



Treibhausgas-Emissionsinventar

Nordrhein-Westfalen 2022

LANUV-Fachbericht 161

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen	10
2 Entwicklung und aktueller Stand der THG-Emissionen in NRW	17
2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2022.....	17
2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2022.....	19
2.2.1 Sektor Energie.....	19
2.2.2 Sektor Energiewirtschaft.....	21
2.2.3 Sektor Industrie.....	23
2.2.4 Sektor Verkehr.....	24
2.2.5 Sektor Produktanwendung.....	26
2.2.6 Sektor Landwirtschaft.....	26
2.2.7 Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft.....	29
2.2.8 Sektor Abfall.....	30
2.3 Abschätzung der Unsicherheiten.....	31
2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2022.....	32
2.4.1 Energiewirtschaft.....	37
2.4.2 Industrie.....	39
2.4.3 Verkehr.....	41
2.4.4 Haushalte und Kleinverbraucher.....	46
2.4.5 Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen.....	47
2.4.6 Produktanwendungen/ Sonstige.....	48
2.4.7 Landwirtschaft.....	49
2.4.8 Abfall.....	51
2.4.9 Zeitreihe der Treibhausgasemissionen.....	52
2.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen (EU-ETS) in Nordrhein-Westfalen.....	53
3 Nordrhein-Westfalen im Vergleich	57
3.1 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit der Bundesrepublik Deutschland.....	57
3.2 Vergleich Nordrhein-Westfalens mit den 27 EU-Staaten und dem Vereinigten Königreich.....	58
4 Ausblick	61
5 Literatur	64
Abbildungsverzeichnis	70
Tabellenverzeichnis	72

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 2022

Im Jahr 2022 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 218,0 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert. Dies bedeutet eine weitgehend konstante Emissionsentwicklung gegenüber dem Vorjahr 2021. Die Emissionen sind im Berichtsjahr 2022 leicht um rund 0,8 Mio. t CO₂-Äquivalente, bzw. 0,4 % gestiegen. Gegenüber dem Emissionsniveau von 1990 bedeutet dies eine Minderung von ca. 41 %.

Mit 44,5 % entstanden im Jahr 2022 etwas weniger als die Hälfte der THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 1). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Emissionen der Industrie (24,8 %), der Verkehr (14,6 %) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (11,0 %). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 3,0 % bzw. 0,3 % der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gaswirtschaft, machen etwa 0,4 % der Emissionen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise Pkw-Klimaanlagen und Gebäudekälte entstehen ebenfalls etwa 1,5 % 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 setzt sich der deutliche Emissionsrückgang der Vorjahre fort. Große Emissionsrückgänge sind aus der sinkenden Verstromung von Braun- und Steinkohle zu verzeichnen, trotz der Inbetriebnahme des Kraftwerks Datteln 4. Emissionsmindernd wirken sich zudem der gestiegene CO₂-Preis sowie die Corona-Pandemie aus. Im Jahr 2021 entfällt auf Grund der witterungsbedingt niedrigen Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien ein erhöhter Anteil im Energiemix auf Braun- und Steinkohle. Dies hat einen Anstieg der Emissionen zur Folge. Im Jahr 2022 belaufen sich die Treibhausgas-

Emissionen der Energiewirtschaft auf 97,1 Mio. t CO_{2eq}. Sie liegen damit 6,1 Mio. t CO_{2eq}, bzw. rund 7 % über dem Emissionsniveau des Jahres 2021. Wie bereits im Jahr 2021 sind die Stein- und Braunkohleeinsätze zur Gewinnung von Strom und Wärme weiter angestiegen. Der Arbeitskreis Energiebilanzen (AG ENERGIEBILANZEN 2023) erklärt den vermehrten Einsatz dieser Energieträger mit der Substitution einer verminderten Stromerzeugung aus Kernkraft und Erdgas. Gemäß AG ENERGIEBILANZEN (2023) wurden im Jahr 2022 der Energieverbrauch sowie der Energiemix in hohem Maße durch die Folgen der Invasion Russlands in die Ukraine, den Stopp russischer Gaslieferungen nach Deutschland, einer damit verbundenen Steigerung der Energiepreise sowie den Vorbereitungen zur Bekämpfung einer drohenden Energiekrise geprägt. Der Rückgang der Stromerzeugung aus Kernenergie sowie krisenbedingt aus Erdgas hatte in der Öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung einen vermehrten Einsatz von Stein- und Braunkohle zur Folge. Emissionssteigernd wirkte sich laut UMWELTBUNDESAMT (2023) zudem eine insgesamt vermehrte Stromproduktion als Beitrag zur Sicherung der Versorgungssicherheit im europäischen Ausland aus. In Nordrhein-Westfalen stiegen die Emissionen aus der Kohleverstromung von 70,1 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2021 um rund 9 % auf 76,7 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2022. Die Emissionen aus der Nutzung von Braunkohle stiegen dabei um rund 6 % an, die Emissionen aus der Nutzung von Steinkohle in Kraftwerken der Energiewirtschaft erhöhten sich um 22 %. Insgesamt ist der Energiemix 2022 in Deutschland der AG ENERGIEBILANZEN (2023) zu Folge aufgrund gezielter Maßnahmen zur Bekämpfung der Energiekrise kohlenstoffintensiver geworden. Auf Bundesebene sind die Emissionen der Energiewirtschaft zwischen den Jahren 2021 und 2022 um 4,4 % gestiegen (UMWELTBUNDESAMT 2023, 2023A). Auch ein Anstieg der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien konnte diese negative Entwicklung nicht ausgleichen. Gegenüber dem windschwachen Vorjahr 2021 nahm die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2022 zu. Deutschlandweit stellen die erneuerbaren Energien im Jahr 2022 die wichtigste heimische Energiequelle dar (AG ENERGIEBILANZEN 2023).

Im Berichtsjahr 2022 sind die **Industrie**-Emissionen in Nordrhein-Westfalen um ca. 4,2 Mio. t CO_{2eq} gesunken. Dies entspricht einer Emissionsminderung von 7,3 % im Vergleich zum Vorjahr. Auch auf Bundesebene sind die Emissionen der Industrie zwischen den Jahren 2021 und 2022 um 10,4 % zurückgegangen (UMWELTBUNDESAMT 2023, 2023A).

Die Produktionsindices der betrachteten Sektoren spiegeln in vielen Branchen die negativen Auswirkungen der Ukraine-Krise wider (IT.NRW 2022A-C, 2023). Gemäß AG ENERGIEBILANZEN (2023) sank die Produktion im produzierenden sowie verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2022 infolge der hohen Energiepreise sowie infolge von Material- bzw. Lieferengpässen. Von den Energiepreissteigerungen waren insbesondere energieintensive Wirtschaftszweige betroffen. Mit Ausnahme der Nahrungsmittelindustrie sind die Emissionen aller nordrhein-westfälischen Industriesektoren im Berichtsjahr 2022 gesunken. Mit einer Minderung von 14,8 % sind im Sektor 1A2d (Zellstoff, Papier, Druck) die höchsten Emissionsminderungen im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen. Analog zu den gesunkenen Produktionsindices ist in der Eisen- und Stahlindustrie (Sektor 1A2a) ein Rückgang von 6,5 %, in der chemischen Industrie (Sektor 1A2c) eine Minderung von 8,3 % und bei der Verarbeitung von Nichteisen-Metallen (Sektor 1A2b) ein Emissionsrückgang von 5,5 % zu beobachten. Auch der Sektor 1A2f (Nichtmetallische Minerale) hat trotz positiver Konjunkturreffekte leichte Emissionsminderungen zu verzeichnen. Diese Entwicklung entspricht den Tendenzen auf Bundesebene, wo energieintensive Wirtschaftszweige wie die „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“, die „Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus“ oder die

„Metallerzeugung und -bearbeitung“ erhebliche Produktionsrückgänge zu verzeichnen hatten, nachdem sie im vergangenen Jahr 2021 ihre Produktion noch ausweiten konnten (AG ENERGIEBILANZEN 2023). Die AG ENERGIEBILANZEN postuliert, dass die hohen Energiepreise in Kombination mit der Sorge vor Unterbrechungen in der Energieversorgung bei den Unternehmen Anreize zur Hebung ungenutzter Effizienzpotenziale sowie zur Investition in Energiespartechnologien gesetzt haben könnten. Dies könnte zur Folge haben, dass trotz der angespannten wirtschaftlichen Lage in der Industrie entsprechende Einspar- und Substitutionsbemühungen zu Emissionsminderungen führen können.

Die Emissionen im **Verkehrssektor** sind im Jahr 2022 angestiegen. Die Emissionsveränderung liegt insgesamt bei 5,2 %. Bundesweit ist eine vergleichbare Emissionsentwicklung zu verzeichnen. Auf Bundesebene stiegen die Emissionen des Verkehrs gegenüber 2021 um 2,0 % (UMWELTBUNDESAMT 2024).

Im Bereich des **Flugverkehrs** ist in Nordrhein-Westfalen im Berichtsjahr 2022 eine deutliche Erholung der Passagierzahlen sowie des Frachtaufkommens zu beobachten. Die Passagierzahlen sowie das Frachtaufkommen an den NRW-Flughäfen haben sich im Jahr 2022 um fast 60 % im Vergleich zum Vorjahr gesteigert (DESTATIS 2024A). Diese Entwicklung spiegelt die Aufhebung der Corona-Schutzmaßnahmen und damit verbundene Nachholeffekte wider. Die Emissionen dieses Subsektors stiegen um rund 48,7 % im Vergleich zum Vorjahr. Im Gegenzug weisen die Subsektoren **Schiene** und **Schiff** leichte Emissionsminderungen von 5,3 %, bzw. 7,0 % im Vergleich zum Vorjahr auf. Die Emissionen des **Straßenverkehrs** steigen dem Bundestrend folgend zwischen den Jahren 2021 und 2022 um 4,3 % an. Diese Entwicklung lässt sich differenziert nach Fahrzeugklassen darlegen: die Emissionen im Bereich Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse sowie Last- und Sattelzüge stiegen im Berichtsjahr 2022 trotz gestiegener Kraftstoffpreise an. Die Emissionssteigerung rangierte dabei zwischen 0,8 % bei Last- und Sattelzügen und 10,8 % bei Krafträdern. Pkw-Emissionen stiegen zwischen den Jahren 2021 und 2022 um 5,7 % an. Die hohen Kraftstoffpreise trugen gemäß AG ENERGIEBILANZEN (2023) nicht dazu bei, dass auf Fahrten mit dem eigenen Pkw verzichtet wurde. Auch die temporäre Einführung des „9-Euro-Tickets“ konnte der steigenden Emissionsentwicklung nicht entgegenwirken (UMWELTBUNDESAMT 2023). Emissionssteigernd hat sich zudem der „Tankrabbat“ der Bundesregierung, d. h. die Senkung der Energiesteuer auf Kraftstoffe, ausgewirkt. Auch ein deutlicher Anstieg der Neuzulassungen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen im Jahr 2022 in Nordrhein-Westfalen konnte diese Emissionsentwicklung nicht ausgleichen.

Im Sektor 1A4-5 **Haushalte und Kleinverbrauch** sind die Emissionen im aktuellen Bilanzjahr 2022 um 2,1 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 8,0 % auf 24,0 Mio. t CO_{2eq} gesunken. Im Bundesdurchschnitt sind die Emissionen dieses Sektors im gleichen Zeitraum um 5,3 % gesunken (UMWELTBUNDESAMT 2023, 2023A). Die Emissionen der privaten Haushalte verringerten sich gemäß AG ENERGIEBILANZEN 2023 im Jahr 2022 aufgrund des Witterungseffektes und der Einspar- sowie Substitutionsbemühungen der Verbraucher. Letztere sind vornehmlich auf die gestiegenen Energiepreise zurückzuführen (UMWELTBUNDESAMT 2023). Die milde Witterung des Jahres 2022 unterstützte die Einsparmaßnahmen in diesem Sektor. Gegenläufig haben sich mutmaßlich die gestiegenen Heizölkäufe ausgewirkt. In Erwartung einer möglichen Energiekrise sind die Absätze von leichtem Heizöl im Jahr 2022, nach den verminderten Heizölkäufen des Vorjahres, erneut angestiegen (UMWELTBUNDESAMT 2023).

Im Bereich **Produktanwendung/Sonstige** ist im Jahr 2022 eine Emissionsminderung um 3,8 % 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. Für die aufgezeigte Minderung im Berichtsjahr 2022 ist dem UMWELTBUNDESAMT (2023) zu Folge überwiegend ein verringerter Ausstoß von Fluorierten Gasen verantwortlich.

Im Sektor **Landwirtschaft** sind die Emissionen im Berichtsjahr 2022 um 8,3 % auf 6,4 Mio. t CO_{2eq} gesunken. Gründe hierfür sind vor allem in den weiter abnehmenden Tierbeständen zu finden. Im Sektor **Abfall** ist eine erhebliche Emissionssteigerung um 64,6 % zu verzeichnen. Mit Emissionen in Höhe von 0,7 Mio. t CO_{2eq} macht der Sektor Abfall jedoch weiterhin nur einen Anteil von 0,3 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens aus.

Insgesamt ergeben sich im Jahr 2022 Gesamtemissionen in Höhe von 218,0 Mio. t CO_{2eq}. Sie liegen damit um 0,4 % über dem Emissionsniveau des Vorjahres. Im Vergleich zum Basisjahr 1990 sind die Emissionen im Jahr 2022 um ca. 41 % gesunken.

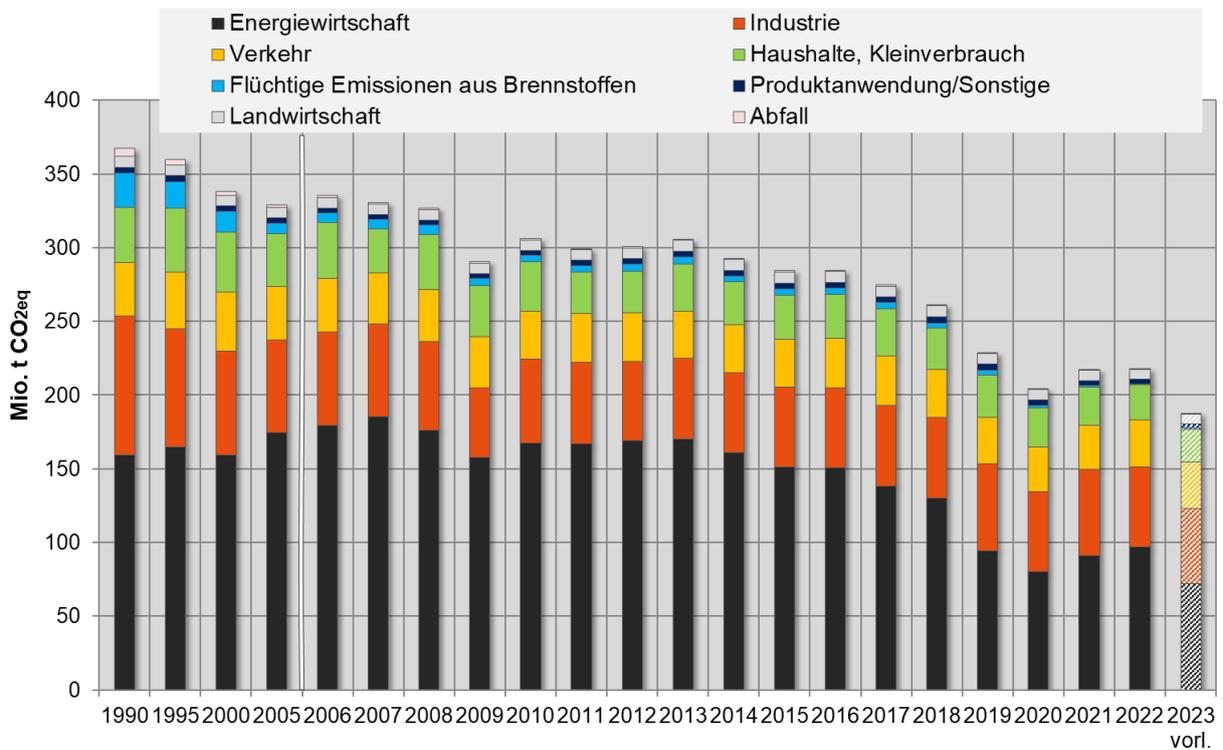


Abbildung 1: Zeitreihe der THG-Emissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren von 1990 bis 2022 sowie eine Vorjahresabschätzung für das Berichtsjahr 2023

Tabelle 1: Überblick über die Treibhausgas-Emissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Emissionen	Anteil
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente	%
	Gesamtemissionen NRW	218.044	100,0
1	Energie	200.447	91,9
1A	Einsatz von Brennstoffen	199.634	91,6
1A1	Energiewirtschaft	97.078	44,5
1A1a	Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung	87.298	40,0
1A1b	Raffinerien	7.625	3,5
1A1c	sonstige Energieindustrie	2.155	1,0
1A2*	Industrie	46.841	21,5
1A2a	Eisen und Stahl	25.950	11,9
1A2b	Nichteisen-Metalle	1.032	0,5
1A2c	Chemische Industrie	13.152	6,0
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.139	0,5
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.145	0,5
1A2f	Nichtmetallische Minerale	3.455	1,6
	Sonstige	968	0,4
1A3	Verkehr	31.736	14,6
1A3a	Flugverkehr	348	0,2
1A3b	Straßenverkehr	28.126	12,9
1A3c	Schienenverkehr	120	0,1
1A3d	Schiffsverkehr	1.154	0,5
1A3e	Sonstiger Verkehr	1.989	0,9
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch/Sonstige	23.978	11,0
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	814	0,4
1B1	Feste Brennstoffe	208	0,1
1B2	Öl und Erdgas	606	0,3
1B2a	Ölwirtschaft	114	0,1
1B2b	Gaswirtschaft	492	0,2
1C	CO₂-Transport und Speicherung	-	-
2	Industrieprozesse	10.457	4,8
2A	Mineralproduktion	6.544	3,0
2A1	Zementherstellung	4.197	1,9
2A2	Kalkherstellung	2.043	0,9
2A3	Glasherstellung	249	0,1
2A4-5	Sonstige	54	0,0
2B	Chemische Industrie	353	0,2
2B1	Ammoniakproduktion	353	0,2
2B2-3	Salpetersäure/Adipinsäureproduktion	-	-
2B4-	Sonstige	-	-
2C	Metallproduktion	388	0,2
2C1-2	Eisen- und Stahlherstellung	-	-
2C3	Aluminiumherstellung	388	0,2
2C4-7	Sonstige	-	-
2D-H	Produktanwendungen/Sonstige	3.172	1,5

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Emissionen	Anteil
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente	%
3	Landwirtschaft	6.443	3,0
	Tierhaltung	4.675	2,1
3A	Fermentation/Darmgärung	3.061	1,4
3B	Düngerwirtschaft/Güllemanagement	1.614	0,7
	Bodennutzung	1.768	0,8
3C	Reisanbau	-	-
3D	Landwirtschaftliche Böden	1.409	0,6
3E	Brandrodung	-	-
3F	Verbrennung von Ernterückständen auf der Fläche	-	-
3G	Kalkung	220	0,1
3H	Harnstoffanwendung	35	0,0
3I	Andere kohlenstoffhaltige Düngemittel	-	-
3J	Sonstige	104	0,0
4	Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	-3.176	-1,5
4A	Wald	-3.354	-1,6
4B	Acker	796	0,4
4C	Grünland	-628	-0,3
4D	Feuchtgebiete	127	0,1
4E	Siedlungen	-117	-0,1
4F	Sonstiges Land	-	-
4G	Holzprodukte	-	-
4H	Andere Bereiche	-	-
5	Abfall	697	0,3
5A	Abfalldeponien	127	0,1
5B	Biologische Abfallbehandlung	122	0,1
5C	Abfallverbrennung	-	-
5D	Abwasserreinigung	449	0,2
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). Die Sektorziele für die Jahre 2020 bis 2030 wurden entsprechend dem Gesamtinderungsziel von 65 % bis 2030 angepasst. Neu sind die Sektorziele für den Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) hinzugekommen (UMWELTBUNDESAMT 2024A). Neben den Klimaszutzziele erfordert das novellierte Klimaschutzgesetz des Jahres 2021 zudem ein Klimaschutzprogramm mit konkreten Maßnahmen, um den Gesamtausstoß an Treibhausgasen in Deutschland zu reduzieren. Im Jahr 2024 wurde das Bundesklimaschutzgesetz erneut angepasst. Die beschriebenen Klimaszutzziele behalten auch in der Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 17. Juli 2024 ihre Gültigkeit. Auch die einzelnen Sektorziele bleiben erhalten. Sie verlieren jedoch ihre Relevanz für die Ermittlung von sektorspezifischen

Sofortmaßnahmen. Diese werden künftig auf Basis aggregierter Jahresemissionsgesamtmengen für alle Sektoren bestimmt (UMWELTBUNDESAMT 2024A).

Nordrhein-Westfalen steht 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 (MWIKE NRW 2025).

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 2022, 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 Umweltbundesamtes 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.

In den Sektoren Energiewirtschaft und Industrie beruht die Emissionsberechnung in weiten Teilen auf den Emissionsberichten der emissionshandelspflichtigen Anlagen, die auf der Basis der Emissionshandels-Richtlinie erstellt werden (DEHSt 2022, Richtlinie (EU) 2018/410). Gemäß § 5 Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) sind die Betreiber emissionshandelspflichtiger Anlagen gehalten die durch ihre Tätigkeit in einem Kalenderjahr verursachten Emissionen zu ermitteln und nach erfolgter Prüfung an die zuständige Behörde zu berichten. Die Emissionen werden dem LANUV jährlich anlagenscharf von der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt. In Nordrhein-Westfalen entfallen rund 65 % 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. Für genehmigungsbedürftige Anlagen, die nicht dem Europäischen Emissionshandel unterliegen, werden der Emissionsberechnung die Emissionserklärungen der Anlagenbetreiber nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (11. BImSchV) zu Grunde gelegt. Die 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung sieht einen Berichtszeitraum von vier Kalenderjahren vor. Aufgrund des Erklärungszeitraumes von 4 Jahren und damit einhergehender fehlender Daten in den Zwischenjahren werden die Emissionen im Sektor Industrie anhand des Verhältnisses der Produktionsindices des Erklärungs- und des aktuellen Berichtsjahres aus den Emissionserklärungen jeweils auf das aktuelle Berichtsjahr umgerechnet. Die Produktionsindices werden in regelmäßigen Abständen durch IT.NRW im „Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen“ veröffentlicht. Im Bereich der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung werden zudem die Emissionen aus Siedlungsabfall- sowie Klärschlammverbrennungsanlagen erfasst. Die Einsatzmengen der Siedlungsabfallverbrennung und die Klärschlamm-mengen, die der Emissionsberechnung zugrunde liegen, stammen aus der LANUV-Datenbank *AIDA*¹. Dort können anhand der Entsorgungnummer die entsorgten jährlichen Abfallmengen je Anlage abgefragt werden.

