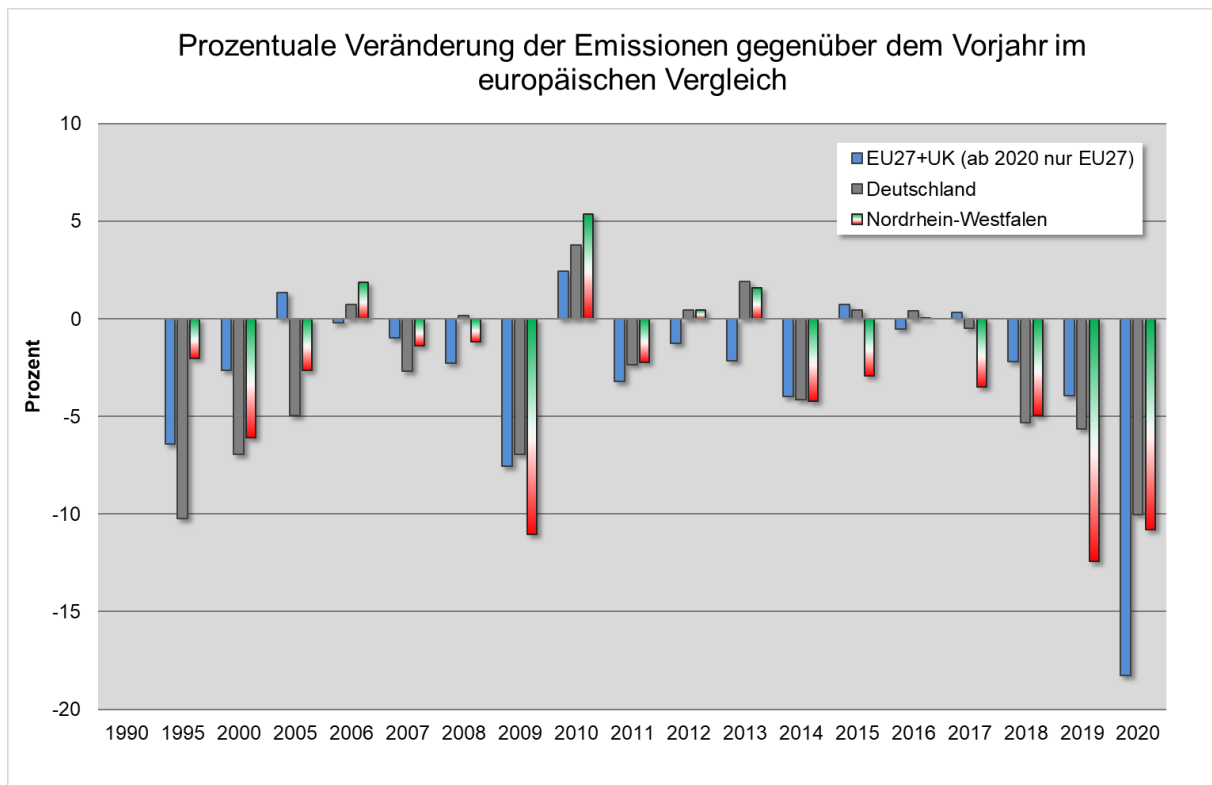


Abbildung 13: Prozentuale Zu-, bzw. Abnahme der Treibhausgas-Emissionen der EU 27, Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland jeweils im Vergleich zum Vorjahr (Quelle: EEA, UBA, eigene Darstellung).

Global sind die Emissionen im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr um 5,4 % gesunken. (CRIPPA ET AL. 2022). Zum Vergleich sind in Abbildung 12 die CO₂-Emissionen der weltweit größten Emittenten des Jahres 2020 angegeben. Weltweit wurden im Jahr 2020 etwa 36,0 Milliarden t CO₂ emittiert.

