



Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen

Regionalisierung des Treibhausgas-Emissionsinventars
Nordrhein-Westfalen am Beispiel ausgewählter
Kreise und kreisfreier Städte

LANUV-Fachbericht 107

Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen

Regionalisierung des Treibhausgas-Emissionsinventars
Nordrhein-Westfalen am Beispiel ausgewählter
Kreise und kreisfreier Städte

[LANUV-Fachbericht 107](#)

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

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Autorin	Dr. Katharina Filz (LANUV)
Projektbearbeitung	Dr. Katharina Filz, Daniel Hoppe (LANUV)
Titelbild	panthermedia/ V. Brockhaus
Stand	Juni 2021
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachbericht
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

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

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
Anhänge.....	7
Zusammenfassung.....	8
1 Regionalisierte Treibhausgas-Bilanzierung in Nordrhein-Westfalen.....	9
1.1 Das Treibhausgas-Emissionsinventar NRW.....	9
1.2 Das Treibhausgas-Emissionsinventar auf Kreisebene.....	12
2 Regionalisierte Darstellung der Treibhausgas-Emissionen auf Ebene des Regierungsbezirks und der Kreise.....	14
2.1 Regionalisierung der Treibhausgasemissionen am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017.....	14
2.1.1 Sektor Energie.....	15
2.1.2 Sektor Industrie.....	18
2.1.3 Sektor Produktanwendung.....	19
2.1.4 Sektor Landwirtschaft.....	19
2.1.5 Sektor Abfall.....	20
2.2 Regionalisierte Darstellung der Treibhausgas-Emissionen am Beispiel ausgewählter Kreise und kreisfreier Städte.....	21
2.2.1 Stadt Bochum.....	21
2.2.2 Stadt Dortmund.....	26
2.2.3 Stadt Hagen.....	30
2.2.4 Stadt Hamm.....	33
2.2.5 Stadt Herne.....	37
2.2.6 Ennepe-Ruhr-Kreis.....	41
2.2.7 Hochsauerlandkreis.....	44
2.2.8 Märkischer Kreis.....	48
2.2.9 Kreis Olpe.....	52
2.2.10 Kreis Siegen-Wittgenstein.....	55
2.2.11 Kreis Soest.....	59
2.2.12 Kreis Unna.....	63
Fazit.....	67
Literatur.....	68
Anhänge.....	73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über die Emissionssektoren nach IPCC 2006	100
Tabelle 2:	Übersicht über die verwendeten GWP	111
Tabelle 3:	Regionalisierte Treibhausgasemissionen am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017	155
Tabelle 4:	Treibhausgasemissionen des Sektors Energie im Regierungsbezirk Arnsberg im Jahr 2017 (ohne den Sektor 1A2 Industrie)	166
Tabelle 5:	Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen im Regierungsbezirk Arnsberg (kombinierte Darstellung der energie- und prozessbedingten Emissionen der Industrie)	18
Tabelle 6:	Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2017. Ausgenommen ist der Sektor 3B Landnutzungsänderung.	19
Tabelle 7:	Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall im Jahr 2017	200
Tabelle 8:	Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Bochum im Jahr 2017	222
Tabelle 9:	Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Dortmund im Jahr 2017.....	27
Tabelle 10:	Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Hagen im Jahr 2017.....	300
Tabelle 11:	Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Hamm im Jahr 2017.....	333
Tabelle 12:	Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Herne im Jahr 2017	377
Tabelle 13:	Treibhausgasemissionen im Ennepe-Ruhr-Kreis im Jahr 2017.....	411
Tabelle 14:	Treibhausgasemissionen im Hochsauerlandkreis im Jahr 2017.....	444
Tabelle 15:	Treibhausgasemissionen im Märkischen Kreis im Jahr 2017.....	488
Tabelle 16:	Treibhausgasemissionen im Kreis Olpe im Jahr 2017	522
Tabelle 17:	Treibhausgasemissionen im Kreis Siegen-Wittgenstein im Jahr 2017	555
Tabelle 18:	Treibhausgasemissionen im Kreis Soest im Jahr 2017.....	59
Tabelle 19:	Treibhausgasemissionen im Kreis Unna im Jahr 2017	63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verteilung der Gesamtemissionen des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017 (insgesamt 39,2 Mio. t CO _{2eq})	14
Abbildung 2:	Verteilung der Gradtagszahlen in Nordrhein-Westfalen im Jahresverlauf 2017 (Datenquelle: Institut Wohnen und Umwelt 2020).....	17
Abbildung 3:	Verteilung der Gesamtemissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017 (insgesamt 39,4 Mio. t CO _{2eq})	21
Abbildung 4:	Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Bochum im Jahr 2017 (insgesamt 1,8 Mio. t CO _{2eq}).....	23
Abbildung 5:	Etwa 1,2 % der Gesamtemissionen Bochums stammen aus stillgelegten Bergwerken. Auf der Zeche Carolinenglück wird noch aktiv Wasserhaltung betrieben.	24
Abbildung 6:	Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Dortmund im Jahr 2017 (insgesamt 2,6 Mio. t CO _{2eq})	26
Abbildung 7:	Der Verkehrssektor war 2017 der zweitgrößte Treibhausgasemittent in Dortmund. Die A 40 gehört zu den Autobahnen mit dem höchsten Verkehrsaufkommen und den meisten Staukilometern in ganz Deutschland.....	28
Abbildung 8:	Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Hagen im Jahr 2017 (insgesamt 1,2 Mio. t CO _{2eq}).....	31
Abbildung 9:	Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Hamm im Jahr 2017 (insgesamt 4,2 Mio. t CO _{2eq}).....	34
Abbildung 10:	Aus dem kohlebefeuerten Großkraftwerk Westfalen der RWE Power AG entstammen 79 % der Emissionen der kreisfreien Stadt Hamm im Sektor Energiewirtschaft. Es sind nicht mehr alle Blöcke in Betrieb.	35
Abbildung 11:	Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Herne im Jahr 2017 (insgesamt 2,5 Mio. t CO _{2eq}).....	38
Abbildung 12:	Aus stillgelegten Steinkohlezechen sowie bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas werden rund 1,1 % der Gesamtemissionen der Stadt Herne emittiert. Auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Mont Genis steht heute ein Schulungszentrum.	39
Abbildung 13:	Verteilung der Gesamtemissionen im Ennepe-Ruhr-Kreis im Jahr 2017 (insgesamt 1,7 Mio. t CO _{2eq}).....	42
Abbildung 14:	Verteilung der Gesamtemissionen im Hochsauerlandkreis im Jahr 2017 (insgesamt 2,3 Mio. t CO _{2eq}).....	45