Im Verkehrssektor wird als Datengrundlagen für die Inventarerstellung auf die Emissionskataster Straßenverkehr, Schiene, Schiff und Offroad des LANUV zurückgegriffen. Für Berichtsjahre, in denen in den einzelnen Katastern keine entsprechenden Analysewerte vorliegen, werden die Treibhausgas-Emissionen auf Basis des letzten Analysejahres mit statistischen Daten (z. B. dem Güterumschlag auf den Binnenwasserstraßen Nordrhein-Westfalens) oder Angaben des Umweltbundesamtes aus dem Nationalen Inventarbericht extrapoliert. Die Emissionen des Flugverkehrs werden auf Basis der jährlichen Passagier- und Frachtzahlen an den nordrhein-westfälischen Hauptverkehrsflughäfen sowie den spezifischen Kraftstoffverbräuchen der LTO-Phase (Rollen, Starten, Steigflug, Anflug) berechnet. Die Fluggastzahlen und

¹ <https://www.abfall-nrw.de/aida/steuer.php>

Frachtmengen sind über die Online-Datenbank *GENESIS-Online*² des Statistischen Bundesamtes zugänglich. Die spezifischen Kraftstoffverbräuche werden dem LANUV jährlich für die Hauptverkehrsflughäfen NRW vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) zusammengestellt.

Die Treibhausgas-Emissionen der Haushalte und Kleinverbraucher (HuK) werden für Nordrhein-Westfalen auf Basis des Nationalen Inventarberichtes des jeweiligen Berichtsjahres abgeschätzt. Hierzu wird der statistische Anteil Nordrhein-Westfalens an den HuK-Emissionen des Bundes von durchschnittlich 22 % zu Grunde gelegt.

Emissionsdaten für den Sektor Produktanwendungen/Sonstige liegen auf Landesebene nicht vor. Sie werden daher auf Basis der Angaben im Nationalen Inventarbericht mit Hilfe des statistischen Anteils Nordrhein-Westfalens an der Bevölkerung, des Bruttoinlandproduktes sowie des Kraftfahrzeugbestandes Deutschlands heruntergerechnet.

Im Sektor Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen/Feste Brennstoffe werden die Methanemissionen des Bergbaus in Nordrhein-Westfalen bilanziert. Die Emissionen der Steinkohleförderung werden für die einzelnen Bergwerke den Berichten aus dem Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)³ entnommen. Die Emissionsbilanzierung stillgelegter Bergwerke, deren Emissionen nicht im PRTR erfasst sind, erfolgt auf Grundlage des Nationalen Inventarberichtes. Dem Nationalen Inventarbericht können darüber hinaus Informationen zu den zu verwendenden Emissionsfaktoren entnommen werden. Weitere Daten für die Ermittlung der Emissionen im Bereich Tagebau (Braunkohle) und Kohleveredlung liefern die Statistiken des „Statistik der Kohlenwirtschaft e. V.“ sowie die Emissionserklärungen gemäß der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung. Hier werden die geförderte Menge an Braunkohle im Revier Rheinland und die Koksproduktion in den Kokereien Schwelgern, Prosper und der Hüttenwerke Krupp Mannesmann (HKM) erfasst. Für die Berechnung der Emissionen der Ölwirtschaft werden statistische Daten von IT.NRW zu transportierten und raffinierten Ölmengen aus der aktuellen Energiebilanz des Landes Nordrhein-Westfalen sowie Emissionsfaktoren aus dem Nationalen Inventarbericht verwendet. In Ermangelung konkreter Zahlen auf Landesebene wird die Verteilung von Ölprodukten auf Basis des Einwohner-Verhältnisse von Nordrhein-Westfalen zur Bundesebene berechnet. Die Emissionen der Gaswirtschaft werden anhand des Verhältnisses der Erdgasverbrauchszahlen für Nordrhein-Westfalen und Deutschland auf Landesebene abgeschätzt. Die Verbrauchszahlen können den jeweils aktuellen Energiebilanzen von IT.NRW, bzw. der AG Energiebilanzen entnommen werden. Die Angaben zu Transport, Verteilung und Verwendung von Erdgas im aktuellen Nationalen Inventarbericht dienen als Grundlage der Berechnung.

Die nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen der Sektoren Landwirtschaft sowie Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft (LULUCF) werden dem LANUV jährlich vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI) zur Verfügung gestellt. Die Berechnungen des TI werden im Auftrag des Umweltbundesamtes für den Nationalen Inventarbericht durchgeführt.

In den Sektoren Abfalldeponierung und Biologische Abfallbehandlung basieren die Treibhausgas-Emissionsberechnungen auf den Angaben von Anlagenbetreibern in PRTR-Berichten sowie Daten zu gesammelten Abfallmengen aus der aktuellen Abfallbilanz Nordrhein-Westfalen

² <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online>

³ <https://www.lanuv.nrw.de/themen/industrieanlagen/berichtspflichten/pollutant-release-and-transfer-register-prtr>

für Siedlungsabfälle. Die Emissionen der Abwasserreinigung werden aus den Angaben des Umweltbundesamtes für Deutschland im Nationalen Inventarbericht und dem Bevölkerungsanteil Nordrhein-Westfalens berechnet.

Für die Emissionsberechnung werden dem eingesetzten (Brenn-)Stoff jeweils stoffspezifische Emissionsfaktoren zugeordnet. Der Emissionsfaktor bezeichnet das Verhältnis zwischen der Masse des freigesetzten Stoffes (des Treibhausgases) und eingesetzter Masse oder Energieinhalt eines Ausgangsstoffes (z. B. dem Energieträger Steinkohle). Weiterhin sind Emissionsfaktoren prozessspezifisch, d. h. der Einsatz eines Brennstoffs kann in unterschiedlichen Anlagentypen zu unterschiedlichen Emissionen führen. Durch die Multiplikation der Menge des eingesetzten Ausgangsstoffes mit dem entsprechenden stoff- und prozessspezifischen Emissionsfaktor wird die Menge des emittierten Treibhausgases berechnet.

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

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

Die Treibhausgasemissionen werden in den folgenden Tabellen in Gg CO₂-Äquivalente (CO_{2eq}) angegeben (1 Gg = 1 Gigagramm = 1.000 Tonnen). Dies entspricht den Vorgaben des IPCC für Treibhausgas-Emissionsinventare. Zum besseren Verständnis werden im Text die Emissionen in Millionen Tonnen (Mio. t) angegeben. Die jährlichen Emissionen der Treibhausgase werden im THG-Emissionsinventar nach den IPCC-Sektoren Energie, Industrie/Prozesse, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige detailliert dokumentiert. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über die Hauptsektoren.

Tabelle 2: Übersicht über die verwendeten GWP; (Quelle: IPCC's Fifth Assessment Report, Climate Change 2013 (IPCC 2013))

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

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 2022 (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 2023.

2.1 Treibhausgasemissionen NRW im Jahr 2022

Im Jahr 2022 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 218,0 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert (Abbildung 2).

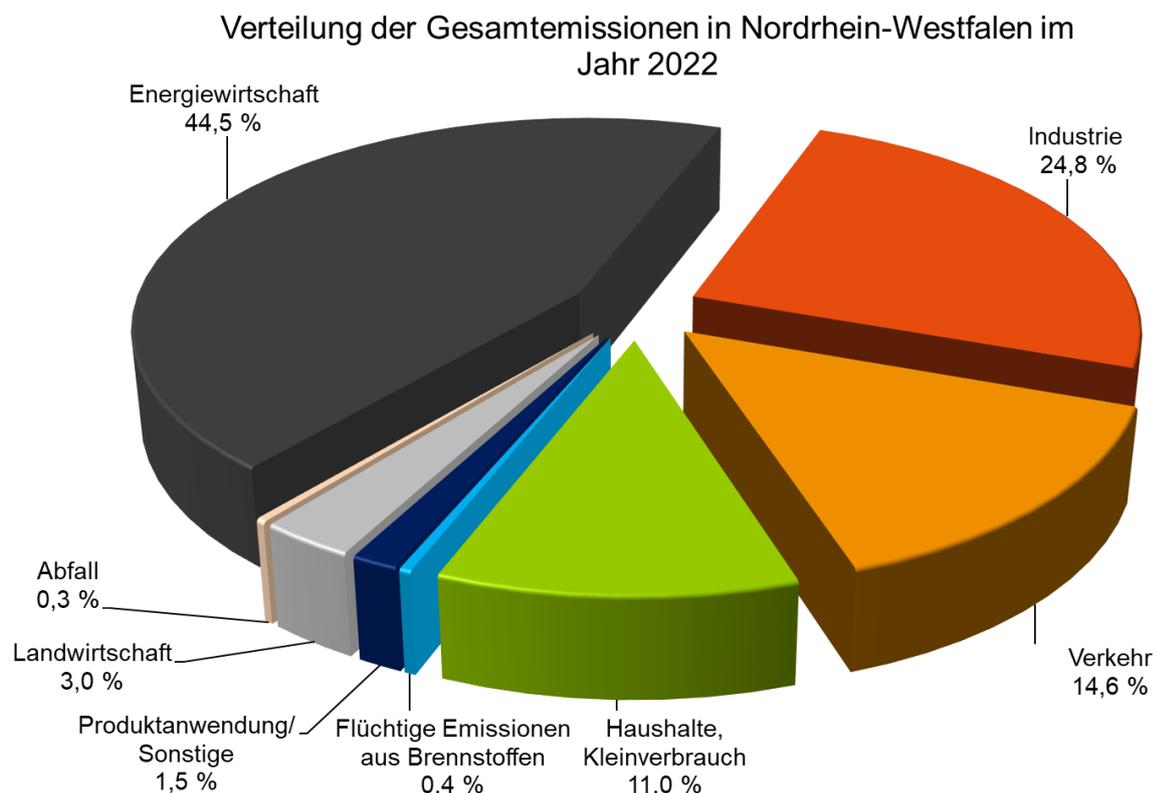


Abbildung 2: Verteilung der Gesamtemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 (insgesamt 218,0 Mio. t CO_{2eq}).

Mit 44,5 % entstanden im Jahr 2022 etwas weniger als die Hälfte der THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 2). Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Industrie (24,8 %), der Verkehr (14,6 %) sowie Haushalte und Kleinverbraucher (11,0 %). Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 3,0 % bzw. 0,3 % der nordrhein-westfälischen Treibhausgas-Emissionen. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, z. B. aus Steinkohlezechen und der Öl- und Gaswirtschaft, machen etwa 0,4 % der Emissionen aus. Durch Produktanwendungen wie beispielsweise Pkw-Klimaanlagen und Gebäudekälte entstehen ebenfalls etwa 1,5 % der THG-Emissionen.

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente					
	Gesamtemission NRW	205.903	6.006	3.424	2.712	218.044	100,0
1A1	Energiewirtschaft	96.339	74	665	-	97.078	44,5
1A2/2A-2C	Industrie	53.871	58	152	51	54.126	24,9
1A3	Verkehr	31.239	48	449	-	31.736	14,6
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	23.632	272	74	-	23.978	11,0
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	109	704	-	-	814	0,4
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	456	5	50	2.661	3.172	1,5
3	Landwirtschaft	255	4.431	1.757	-	6.443	3,0
5	Abfall	-	419	278	-	697	0,3

Die Gesamtemissionen setzen sich zu 94,4 % aus Kohlendioxid (CO₂), zu 2,8 % aus Methan (CH₄), zu 1,6 % aus Lachgas (N₂O) und zu 1,2 % 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 (Abfalldeponien) 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 66 % der Gesamtemissionen entfallen auf Anlagen des europäischen Emissionshandels gemäß Emissionshandels-Richtlinie (EU) 2018/410 (DEHST 2023). 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 2C Metallproduktion.

2.2 Emissionen der Sektoren im Jahr 2022

Im Folgenden werden die Emissionen der einzelnen Sektoren im Jahr 2022 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 2023, 2024). 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 UMWELTBUNDESAMTES (2024A).

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 UMWELTBUNDESAMTES (2024A) 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 70,4 % der Gesamtemissionen werden hier emittiert. Dazu trägt vor allem die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung bei, die etwa 40,0 % der Gesamtemissionen verursacht (siehe Kapitel 2.2.2).

Der Sektor Verkehr trägt mit 14,6 % zu den nordrhein-westfälischen THG-Emissionen bei. Rund 89 % 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 Umweltbundesamtes (UMWELTBUNDESAMT 2024B). Sie liegen mit ca. 24,0 Mio. t CO_{2eq} deutlich unterhalb des Emissionsniveaus des Vorjahres 2021 und machen etwa 11,0 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens im Jahr 2022 aus.

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 (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	205.903	6.006	3.424	2.712	218.044	100,0
1	Energie (ohne 1A2 Industrie)	151.320	1.098	1.187	-	153.606	70,4
1A	Einsatz von Brennstoffen (ohne 1A2 Industrie)	151.211	394	1.187	-	152.793	70,1
1A1	Energiewirtschaft	96.339	74	665	-	97.078	44,5
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	86.600	71	627	-	87.298	40,0
1A1b	Raffinerien	7.604	2	20	-	7.625	3,5
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	2.136	1	18	-	2.155	1,0
1A3	Verkehr	31.239	48	449	-	31.736	14,6
1A3a	Flugverkehr	344	1	3	-	348	0,2
1A3b	Straßenverkehr	27.805	43	278	-	28.126	12,9
1A3c	Schienenverkehr	119	0	1	-	120	0,1
1A3d	Schiffsverkehr	1.008	1	145	-	1.154	0,5
1A3e	Sonstiger Verkehr	1.963	3	22	-	1.989	0,9
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	23.632	272	74	-	23.978	11,0
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	109	704	-	-	814	0,4
1B1	Feste Brennstoffe	0	207	-	-	208	0,1
1B2	Öl und Erdgas	109	497	-	-	606	0,3
1B2a	Ölwirtschaft	109	5	-	-	114	0,1
1B2b	Gaswirtschaft	-	492	-	-	492	0,2

Im Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen werden CH₄-Emissionen in Höhe von 0,7 Mio. t CO_{2eq} sowie geringe Mengen CO₂ bilanziert, das entspricht einem Anteil von etwa 0,4 % an den Gesamtemissionen. In diesem Sektor ist im Vergleich zum Vorjahr eine leichte

Emissionsreduktion von 135 Tausend t CO_{2eq} zu verzeichnen. Gut zwei Drittel des CH₄ wird aus dem Bereich der Gaswirtschaft (Sektor 1B2b) 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 2022 Emissionen in Höhe von 97,1 Mio. t CO_{2eq} (DEHST 2023). Der hohe Anteil an den Gesamtemissionen des Landes erklärt sich dadurch, dass rund 40 % der bundesdeutschen Kohlestromerzeugung (Nettostromerzeugung) überwiegend in Stein- und Braunkohlekraftwerken in Nordrhein-Westfalen stattfindet (LANUV NRW 2023).

Mit rund 87,3 Mio. t CO_{2eq} stammen im Jahr 2022 knapp 90 % der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft aus Anlagen der Öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung (Sektor 1A1a). Auf Energieerzeugungsanlagen in Raffinerien (Sektor 1A1b) und der sonstigen Energieindustrie (Sektor 1A1c) entfallen zusammen ca. 9,8 Mio. t CO_{2eq}. Braunkohlekraftwerke verursachten mit rund 58,8 Mio. t CO_{2eq} gut 69 % der Kraftwerks-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft. Weitere rund 17,9 Mio. t CO_{2eq} entstammen Steinkohlekraftwerken (Abbildung 3). Emissionen aus Gaskraftwerken machten im Jahr 2022 mit ungefähr 6,6 Mio. t CO_{2eq} etwa 8 % der Emissionen aus Kraftwerken der Energiewirtschaft aus (Abbildung 4).



Abbildung 3: Anlagen der Öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung tragen mit rund 89 % zu den Treibhausgas-Emissionen des Sektors Energiewirtschaft bei. Braunkohlekraftwerke verursachten mit rund 58,8 Mio. t CO_{2eq} gut 69 % der Kraftwerks-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft. Die Emissionen aus der Verfeuerung fossiler Energieträger stiegen in der Energiewirtschaft im Vergleich zum Vorjahr an (Quelle: AdobeStock/ M. Claushallmann).

Die Emissionen aus der Verfeuerung konventioneller Energieträger wie Braunkohle, Steinkohle, Erdgas oder Mineralölprodukten in Kraftwerken stiegen in der Energiewirtschaft im Vergleich zum Vorjahr insgesamt um rund 8 %. Der stärkste Emissionsanstieg ist mit 21,8 % im Bereich der Steinkohlestromerzeugung zu verzeichnen. Die Emissionen aus Braunkohlekraftwerken sind im gleichen Zeitraum um 6,2 % gestiegen. Die Emissionen aus Erdgaskraftwerken sind im Jahr 2022 um 7,2 % gefallen. Bei Emissionen aus der Verbrennung sonstiger fossiler Energieträger (z. B. Mineralölprodukte) ist eine Emissionsminderung von 1,7 % im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen.

Gemäß den vorläufigen Daten für das Jahr 2023 sind die Emissionen aus der Kohleverstromung deutlich gesunken. Hier ist eine Emissionsreduktion von 31,2 % zu verzeichnen. Rund 29 % Emissionsminderung entfallen auf die Braunkohlestromerzeugung. Die Emissionen aus der Steinkohlestromerzeugung sind im Jahr 2023 ebenfalls deutlich um 38,6 % gesunken. Die Emissionen im Bereich der sonstigen fossilen Energieträger sinken um 11,7 %. Bei den Emissionen aus dem Erdgaseinsatz in der Stromerzeugung hingegen ist ein leichter Emissionsanstieg um 1,9 % zu verzeichnen. Insgesamt sind die Emissionen der Energiewirtschaft im Jahr 2023 um voraussichtlich 26 % auf nunmehr rund 72 Mio. t CO_{2eq} gesunken.

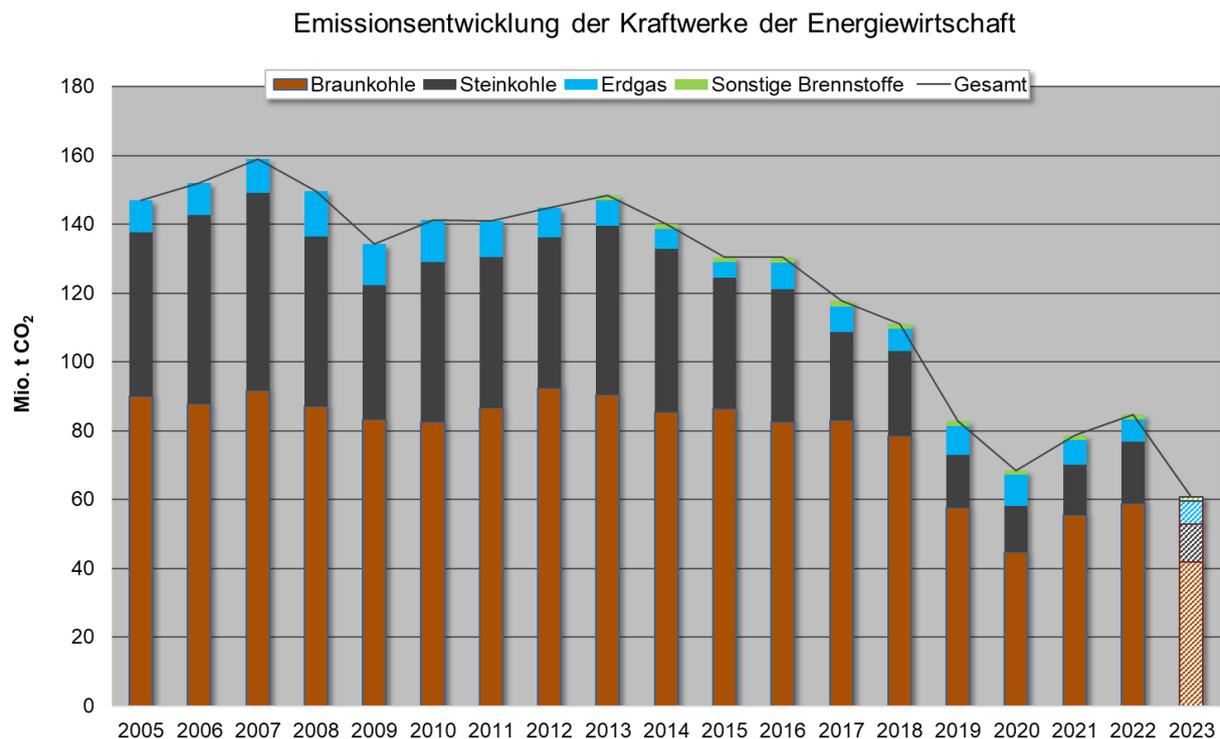


Abbildung 4: Emissionsentwicklung in nordrhein-westfälischen Kraftwerken seit Beginn der Berichtspflicht im Europäischen Emissionshandel 2005 entsprechend der Hauptbrennstoffe der Kraftwerke. Emissionsminderungen resultieren im Wesentlichen aus dem Rückgang verbrennungsbedingter Emissionen in der Kohleverstromung.

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 2022 von der nordrhein-westfälischen Industrie THG-Emissionen in Höhe von 54,1 Mio. t CO_{2eq} ausgestoßen. Das entspricht etwa 24,8 % der Gesamtemissionen. Der Hauptteil der Industrieemissionen entsteht beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung (1A2).