Im Jahr 2020 blieben China, die Vereinigten Staaten, die EU 27, Indien, Russland und Japan die weltweit größten CO₂-Emittenten – zusammen machen sie 49,5 % der Bevölkerung, 61,8 % des globalen Bruttoinlandsprodukts und 65,2 % des gesamten globalen Verbrauchs fossiler Brennstoffe aus und 66,7 % des gesamten globalen fossilen CO₂. Unter diesen sechs größten Emittenten der Welt verzeichnete nur China im Jahr 2020 einen Anstieg der Emissionen (+1,5 %), während alle anderen ihre Emissionen um unterschiedliche Beträge gesenkt haben: Die EU 27 um 10,6 %, die Vereinigten Staaten um 9,9 %, Japan um 6,8 %, Indien um 5,9 % und Russland um 5,8 %. Die gesamten fossilen CO₂-Emissionen der EU 27 waren in den letzten zwei Jahrzehnten bereits zurückgegangen, und die Emissionen lagen im Jahr 2020 um 31,8 % unter denen des Jahres 1990. Der Anteil der EU 27 an den globalen Gesamtemissionen sank zwischen den Jahren 2015 und 2019 von 8,5 % auf 7,8 % und fiel bis zum Jahr 2020 auf 7,3 % ab (CRIPPA ET AL. 2022).

Zum Vergleich: In Nordrhein-Westfalen sind die gesamten Treibhausgas-Emissionen zwischen den Jahren 1990 und 2020 um 44,5 % zurückgegangen, die reinen CO₂-Emissionen sanken um 39,7 % und damit wird die Reduktion der EU 27 deutlich übertroffen. Gegenüber dem Vorjahr 2019 sind die gesamten Treibhausgas-Emissionen um 10,8 % und die CO₂-Emissionen um 10,3 % zurückgegangen. Diese Rückgänge liegen in einem vergleichbaren prozentualen Niveau zu den EU 27 und den Vereinigten Staaten.

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 2021 in Nordrhein-Westfalen voraussichtlich rund 217,2 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert. Tabelle 13 zeigt die Entwicklung seit 1990 einschließlich der vorläufigen Daten für das Jahr 2021.

Für die Gesamttendenz der letzten Jahre ab etwa 2010 ist in erster Linie die Entwicklung im Sektor **Energiewirtschaft** maßgeblich. Zwischen den Jahren 2019 und 2020 sind die Emissionen um rund 14 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 14,9 % zurückgegangen. Damit setzt sich der deutliche Emissionsrückgang der Vorjahre auch im Jahr 2020 fort. Den größten Anteil an dieser Entwicklung hat der Rückgang der Emissionen aus der Verstromung von Braun- (-22 %) und Steinkohle (-13 %). Im Jahr 2021 gibt es einen gegenläufigen Trend zu den Vorjahren. In diesem Sektor steigen die Emissionen voraussichtlich um ca. 10,4 Mio. t CO_{2eq} an. Das entspricht einer Erhöhung von 13,0 % gegenüber dem Vorjahr 2020. Im Bundesdurchschnitt sind die Emissionen des Sektors Energiewirtschaft im gleichen Zeitraum um 12,4 % gestiegen. Das Umweltbundesamt (UBA) begründet die deutlich gestiegenen Emissionen mit einem erhöhten Kohleeinsatz in der Stein- und Braunkohlenverstromung (UBA 2022A/B). In Nordrhein-Westfalen stiegen die Emissionen aus der Kohleverstromung von 58,0 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2020 um rund 21 % auf 70,1 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2021. Insgesamt steigen die Emissionen aus dem Einsatz fossiler Brennstoffe in der Energiewirtschaft um rund 16 %. Eine weitere Ursache sieht das UBA (2022A/B) in der im Vergleich zum Vorjahr deutlich verringerten Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, insbesondere aus der Windstromerzeugung im Jahr 2021. Die im Zuge des Kohleausstiegsgesetzes vorgenommenen ersten Abschaltungen von Braunkohlekraftwerken (Kraftwerk Niederaußem D) zum Jahresende 2020 machen sich in der Klimabilanz 2021 noch nicht bemerkbar. Insgesamt liegen die erwarteten Emissionen des Sektors Energiewirtschaft im Jahr 2021 rund 43 % unter dem Emissionsniveau des Basisjahres 1990.