Abbildung 15:	Der Hochsauerlandkreis ist eine Grünland- und Waldregion. In der Landwirtschaft entstehen etwa 11,4 % der Gesamtemissionen des Kreises. Der Anbau von Weihnachtsbäumen ist ein Betriebszweig von besonderer Bedeutung.	47
Abbildung 16:	Verteilung der Gesamtemissionen im Märkischen Kreis im Jahr 2017 (insgesamt 3,3 Mio. t CO _{2eq}).	49
Abbildung 17:	Die Industrie verursacht den größten Teil der Gesamtemissionen des Märkischen Kreises. Hauptemittent ist die Kalkherstellung.	50
Abbildung 18:	Verteilung der Gesamtemissionen im Kreis Olpe im Jahr 2017 (insgesamt 1,7 Mio. t CO _{2eq}).	53
Abbildung 19:	Verteilung der Gesamtemissionen im Kreis Siegen-Wittgenstein im Jahr 2017 (insgesamt 1,7 Mio. t CO _{2eq}).	56
Abbildung 20:	Der Kreis Siegen-Wittgenstein ist historisch durch die Eisenverhüttung und -verarbeitung geprägt. Rund 91 % der industriellen Emissionen gehen auch heute zu Lasten von Schmelzbetrieben, Schmiede- und Walzwerken der Eisen- und Stahlindustrie.	57
Abbildung 21:	Verteilung der Gesamtemissionen im Kreis Soest im Jahr 2017 (insgesamt 7,6 Mio. t CO _{2eq}).	60
Abbildung 22:	Mit der Warsteiner Brauerei Haus Cramer KG ist ein bedeutender Vertreter des Braugewerbes im Kreis Soest ansässig. Etwa 0,01 Mio. t CO _{2eq} gehen auf die Nahrungsmittelindustrie zurück.	61
Abbildung 23:	Verteilung der Gesamtemissionen im Kreis Unna im Jahr 2017 (insgesamt 9,5 Mio. t CO _{2eq}).	64
Abbildung 24:	Etwa 7,2 Mio. t CO _{2eq} gehen im Kreis Unna Großteils zu Lasten der öffentliche Strom- und Wärmeversorgung. Fünf Großkraftwerke mit einer Feuerungswärmeleistung > 1000 MW, wie das Trianel Kohlekraftwerk Lünen, sind im Kreisgebiet ansässig.	65