Die größten Emittenten im Bereich Industrie sind die Eisen- und Stahlproduktion, die chemische Industrie und die Mineralproduktion (Zement-, Kalk- und Glasherstellung) (Abbildung 5). Diese Industriesubsektoren haben jeweils auf Grund ihrer Emissionsmengen für die Gesamtemissionen in Nordrhein-Westfalen eine größere Bedeutung als beispielsweise die Sektoren Landwirtschaft und Abfall.

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen im Jahr 2022 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	205.903	6.006	3.424	2.712	218.044	100,0
1A2/2A-C	Industrie	53.871	53	152	51	54.127	24,9
1A2a/2C	Eisen und Stahl	25.859	40	51	-	25.950	11,9
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	1.363	1	4	51	1.419	0,7
1A2c/2B	Chemische Industrie	13.436	5	64	-	13.505	6,2
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	1.132	1	5	-	1.139	0,5
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	1.141	1	3	-	1.145	0,5
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	9.978	3	18	-	9.999	4,6
1A2m	Sonstige	961	1	6	-	968	0,4
2D-H	Produktanwendung/ Sonstige	456	5	50	2.661	3.172	1,5

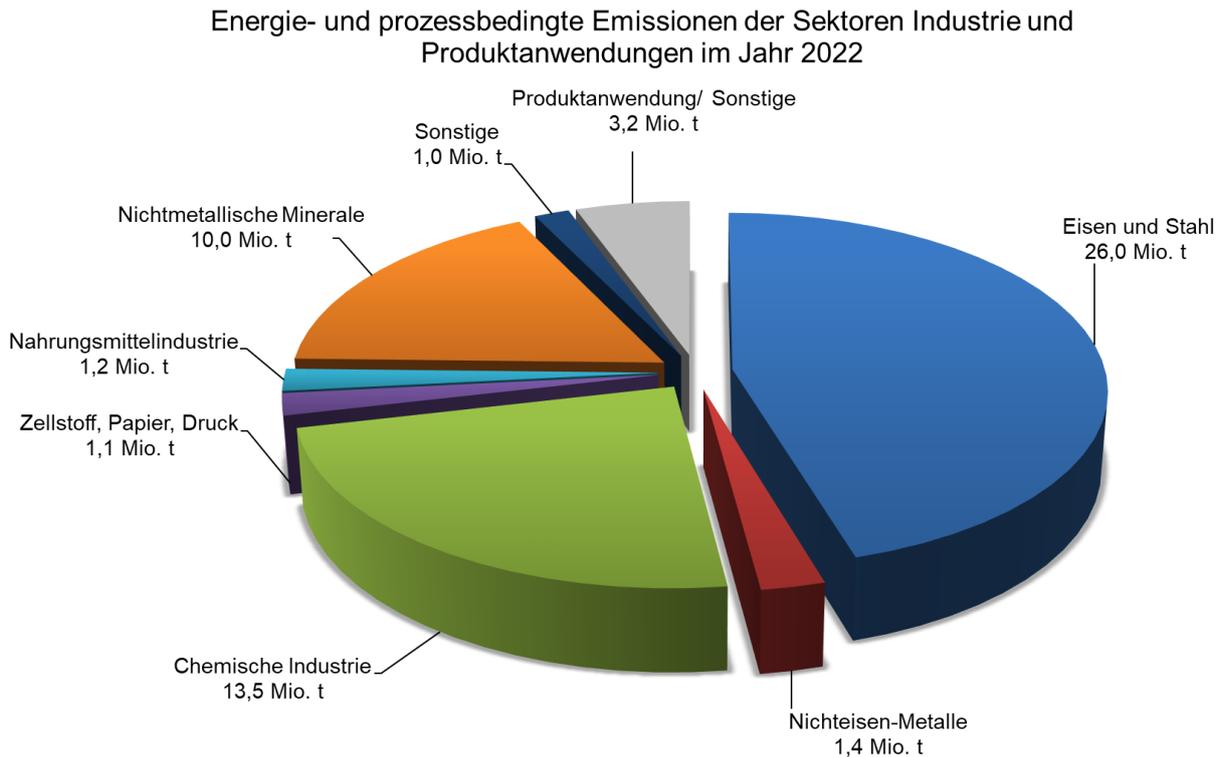


Abbildung 5: Energie- und prozessbedingte Treibhausgas-Emissionen der Sektoren Industrie (1A2/2A-C) und Produkthanwendungen/Sonstige (2D-H) im Jahr 2022. Die größten Emittenten im Bereich Industrie sind die Eisen- und Stahlproduktion, die chemische Industrie und die Mineralproduktion (Zement-, Kalk- und Glasherstellung).

Im Sektor Industrie lässt sich die Entstehung der Treibhausgase den verschiedenen Prozessen zuordnen. CO₂ entsteht, abgesehen von der Mineralproduktion und einigen chemischen Prozessen, vor allem bei Verbrennungsprozessen zur Energiebereitstellung. CH₄ fällt nur bei Verbrennungsprozessen an. N₂O entsteht sowohl bei der Bereitstellung von Prozesswärme und Strom als auch bei chemischen Prozessen, insbesondere der Produktion von Salpeter- und Adipinsäure. PFC und SF₆ werden bei der Produktion von Aluminium emittiert.

2.2.4 Sektor Verkehr

Auf den Verkehrssektor entfallen mit rund 31,7 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2022 insgesamt 14,6 % der Gesamtemissionen in NRW. Dieser Sektor wird mit 28,1 Mio. t CO_{2eq} zu rund 89 % von Emissionen aus dem Straßenverkehr dominiert.

Die Ausdifferenzierung der Emissionen nach Fahrzeugklassen (Tabelle 7) zeigt die Hauptemittenten im Straßenverkehrssektor. Mit 66,1 % entfällt der größte Anteil von 18,6 Mio. t CO_{2eq} auf Personenkraftwagen, gefolgt von Last- und Sattelzügen mit 5,0 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 17,9 % 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 6). Die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrssektors sind direkt mit dem Kraftstoffverbrauch gekoppelt. N₂O-Emissionen entstehen hauptsächlich als Nebenprodukt in 3-Wege- oder SCR-Katalysatoren.

Tabelle 7: Treibhausgasemissionen des Subsektors 1A3b Straßenverkehr des Jahres 2022 nach Fahrzeugklassen differenziert.

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
		in Gg (1000 t) CO ₂ -Äquivalente					
1A3	Gesamtemission Verkehr	31.239	48	449	-	31.736	14,6
1A3b	Straßenverkehr	27.805	43	278	-	28.126	88,6
	Personenkraftwagen	18.449	30	126	-	18.605	66,1
	Leichte Nutzfahrzeuge	2.195	3	23	-	2.220	7,9
	Busse	600	0	7	-	607	2,2
	Lastkraftwagen	1.432	0	20	-	1.453	5,2
	Last- und Sattelzüge	4.947	1	101	-	5.048	17,9
	Krafträder	183	9	1	-	193	0,7

Treibhausgas-Emissionen der Fahrzeugklassen des Straßenverkehrs

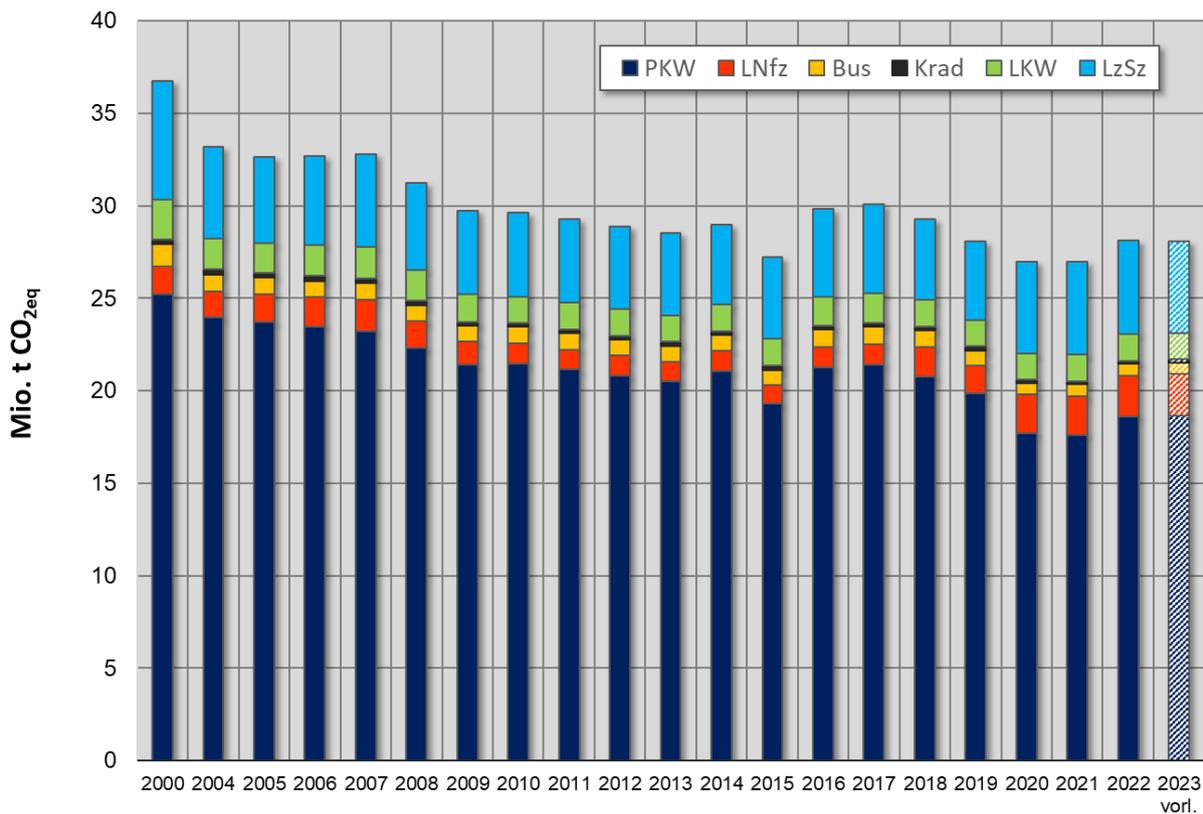


Abbildung 6: Zeitreihe der Straßenverkehrsemissionen der Jahre 2000 bis 2022 und vorläufigen Zahlen für das Jahr 2023 differenziert nach Fahrzeugklassen (Pkw: Personenkraftwagen, LNfz: Leichte Nutzfahrzeuge, Bus: Busse, Krad: Motorräder und Motorroller, Lkw: Lastkraftwagen ab 3,5 t ohne Anhänger, LzSZ: Lastzüge (Lkw mit Anhänger) > 20 t und Sattelzüge > 20 t). Personenkraftwagen tragen zu rund 66 % zu den Emissionen des Straßenverkehrs bei. Die Tendenz der Emissionen zeigt einen leichten Anstieg im Vergleich zum Vorjahr 2021.

2.2.5 Sektor Produktanwendung

Im Sektor Produktanwendung entstehen insgesamt 3,2 Mio. t/a CO_{2eq} bzw. 1,5 % 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 UMWELTBUNDESAMTES (2024A) 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 2024).

Die Emissionen der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft belaufen sich im Jahr 2022 auf 6,4 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 3,0 % der Gesamtemissionen. Es werden hauptsächlich CH₄ aus der Tierhaltung und N₂O aus der Bodennutzung emittiert (Abbildung 7). 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 2022

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	205.903	6.006	3.424	2.712	218.044	100,0
3	Landwirtschaft	255	4.431	1.757	-	6.443	3,0
3A	Fermentation/Darmgärung	-	3.061	-	-	3.061	1,4
3B	Düngerwirtschaft/Güllemanagement	-	1.278	336	-	1.614	0,7
3C	Reisanbau	-	-	-	-	-	-
3D	Landwirtschaftliche Böden	-	-	1.409	-	1.409	0,6
3E	Brandrodung	-	-	-	-	-	-
3F	Verbrennung von Ernterückständen auf der Fläche	-	-	-	-	-	-
3G	Kalkung	220	-	-	-	220	0,1
3H	Harnstoffanwendung	35	-	-	-	35	0,0
3I	Andere kohlenstoffhaltige Düngemittel	-	-	-	-	-	-
3J	Sonstige	-	92	11	-	104	0,0
4	Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	-3.370	124	70	-	-3.176	-1,5
4A	Wald	-3.371	1	15	-	-3.354	-1,6
4B	Acker	757	3	37	-	796	0,4
4C	Grünland	-638	9	1	-	-628	-0,3
4D	Feuchtgebiete	16	111	0	-	127	0,1
4E	Siedlungen	-134	1	16	-	-117	-0,1
4F	Sonstiges Land	-	-	-	-	-	-
4G	Holzprodukte	-	-	-	-	-	-
4H	Andere Bereiche	-	-	-	-	-	-



Abbildung 7: Auf den Sektor Landwirtschaft entfallen mit rund 6,4 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2022 insgesamt 3,0 % der Gesamtemissionen in NRW. Über die Hälfte der Landwirtschaftsemissionen wird durch die Haltung von Nutztieren, insbesondere Rindern, verursacht. Die Emissionen aus der Tierhaltung und der Bodennutzung sind rückläufig (Quelle links: AdobeStock/ Stephan Sühling; Quelle rechts: AdobeStock/ Christian Schwier).

In der Tierhaltung sind vor allem Verdauungsvorgänge in Tiermägen emissionsintensiv. Durch die Haltung von Nutztieren entstehen mit rund 4,6 Mio. t CO_{2eq} etwa 73 % der Landwirtschafts-Emissionen und rund 2,1 % der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens (ohne LULUCF) (Tabelle 8/Abbildung 8). Dabei handelt es sich ausschließlich um Methan- und Lachgasemissionen. Ohne die Berücksichtigung der Vergärung von Energiepflanzen, entfallen circa 76 % der Emissionen im Bereich der Tierhaltung auf die Rinderhaltung, v. a. auf Milchkühe. Mit rund 20 % ist rund ein Fünftel der Emissionen auf die Haltung von Schweinen zurückzuführen. Die Emissionen von Pferden, Schafen, Ziegen und Geflügel sind in der Gesamtbilanz nahezu vernachlässigbar. Erstmals werden in der Bilanzierung die Emissionen von Gehegewild, Kaninchen, Straußen und Pelztieren dargestellt. Die Haltung dieser Tiergruppen macht zusammen etwa 0,5 % der Emissionen im Sektor Tierhaltung aus und ist auf Grund der Geringfügigkeit der Emissionen in der Gesamtbilanz Nordrhein-Westfalens vernachlässigbar.

Tabelle 9: Treibhausgasemissionen des Subsektors Tierhaltung im Jahr 2022. 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	255	4.431	1.757	-	6.443	3,0
	Tierhaltung (ohne Energiepflanzen)	-	4.343	227	-	4.570	100,0
	Kühe	-	3.334	143	-	3.478	76,2
	Schweine	-	882	61	-	943	20,7
	Schafe	-	33	1	-	34	0,7
	Ziegen	-	2	0	-	2	0,1
	Pferde	-	50	10	-	59	1,3
	Geflügel	-	14	6	-	20	0,4
	Puten	-	4	6	-	10	0,2
	Gehegewild, Kaninchen, Straußen, Pelztiere	-	24	0	-	24	0,5

Verteilung der Treibhausgas-Emissionen der Tierhaltung

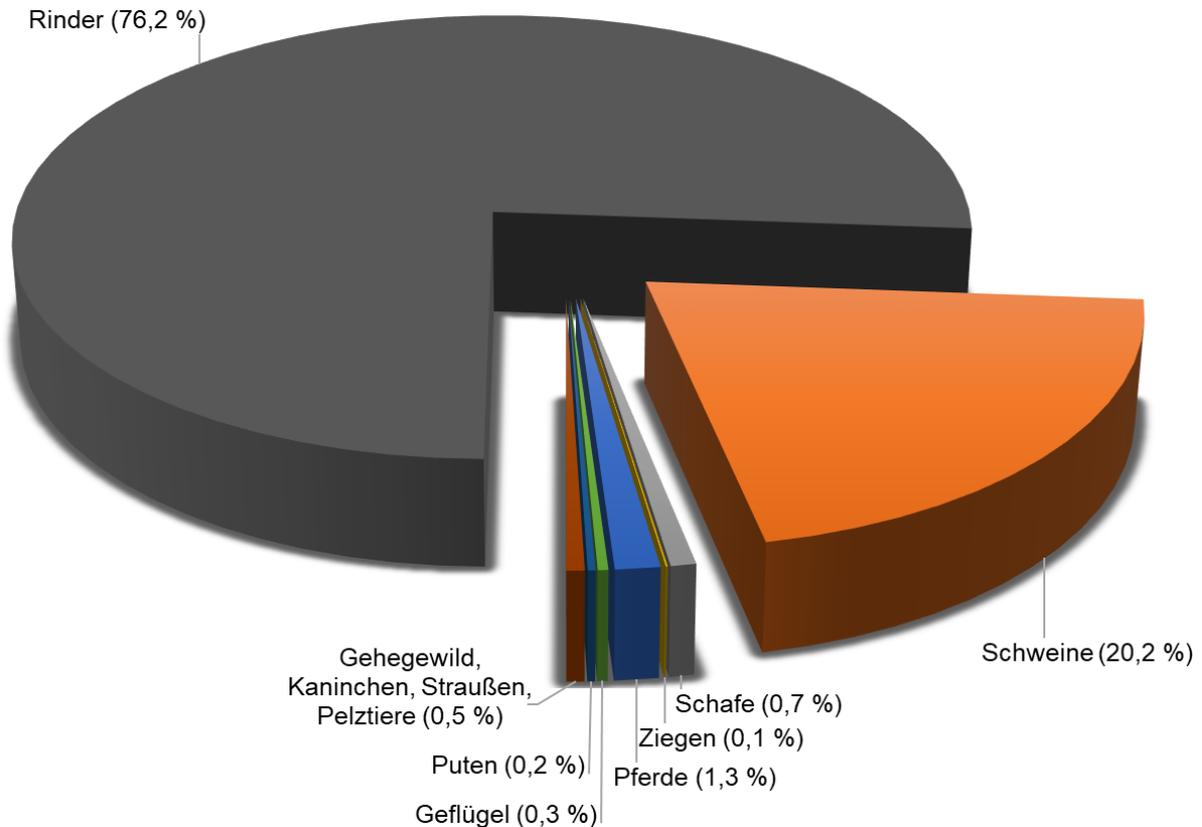


Abbildung 8: Mit ca. 3,5 Mio. t CO_{2eq} sind Rinder die Hauptemittenten im Bereich der Tierhaltung. Knapp ein Viertel geht zu Lasten der Schweinehaltung. Schafe, Pferde, Ziegen, Geflügel sowie Gehegewild, Kaninchen, Straußen und Pelztiere tragen nur geringfugig zu den Emissionen bei.

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 Mischwaldflchen, in der Kategorie Ackerland werden Emissionen aus Ackerlandkulturen, Hopfen-, Wein- sowie Obstanbauflchen 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 fur Nordrhein-Westfalen eine Einbindung insbesondere von Kohlendioxid in Laub-, Nadel- und Mischwaldflchen sowie Grünland (Abbildung 9). Rund 3,4 Mio. t CO_{2eq} konnten 2022 durch Waldnutzung und Aufforstung gebunden werden. Weitere rund 0,6 Mio. t CO_{2eq} wurden durch die Umwandlung von Ackerland, Feuchtgebieten und Siedlungsflächen in Grünland aufgenommen. Im Subsektor Siedlungen werden im Jahr 2022 Emissionen in Höhe 0,1 Mio. t CO_{2eq} gebunden. Die hochsten Emissionen im Sektor Landnutzung und Landnutzungsänderungen entstammen 2022 der Kategorie Ackerland.

Rund 1 Mio. t CO_{2eq} werden durch dessen Nutzung sowie die Umwandlung von Feuchtgebieten, Siedlungen und insbesondere Grünland in Ackerland verursacht. Weitere Emissionen in Höhe von 0,1 Mio. t CO_{2eq} entstehen in der Kategorie Feuchtgebiete.

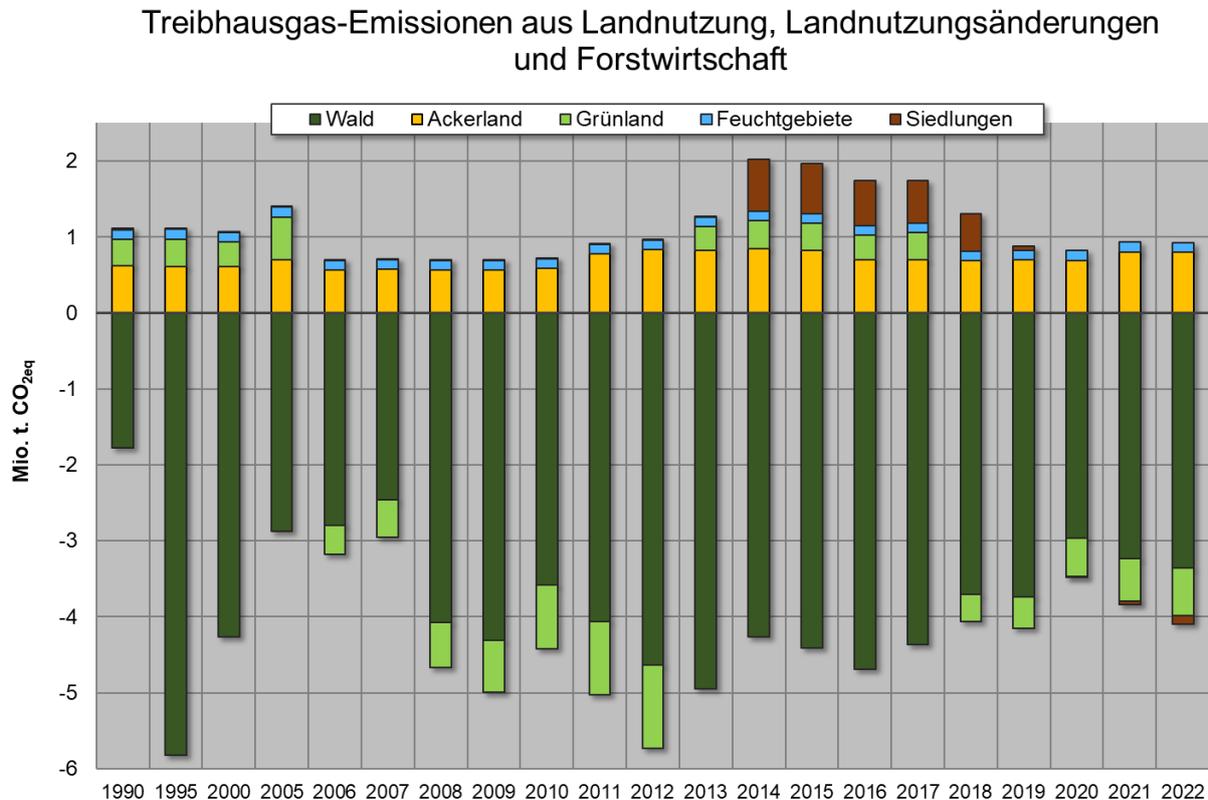


Abbildung 9: Zeitreihe der Emissionen aus Sektor 4 Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft der Jahre 1990 bis 2022 differenziert nach Quellen und Senken. In Summe dominiert in diesem Sektor die Einbindung von Treibhausgasen in Waldflächen und Grünland.