Die Emissionen im Sektor **Industrie** steigen im Jahr 2021 voraussichtlich um 4,1 Mio. t CO_{2eq} (+ 7,6 %) von 54,3 Mio. t CO_{2eq} auf schätzungsweise 58,4 Mio. t CO_{2eq} an. Laut UBA (2022A/B) spielen hier insbesondere aufholende Konjunkturreffekte in Folge der Corona-Krise und ein vermehrter Einsatz fossiler Brennstoffe eine wichtige Rolle. Ähnlich wie auf Bundesebene sind die deutlichsten Emissionssteigerungen auch in Nordrhein-Westfalen in der Stahlindustrie zu beobachten, gefolgt von der Mineralverarbeitung und der Chemischen Industrie. Insgesamt haben sich die Emissionen im Sektor Industrie seit 1990 (damals 94,3 Mio. t CO₂-Äquivalente) um ca. 38 % reduziert und liegen im Jahr 2021 etwa 7,6 % über dem Emissionsniveau des Jahres 2020.

Auch im zweiten Pandemiejahr verkehrten deutlich weniger Pkw als noch im Jahr 2019, was die Absatzzahlen für Kraftstoffe sowie Daten von Zählstellen an Autobahnen und Bundes-

straßen verdeutlichen. Der Straßengüterverkehr stieg jedoch auf den Autobahnen wieder auf ein Niveau leicht oberhalb des Jahres 2019 an (UBA 2022A/B). Für den Straßenverkehr hat das UBA daher deutschlandweit eine Erhöhung der Emissionen um 1,4 % aufgezeigt. Das landesweite Emissionskataster **Straßenverkehr** ermittelt für den Straßenverkehr in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2021 Emissionen in Höhe von 27,0 Mio. t CO_{2eq}. Dies entspricht dem Emissionsniveau des Vorjahres 2020. Eine Erhöhung kann für Nordrhein-Westfalen nicht konstatiert werden. Die Passagierzahlen sowie das Frachtaufkommen an den NRW-Flughäfen erholen sich im Jahr 2021 leicht, bleiben aber weiterhin unter dem Niveau des Jahres 2019 zurück (DESTATIS 2022). Im Bereich des **Flugverkehrs** steigen die Emissionen um 15,3 % an, bleiben damit aber weiterhin bei insgesamt rund 0,2 Mio. t CO_{2eq}.

Das UBA hat für den Sektor **Haushalte und Kleinverbraucher** eine Emissionsminderung von 3,3 % ermittelt. Diese Emissionsminderung tritt auf, obwohl das Jahr 2021 eine deutlich kühle Witterung aufwies als das Jahr 2020 und der Erdgasverbrauch somit anstieg (UBA 2022A/B). Sie ist gemäß UBA im Wesentlichen auf deutlich verringerte Heizölkäufe zurückzuführen, da die Heizöllager aufgrund der günstigen Preise und in Erwartung des Brennstoffemissionshandelsgesetzes bereits in den Jahren 2019 und 2020 umfangreich aufgestockt wurden. Auf Nordrhein-Westfalen übertragen entspricht diese Entwicklung einer Emissionsminderung von rund 0,9 Mio. t CO_{2eq}, gegenüber dem Jahr 2020.

Das UBA ermittelt für den Sektor **Landwirtschaft** eine Emissionsreduktion von durchschnittlich 2 %. Auf Nordrhein-Westfalen übertragen sinken die Emissionen von 6,9 Mio. t CO_{2eq} auf voraussichtlich 6,7 Mio. t CO_{2eq}. Ursächlich sind laut UBA (2022A/B) die weiterhin rückläufigen Tierzahlen in der Rinder- und Schweinehaltung.