Anhänge

Anhang 1:	Tabellarischer Überblick über die Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017	73
Anhang 2:	Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 1A1 Energiewirtschaft (insgesamt 13,2 Mio. t CO _{2eq})	74
Anhang 3:	Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg in den IPCC-Sektoren 1A2 und 2A-C Industrie (insgesamt 10,2 Mio. t CO _{2eq}).....	75
Anhang 4:	Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 1A3 Verkehr (insgesamt 7,0 Mio. t CO _{2eq}).....	76
Anhang 5:	Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 1A4-5 Haushalte und Kleinverbrauch (insgesamt 6,7 Mio. t CO _{2eq})	77
Anhang 6:	Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen (insgesamt 0,4 Mio. t CO _{2eq})	78
Anhang 7:	Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 2D-H Produktanwendungen/Sonstige (insgesamt 0,8 Mio. t CO _{2eq})	79
Anhang 8:	Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 3 Landwirtschaft (insgesamt 1,0 Mio. t CO _{2eq}).....	80
Anhang 9:	Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 4 Abfall (insgesamt 0,2 Mio. t CO _{2eq}).....	81

Zusammenfassung

Das Land Nordrhein-Westfalen unterhält seit 2008 ein Treibhausgas-Emissionsinventar, indem die jährlichen Emissionen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid/Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (N₂O) sowie wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆) detailliert erfasst werden. Aufbau und Methodik des Treibhausgas-Emissionsinventars NRW orientieren sich an den Vorgaben des IPCC. Der Bilanzierung werden die IPCC-Sektoren Energie, Industrie, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige zu Grunde gelegt.

Um der räumlichen und wirtschaftlichen Diversität des Bundeslandes auch bei der Treibhausgas-Bilanzierung Rechnung zu tragen, können die Treibhausgas-Emissionen für das Berichtsjahr 2017 erstmalig auf Kreisebene sowie auf Ebene der Regierungsbezirke regionalisiert dargestellt werden. Die Datengrundlage und Berechnungsmethodik des Treibhausgas-Emissionsinventars Nordrhein-Westfalen werden auch für die Regionalisierung des Inventars übernommen.

Darstellungsweise und Interpretation der regionalisierten Treibhausgas-Emissionswerte auf Ebene der Regierungsbezirke sind hier beispielhaft am Regierungsbezirk Arnsberg vorgestellt. Hiermit wurde eine repräsentative Auswahl an Kreisen und kreisfreien Städten gewählt, deren Emissionswerte strukturell sowohl dichtbesiedelte, verkehrsreiche Großstädte, Industriezentren als auch dünn besiedelte, land- und forstwirtschaftlich geprägte Regionen widerspiegeln. Die Auswahl umfasst den Ennepe-Ruhr-Kreis, den Hochsauerlandkreis, den Märkischen Kreis, die Kreise Olpe, Siegen-Wittgenstein, Soest und Unna sowie die kreisfreien Städte Bochum, Dortmund, Hagen, Hamm und Herne.