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. 0,7 Mio. t CO_{2eq}. Dies entspricht einem Anteil von 0,3 % an den nordrhein-westfälischen Gesamtemissionen. Mit rund 64 % entstammt der Großteil der Emissionen des Sektors der Abwasserreinigung. Jeweils ein knappes Fünftel der Emissionen im Abfallsektor wird mit 17,5 % bzw. 18,2 % aus der biologischen Abfallbehandlung und aus Abfalldeponien emittiert. Bei Deponien sind für die Klimabetrachtung ausschließlich die Methanemissionen relevant.

Die Berechnungen basieren auf den Angaben von Anlagenbetreibern in PRTR-Berichten⁴ und den Daten aus der Abfallbilanz Nordrhein-Westfalen für Siedlungsabfälle. Für Anlagen, die aufgrund ihrer geringen Größe nicht berichtspflichtig sind, wurden die Emissionen geschätzt.

⁴ Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) <https://www.lanuv.nrw.de/themen/industrieanlagen/berichtspflichtigen/pollutant-release-and-transfer-register-prtr>

Tabelle 10: Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall im Jahr 2022

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission NRW	205.903	6.006	3.424	2.712	218.044	100,0
5	Abfall	-	419	278	-	697	0,3
5A	Abfalldeponien	-	127	-	-	127	0,1
5B	Biologische Abfallbehandlung	-	92	30	-	122	0,1
5C	Abfallverbrennung	-	-	-	-	-	-
5D	Abwasserreinigung	-	200	248	-	449	0,2
5E	Sonstige	-	-	-	-	-	-

2.3 Abschätzung der Unsicherheiten

Für die Inventarjahre 2009, 2012, 2015, 2018 und 2022 wurden Abschätzungen der Unsicherheiten durchgeführt.

Die Berechnungen basieren auf den Unsicherheiten der Emissionsberichte des Emissionshandels, auf Angaben des Umweltbundesamtes zu den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren aus dem NIR (UMWELTBUNDESAMT 2024B) sowie eigenen Abschätzungen der Unsicherheiten der Aktivitäts- und Emissionsdaten für NRW. Die Unsicherheiten des Sektors Landwirtschaft werden für den NIR von Experten des TI abgeschätzt.

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 2022 [Gg CO _{2eq}]
Kohlendioxid (CO ₂)	1,68	205.903
Methan (CH ₄)	6,65	6.006
Distickstoffoxid (N ₂ O)	49,68	3.424
Fluorierte Verbindungen (HFC/PFC/SF ₆ /NF ₃)	49,07	2.712
Summe	1,88	218.044

Für das Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen, d. h. über alle Sektoren und Treibhausgase, lässt sich eine Gesamtunsicherheit von rund 1,9 % abschätzen. Aufgrund der vergleichsweise guten Datenlage beträgt die Gesamtunsicherheit für die ausgewiesenen CO₂-Emissionen lediglich etwa 1,7 %. Die Gesamtunsicherheit für die bilanzierten CH₄-Emissionen liegt bei etwa 6,7 %, für N₂O liegt die Gesamtunsicherheit des Inventars in der Größenordnung von 49,7 %. Eine ebenfalls recht hohe Gesamtunsicherheit von rund 49,0 % weisen die fluorierten Verbindungen (HFC/PFC/SF₆/NF₃) im Treibhausgas-Emissionsinventar NRW auf (Tabelle 11).

Das Umweltbundesamt ermittelt für das nationale Treibhausgas-Emissionsinventar im Nationalen Inventarbericht (UMWELTBUNDESAMT 2024B) eine Gesamtunsicherheit von 2,8 % für das Jahr 2022. 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 2022

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 Umweltbundesamtes 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) aus dem Fifth Assessment Report des IPCC (IPCC 2013) verwendet, so dass sich eine einheitliche Zeitreihe ab 1990 ergibt.

Insgesamt haben sich die Treibhausgasemissionen von 367,4 Mio. t CO_{2eq} im Jahre 1990 auf 218,0 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2022 um 40,6 % vermindert. Die CO₂-Emissionen wurden von 315,6 Mio. t im Jahre 1990 auf 205,9 Mio. t im Jahr 2022 reduziert. Das entspricht einer Reduktion von etwa 35 %. Die N₂O-Emissionen weisen im gleichen Zeitraum einen deutlichen Rückgang von rund 74,0 % auf, die CH₄-Emissionen haben sich sogar um etwa 83 % verringert. Die HFC/PFC/SF₆/NF₃-Emissionen sind um rund 32 % zurückgegangen. Der prozentuale Anteil dieser Gase an den Gesamtemissionen hat gegenüber 1990 jedoch zugenommen (Abbildung 10).

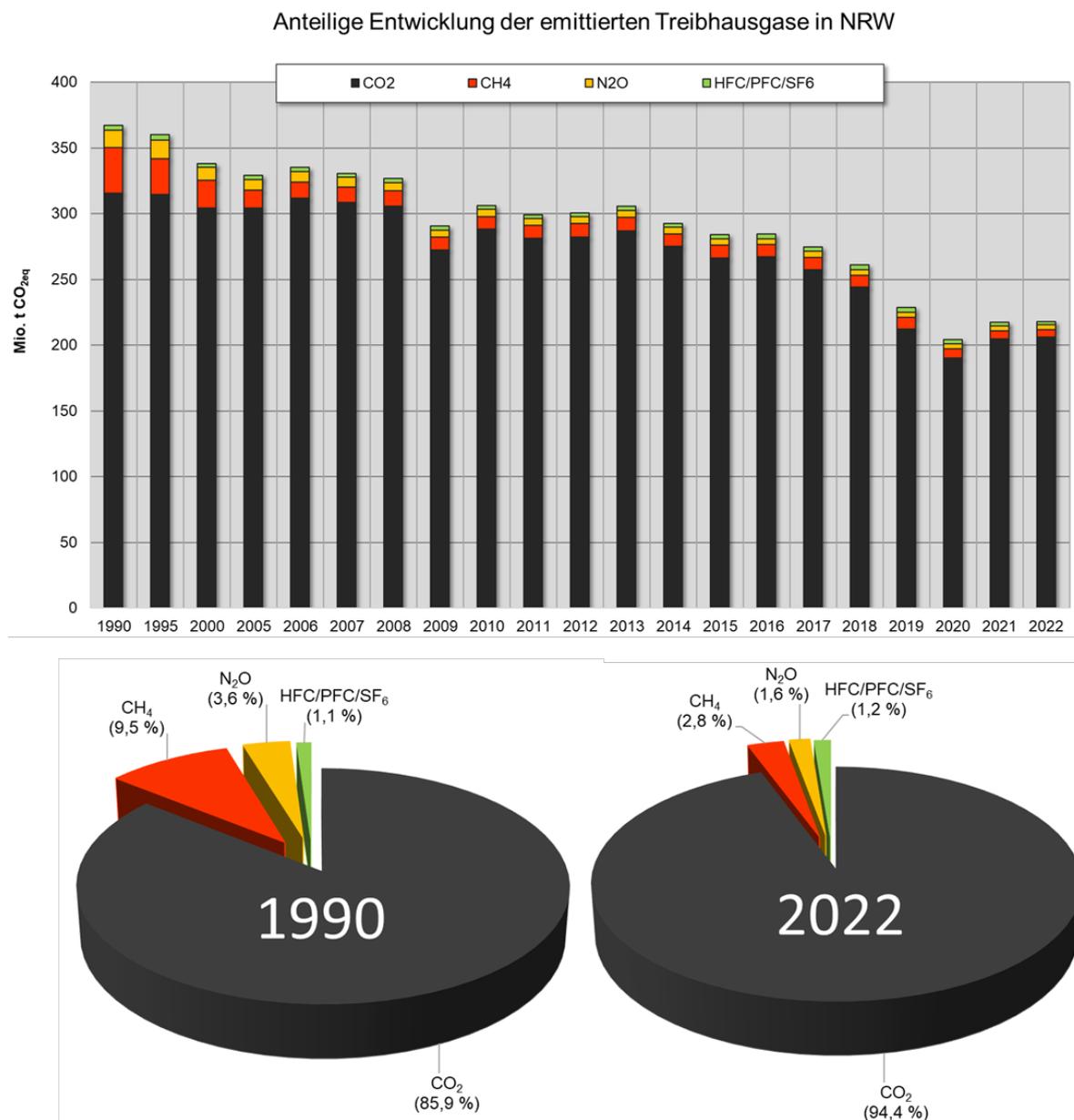


Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der emittierten Treibhausgase in Nordrhein-Westfalen 1990 und 2022 (Quellen: WUPPERTAL INSTITUT (WI 2005), LANUV NRW, eigene Darstellung).

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

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 (Abbildung 11). Im Jahr 2020 setzt sich der Trend der Emissionsminderung aus den Vorjahren fort.



Abbildung 11: Die Emissionsentwicklung des Sektors Industrie ist stark von der gesamtwirtschaftlichen Lage geprägt. Langfristige Emissionsminderungen wurden durch Umstellungen im Brennstoffmix, technische Verbesserungen, aber auch durch den Strukturwandel hervorgerufen (Quelle: AdobeStock/ Tom Bayer).

Große Emissionsrückgänge sind aus der sinkenden Verstromung von Braun- und Steinkohle zu verzeichnen. Die Emissionen sinken zudem konjunkturbedingt in Folge der Corona-Pandemie sowie der gestiegenen CO₂-Preise. Im Jahr 2021 ist eine Trendwende zu beobachten. Es entfällt auf Grund der witterungsbedingt niedrigen Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien ein erhöhter Anteil im Energiemix auf Braun- und Steinkohle. Dies hat einen Anstieg der Emissionen zur Folge. Obwohl die (energie-) wirtschaftliche Entwicklung in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2021 weiterhin in hohem Maße durch die Corona-Pandemie und deren Auswirkungen geprägt war, sind insbesondere in den Sektoren Energiewirtschaft und Industrie Emissionssteigerungen zu verzeichnen. Im Berichtsjahr 2022 stagniert die Emissionsentwicklung auf vergleichbar hohem Niveau wie im Vorjahr. Infolge der Invasion Russlands in die Ukraine dominiert der vermehrte Einsatz von Stein- und Braunkohle in Deutschland die Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung (UMWELTBUNDESAMT 2023, AG ENERGIEBILANZEN 2023). Emissionssteigernd wirkte sich zudem eine insgesamt vermehrte Stromproduktion als Beitrag zur Sicherung der Versorgungssicherheit in Deutschland und Europa aus. Trotz hoher Energie- und Kraftstoffpreise führen die Aufhebung der Corona-Schutzmaßnahmen und damit verbundene Nachholeffekte auch im Verkehrssektor zu Emissionssteigerungen. Von den krisenbedingten Energiepreissteigerungen waren insbesondere energieintensive Wirtschaftszweige der Industrie sowie Haushalte und Kleinverbraucher betroffen, deren Einspar- sowie Substitutionsbemühungen zu Emissionsminderungen in den entsprechenden Sektoren führten (UMWELTBUNDESAMT 2023, AG ENERGIEBILANZEN 2023).

Insgesamt steigen die Emissionen im Jahr 2022 um 0,4 % gegenüber dem Jahr 2021 an. In Bezug auf das Basisjahr 1990 ist im Jahr 2022 eine Emissionsreduktion von rund 41 % zu verzeichnen.

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

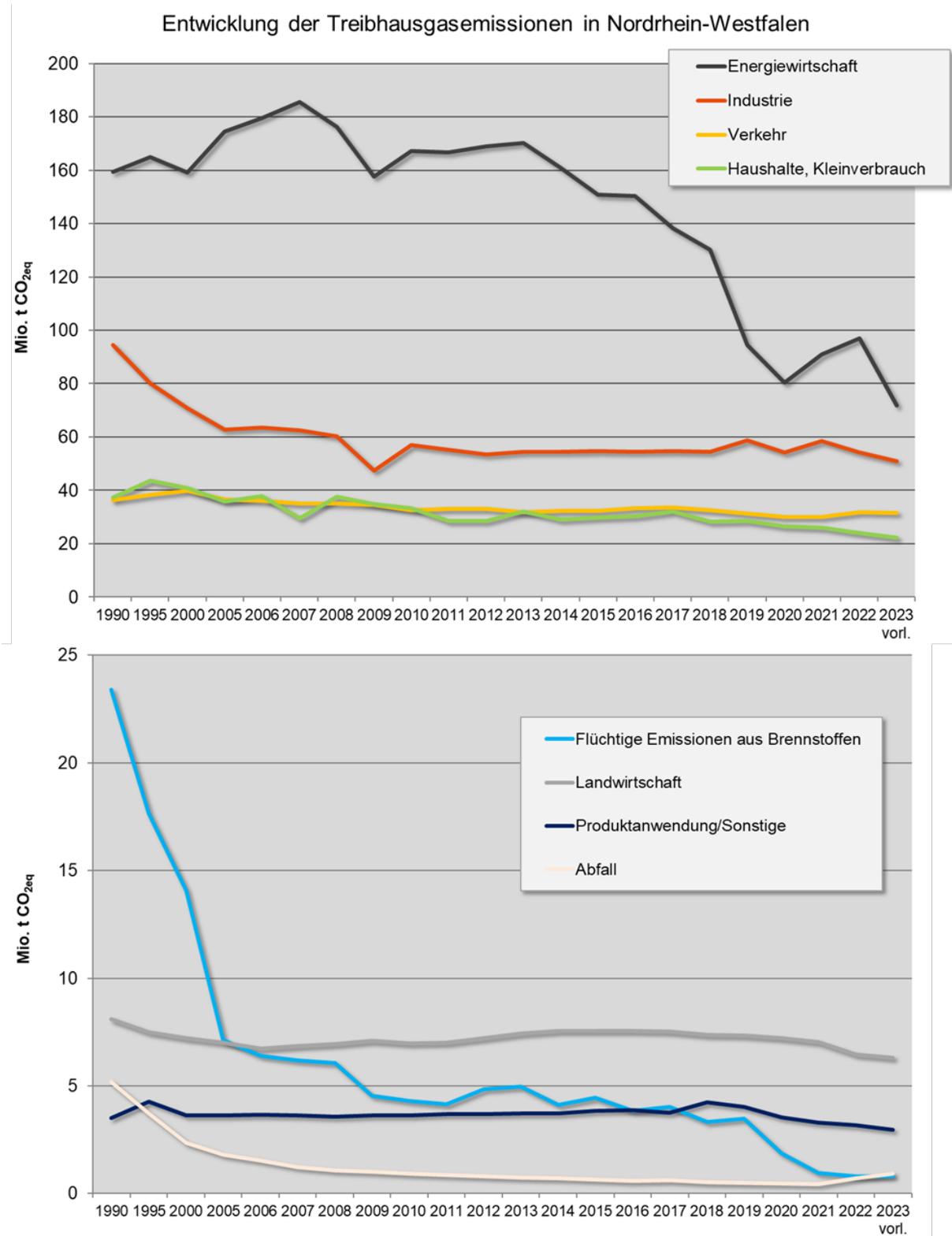


Abbildung 12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen (Quellen: WUPPERTAL INSTITUT (WI 2005), LANUV NRW, eigene Darstellung). In den Diagrammen sind die unterschiedlichen Skalierungen zu beachten.

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 Konjunktorentwicklung folgend weiter an. Die Differenz von ca. 15 Mio. t CO_{2eq} bzw. knapp 10 % zwischen den Jahren 2000 und 2005 kann im Wesentlichen auf die Steigerung der Stromproduktion aus Kraftwerken der öffentlichen Stromversorgung (+ 11 % im gleichen Zeitraum) zurückgeführt werden, deren Emissionen diesen Sektor mit einem Anteil von ca. 90 % dominieren. Die Erhöhung der Emissionen fällt etwas geringer aus als die der Stromproduktion, weil einige neu in Betrieb gegangene Kraftwerke höhere Wirkungsgrade aufweisen als der bestehende Kraftwerkspark und teilweise mit dem relativ kohlenstoffarmen Brennstoff Erdgas betrieben werden. Die Emissionsentwicklung ist damit in diesem wichtigen Sektor plausibel und zeigt, dass die vom Wuppertal Institut für 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 Umweltbundesamt eine Reduzierung von 3,4 % angibt (UMWELTBUNDESAMT 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 Umweltbundesamt im gleichen Zeitraum eine Reduktion von 1,4 % ermittelt (UMWELTBUNDESAMT 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 %) (UMWELTBUNDESAMT 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 (UMWELTBUNDESAMT 2020). Die Emissionsminderungen im Energiebereich resultieren im Wesentlichen aus dem Rückgang verbrennungsbedingter Emissionen im Sektor 1A1a Öffentliche Strom und Wärmeversorgung. Sie lässt sich mit einer Reduzierung der Kohleverstromung in Kraftwerken erklären, die entweder stillgelegt oder in die Sicherheitsbereitschaft überführt wurden. Mit den Kraftwerken Lünen und Elverlingsen, dem Heizkraftwerk Duisburg sowie zwei Blöcken des Kraftwerks Niederaußem gingen beispielsweise im Jahr 2018 Stein- und Braunkohlekraftwerke mit einer Feuerleistung 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 zum Jahr 2030) sowie die fortgesetzte Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien von Relevanz. Auf europäischer Ebene ist zudem u. a. der lineare Emissions-Reduktionpfad von jährlich -2,2 % in der laufenden 4. Handelsperiode innerhalb des EU-ETS bedeutsam.

Im Jahr 2019 sind die Emissionen der Energiewirtschaft erneut deutlich gesunken. Zwischen 2018 und 2019 ist eine Emissionsminderung von 21,4 % zu verzeichnen. Mit den Kraftwerken Werne und Elberfeld sind 2019 beispielsweise zwei weitere Steinkohlekraftwerke endgültig stillgelegt worden; mit dem Heizkraftwerk 2 der Energieversorgung Oberhausen AG oder Block E des Heizkraftwerks Lausward gingen im selben Jahr auch zwei Erdgaskraftwerke vom Netz. Block C des Braunkohlekraftwerks Neurath wurde am 1. Oktober 2019 in die Sicherheitsbereitschaft überführt (BUNDESNETZAGENTUR 2021). Auf Bundesebene sind die Emissionen der Energiewirtschaft im gleichen Zeitraum um 15,4 % gesunken (UMWELTBUNDESAMT 2021).

Im Jahr 2020 hält der langjährige, negative Emissionstrend der Energiewirtschaft an. Die Emissionen sind um weitere 14,9 % gesunken. Ursächlich hierfür ist der deutliche Rückgang der Braunkohleverstromung. Dies ging u. a. mit der Stilllegung des Blockes D im Kraftwerk Niederaußem einher (BUNDESNETZAGENTUR 2022). In der Steinkohleverstromung ist der Treibhausgasausstoß ebenfalls zurückgegangen, trotz der finalen Inbetriebnahme des Steinkohlekraftwerkes Datteln 4. Emissionsmindernd wirkten sich auch der erhöhte Einsatz erneuerbarer Energien, das Instrument des Europäischen Emissionshandels sowie der Rückgang des Bruttostromverbrauchs in Folge der Lockdown-Maßnahmen aus (UMWELTBUNDESAMT 2022). Auf Bundesebene sind die Emissionen der Energiewirtschaft zwischen den Jahren 2019 und 2020 um einen vergleichbaren Prozentsatz (14,5 %) gesunken (UMWELTBUNDESAMT 2021).

Nach dem deutlichen Emissionsrückgang der Vorjahre steigen die Treibhausgas-Emissionen der Energiewirtschaft im Jahr 2021 erstmals wieder an. Zwischen 2020 und 2021 ist mit rund 10,6 Mio. t CO_{2eq} eine Emissionssteigerung von 13,2 % zu verzeichnen. Diese Emissionsentwicklung ist auf eine konjunkturell bedingte gestiegene Stromnachfrage bei gleichzeitig verstärkter Nutzung von Kohle zur Stromerzeugung zurückzuführen (UMWELTBUNDESAMT 2023B). Als ursächlich für die erhöhte Kohleverstromung ist eine geringere Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der gestiegene Gaspreis anzusehen (AG ENERGIEBILANZEN e.V. 2022). Letzterer führte insbesondere in der zweiten Jahreshälfte zu einem Rückgang des Einsatzes von emissionsärmerem Erdgas (UMWELTBUNDESAMT 2023B). Insgesamt ist jedoch davon auszugehen, dass die wachstumsbedingten Emissionssteigerungen durch die Preisentwicklung auf den Energiemärkten sowie gestiegenen Preisen für Emissionszertifikate im europäischen Emissionshandelssystem gedämpft wurden (AG ENERGIEBILANZEN e.V. 2022).