Die Emissionen im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** sinken auf Bundesebene um durchschnittlich 6,7 % (UBA 2022A/B). Für die Minderung ist überwiegend ein verringerter Ausstoß von Fluorierten Gasen verantwortlich. Auf Nordrhein-Westfalen übertragen sinken die Emissionen von 3,5 Mio. t CO_{2eq} auf voraussichtlich 3,3 Mio. t CO_{2eq}.

Im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** bleiben die Emissionen voraussichtlich auf dem Vorjahresniveau.

Im **Abfallbereich** sind keine gravierenden Änderungen zu erwarten.

Insgesamt ergeben sich daraus für Nordrhein-Westfalen vorläufige Emissionen für das Jahr 2021 von 217,2 Mio. t CO_{2eq}. Dies bedeutet eine Emissionssteigerung um 13,4 Mio. t CO_{2eq} bzw. rund 7 % gegenüber dem Jahr 2020. Gegenüber dem Basisjahr 1990 sinken die Emissionen im Berichtsjahr 2021 voraussichtlich um rund 41 %.

5 Literatur

- AG ENERGIEBILANZEN E.V. (2021): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2020
https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2021/11/ageb_jahresbericht2020_20210406b_dt.pdf
- 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): Kraftwerksliste Bundesnetzagentur (bundesweit; alle Netz- und Umspannebenen) Stand 19.01.2021
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/start.html
- BUNDESNETZAGENTUR (2022): Kraftwerksliste Bundesnetzagentur (bundesweit; alle Netz- und Umspannebenen) Stand 31.05.2022
<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/start.html>
- CRIPPA, M., GUIZZARDI, D., SOLAZZO, E., MUNTEAN, M., SCHAAF, E., MONFORTI-FERRARIO, F., BANJA, M., OLIVIER, J.G.J., GRASSI, G., ROSSI, S., VIGNATI, E.: GHG emissions of all world countries - 2021 Report, EUR 30831 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-41547-3, [doi:10.2760/173513](https://doi.org/10.2760/173513), [JRC126363](https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2021)
https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2021
- DEUTSCHE EMISSIONSHANDELSSTELLE (DEHST) (2021): Treibhausgasemissionen 2020. Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2020)
https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/VET-Bericht-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- DEUTSCHE EMISSIONSHANDELSSTELLE (DEHST) (2022): Treibhausgasemissionen 2021. Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2021)
https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/VET-Bericht-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2022): 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) (2020a): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen August 2020

- INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT NRW) (2020b): Statistische Berichte: Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen. Dezember 2019
- INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT NRW) (2021a): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen März 2021
- INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT NRW) (2021b): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen August 2021
- 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) (2022): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2020. Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2022, Thünen-Report 91
https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_91.pdf
- 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
- KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2021): Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2021
https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz1_b_uebersicht.html
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV NRW) (2022): Energieatlas NRW – Strommarktmonitoring - Nettostromerzeugung
<https://www.energieatlas.nrw.de/site/strommarktmonitoring>

- 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 (2022): Gemeinsames Statistikportal: Bevölkerung
<https://www.statistikportal.de/de/bevoelkerung>
- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2021A): Pressemitteilung Nr. 101 vom 5. März 2021: KORREKTUR: Stromerzeugung 2020: 5,9 % weniger Strom ins Netz eingespeist als 2019
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/03/PD21_101_43312.html
- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2021B): Pressemitteilung Nr. 048 vom 2. Februar 2021
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/02/PD21_048_464.html
- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2021C): Fachserie 8 Reihe 6.1. Verkehr. Luftverkehr auf Hauptverkehrsflughäfen
https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00058968/2080610207004_korr09022021.pdf
- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2022): PRESSEMITTEILUNG NR. 148 VOM 5. APRIL 2022
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/04/PD22_148_463.html
- 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/envwldoww/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) (2021a) Detaillierte Berichtstabellen CRF 2020 & 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) (2022a) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2022: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2020