Die in diesem Fachbericht dargelegten Auswertungen regionalisierter Treibhausgas-Emissionen zeigen zum einen die Anwendbarkeit der Methode zur Bilanzierung von Treibhausgas-Emissionen des Treibhausgas-Emissionsinventars Nordrhein-Westfalen auf Ebene der Regierungsbezirke und Kreise. Zum anderen wird aufgezeigt, dass mit Hilfe statistischer und räumlicher Daten eine Interpretation der ermittelten regionalisierten Treibhausgas-Emissionen möglich ist. Hiermit kann das Schutzgut Klima auf regionaler Ebene entsprechend berücksichtigt und somit ein Mehrwert für planerische Prozesse und Entscheidungen erzeugt werden. Interessierte Parteien, Behörden und Planungsinstanzen können die regionalisierten Treibhausgas-Emissionsdaten jederzeit über das LANUV beziehen.

1 Regionalisierte Treibhausgas-Bilanzierung in Nordrhein-Westfalen

Treibhausgase gelten als Treiber der globalen Erwärmung, allen voran Kohlenstoffdioxid (CO₂), das bei Verbrennungsprozessen entsteht. Es macht laut dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (Epa) rund vier Fünftel der weltweiten Treibhausgas-Emissionen aus. Darüber hinaus werden Methan, Lachgas sowie HFC, PFC, SF₆ und NF₃ als klimaschädliche Treibhausgase vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (IPCC 2006) geführt. Treibhausgase reflektieren einen Teil der Infrarotstrahlung, die von der Erdoberfläche abgegeben wird, und tragen so dazu bei, dass die Erde sich erwärmt. Der rasante Anstieg der Konzentration an Treibhausgasen in der Atmosphäre während der vergangenen 150 Jahre wird dabei im Wesentlichen auf menschliche Aktivitäten zurückgeführt (IPCC 2007).

1.1 Das Treibhausgas-Emissionsinventar NRW

Im Jahr 2017 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 274,7 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Über die Hälfte der THG-Emissionen entstehen in diesem Jahr im Sektor Energiewirtschaft. Weitere bedeutende Emissionssektoren sind die Industrie, der Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbraucher (LANUV 2019).

Die jährlichen Emissionen in Nordrhein-Westfalen werden seit 2008 vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz im Treibhausgas-Emissionsinventar NRW bilanziert. Das Inventar dient zur Dokumentation und Analyse der Emissionsentwicklung im Bundesland. Eine Zeitreihenanalyse einzelner Sektoren des THG-Emissionsinventars kann darüber hinaus zur Überprüfung eingeleiteter Klimaschutzmaßnahmen herangezogen werden.

Aufbau und Methodik des Treibhausgas-Emissionsinventars NRW orientieren sich an den Vorgaben des IPCC (IPCC 2006). Der Bilanzierung werden die IPCC-Sektoren Energie, Industrie, Landwirtschaft, Abfall und Sonstige zu Grunde gelegt (IPCC 2006). Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Hauptsektoren. In diesen werden die jährlichen Emissionen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid/Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (N₂O) sowie wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆) detailliert dokumentiert. In der Fortführung der Treibhausgas-Berichterstattung nach dem Kyoto-Zeitraum gehört ab 2013 noch Stickstofftrifluorid (NF₃) zu den zu bilanzierenden Stoffen (IPCC 2006). Dieser Stoff wird in der Elektronikindustrie (Herstellung von Flachbildschirmen, Solarindustrie) eingesetzt, spielt in Deutschland aber eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen für NRW liegen in der Größenordnung von wenigen Tausend Tonnen CO_{2eq}.

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.

Den IPCC-Guidelines (IPCC 2006) folgend werden für die Berechnungen des Treibhausgas-Emissionsinventars folgende Datengrundlagen zu Grunde gelegt:

- die Emissionsberichte der emissionshandelspflichtigen Anlagen, die auf der Basis der Emissionshandels-Richtlinie erstellt werden (Richtlinie 2003/87/EG),
- die Emissionserklärungen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (11. BImSchV),
- Daten des Johann Heinrich von Thünen-Instituts, Braunschweig, zur Landwirtschaft und zur Landnutzungsänderung, die im Auftrag des UBA für das Nationale Inventar ermittelt und auch für NRW zur Verfügung gestellt werden,
- Berichte aus dem Pollutant Release and Transfer Register (PRTR), das Informationen zur Freisetzung von Schadstoffen von Industriebetrieben in Wasser, Luft und Boden sowie die Verbringung von Abfallmengen enthält,
- weitere Statistiken, wie Energiebilanzen und Produktionsstatistiken.