Der steigende Emissionstrend setzt sich im Berichtsjahr 2022 fort. Der Energieverbrauch sowie die Zusammensetzung des Energiemixes wurden im Jahr 2022 in hohem Maße durch die Invasion Russlands in die Ukraine, den Stopp russischer Gaslieferungen nach Deutschland, einer damit verbundenen teilweise drastischen Steigerung der Energiepreise sowie den umfassenden Vorbereitungen zur Bekämpfung einer drohenden Gasmangellage geprägt (AG ENERGIEBILANZEN 2023). Gleichzeitig beeinflusste der AG ENERGIEBILANZEN (2023) zu

Folge die infolge der kriegsbedingten Fluchtbewegungen aus der Ukraine gestiegene Bevölkerungszahl den Energieverbrauch in Deutschland. Der Rückgang der Stromerzeugung aus Kernenergie sowie krisenbedingt aus Erdgas hatte in der Öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung einen vermehrten Einsatz von Stein- und Braunkohle zur Folge. Emissionssteigernd wirkte sich laut UMWELTBUNDESAMT (2023) zudem eine insgesamt vermehrte Stromproduktion als Beitrag zur Sicherung der Versorgungssicherheit im europäischen Ausland aus. In Nordrhein-Westfalen stiegen die Emissionen aus der Kohleverstromung von 70,1 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2021 um rund 9 % auf 76,7 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2022. Die Emissionen aus der Nutzung von Braunkohle stiegen dabei um rund 6 % an, die Emissionen aus der Nutzung von Steinkohle in Kraftwerken der Energiewirtschaft erhöhten sich um 22 %. Insgesamt ist der Energiemix 2022 in Deutschland der AG ENERGIEBILANZEN (2023) zu Folge aufgrund gezielter Maßnahmen zur Bekämpfung der Energiekrise kohlenstoffintensiver geworden. Rund ein Drittel der inländischen Energiegewinnung in Deutschland wurde im Jahr 2022 von der Braunkohle bereitgestellt (AG ENERGIEBILANZEN 2023). Dies spiegelt auch die Wiederinbetriebnahme einzelner Blöcke der Braunkohlekraftwerke Neurath und Niederaußem als Versorgungsreserve wieder (BUNDESNETZAGENTUR 2023). Insgesamt verlagerte sich die Energiegewinnung im Angesicht der Energiekrise vermehrt ins Inland. Einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der inländischen Energiegewinnung leisteten (neben der Braunkohle) vor allem die erneuerbaren Energien, die ihre Erzeugung u. a. durch den Zubau neuer Anlagen aber auch aufgrund des erhöhten Winddargebotes im Jahr 2022 steigern konnten. Auch ein Anstieg der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien konnte diese negative Entwicklung nicht ausgleichen. Gegenüber dem windschwachen Vorjahr 2021 nahm die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2022 zu. Deutschlandweit stellen die erneuerbaren Energien im Jahr 2022 die wichtigste heimische Energiequelle dar (AG ENERGIEBILANZEN 2023).

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 sind stark an das Produktionsniveau gekoppelt. Insbesondere der Ausstoß von Kohlendioxid spiegelt in der mineralischen, chemischen und Metallindustrie den Produktionsindex und somit den Konjunkturverlauf der Branche wider. Wirtschaftlich war im Jahr 2021 eine Erholung von den Folgen der Corona-Pandemie spürbar. Insbesondere die Eisen- und Stahlindustrie zeigt im Jahr 2021 eine deutliche Leistungssteigerung. Die aufholenden Konjunkturreffekte haben sich in Nordrhein-Westfalen auch auf die Treibhausgas-Emissionen ausgewirkt. Die Emissionen der Industrie steigen im Jahr 2021 um 7,6 % im Vergleich zum Vorjahr an. Mit 58,8 Mio. t CO_{2eq} lagen die Emissionen damit auf einem vergleichbaren Niveau wie im Jahr 2019.

Im Jahr 2022 war die deutsche Wirtschaft in besonderem Maße von den höheren Energiepreisen in Folge des russischen Krieges gegen die Ukraine und eines infolge dessen eingetrübten globalen Wirtschaftswachstum betroffen (AG ENERGIEBILANZEN 2023). Die AG ENERGIEBILANZEN (2023) berichtet, dass insgesamt die Produktion im Produzierenden sowie Verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2022 vor allem aufgrund der hohen Energiepreise und Lieferengpässen bei wichtigen Vorleistungen bzw. Vorprodukten deutlich abnahm. Die energieintensiven Industriesektoren waren von den Energiepreissteigerungen besonders betroffen. Es ist anzunehmen, dass die gestiegenen Energiepreise sowie die Sorge vor einer drohenden Gasmangellage in allen Industriesektoren zusätzliche Anreize zum Einsatz bislang ungenutzter Einspar- und Effizienzpotenziale gefördert haben (AG ENERGIEBILANZEN 2023). Der sinkende Energieverbrauch schlägt sich auch in der Emissionsentwicklung nieder. Die Emissionen der Industrie sinken im Jahr 2022 um 7,3 % gegenüber dem Vorjahr auf 54,1 Mio. t CO_{2eq} und liegen damit auf dem Emissionsniveau des Pandemiejahres 2020. Die Produktionsindices der betrachteten Industrie-Sektoren spiegeln diese negativen Auswirkungen der Ukraine-Krise wider (IT.NRW 2022A-C, 2023, Tabelle 12). Die Emissionsentwicklung lässt sich dabei zwischen den einzelnen Sektoren differenziert betrachten. Die größten Emissionsminderungen sind im Jahr 2022 mit -14,8 % gegenüber dem Vorjahr in der Papierindustrie zu verzeichnen. Weitere deutliche Emissionsminderungen sind in der Chemischen Industrie (- 8,3 %), in der Stahlindustrie (- 6,5 %) sowie in der Produktion von Nicht-Eisenmetallen (- 5,5 %) ersichtlich. Bei der Verarbeitung Nichtmetallsicher Minerale sinken die Emissionen um 2,8 % gegenüber dem Jahr 2021. Einzig in der Nahrungsmittelindustrie (Sektor 1A2e) stiegen die Emissionen im Jahr 2022, analog zu einem Anstieg des Produktionsindex „Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln“, in Nordrhein-Westfalen leicht an (+ 2,0 %) (IT.NRW 2022A-C, 2023). Diese Zahlen spiegeln die Entwicklung auf Bundesebene wider, wo energieintensive Wirtschaftszweige wie „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“, die „Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus“ oder die „Metallerzeugung und -bearbeitung“ Produktionsrückgänge verzeichneten (AG ENERGIEBILANZEN 2023).

Tabelle 12: Produktionsindices und einhergehende Emissionsveränderungen der Industriezweige in den Jahren 2021 und 2022 (IT.NRW 2022a-c, 2023)

Sektor	Branche	Produktionsindex 2021	Produktionsindex 2022	Veränderung Emissionen ggü. 2021
1A2a/2C	Eisen und Stahl	85,1	83,2	▼ -6,5 %
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	85,1	83,2	▼ -5,5 %
1A2c/2B	Chemische Industrie	99,0	90,5	▼ -8,3 %
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	100,2	96,2	▼ -14,8 %
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	96,3	98,1	▲ 2,0 %
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	75,9	76,4	▼ -2,8 %

Neben den negativen Konjunkturreffekten spielt bei der dargestellten Emissionsentwicklung der verminderte Einsatz fossiler Brennstoffe eine wichtige Rolle. Dies unterscheidet den Industrie-Sektor von der Energiewirtschaft. So sanken die Emissionen aus der Nutzung von Braunkohle in Industriekraftwerken um rund 6,9 %, die Emissionen aus der Nutzung von Steinkohle verringerten sich um 9,5 % gegenüber dem Vorjahr 2021. Auch die Emissionen aus der Nutzung von Erdgas in Industriekraftwerken gingen zwischen den Jahren 2021 und 2022 um rund 3,7 % zurück. Die AG ENERGIEBILANZEN (2023) postuliert, dass in Erwartung auch langfristig anhaltender hoher Energiepreise, Investitionen in Energiespartetechnologien (z. B. Substitutionen durch Sekundärrohstoffe) im Industriesektor auch in Zukunft zu Verbesserungen der Energieproduktivität und damit dem Emissionsgeschehen beitragen könnten.

Für den Sektor Industrie (ohne Produktanwendungen) ergibt sich deutschlandweit zwischen 1990 und 2022 eine Emissionsminderung von rund 42 % (UMWELTBUNDESAMT 2024). Für Nordrhein-Westfalen wurde eine vergleichbare Emissionsminderung von 43 % ermittelt.

2.4.3 Verkehr

Bei den Emissionen des Verkehrs, die mit einem Anteil von rund 90 % vom Straßenverkehr dominiert werden (Abbildung 13), 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. Neben Emissionen aus dem Straßenverkehr, wird der Sektor Verkehr durch den Flugverkehr, den Gütertransport auf Schiff und Schiene sowie forst- und landwirtschaftliche Maschinen beeinflusst. Ab dem Jahr 2010 zeigt sich bei den nordrhein-westfälischen Verkehrsemissionen eine etwa gleichbleibende Tendenz. Im Jahr 2018 sind die Emissionen im Verkehrssektor erstmalig wieder gesunken. Diese Emissionsentwicklung setzt sich bis zum Jahr 2021 fort. In diesem Zeitraum schlugen sich im Verkehrssektor die Auswirkungen der Corona-Pandemie nieder, die sich in Folge gesunkener Passagier- und Frachtzahlen sowie einer pandemiebedingten Verminderung der Fahrleistung positiv auf die Emissionsentwicklung auswirken (DESTATIS 2022). Im aktuellen Berichtsjahr 2022 steigen die Emissionen des Verkehrssektors leicht an. Gegenüber dem Vorjahr ist eine Emissionssteigerung von 1,6 Mio. t CO_{2eq} bzw. 5,2 % zu verzeichnen. Damit liegen die Emissionen aller Verkehrssektoren im Jahr 2022 in Nordrhein-Westfalen insgesamt rund 4,5 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 12,4 % unter dem Emissionsniveau des Jahres 1990. Im bundesdeutschen Vergleich sind die Emissionen im Verkehr zwischen den Jahren 2021 und 2022 um rund 2,0 % gestiegen, liegen damit aber weiterhin rund 10 % unterhalb des Wertes von 1990 (UMWELTBUNDESAMT 2024C).

Die Emissionen des Straßenverkehrs steigen dem Bundestrend folgend zwischen den Jahren 2021 und 2022 um 4,3 % an. Der größte Anteil der Straßenverkehrsemissionen geht zu Lasten

von Personenkraftwagen (Pkw) (Abbildung 6). Pkw-Emissionen stiegen im Vergleich zum Vorjahr 2021 um 5,7 % an. Der Fahrzeugbestand wies hingegen nur geringe Veränderungen auf. Zwischen dem 1. Januar 2022 und dem 1. Januar 2023 erhöht sich der Fahrzeugbestand im Bereich der Personenkraftwagen in Nordrhein-Westfalen um 0,5 % (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2022, 2023). Mit Stand 1. Januar 2023 waren in Nordrhein-Westfalen 10.478.039 Personenkraftwagen zugelassen (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2023). Emissionssteigernd wirkte sich der gestiegene Kraftstoffverbrauch im Verkehrssektor aus. Der AG ENERGIEBILANZEN (2023) zu Folge nahm der Verbrauch von Dieselmotorkraftstoff gegenüber dem Vorjahr 2021 um 0,5 % ab. Gleichwohl blieb der Absatz immer noch mehr als doppelt so hoch wie jener der Ottokraftstoffe, deren Nachfrage sich im Jahr 2022 um 3,8 % gegenüber dem Vorjahr erhöhte. Die Steigerung des Kraftstoffabsatzes wurde zudem durch den „Tankrabbatt“ der Bundesregierung, d. h. die Senkung der Energiesteuer auf Kraftstoffe, begünstigt. Auch im Bereich der Neuzulassungen ist ein Zuwachs an Personenkraftwagen mit Verbrennungsmotor zu erkennen. So stieg der Anteil der Fahrzeuge mit Benzinmotor am Fahrzeugbestand in Nordrhein-Westfalen zwischen dem 1. Januar 2022 und dem 1. Januar 2023 um rund 56 % an, der Anteil der Fahrzeuge mit Dieselmotor erhöhte sich um 36 % (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2022, 2023). Die hohen Kraftstoffpreise trugen gemäß AG ENERGIEBILANZEN (2023) nicht dazu bei, dass auf Fahrten mit dem eigenen Pkw verzichtet wurde. Auch die temporäre Einführung des „9-Euro-Tickets“ konnte der steigenden Emissionsentwicklung nicht entgegenwirken (UMWELTBUNDESAMT 2023). Auch ein deutlicher Anstieg der Neuzulassungen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen im Jahr 2022 in Nordrhein-Westfalen konnte diese Emissionsentwicklung nicht ausgleichen. Der Bestand von Hybridfahrzeugen erhöhte sich in Nordrhein-Westfalen zwischen dem 1. Januar 2022 und dem 1. Januar 2023 um rund 109 % (527.692 Fahrzeuge mit Stand 1. Januar 2023). Die Anzahl an Elektrofahrzeugen stieg im gleichen Zeitraum in vergleichbarer Größenordnung (222.053 Fahrzeuge mit Stand 1. Januar 2023) (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2022, 2023).



Abbildung 13: Die Emissionen des Straßenverkehrs dominieren den Verkehrssektor. Der größte Anteil der Emissionen entfällt mit 18,6 Mio. t CO_{2eq} auf Personenkraftwagen, gefolgt von Last- und Sattelzügen mit 5,0 Mio. t CO_{2eq} (Quelle: AdobeStock/ P.S.DESIGN).

Seit 1990 sind die Emissionen des Straßenverkehrs in Nordrhein-Westfalen um rund 15,2 % zurückgegangen. Nach den beobachteten Minderungen in der Verkehrsleistung in Folge der Corona-Pandemie in den Jahren 2020 und 2021, zeigen sich dem UMWELTBUNDESAMT (2025) zu Folge im Berichtsjahr 2022 gegenläufige Entwicklungen. Langfristige Ursachen für die bilanzierten Emissionsminderungen sind in motortechnischen Verbesserungen infolge der kontinuierlichen Verschärfung der zulässigen Abgaswerte zu suchen sowie in geringem Umfang die höhere Beimischung von Biokraftstoffen. Die gestiegene Beförderungsintensität, also die pro Person und Jahr zurückgelegte Strecke über alle Verkehrsträger, wirkt gemäß UMWELTBUNDESAMT (2025) hingegen langfristig als größter emissionssteigernder Treiber. Die verstärkte Nachfrage nach schwereren Pkw, die mögliche Effizienzgewinne durch motortechnische Verbesserungen vermindert, sowie etwaige Änderungen in der Auslastung heben zudem das Emissionsniveau.

Differenziert nach Fahrzeugklassen zeigt sich, dass, neben den Emissionen der Personenkraftwagen, auch die Emissionen der leichten Nutzfahrzeuge, Busse und Krafträder im Berichtsjahr 2022 angestiegen sind. Die Emissionen der Lastkraftwagen sowie Last- und Sattelzüge zeigen einen weitgehend konstanten Verlauf. Die größten Emissionssteigerungen haben dabei mit einer Zunahme um 10,8 % im Vergleich zum Vorjahr die Krafträder zu verzeichnen, gefolgt von leichten Nutzfahrzeugen mit 5,5 %. Die Emissionsentwicklung im Bereich der Personenkraftwagen, Lastkraftwagen sowie leichten Nutzfahrzeugen spiegelt den Bundestrend wieder (UMWELTBUNDESAMT 2024C).

Der Bestand an Kraftomnibussen hat gemäß KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2022, 2023) in Nordrhein-Westfalen zwischen den Jahren 2021 und 2022 um weitere 2,0 % zugenommen hat. Laut UMWELTBUNDESAMT (2025) nutzten nach den Einschränkungen durch die Corona-Pandemie im Jahr 2022 wieder mehr Fahrgäste den öffentlichen Verkehr. Die Nachfrage nach Transportdienstleistungen insgesamt hat in den vergangenen 30 Jahren um gut drei Viertel zugenommen. Dabei kommt dem Straßengüterverkehr eine immer wichtigere Rolle am Gesamttransportvolumen zu (UMWELTBUNDESAMT 2025). Dem zur Folge hat auch der Bestand an Last- und Sattelzügen in Nordrhein-Westfalen im Berichtsjahr 2022 weiterhin zugenommen (+3,8 %). Die Anzahl an Lastkraftwagen blieb zwischen den Jahren 2021 und 2022 konstant. Eine Zunahme hat mit einem Plus von 3,6 % gegenüber dem Vorjahr auch der Bestand an leichten Nutzfahrzeugen zu verzeichnen (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2022, 2023).

Im Bereich des Flugverkehrs ist in Nordrhein-Westfalen im Berichtsjahr 2022 eine deutliche Erholung der Passagierzahlen sowie des Frachtaufkommens zu beobachten. Dies schlägt sich auch in steigenden Emissionen dieses Subsektors nieder. Die Emissionen des Flugverkehrs steigen in Nordrhein-Westfalen im Vergleich zum Vorjahr um 48,7 %. Bundesweit stiegen die Emissionen des nationalen Flugverkehrs in vergleichbarer Größenordnung um 45,2 % (UMWELTBUNDESAMT 2024). Diese Entwicklung spiegelt die Aufhebung der Corona-Schutzmaßnahmen und damit verbundene Nachholeffekte wider. Die Corona-Pandemie hat im Flugverkehr zu erheblichen Minderungen der Passagier- und Frachtzahlen geführt. Im Jahr 2021 war in Folge der Lockerung der Reisebeschränkungen bereits eine leichte Erholung der Passagierzahlen an den NRW-Flughäfen sichtbar. Im Berichtsjahr 2022 steigen die Passagierzahlen weiter an. Insgesamt ist eine Verdopplung der Fluggastzahlen an den Hauptverkehrsflughäfen Nordrhein-Westfalens gegenüber dem Vorjahr 2021 dokumentiert (DESTATIS 2024A). Der Anstieg der Passagierzahlen rangierte dabei zwischen 53 % am Flughafen Dortmund und 295 % am Flughafen Paderborn/Lippstadt (DESTATIS 2024A). Die Hauptverkehrsflughäfen Düsseldorf, Köln/Bonn und Münster/Osnabrück zeigen ebenfalls deutliche Zunahmen an Zu- und Aussteigern von jeweils weit über 100 %. Im Bereich des Frachtaufkommens setzte sich der positive Trend des Jahres 2021 nicht fort. Die Tonnagen der verladenen Fracht bleiben im Berichtsjahr weitgehend konstant (DESTATIS 2024A).

Bereits für das Jahr 2021 berichtete das UMWELTBUNDESAMT (2023) von einer Zunahme an Flugbewegungen. Nach den pandemiebedingten drastischen Rückgängen nahmen die Flugbewegungen an den nordrhein-westfälischen Flughäfen im Berichtsjahr 2022 weiter zu. Die Anzahl der Luftfahrtbewegungen (Starts- und Landungen) stieg dabei differenziert nach Flughafen zwischen 19 % (Dortmund) und 74 % (Düsseldorf) (DESTATIS 2024B). Den steigenden Passagierzahlen folgend ist im Berichtsjahr 2022 an allen Flughäfen eine Zunahme von Luftfahrtbewegungen von Flugzeugen mit höheren Gewichtsklassen ersichtlich. Dabei nahmen insbesondere an den kleineren Hauptverkehrsflughäfen Dortmund und Paderborn/Lippstadt die Starts- und Landungen von Flugzeugen mit Startgewichten > 75 t überdurchschnittlich zu (DESTATIS 2024B). Emissionssteigernd wirkte sich dementsprechend der steigende Verbrauch von Flugkraftstoffen aus. Gemäß der AG ENERGIEBILANZEN (2023) nahm dieser im Berichtsjahr 2022 um 43,8 % im Vergleich zum Vorjahr zu.



Abbildung 14: Die verbrennungsbedingten Emissionen des Schienenverkehrs entstammen Dieseltriebwagen und Rangierbahnhöfen und zeigen eine fallende Tendenz. Die Emissionen der Stromerzeugung für den Bahnverkehr werden der Energiewirtschaft zugeordnet (Quelle: Adobe-Stock/ P.S.DESIGN).

Die Entwicklung des Güterverkehrs (Abbildung 14) zeigt in Nordrhein-Westfalen eine negative Tendenz. Der Güterumschlag ist zwischen 2000 und 2016 um rund 21 % zurückgegangen. Dies betrifft insbesondere den innerdeutschen Güterverkehr (VM NRW 2019). Im Jahr 2021 sind die Emissionen im Schienenverkehr einmalig leicht gestiegen. Im Berichtsjahr 2022 ist jedoch bereits eine Trendumkehr zu beobachten. Die Emissionen des Schienenverkehrs sinken von rund 127.000 t CO_{2eq} im Jahr 2021 um 5,3 % auf ca. 120.000 t CO_{2eq} im Jahr 2022.

Die Emissionen im Schiffsverkehr sind im Jahr 2022 im Vergleich zum Vorjahr um 7,0 % auf rund 145.000 t CO_{2eq} gesunken. Dieser negative Trend entspricht der Entwicklung in der Güterverkehrsleistung in der Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen. Der Gesamtverkehr reduzierte sich zwischen den Jahren 2021 und 2022 um 7,1 % (INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN 2023c). Dies traf sowohl den Verkehr innerhalb Nordrhein-Westfalens als auch den grenzüberschreitenden Verkehr. Der Güterumschlag der nordrhein-westfälischen Binnenschifffahrt sinkt damit auf den Wert des Jahres 2020 (INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN 2023c)

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 (Abbildung 15).

Das Jahr 2022 war erheblich wärmer als das Jahr 2021. Insbesondere die Witterung in den Monaten von Januar bis Mai sowie Oktober und November verlief deutlich milder als im Vorjahr. Dies hat zur Folge, dass der Energieverbrauch in den für die Heizperiode wichtigen Zeiträumen verglichen mit dem Jahr 2021 allein aufgrund des Witterungseinflusses gesunken ist (AG ENERGIEBILANZEN 2023). Mit 2.729 Gradtagen an der Klimastation Düsseldorf lag die Zahl der Gradtage im Jahr 2022 unter dem Wert des langjährigen Mittels (Mittelwert von 2004 bis 2023) (INSTITUT WOHNEN UND UMWELT 2023). Die niedrigere Anzahl von Tagen mit einer Heizgrenztemperatur unter 15°C weist grundsätzlich auf ein höheres durchschnittliches Temperaturniveau im Berichtsjahr und eine damit verbundene Senkung des Energiebedarfs (insbesondere zur Beheizung von Wohnräumen) hin (AG ENERGIEBILANZEN 2023). Diesen Witterungseffekten folgend sinken die Emissionen der Haushalte und Kleinverbraucher im Berichtsjahr 2022 um 8,0 % auf 24,0 Mio. t CO_{2eq}.