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2022-05-31_climate-change_24-2022_nir-2022_de.pdf

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2022b) Detaillierte Berichtstabellen CRF 2022 & weitere Materialien

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

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2022c) 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).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zeitreihe der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren von 1990 bis 2019 sowie eine Vorjahresabschätzung für das Berichtsjahr 2021	6
Abbildung 2:	Verteilung der Gesamtemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 (insgesamt 203,8 Mio. t CO _{2eq}).....	13
Abbildung 3:	Emissionsentwicklung in nordrhein-westfälischen Kraftwerken seit Beginn der Berichtspflicht im Europäischen Emissionshandel 2005.....	17
Abbildung 4:	Zeitreihe der Straßenverkehrsemissionen der Jahre 2000 bis 2020 und vorläufigen Zahlen für das Jahr 2021 differenziert nach Fahrzeugklassen.....	19
Abbildung 5:	Mit ca. 3,5 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.....	22
Abbildung 6:	Zeitreihe der Emissionen aus Sektor 4 Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft der Jahre 1990 bis 2020 differenziert nach Quellen und Senken.....	23
Abbildung 7:	Prozentuale Verteilung der emittierten Treibhausgase in Nordrhein-Westfalen 1990 und 2020	28
Abbildung 8:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen	29
Abbildung 9:	Zeitreihe der Emissionen des Sektors Landwirtschaft der Jahre 1990 bis 2020 differenziert nach Emissionen aus der Tierhaltung und der Bodennutzung.....	36
Abbildung 10:	Emissionsentwicklung der emissionshandelspflichtigen in Nordrhein-Westfalen in der dritten Handelsperiode.....	39
Abbildung 11:	Anteil der THG-Emissionen Nordrhein-Westfalens an den Gesamtemissionen der BRD im Jahr 2020 in den einzelnen Sektoren.....	42
Abbildung 12:	Vergleichende Darstellung der CO ₂ -Emissionen der EU 27 + VK, NRW und der zehn größten Emittenten weltweit im Jahr 2020.....	43
Abbildung 13:	Prozentuale Zu-, bzw. Abnahme der Treibhausgas-Emissionen der EU 27, Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland jeweils im Vergleich zum Vorjahr.....	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über die Treibhausgas-Emissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020	6
Tabelle 2:	Übersicht über die verwendeten GWP	11
Tabelle 3:	Übersicht über die Emissionssektoren nach IPCC 2006	12
Tabelle 4:	Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020	14
Tabelle 5:	Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 (ohne den Sektor 1A2 Industrie).....	15
Tabelle 6:	Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen im Jahr 2020 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie)	18
Tabelle 7:	Treibhausgasemissionen des Subsektors 1A3b Straßenverkehr des Jahres 2020 nach Fahrzeugklassen differenziert.	19
Tabelle 8:	Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2020	21
Tabelle 9:	Treibhausgasemissionen des Subsektors Tierhaltung im Jahr 2020. 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.	22
Tabelle 10:	Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall im Jahr 2020	24
Tabelle 11:	Gesamtunsicherheiten der bilanzierten Treibhausgase im Treibhausgas-Emissionsinventar NRW	25
Tabelle 12:	Produktionsindices und einhergehende Emissionsveränderungen der Industriezweige in den Jahren 2019 und 2020	32
Tabelle 13:	Zeitreihe der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren (Quellen: Wuppertal Institut (WI 2005) und LANUV NRW).....	37
Tabelle 14:	Anzahl sowie Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 (DEHSt 2021)	38
Tabelle 15:	Die zehn größten EU-ETS-Anlagen in Nordrhein-Westfalen nach Emissionen im Jahr 2020 (DEHSt 2021).....	40
Tabelle 16:	Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2020 (UBA 2022A/B, LANUV NRW).....	41

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 (beide LANUV)
Titelbild	Dr. Katharina Filz (LANUV)
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachberichte
Stand	Oktober 2022
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

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

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

www.lanuv.nrw.de