Abbildung 15: Die Emissionen im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch werden zum großen Teil vom Raumwärme- und Warmwasserbedarf geprägt. Im Jahr 2022 lagen die Emissionen dieses Sektors bei 24,0 Mio. t CO_{2eq} (Quelle: AdobeStock/ lichtbildmaster).

Die Absätze von leichtem Heizöl stiegen im Jahr 2022 um rund 9 % an (AG ENERGIEBILANZEN 2023). Angesichts der verglichen mit dem Vorjahr deutlich milderen Witterung, der fortschreitenden Substitution ölbefuerter Heizungsanlagen (z B. durch Elektro-Wärmepumpen oder Erdgas-Brennwertgeräte), laufender Sanierungsmaßnahmen sowie Einsparungsbemühungen der Verbraucher dürfte es sich hierbei weniger um „echte“ Verbrauchssteigerungen handeln (AG ENERGIEBILANZEN 2022). Vielmehr ist davon auszugehen, dass Lagerbestände nach den geringen Heizölkäufen im Vorjahr 2021 in Erwartung einer möglichen Energiekrise aufgefüllt wurden. Im Verlauf des Jahres 2021 waren auf Grund der bereits stark gestiegenen Verbraucherpreise für leichtes Heizöl vorhandene Heizölbestände abgebaut worden (AG ENERGIEBILANZEN 2022). Die Krisenprävention infolge der Sorge vor einer weiteren Verschärfung der Energiekrise scheint im Jahr 2022 insbesondere im Bereich der privaten Haushalte die Vervielfachung des Heizölpreises um 87 % gegenüber dem Vorjahr überwogen zu haben (AG ENERGIEBILANZEN 2023).

Der Erdgasverbrauch in Deutschland nahm nach Angaben der AG ENERGIEBILANZEN (2023) im Jahr 2022 um rund 16 % ab. Die Verwendung von Erdgas in den einzelnen Verbrauchssektoren war durch die Folgen der russischen Invasion in die Ukraine bestimmt, die sich u. a. in den stark gestiegenen Energie- bzw. Erdgaspreisen und damit verbunden rückläufigen Verbräuchen niederschlug. Der Erdgasverbrauch der Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen verringerte sich spürbar. Da im Gewerbebereich Erdgas überwiegend für Raumwärme benötigt wird, hatte die milde Witterung im Jahr 2022 eine maßgebliche verbrauchs-senkende Wirkung. Darüber hinaus verstärkten Substitutions- und Einsparbemühungen der Verbraucher in Folge der hohen Erdgaspreise diesen Effekt. Der Preis für Erdgas stieg im Jahr 2022 um 65 % gegenüber dem Vorjahr. Die AG ENERGIEBILANZEN (2023) geht davon aus, dass diese Einsparbemühungen sogar die für das Kleingewerbe im Jahr 2022 grundsätzlich günstigen konjunkturellen Bedingungen überkompensiert haben, so dass es in Summe zu einem Verbrauchsminus kam, das sich auch in verringerten Emissionen niederschlug. Der Erdgasverbrauch der privaten Haushalte wurde im Jahr 2022 in gleichem Maße von der milden Witterung und den angestiegenen Energiepreisen geprägt. Die intensive öffentliche Diskussion über notwendige Einsparungen beim Erdgasverbrauch zur Abwendung einer Versorgungskrise in Folge des Ukraine-Krieges hat zusätzlich zu Verbrauchssenkungen beigetragen. Gemäß der AG ENERGIEBILANZEN (2023) sank der Erdgasverbrauch im Jahr 2022 in den privaten Haushalten Deutschlands um rund 14 %.

Die Emissionen im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch sinken in Nordrhein-Westfalen zwischen den Jahren 2021 und 2022 um 8,0 %. Seit dem Basisjahr 1990 ist in diesem Sektor eine Emissionsminderung von 35,7 % zu verzeichnen. Auf Bundesebene sind die Emissionen der privaten Haushalte im gleichen Zeitraum um 35,3 % gesunken. Im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung ist im Bund seit 1990 eine Emissionsminderung von 63,2 % dokumentiert (UMWELTBUNDESAMT 2024).

2.4.5 Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen

Im Sektor flüchtige Emissionen aus Brennstoffen sind in Nordrhein-Westfalen seit dem Jahr 1990 deutliche Emissionsminderungen um ca. 96,5 % zu verzeichnen. Bundesweit sind die Emissionen im gleichen Zeitraum um rund 91,2 % gesunken (UMWELTBUNDESAMT 2024). 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 (UMWELTBUNDESAMT 2022A). Der Berichterstattung des Pollutant Release and Transfer Registers folgend wurden in Nordrhein-Westfalen im Berichtsjahr 2022 4.064 t CH₄ aus stillgelegten Steinkohlezechen emittiert.

In der Braunkohleförderung zeigt sich seit dem Jahr 2017 ein deutlich rückläufiger Trend. Infolge des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine wurden im Oktober 2022 Kohlekraftwerke aus der Sicherheitsbereitschaft in eine neu geschaffene Versorgungsreserve mit einer befristeten Möglichkeit zur Marktteilnahme überführt. Im Jahr 2022 wurden verglichen mit dem Jahr 2021 im Rheinland rund 4 % mehr Braunkohle gefördert. Diese Menge entspricht der AG ENERGIEBILANZEN (2023) zu Folge weitgehend der gestiegenen Lieferungen an die Kraftwerke der allgemeinen Strom- und Wärmeversorgung. Die Emissionen aus der Braunkohleförderung im Rheinland stiegen zwischen den Jahren 2021 und 2022 in vergleichbarer Größenordnung.

Neben den Emissionen aus festen Brennstoffen (Steinkohlenbergbau, Tagebau und Kohleveredelung) 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 Berichtsjahr 2020 umgekehrt. Im Jahr 2022 entstammen in Nordrhein-Westfalen der Öl- und Gaswirtschaft 0,6 Mio. t CO_{2eq}. Rund 0,2 Mio. t CO_{2eq} entfallen auf die Herstellung fester Brennstoffe. 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 2021 sind die flüchtigen Emissionen aus Brennstoffen insgesamt im Berichtsjahr 2022 um 14,3 % zurückgegangen. Trotz leicht gestiegener Emissionen aus der Braunkohleförderung ist diese Emissionsreduktion mit einer Minderung von rund 42 % größtenteils im Bereich der Festen Brennstoffe (1B1) aufgetreten. Auch in der Gaswirtschaft (1A2b) ist zwischen den Jahren 2021 und 2022 mit rund 11 % eine erhebliche Emissionsreduktion zu verzeichnen. Eine leichte Emissionssteigerung ist mit rund 3 % in der Ölwirtschaft ersichtlich. Damit sind die Emissionen in der Öl- und Gaswirtschaft (1B2) gegenüber dem Basisjahr 1990 um 78,4 % zurückgegangen. Im Bereich der Emissionen aus festen Brennstoffen (1B1) ist seit 1990 eine Emissionsminderung von 99,0 % zu verzeichnen.

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. Laut der AG ENERGIEBILANZEN (2023) hatte der Fahrzeugbau neben der „Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen“ trotz der makroökonomischen Rahmenbedingungen überdurchschnittliche Produktionszunahmen zu verzeichnen. Die Emissionen des Sektors Produktanwendung/Sonstige zeigen zwischen 1990 und 2018 einen positiven Trend. Im Berichtsjahr 2020 haben die Emissionen erstmals wieder

das Niveau des Basisjahres 1990 erreicht. Das Jahr 2021 zeigte eine Trendumkehr. Im Berichtsjahr 2022 sind die Emissionen gegenüber dem Vorjahr erneut gesunken. Es ist eine Emissionsminderung von 3,8 % zu verzeichnen. Auf Bundesebene sind die Emissionen dieses Sektors im gleichen Zeitraum um rund 6,8 % gesunken (UMWELTBUNDESAMT 2024). Seit dem Basisjahr 1990 haben sich die Emissionen im Sektor Produktanwendung/Sonstige in Deutschland um 28,0 % vermindert (UMWELTBUNDESAMT 2024).

2.4.7 Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft zeigt sich über die Zeit eine moderat negative Emissionsentwicklung. Die Gesamtemissionen aus der Landwirtschaft sanken von rund 8 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 1990 auf 6,7 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2006. Nach einem Emissionsanstieg auf einen Emissionshöchststand im Jahr 2015, ist erneut eine kontinuierliche Reduktion der Emissionen dieses Sektors zu beobachten (Abbildung 16). Im Jahr 2022 liegen die Landwirtschaftsemissionen bei 6,4 Mio. t CO_{2eq}. Insgesamt ergibt sich von 1990 bis 2022 im Sektor Landwirtschaft eine Emissionsminderung von 20,3 %. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Landwirtschaftsemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 um 8,3 % gesunken. Im bundesdeutschen Vergleich sind die Landwirtschaftsemissionen zwischen 2021 und 2022 um 1,5 % gesunken (UMWELTBUNDESAMT 2023).

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 zuzuschreiben. Ursächlich ist überwiegend ein Rückgang der Tierzahlen in der Viehhaltung. Ab Mitte der 2000er Jahre ist dieser Rückgang insbesondere auf die begrenzende Wirkung der Milchquotenregelung zurückzuführen. Die Aufhebung der Milchquotenregelung im Jahr 2015 hat einen entsprechenden Wiederanstieg der Emissionen zur Folge. Emissionssteigernd wirkt sich auch die Zunahme der Milchleistung aus. Emissionszunahmen sind zudem im Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden durch die Vergärung von Energiepflanzen, durch Kalkung sowie aus Harnstoffanwendungen zu verzeichnen. Obwohl der zunehmende Einsatz von Wirtschaftsdüngern (Gülle und Mist) in Biogasanlagen zu einer Reduzierung der Methanemissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung beigetragen hat, führte eine 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. Durch eine flächendeckende Zunahme der Biogas-Anlagen seit 1994 haben die Emissionen in diesem Bereich ebenfalls kontinuierlich zugenommen (UMWELTBUNDESAMT 2024D). 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). Hier führt das UMWELTBUNDESAMT (2024D) aus, dass die extreme Dürre im Jahr 2018 neben hohen Ernteertragseinbußen und geringerem Mineraldüngereinsatz auch die erschwerte Futtermittelversorgung der Tiere zur Folge hatte. Dies führte zu einer Reduzierung der Tierbestände (insbesondere bei der Rinderhaltung, seit dem Jahr 2021 jedoch auch bei den Schweinebeständen).

Allgemein lässt sich die Emissionsentwicklung im Jahr 2022 wie folgt beschreiben:

Den größten Anteil der Landwirtschaftsemissionen machten im Jahr 2022 mit 4,4 Mio. t CO_{2eq} die Methan-Emissionen aus der Tierhaltung aus. Diese verteilen sich zu 71 % auf Emissionen aus Verdauungsvorgängen bei Tieren und zu 21 % auf Emissionen aus Wirtschaftsdüngern, d. h. Festmist und Gülle. Der größte Anteil des Methans aus Wirtschaftsdünger geht auf die Exkrememente von Rindern und Schweinen zurück. Emissionen von anderen Tiergruppen (wie z. B. Geflügel, Esel und Pferde) sind dagegen vernachlässigbar. Wirtschaftsdünger aus der Einstreuhaltung (Festmist) ist gleichzeitig auch Quelle des klimawirksamen Lachgases N₂O. Die Lachgas-Emissionen aus Wirtschaftsdünger machen jedoch nur einen geringen Anteil an den Emissionen des Subsektors Tierhaltung aus und belaufen sich im Berichtsjahr 2022 auf rund 0,4 Mio. t CO_{2eq}. Insgesamt sind die Emissionen aus der Tierhaltung im Vergleich zum Vorjahr 2021 um 2,2 % gesunken. Diese Emissionsentwicklung ist insbesondere auf einen weiteren Rückgang der Tierbestandszahlen, vor allem Schweine, zurückzuführen. Das UMWELTBUNDESAMT (2024D) sieht die anhaltend schwierige wirtschaftliche Lage vieler landwirtschaftlicher Betriebe vor dem Hintergrund stark gestiegener Energie-, Düngemittel- und Futterkosten und damit höherer Produktionskosten als Grund für den anhaltend negativen Trend. Seit dem Basisjahr 1990 sind die Treibhausgas-Emissionen der Tierhaltung in Nordrhein-Westfalen von 5,5 Mio. t CO_{2eq} um 15,7 % zurückgegangen (TI 2024).

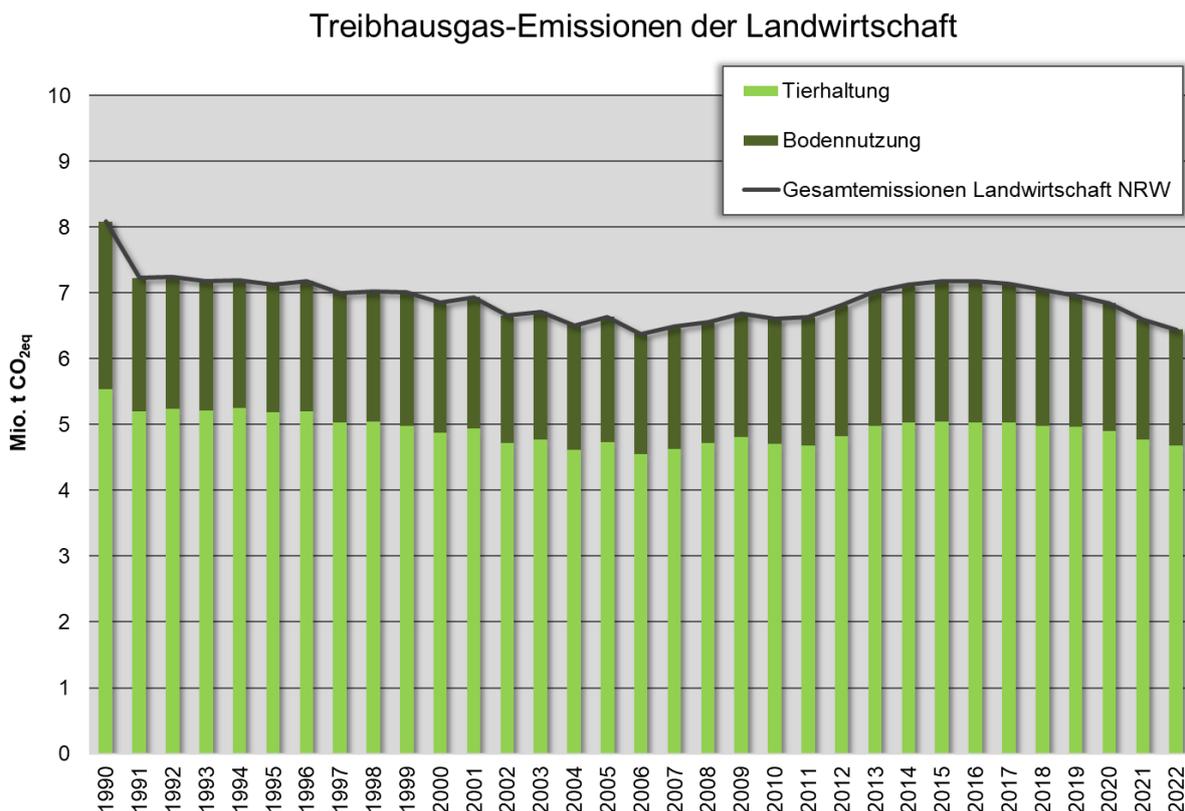


Abbildung 16: Zeitreihe der Emissionen des Sektors Landwirtschaft der Jahre 1990 bis 2022 differenziert nach Emissionen aus der Tierhaltung (hellgrün) und der Bodennutzung (dunkelgrün). (Quelle: TI 2024)

Neben der Tierhaltung sind landwirtschaftliche Böden wichtige Emissionsquellen, insbesondere von Kohlendioxid und Lachgas. Mit 1,4 Mio. t CO_{2eq} entsteht der Großteil der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden durch mikrobielle Umsetzungen von Stickstoffverbindungen, die zu Lachgas-Emissionen führen. Diese entstammen zu 96 % der Umsetzung von mineralischen Düngern und organischen Materialien (d.h. Ausbringung von Wirtschaftsdünger, Klärschlamm, der Umsetzung von Ernterückständen und beim Weidegang). Kohlendioxid-Emissionen entstehen bei Anwendung von Harnstoffdünger und der Kalkung von Böden und machen im Jahr 2022 rund 0,3 Mio. t CO_{2eq} rund 14 % der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden aus. Die Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden sind im Jahr 2022 Vergleich zum Vorjahr deutlich um 21,3 % gesunken. Bei der Bodennutzung sind die Emissionsminderungen in erster Linie auf die Abnahme ausgebrachter Mengen mineralischer Dünger zurückzuführen, die zu einer Minderung der Lachgas-Emissionen um 23,9 % gegenüber dem Jahr 2021 führten (UMWELTBUNDESAMT 2024D). Eine verminderte Kalkung führte ebenfalls zu einem Rückgang der Treibhausgasemissionen (-10,1 %). Die CO₂-Emissionen aus der Anwendung von Harnstoff sind in Nordrhein-Westfalen zwischen den Jahren 2021 und 2022 um 6,9 % gesunken. Im Vergleich zum Basisjahr 1990 sind die Treibhausgas-Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden in Nordrhein-Westfalen von 5,5 Mio. t CO_{2eq} um 30,5 % zurückgegangen (TI 2024).

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 86,4 % reduziert (UMWELTBUNDESAMT 2024). In Nordrhein-Westfalen sind die Emissionen des Abfall-Sektors im Berichtsjahr 2022 im Vergleich zum Jahr 1990 um rund 86,5 % gesunken. Bezogen auf das Vorjahr 2021 ist eine Emissionserhöhung um 60,7 % auf 0,7 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Der Emissionstrend, der in den vergangenen Jahren im Wesentlichen durch die sinkenden Emissionen aus der Abfalldeponierung infolge des Verbots der Deponierung organischer Abfälle bestimmt wurde (UMWELTBUNDESAMT 2023), wurde im Berichtsjahr 2022 unterbrochen. Die Emissionen aus der Deponierung von Abfällen stiegen gegenüber dem Vorjahr um 29,3 %. Emissionsrückgänge um 12,5 % gegenüber dem Jahr 2021 sind in der mechanisch-biologische Abfallbehandlung zu verzeichnen. Eine Verdopplung der Emissionen ist für die Abwasserbehandlung dokumentiert. Bei dieser Erhöhung handelt es sich jedoch nicht um eine „echte“ Steigerung der Emissionen, als vielmehr um eine methodische Anpassung des verwendeten Emissionsfaktors. Das UMWELTBUNDESAMT legt im Nationalen Inventarbericht 2024 (UMWELTBUNDESAMT 2024B) dar, dass auf Grundlage internationaler Veröffentlichungen der Emissionsfaktor aus Repräsentativitätsgründen von 0,26 kg Methan pro Jahr und Einwohner auf 0,5 kg Methan pro Jahr und Einwohner erhöht wurde.

2.4.9 Zeitreihe der Treibhausgasemissionen

In der nachfolgenden Tabelle 13 ist die Zeitreihe der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2022 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	2012
in Gg (1.000 t) CO₂-Äquivalente											
Energiewirtschaft	159.368	164.793	159.174	174.393	179.440	185.586	176.223	157.578	167.249	166.637	168.925
Industrie	94.345	80.144	70.790	62.670	63.462	62.398	60.275	47.456	56.986	55.292	53.560
Verkehr	36.221	38.299	39.842	36.663	36.133	35.077	34.996	34.476	32.617	33.034	33.058
Haushalte / Kleinverbrauch	37.272	43.590	40.894	35.715	37.846	29.658	37.500	34.776	33.420	28.648	28.602
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	23.386	17.648	14.060	7.117	6.411	6.175	6.076	4.549	4.306	4.141	4.834
Produktanwendungen/ Sonstige	3.506	4.266	3.642	3.617	3.655	3.642	3.579	3.618	3.620	3.689	3.696
Landwirtschaft	8.088	7.499	7.213	7.016	6.731	6.845	6.956	7.095	6.983	7.003	7.214
Abfall	5.182	3.724	2.360	1.819	1.517	1.220	1.086	1.023	936	871	811
Gesamtemissionen	367.368	359.963	337.974	329.010	335.196	330.600	326.690	290.571	306.117	299.315	300.702
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 vorl.
in Gg (1.000 t) CO₂-Äquivalente											
Energiewirtschaft	170.259	160.896	150.925	150.376	138.277	130.072	94.506	80.378	90.967	97.078	71.886
Industrie	54.576	54.468	54.654	54.442	54.692	54.510	58.847	54.272	58.370	54.127	50.958
Verkehr	31.890	32.248	32.260	33.363	33.654	32.665	31.422	30.014	30.156	31.736	31.664
Haushalte / Kleinverbrauch	31.984	29.012	29.876	30.268	31.945	28.266	28.509	26.407	26.061	23.978	22.180
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	4.967	4.118	4.463	3.827	4.012	3.327	3.490	1.870	949	814	814
Produktanwendungen/ Sonstige	3.709	3.712	3.839	3.883	3.752	4.223	4.034	3.549	3.299	3.172	2.969
Landwirtschaft	7.426	7.543	7.567	7.542	7.530	7.369	7.332	7.210	7.028	6.443	6.312
Abfall	727	696	633	598	604	540	495	456	434	697	692
Gesamtemissionen	305.539	292.692	284.218	284.299	274.466	260.971	228.636	204.155	217.264	218.044	187.475

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 2023). Im Jahr 2022 entfielen mit rund 142 Mio. t CO_{2eq} circa 65 % 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 2022 469 Anlagen berichtspflichtig. Die Mehrzahl der emissionshandelspflichtigen Anlagen gehört der chemischen Industrie sowie der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung an. Im Jahr 2022 wurden 130 Anlagen dem Sektor 1A2c (chemische Industrie) und 123 Anlagen dem Sektor 1A1a (Öffentliche Strom- und Wärmeversorgung) zugerechnet (DEHST 2023). Zusammen repräsentieren diese beiden Sektoren mehr als 50 % der hiesigen EU-ETS-Anlagen. Weitere bedeutende Sektoren sind in Nordrhein-Westfalen mit 60 Anlagen die mineralverarbeitende Industrie sowie mit 55 Anlagen die Stahlindustrie (Tabelle 14).

Tabelle 14: Anzahl sowie Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 (DEHST 2023)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	Anzahl Anlagen	CO _{2eq} in Gg (1000 t)	Anteil %
1A1	Energiewirtschaft	146	91.945	64,8
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	123	81.621	57,5
1A1b	Raffinerien	4	7.604	5,4
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	19	2.721	1,9
1A2	Industrie	323	50.004	35,2
1A2a	Eisen und Stahl	55	25.354	17,9
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	18	1.092	0,8
1A2c/2B	Chemische Industrie	130	12.022	8,5
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	27	1.051	0,7
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	19	822	0,6
1A2f	Nichtmetallische Minerale	60	9.544	6,7
1A2m	Sonstige	14	118	0,1
Gesamt VET		469	141.950	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 17). Im Jahr 2020 emittierten die knapp 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).

Im Jahr 2021 hat die vierte Handelsperiode des europäischen Emissionshandels begonnen. Die in Nordrhein-Westfalen vom Emissionshandel erfassten Anlagen hatten im Jahr 2021 einen Emissionsanstieg zu verzeichnen: Mit rund 139,8 Mio. t CO_{2eq} lagen die Emissionen um rund 12 % über dem Vorjahreswert. Ursächlich für diese Entwicklung war vor allem ein Anstieg der Emissionen bei der Stromerzeugung um 14 %, während bei den Emissionen der Industrieanlagen ein Anstieg um rund 8 % gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen war. Im aktuellen Berichtsjahr 2022 entstehen rund 58 % der Emissionen, d. h. rund 82 Mio. t CO_{2eq} in Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung. Weitere große Emissionsmengen gehen mit rund 25 Mio. t CO_{2eq} zu Lasten der Eisen- und Stahlindustrie sowie mit rund 12 Mio. t CO_{2eq} zu Lasten der chemischen Industrie (Tabelle 14). Weitere rund 10 Mio. t CO_{2eq} sind der Verarbeitung Nicht-Metallischer Minerale (u. a. Zement, Kalk, Glas) zu zurechnen (DEHST 2023).

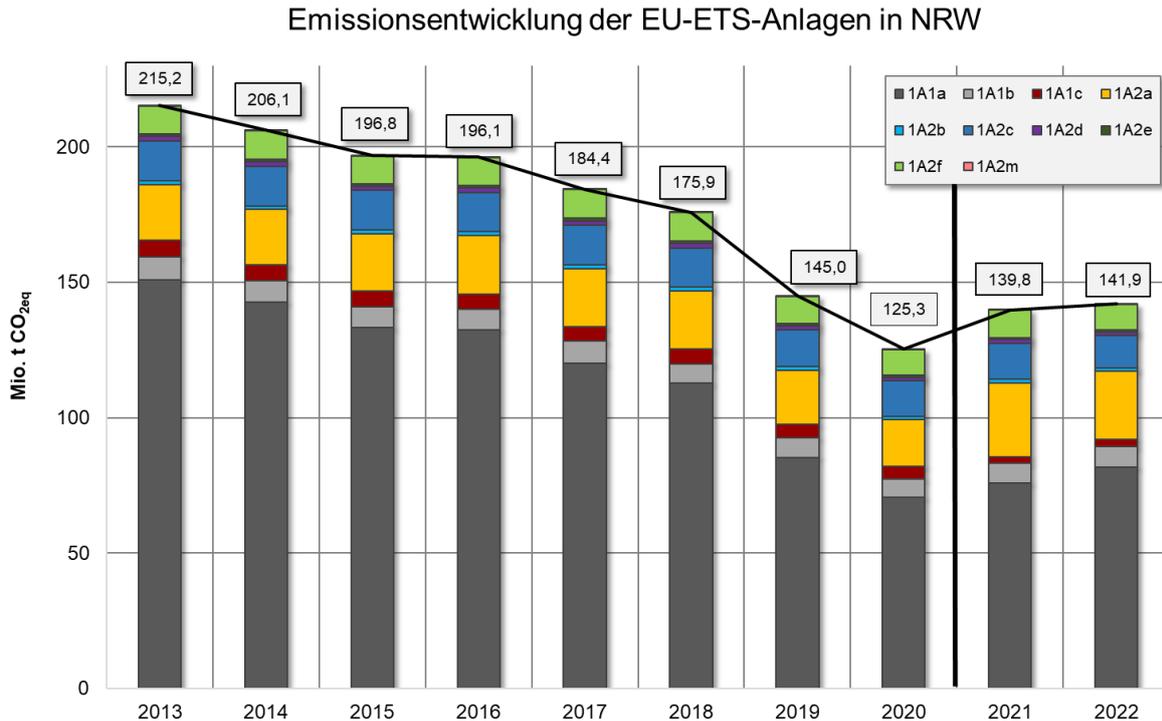


Abbildung 17: Emissionsentwicklung der emissionshandlungspflichtigen in Nordrhein-Westfalen in der dritten und vierten Handelsperiode unterteilt in die Sektoren 1A1a Öffentliche Strom und Wärmeversorgung, 1A1b Raffinerien, 1A1c Sonstige Energieindustrie, 1A2a Eisen und Stahl, 1A2b Nichteisen-Metalle, 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 (2023) sind in der folgenden Tabelle 15 die zehn größten Emittenten in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 dargestellt. Sechs Anlagen sind Kraftwerke der Energieerzeugung und vier Anlagen werden der Eisen- und Stahlindustrie zugeordnet. Insgesamt verursachen diese zehn Anlagen mit rund 81,7 Mio. t CO_{2eq} über die Hälfte (58,4 %) der emissionshandlungspflichtigen Emissionen im stationären Bereich und über ein Drittel (37,6 %) der Gesamtemissionen Nordrhein-Westfalens.

Tabelle 15: Die zehn größten EU-ETS-Anlagen in Nordrhein-Westfalen nach Emissionen im Jahr 2022 (DEHST 2023)

Anlage (Betreiber)	IPCC-Sektor	CO _{2eq} in Gg (1000 t)	Veränderung ggü. 2021	
Kraftwerk Neurath (RWE Power AG)	1A1a	24.223	▲	9,7 %
Kraftwerk Niederaußem (RWE Power AG)	1A1a	16.996	▲	5,5 %
Kraftwerk Weißweiler (RWE Power AG)	1A1a	14.926	▲	3,0 %
Integriertes Hüttenwerk Duisburg (ThyssenKrupp Steel Europe AG)	1A2a	7.935	▲	1,3 %
Werk Duisburg-Huckingen, Glocke (HKM Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH)	1A2a	4.205	▼	-14,1 %
Kraftwerk Datteln Block 4 (Uniper Kraftwerke GmbH)	1A1a	3.824	▲	0,2 %
Kraftwerk Scholven (Uniper Kraftwerke GmbH)	1A1a	3.114	▲	0,8 %
Kohlekraftwerk Lünen – TKL (Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG)	1A1a	3.111	▲	1,3 %
Werk Scholven – CO ₂ Glocke (Ruhr Oel GmbH)	1A1b	3.078	▲	2,3 %
Kraftwerk Huckingen (Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH)	1A1a	2.862	▼	-9,8 %
Gesamt		84.275	▲	3,3 %

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 – 2022 (UMWELTBUNDESAMT 2024E). 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 2022 (UMWELTBUNDESAMT 2024E, LANUV NRW)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	NRW 2022	Deutschland 2022	Anteil NRW
		Mio. t CO ₂ -Äquivalente		%
1A1	Energiewirtschaft	97,1	252,1	38,5
1A2 + 2A-C	Industrie	54,1	155,7	34,8
1A3	Verkehr	31,7	148,6	21,4
1A4-5	Haushalte / Kleinverbrauch	24,0	118,6	20,2
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	0,8	3,8	21,6
2D-2H	Produktanwendungen / Sonstige	3,2	12,2	26,1
3	Landwirtschaft	6,4	53,3	12,1
5	Abfall	0,7	5,7	12,3
	Gesamtemissionen	218,0	750,0	29,1

Mit Emissionen in Höhe von 218,0 Mio. t CO_{2eq} liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen im Jahr 2022 bei 29,1 % (Abbildung 18, Tabelle 16). Insbesondere die Sektoren Energiewirtschaft mit 38,5 % der bundesdeutschen Emissionen, Industrie (34,8 %) und Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen (21,6 %) 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 21,4 bzw. 20,2 % und somit erwartungsgemäß in der Größenordnung des Bevölkerungsanteils Nordrhein-Westfalens von rund 22 % (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER 2024). Die Sektoren Landwirtschaft und Abfall tragen mit 12,1 % bzw. 12,3 % zu den deutschen Emissionen bei.

THG-Emissionen Nordrhein-Westfalens im Vergleich mit der BRD

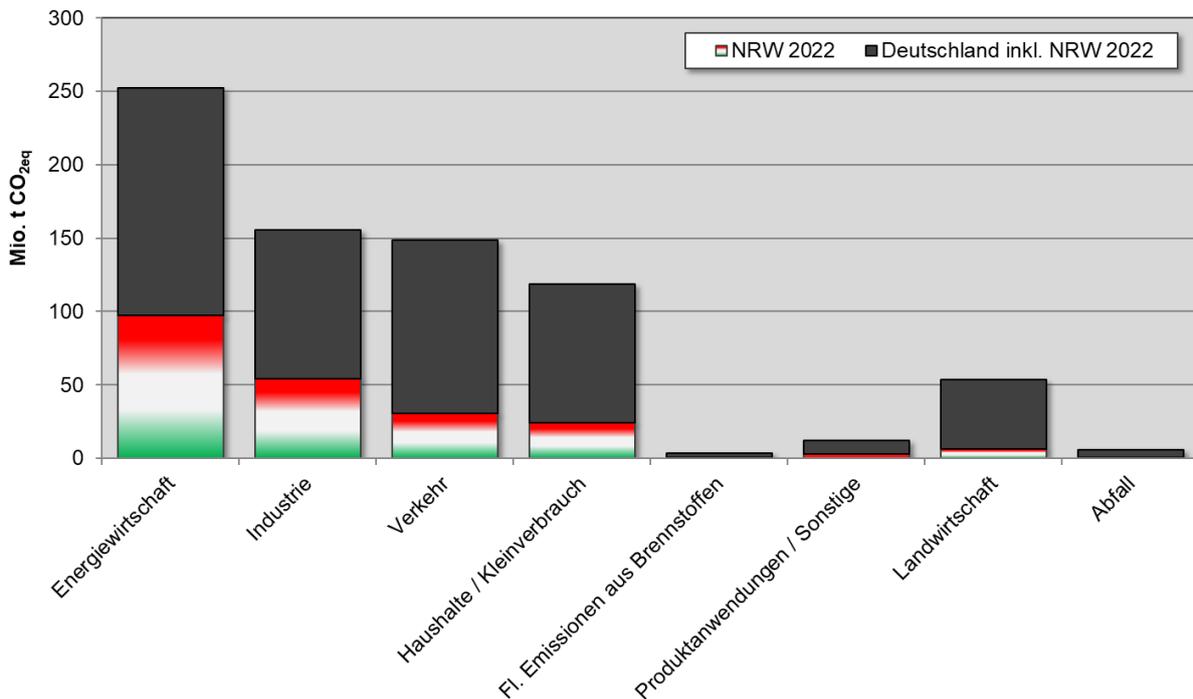


Abbildung 18: Anteil der THG-Emissionen Nordrhein-Westfalens an den Gesamtemissionen der BRD im Jahr 2022 in den einzelnen Sektoren. Im Durchschnitt liegt der Anteil Nordrhein-Westfalens an den bundesdeutschen THG-Emissionen bei 29,1 % (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2024E, LANUV NRW, eigene Darstellung).

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

Deutschland und die europäische Union gehören zu den größten Treibhausgas-Emittenten weltweit (Abbildung 19). Im europäischen Vergleich liegt Deutschland im Jahr 2022 mit Emissionen in Höhe von insgesamt 750,0 Mio. t CO_{2eq} deutlich auf Rang 1, gefolgt von Frankreich (mit Monaco), dem Vereinigten Königreich, Polen, Italien (mit San Marino und dem Heiligen Stuhl) und Spanien (mit Andorra) (CRIPPA ET AL. 2024). Wird Nordrhein-Westfalen in die Reihe der Mitgliedstaaten einsortiert, folgt es mit 218,0 Mio. t CO_{2eq} an 7. Stelle (Abbildung 19). Insgesamt emittieren die 27 EU-Staaten und das Vereinigte Königreich (EU 27 + VK) im Jahr 2022 etwa 4,0 Milliarden t CO_{2eq}. Mit rund 18 % entsteht etwa ein Fünftel dieser Treibhausgas-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland.

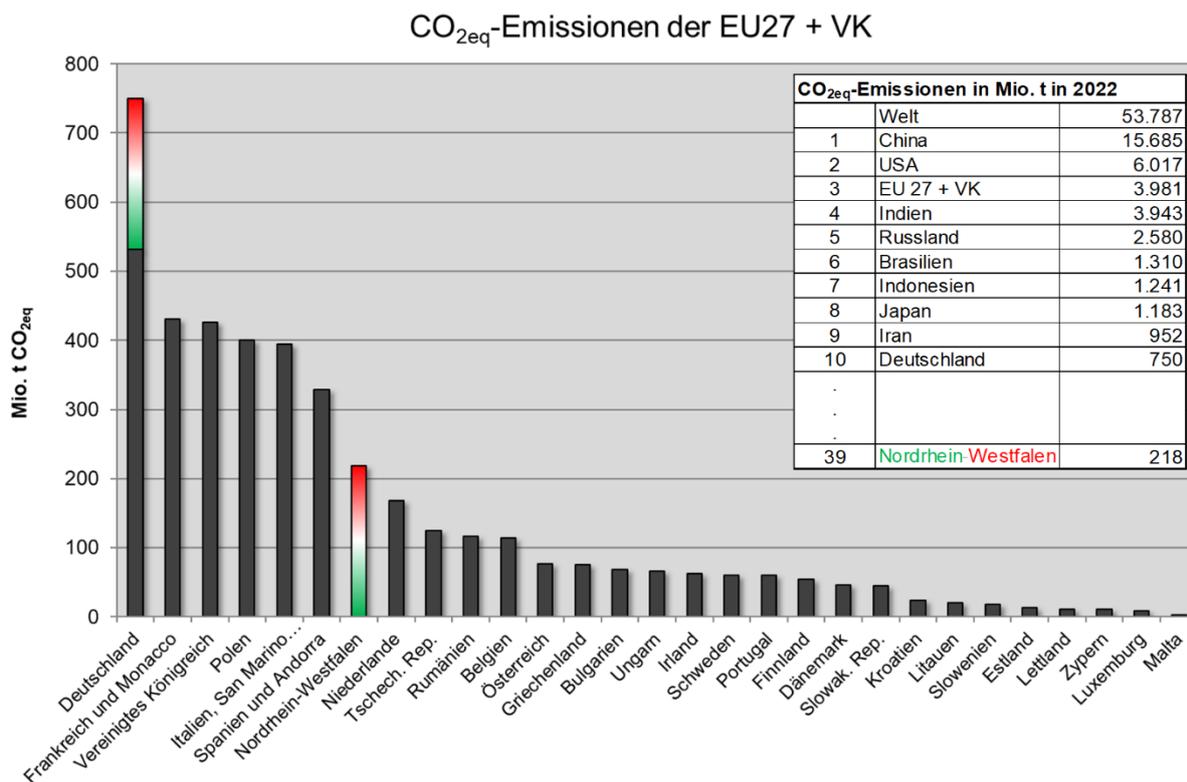


Abbildung 19: Vergleichende Darstellung der Treibhausgas-Emissionen der EU 27 + VK, NRW und der zehn größten Emittenten weltweit im Jahr 2022 (Quelle: CRIPPA ET AL. 2024, eigene Darstellung).

Die Europäische Umweltagentur (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, EEA) (2024) gibt an, dass die Treibhausgas-Emissionen der EU 27 (ohne das Vereinigte Königreich) im Jahr 2022 um etwa 2,5 % gegenüber dem Vorjahr gesunken sind (Abbildung 19). Ähnlich wie der Emissionsanstieg in Deutschland und Nordrhein-Westfalen liegt der Wert im einstelligen Prozentbereich. In den meisten europäischen Staaten sind die Treibhausgas-Emissionen zwischen den Jahren 2020 und 2021 gestiegen. Der prozentuale Anstieg der Treibhausgas-Emissionen differiert dabei stark zwischen den Mitgliedstaaten. Er rangiert zwischen 12,3 % für Bulgarien und 0,1 % für Litauen. Ausnahmen sind Portugal, Finnland und Slowenien. Diese Staaten haben leichte Emissionsminderungen zu verzeichnen (CRIPPA ET AL. 2024).

Die Emissionsminderung Deutschlands fällt mit rund 1,2 % gegenüber dem Jahr 2021 geringer aus als die Emissionsminderungen der EU 27 (ohne VK). Nordrhein-Westfalen hat seine Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2022 um rund 0,3 % gegenüber dem Vorjahr gemindert und bewegt sich damit unterhalb des Niveaus der Bundesrepublik Deutschland und der EU 27 (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2024, UMWELTBUNDESAMT 2024E, Abbildung 20).

Prozentuale Veränderung der Emissionen gegenüber dem Vorjahr im europäischen Vergleich

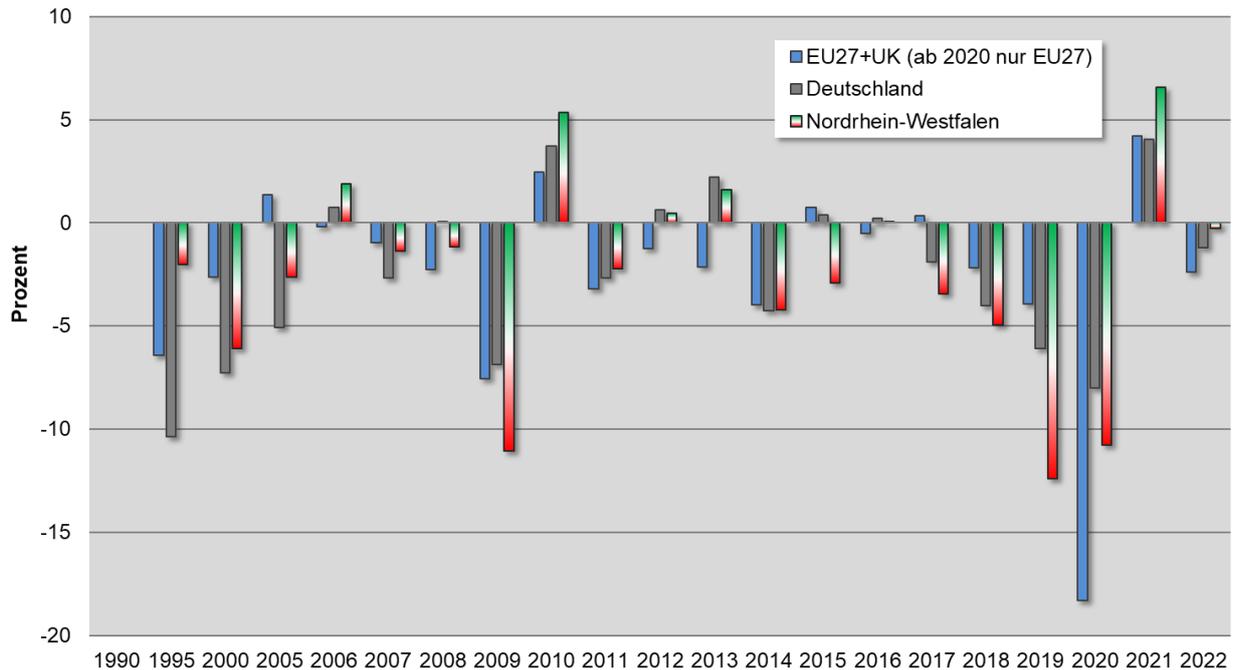


Abbildung 20: Prozentuale Zu-, bzw. Abnahme der Treibhausgas-Emissionen der EU 27, Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland jeweils im Vergleich zum Vorjahr (Quelle: EEA 2024, UMWELTBUNDESAMT 2024E, eigene Darstellung).

Global sind die Emissionen im Jahr 2022 gegenüber dem Vorjahr um 4,3 % gestiegen. (CRIPPA ET AL. 2024). Zum Vergleich sind in Abbildung 19 die Treibhausgas-Emissionen der weltweit größten Emittenten des Jahres 2022 angegeben. Weltweit wurden im Jahr 2022 etwa 53,8 Milliarden t CO_{2eq} emittiert.

Im Jahr 2022 blieben China, die Vereinigten Staaten, die EU 27+VK, Indien und Russland die weltweit größten Treibhausgas-Emittenten. Zusammen verursachen diese Staaten(verbände) rund 60 % der globalen Treibhausgas-Emissionen. Der Treibhausgas-Ausstoß der größten Emittenten der Welt hatte im Jahr 2022 einen deutlichen Anstieg zu verzeichnen, einzig in der Europäischen Union mit dem Vereinigten Königreich sind Emissionsminderungen notiert (CRIPPA ET AL. 2024).

Die Treibhausgas-Emissionen der EU 27 sind in den letzten zwei Jahrzehnten bereits zurückgegangen. Im Jahr 2022 lagen die Emissionen der Staatengemeinschaft rund 30 % unter dem Emissionsniveau des Basisjahres 1990. Der Anteil der EU 27 an den globalen Gesamtemissionen sank zwischen den Jahren 2015 und 2021 von 8,5 % auf 6,6 % und fiel im Jahr 2022 auf 6,3 % ab (CRIPPA ET AL. 2024, EEA 2024).

Zum Vergleich: In Nordrhein-Westfalen sind die gesamten Treibhausgas-Emissionen zwischen den Jahren 1990 und 2022 um 41,0 % zurückgegangen, die reinen CO₂-Emissionen sanken um 34,8 %. Damit wird die langfristige Treibhausgas-Emissionsminderung der EU 27 deutlich übertroffen.

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 Umweltbundesamtes Emissionsfaktoren oder Berechnungsmethoden ändern, die auch Datengrundlage für das Inventar in Nordrhein-Westfalen sind.

Dieser konservativen Abschätzung folgend werden im Jahr 2023 in Nordrhein-Westfalen voraussichtlich rund 187,5 Mio. t CO₂-Äquivalente emittiert. Tabelle 13 zeigt die Entwicklung seit 1990 einschließlich der vorläufigen Daten für das Jahr 2023.

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 auf Grund der Corona-Pandemie und deren Einschränkungen deutlich zurückgegangen. Im Jahr 2021 gibt es einen gegenläufigen Trend zu den Vorjahren. Dieser setzt sich im Jahr 2022 fort. Im Berichtsjahr 2023 sind die Emissionen erstmals wieder rückläufig. Insbesondere die Emissionen in der **Energiewirtschaft** nehmen im Jahr 2023 stark ab. Die Emissionen in diesem Sektor sinken in Nordrhein-Westfalen um ca. 25,2 Mio. t CO_{2eq} auf 71,9 Mio. t CO_{2eq}. Dies entspricht einer Emissionsminderung von 26,0 % gegenüber dem Jahr 2022. Im Bundesdurchschnitt sind die Emissionen des Sektors Energiewirtschaft laut UMWELTBUNDESAMT (2024) im gleichen Zeitraum mit rund 51,8 Mio. t CO_{2eq} um 20,1 % gesunken. Diese Emissionsminderungen sind laut UMWELTBUNDESAMT (2024E) im Wesentlichen durch einen Rückgang beim Einsatz von Braun- und Steinkohle sowie bei Erdgas zu erklären. Emissionsmindernd wirkte sich laut UMWELTBUNDESAMT (2024E) zudem ein Stromimportüberschuss aus dem Ausland aus. Die Erzeugung von Fernwärme (Heizwerke und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) nahm im Berichtsjahr 2023 vor allem bedingt durch die milderen Außentemperaturen ebenfalls ab (AG ENERGIEBILANZEN 2024). Positiven Einfluss auf die Emissionsentwicklung nahmen zudem der Ausbau der erneuerbaren Energien sowie ein erhöhtes Wind- und Wasserdargebot, so dass die erneuerbaren Energien im Gesamtergebnis 2023 bundesweit die wichtigste heimische Energiequelle darstellten (AG ENERGIEBILANZEN 2024). In Nordrhein-Westfalen sanken die Emissionen aus der Kohleverstromung deutlich von 76,7 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2022 um rund 31 % auf 52,7 Mio. t CO_{2eq} im Jahr 2023. Die Emissionen aus der Nutzung von Braunkohle sanken dabei um 29,0 %, die Emissionen aus der Nutzung von Steinkohle in Kraftwerken der Energiewirtschaft verminderten sich um 38,6 %. Die Brennstoff-Emissionen aus der Verstromung von Erdgas sind in der nordrhein-westfälischen Energiewirtschaft im Jahr 2023 um 1,9 % auf 6,8 Mio. t CO_{2eq} gestiegen.

Die Emissionen im Sektor **Industrie** sinken im Jahr 2023 um 5,9 %, bzw. 3,2 Mio. t CO_{2eq} von 54,1 Mio. t CO_{2eq} auf schätzungsweise 51,0 Mio. t CO_{2eq}. Mit Ausnahme der Eisen- und Stahlindustrie (Sektor 1A2a) sind in Nordrhein-Westfalen in allen Industriezweigen rückläufige Emissionswerte zu verzeichnen. Insbesondere bei der Verarbeitung Nichtmetallischer Minerale (Sektor 1A2f) ist ein drastischer Emissionsrückgang von 44 % im Vergleich zum Vorjahr zu beobachten. Auch der Produktionsindex dieses Sektors sank im Jahr 2023 durchschnittlich um rund 18 % (IT.NRW 2023, 2023A-B, 2024). Insgesamt zeigen die Produktionsindizes der nordrhein-westfälischen Industrie eine rückläufige Tendenz. Gründe

hierfür sind laut AG ENERGIEBILANZEN (2024) in Produktionsrückgängen aufgrund der hohen Energiepreise und gestiegenen Herstellungskosten sowie der schwachen Konjunktur zu finden. Die stark angestiegenen Energiekosten führten durch entsprechende Einspar- und Substitutionsbemühungen zu einem Rückgang der energiebedingten Emissionen. Der Einsatz fossiler Brennstoffe, insbesondere von Erdgas und Steinkohle, ist entsprechend gesunken (UMWELTBUNDESAMT 2024F). Dem Kraftwerkskataster Nordrhein-Westfalen zu Folge sind im Sektor Industrie die Emissionen aus dem Einsatz von Steinkohle voraussichtlich um 17,3 % gesunken, die Emissionen aus der Nutzung von Erdgas vermindern sich um 3,1 %.

Für den **Straßenverkehr** hat das Umweltbundesamt deutschlandweit eine leichte Emissionsminderung um 1,2 % abgeschätzt. Das UMWELTBUNDESAMT (2024E) begründet diese Minderung hauptsächlich durch eine verminderte Fahrleistung im Güterverkehr. Mit einer verminderten Fahrleistung im Bereich der Lastkraftwagen sowie Last- und Sattelzüge von -1,5 % lässt sich diese Aussage gemäß des Emissionskatasters Straßenverkehr NRW auf Nordrhein-Westfalen übertragen. Die Emissionen aus dem Betrieb von Lastkraftwagen und Last- und Sattelzügen sanken dementsprechend im Berichtsjahr 2023 um 1,5 bzw. 1,6 % gegenüber dem Vorjahr. Verglichen mit dem Jahr 2022 zeigen die Emissionen aus dem Pkw-Verkehr, trotz der nach wie vor hohen Kraftstoffpreise, einen weitgehend konstanten Verlauf. Die Emissionen im Bereich Pkw steigen im Berichtsjahr 2023 leicht um 0,4 % auf 18,7 Mio. t CO_{2eq}. Dies geht einher mit einer gestiegenen Fahrleistung von rund 2,1 %. Die im vergangenen Jahr neu zugelassenen Elektrofahrzeuge im Pkw-Bestand wirken hingegen emissionsmindernd. Insgesamt ermittelt das landesweite Emissionskataster Straßenverkehr NRW für den Straßenverkehr in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2023 Emissionen in Höhe von 28,1 Mio. t CO_{2eq} bei einer leicht gestiegenen Gesamtfahrleistung über alle Fahrzeugklassen von 1,8 %. Dies entspricht einer Emissionsminderung von 0,1 % gegenüber dem Jahr 2022.

Im Bereich des **Flugverkehrs** sind in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2023 weitere Steigerungen der Passagierzahlen sowie des Frachtaufkommens zu beobachten. Gemäß DESTATIS (2024A) haben sich die Passagierzahlen an den Hauptverkehrsflughäfen um rund 18 % gegenüber dem Vorjahr erhöht. Auch der Verbrauch von Flugkraftstoffen nahm im Berichtsjahr 2023 erneut zu (AG ENERGIEBILANZEN 2024). In Nordrhein-Westfalen steigen die Emissionen im Bereich des Flugverkehrs im Jahr 2023 um 7,8 % an. Diese Emissionssteigerung deckt sich mit der vom UMWELTBUNDESAMT (2024) herausgegebenen Emissionserhöhung von 8,0 % für den nationalen Luftverkehr auf Bundesebene.

Im Bereich des **Schienen- und Schiffsverkehrs** ist mit einem fortschreitenden Rückgang der Emissionen zu rechnen.

Für den Sektor **Haushalte und Kleinverbraucher** hat das UMWELTBUNDESAMT (2024) eine Emissionsminderung von 7,5 % ermittelt. Auf Nordrhein-Westfalen übertragen entspricht diese Entwicklung einer Emissionsminderung von rund 1,8 Mio. t CO_{2eq} gegenüber dem Jahr 2022 auf 22,2 Mio. t CO_{2eq}. Im Jahr 2023 lag die Zahl der Gradtage unter dem Niveau des langjährigen Mittels. Damit verbunden war eine Reduzierung des Energiebedarfs, insbesondere zur Beheizung von Wohnräumen (AG ENERGIEBILANZEN 2024). Die im Vergleich zum Vorjahr mildere Witterung sowie die anhaltenden Einspar- und Substitutionsbemühungen der Verbraucher infolge der hohen Energiepreise führte zu einer Verringerung der Emissionen in diesem Sektor. Auch der Zubau an Wärmepumpen wirkte sich laut UMWELTBUNDESAMT (2024E) positiv auf die Emissionsentwicklung im Gebäudebereich aus. Gegenläufig haben sich mutmaßlich

die gestiegenen Heizölkäufe ausgewirkt, da der Preis für diesen Energieträger gegenüber dem Krisenjahr 2022 wiederum gesunkenen ist (AG ENERGIEBILANZEN 2024).

Das UMWELTBUNDESAMT (2024) ermittelt für den Sektor **Landwirtschaft** eine Emissionsreduktion von durchschnittlich 1,8 %. Auf Nordrhein-Westfalen übertragen bedeutet dies eine weitgehend konstante Emissionsentwicklung. Die Emissionen verändern sich im Berichtsjahr 2023 leicht von 6,4 Mio. t CO_{2eq} auf 6,3 Mio. t CO_{2eq}.

Die Emissionen im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** sinken auf Bundesebene um durchschnittlich 6,4 % (UMWELTBUNDESAMT 2024). Auf Nordrhein-Westfalen übertragen ist im Jahr 2023 ein Emissionsrückgang von 3,2 Mio. t CO_{2eq} auf 3,0 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen.

Im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** zeichnen sich keine Veränderungen ab. Die Emissionen aus der Kohleförderung bleiben voraussichtlich auf dem Vorjahresniveau.

Im **Abfallbereich** sind im Berichtsjahr 2023 keine nennenswerten Veränderungen zu erwarten.

Insgesamt ergeben sich daraus für Nordrhein-Westfalen vorläufige Emissionen für das Jahr 2023 von 187,5 Mio. t CO_{2eq}. Dies bedeutet eine Emissionsminderung um 30,6 Mio. t CO_{2eq} bzw. 14,0 % im Vergleich zum Vorjahr 2022.. Gegenüber 1990 sinken die Emissionen im Berichtsjahr 2023 voraussichtlich um rund 49 %.

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
- AG ENERGIEBILANZEN E.V. (2022): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2021
https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/03/AGEB_Jahresbericht2020_20220325_dt.pdf
- AG ENERGIEBILANZEN E.V. (2023): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2022
https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_Jahresbericht2022_20230413-02_dt-1.pdf
- AG ENERGIEBILANZEN E.V. (2024): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2023
https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2024/04/AGEB_Jahresbericht2023_20240403_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>
- BUNDESNETZAGENTUR (2023): Kraftwerksliste Bundesnetzagentur (bundesweit; alle Netz- und Umspannebenen) Stand 17.11.2023
<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/start.html>
- CRIPPA, M., GUIZZARDI, D., PAGANI, F., BANJA, M., MUNTEAN, M., SCHAAF, E., MONFORTI-FERRARIO, F., BECKER, W.E., QUADRELLI, R., RISQUEZ MARTIN, A., TAGHAVI-MOHARAMLI, P., KÖYKKÄ, J., GRASSI, G., ROSSI, S., MELO, J., OOM, D., BRANCO, A., SAN-MIGUEL, J., MANCA, G., PISONI, E., VIGNATI, E. AND PEKAR, F. (2024) GHG emissions of all world countries, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/4002897, JRC138862
https://edgar.jrc.ec.europa.eu/dataset_ghg2024

DEUTSCHE EMISSIONSHANDELSSTELLE (DEHST) (2023): Treibhausgasemissionen 2022. Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2022)

https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/VET-Bericht-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=4

DEUTSCHE EMISSIONSHANDELSSTELLE (DEHST) (2024): Emissionssituation im Europäischen Emissionshandel 2023, Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland

https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/VET-Bericht-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=2

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2024): EEA greenhouse gases - data viewer

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/greenhouse-gases-viewer-data-viewers>

INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT.NRW) (2022A): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen April 2022

INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT.NRW) (2022B): Statistische Berichte: Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen. Juli 2022

INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT.NRW) (2022C): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen Oktober 2022

INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT.NRW) (2023): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen April 2023

INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT.NRW) (2023A): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen Juni 2023

INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT.NRW) (2023B): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen September 2023

INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT.NRW) (2023C): Statistische Berichte: Binnenschifffahrt in Nordrhein-Westfalen. Dezember 2022

INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN, STATISTISCHES LANDESAMT (IT.NRW) (2024): Zahlenspiegel Nordrhein-Westfalen März 2024

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU) (2023): 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
- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT, BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR LÄNDLICHE RÄUME, WALD UND FISCHEREI (TI) (2024): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 - 2022: Inputdaten und Emissionsergebnisse
https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00093709
- KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2022): Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2022
https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz1_b_uebersicht.html
- KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2023): Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2023
https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz1_b_uebersicht.html
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV NRW) (2023): Energieatlas NRW – Strommarktmonitoring – Nettostromerzeugung
<https://www.energieatlas.nrw.de/site/strommarktmonitoring>
- MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INDUSTRIE, KLIMASCHUTZ UND ENERGIE DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MWIKE NRW) (2025): 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 (2024): Gemeinsames Statistikportal: Bevölkerung
<https://www.statistikportal.de/de/bevoelkerung/flaeche-und-bevoelkerung>
- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2022): Pressemitteilung Nr. 152 vom 7. April 2022
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/04/PD22_152_461.html
- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2024A): GENESIS-Online, Code: 46421-0013, Einsteiger, Aussteiger, Frachteinladungen, Frachtausladungen (OFOD): Deutschland, Monate, Berichtsflughafen
<https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online>

- STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS) (2024B): GENESIS-Online, Code: 46421-0004, Luftfahrtbewegungen, Passagiere an Bord, Fracht und Post an Bord (Flight Stage): Deutschland, Jahre, Berichtsflughafen, Art der Flugbewegung, Startgewichtsklassen <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online>
- 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/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-04-26_climate-change_13-2017_nir-2017_unfccc_de.pdf
- 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) (2020) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2018
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-15-climate-change_22-2020_nir_2020_de.pdf
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2021) Detaillierte Berichtstabellen CRF 2020 & weitere Materialien
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2022) Treibhausgasemissionen stiegen 2021 um 4,5 Prozent, Bundesklimaschutzministerium kündigt umfangreiches Sofortprogramm an
<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-stiegen-2021-um-45-prozent>
- 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) (2023) UBA-Prognose: Treibhausgasemissionen sanken 2022 um 1,9 Prozent. Mehr Kohle und Kraftstoff verbraucht – mehr Erneuerbare und insgesamt reduzierter Energieverbrauch dämpfen Effekte. Pressemitteilung vom 15.03.2023
<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/uba-prognose-treibhausgasemissionen-sanken-2022-um>
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2023A) Emissionsübersichten KSG-Sektoren 1990-2022
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2023B) Finale Treibhausgasbilanz 2021: Emissionen sanken um 39 Prozent gegenüber 1990 – EU-Klimaschutzvorgaben werden eingehalten. Offizielle Schätzung der Emissionen 2022 gemäß Klimaschutzgesetz folgt Mitte März 2023. Pressemitteilung vom 26.01.2023

<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/finale-treibhausgasbilanz-2021-emissionen-sanken-um>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2024) Emissionsübersichten KSG-Sektoren 1990-2023
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2024A) Treibhausgasminderungsziele Deutschlands
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgasminderungsziele-deutschlands#internationale-vereinbarungen-weisen-den-weg>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2024B) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2024: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2022
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/38_2024_cc_berichterstattung_klimarahmenkonvention.pdf

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2024C) Detaillierte Treibhausgas-Emissionsbilanz 2022: Emissionen sanken um 40 Prozent gegenüber 1990 – EU-Klimaschutzvorgaben werden eingehalten.
<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/detaillierte-treibhausgas-emissionsbilanz-2022>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2024D) Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2024E) Detaillierte Berichtstabellen CRF 2024 & weitere Materialien
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2024F) Klimaemissionen sinken 2023 um 10,1 Prozent – größter Rückgang seit 1990, UBA-Projektion: Nationales Klimaziel bis 2030 erreichbar. Pressemitteilung vom 15.03.2023
<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimaemissionen-sinken-2023-um-101-prozent>

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2025) Komponentenzzerlegung: Treiber energiebedingter THG-Emissionen
<https://www.umweltbundesamt.de/node/73742#komponentenzzerlegung>

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 2022 sowie eine Vorjahresabschätzung für das Berichtsjahr 2023	7
Abbildung 2:	Verteilung der Gesamtemissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 (insgesamt 218,0 Mio. t CO _{2eq}).....	17
Abbildung 3:	Anlagen der Öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung tragen mit rund 89 % zu den Treibhausgas-Emissionen des Sektors Energiewirtschaft bei. Braunkohlekraftwerke verursachten mit rund 58,8 Mio. t CO _{2eq} gut 69 % der Kraftwerks-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft. Die Emissionen aus der Verfeuerung fossiler Energieträger stiegen in der Energiewirtschaft im Vergleich zum Vorjahr an.	21
Abbildung 4:	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.....	22
Abbildung 5:	Energie- und prozessbedingte Treibhausgas-Emissionen der Sektoren Industrie (1A2/2A-C) und Produktanwendungen/Sonstige (2D-H) im Jahr 2022. Die größten Emittenten im Bereich Industrie sind die Eisen- und Stahlproduktion, die chemische Industrie und die Mineralproduktion (Zement-, Kalk- und Glasherstellung).....	24
Abbildung 6:	Zeitreihe der Straßenverkehrsemissionen der Jahre 2000 bis 2022 und vorläufigen Zahlen für das Jahr 2023 differenziert nach Fahrzeugklassen.....	25
Abbildung 7:	Auf den Sektor Landwirtschaft entfallen mit rund 6,4 Mio. t CO _{2eq} im Jahr 2022 insgesamt 3,0 % der Gesamtemissionen in NRW. Über die Hälfte der Landwirtschaftsemissionen wird durch die Haltung von Nutztieren, insbesondere Rindern, verursacht. Die Emissionen aus der Tierhaltung und der Bodennutzung sind rückläufig.....	27
Abbildung 8:	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, Geflügel sowie Gehegewild, Kaninchen, Straßen und Pelztiere tragen nur geringfügig zu den Emissionen bei.	29
Abbildung 9:	Zeitreihe der Emissionen aus Sektor 4 Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft der Jahre 1990 bis 2022 differenziert nach Quellen und Senken.....	30

Abbildung 10:	Prozentuale Verteilung der emittierten Treibhausgase in Nordrhein-Westfalen 1990 und 2022.	33
Abbildung 11:	Die Emissionsentwicklung des Sektors Industrie ist stark von der gesamtwirtschaftlichen Lage geprägt. Langfristige Emissionsminderungen wurden durch Umstellungen im Brennstoffmix, technische Verbesserungen, aber auch durch den Strukturwandel hervorgerufen	34
Abbildung 12:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen.	36
Abbildung 13:	Die Emissionen des Straßenverkehrs dominieren den Verkehrssektor. Der größte Anteil der Emissionen entfällt mit 18,6 Mio. t CO _{2eq} auf Personenkraftwagen, gefolgt von Last- und Sattelzügen mit 5,0 Mio. t CO _{2eq}	43
Abbildung 14:	Die verbrennungsbedingten Emissionen des Schienenverkehrs entstammen Dieseltriebwagen und Rangierbahnhöfen und zeigen eine fallende Tendenz. Die Emissionen der Stromerzeugung für den Bahnverkehr werden der Energiewirtschaft zugeordnet.	45
Abbildung 15:	Die Emissionen im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch werden zum großen Teil vom Raumwärme- und Warmwasserbedarf geprägt. Im Jahr 2022 lagen die Emissionen dieses Sektors bei 24,0 Mio. t CO _{2eq}	46
Abbildung 16:	Zeitreihe der Emissionen des Sektors Landwirtschaft der Jahre 1990 bis 2022 differenziert nach Emissionen aus der Tierhaltung und der Bodennutzung.....	50
Abbildung 17:	Emissionsentwicklung der emissionshandelspflichtigen in Nordrhein-Westfalen in der dritten und vierten 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..	55
Abbildung 18:	Anteil der THG-Emissionen Nordrhein-Westfalens an den Gesamtemissionen der BRD im Jahr 2022 in den einzelnen Sektoren.....	58
Abbildung 19:	Vergleichende Darstellung der Treibhausgas-Emissionen der EU 27 + VK, NRW und der zehn größten Emittenten weltweit im Jahr 2022.	59
Abbildung 20:	Prozentuale Zu-, bzw. Abnahme der Treibhausgas-Emissionen der EU 27, Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland jeweils im Vergleich zum Vorjahr.....	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über die Treibhausgas-Emissionen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022	8
Tabelle 2:	Übersicht über die verwendeten GWP; (Quelle: IPCC's Fifth Assessment Report, Climate Change 2013 (IPCC 2013)).....	15
Tabelle 3:	Übersicht über die Emissionssektoren nach IPCC 2006.....	16
Tabelle 4:	Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022.....	18
Tabelle 5:	Treibhausgasemissionen des Sektors Energie in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 (ohne den Sektor 1A2 Industrie)	20
Tabelle 6:	Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen im Jahr 2022 (energie- und prozessbedingte Emissionen der Industrie).....	23
Tabelle 7:	Treibhausgasemissionen des Subsektors 1A3b Straßenverkehr des Jahres 2022 nach Fahrzeugklassen differenziert.....	25
Tabelle 8:	Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2022.....	27
Tabelle 9:	Treibhausgasemissionen des Subsektors Tierhaltung im Jahr 2022. 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.	28
Tabelle 10:	Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall im Jahr 2022.....	31
Tabelle 11:	Gesamtunsicherheiten der bilanzierten Treibhausgase im Treibhausgas-Emissionsinventar NRW	32
Tabelle 12:	Produktionsindices und einhergehende Emissionsveränderungen der Industriezweige in den Jahren 2021 und 2022 (IT.NRW 2022a-c, 2023)	40
Tabelle 13:	Zeitreihe der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen nach Sektoren (Quellen: WUPPERTAL INSTITUT (WI 2005) und LANUV NRW).....	52
Tabelle 14:	Anzahl sowie Emissionen der emissionshandlungspflichtigen Anlagen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 (DEHST 2023).....	53
Tabelle 16:	Treibhausgasemissionen Nordrhein-Westfalens und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2022 (UMWELTBUNDESAMT 2024E, LANUV NRW).....	57

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 (LANUV)
Titelbild	Adobe Stock / P.S.DESIGN
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachberichte
Stand	Februar 2025
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