Weiterhin werden als Berechnungsgrundlage Daten (z. B. Emissionsfaktoren) verwendet, die das Umweltbundesamt (UBA) im Nationalen Inventarbericht (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar im Rahmen der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen veröffentlicht (UBA 2019).

Tabelle 1: Übersicht über die Emissionssektoren nach IPCC 2006

IPCC-Sektor	Bezeichnung
1	Energie
1A	Einsatz von Brennstoffen
1A1	Energiewirtschaft
1A2*	Industrie (energiebedingte Emissionen) *
1A3	Verkehr
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch/Sonstige
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen
1B1	Feste Brennstoffe
1B2	Öl und Erdgas
1C	CO₂-Transport und Speicherung
2	Industrieprozesse (prozessbedingte Emissionen)
2A*	Mineralproduktion *
2B*	Chemische Industrie *
2C*	Metallproduktion *
2D-H	Produktanwendungen/Sonstige
3	Landwirtschaft
3A	Tierhaltung
3B	Landnutzungsänderung
3C	Bodennutzung
4	Abfall
4A	AbfalldPONien
4B	Biologische Abfallbehandlung
4C	Abfallverbrennung
4D	Abwasserreinigung

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.

Tabelle 2: Übersicht über die verwendeten GWP

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

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

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 wird für CH₄ mit einem Global Warming Potential (GWP) von 28 und für N₂O mit einem GWP von 265 gerechnet (IPCC 2013). Eine Übersicht der verwendeten GWP für die übrigen Treibhausgase ist in Tabelle 2 dargestellt.

1.2 Das Treibhausgas-Emissionsinventar auf Kreisebene

Das Land Nordrhein-Westfalen ist mit 34.112,52 Quadratkilometern flächenmäßig das viertgrößte Bundesland der Bundesrepublik Deutschland und steht nach Einwohnerzahlen mit 17.932.651 Menschen (Stand 2018, IT.NRW 2019a) sogar an erster Stelle. Das Bundesland ist landschaftlich, wirtschaftlich wie kulturell durch hohe Diversität geprägt.

Dreißig Großstädte liegen in stark urbanisiertem Gebiet. Die Metropolregion Rhein-Ruhr im Zentrum des Landes ist mit rund zehn Millionen Bewohnern einer der 30 größten Ballungsräume der Welt und zentraler Teil der am stärksten verdichteten Region Europas. Bis heute gilt das wirtschaftlich montan-industriell geprägte Bundesland als eine der wichtigsten Industrieregionen Deutschlands. Mit einem Anteil von rund 22 % am deutschen Bruttoinlandsprodukt ist Nordrhein-Westfalen das Bundesland mit der höchsten Wirtschaftsleistung (IT.NRW 2019b). Nach Erhebungen des amerikanischen Wirtschaftsmagazins Fortune haben vier der hundert umsatzstärksten Unternehmen der Welt ihren Sitz in Nordrhein-Westfalen (FORTUNE 2011, LWL 2012). Einhergehend mit seiner zentralen Lage, der hohen Bevölkerungsdichte, der starken Urbanisierung und der zahlreichen Wirtschaftsstandorte weist Nordrhein-Westfalen eines der dichtesten Verkehrsnetze weltweit auf. Der Bahnhof Köln Eifeltor gilt als Deutschlands größter Containerumschlagbahnhof für den kombinierten Frachtverkehr Schiene/Straße. Im Güterverkehr zählt der Bahnhof Hagen-Vorhalle zu den größten Rangierbahnhöfen Deutschlands. Der Duisburger Hafen gilt als Verkehrsdrehscheibe der deutschen Binnenschifffahrt. Die Flughäfen Düsseldorf und Köln/Bonn sind wichtige Drehkreuze im internationalen Flugverkehr (VM NRW 2019).

Um der Diversität des Bundeslandes auch bei der Treibhausgas-Bilanzierung Rechnung zu tragen, werden die Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene regionalisiert dargestellt. Nordrhein-Westfalen ist in insgesamt 31 Kreise sowie 22 kreisfreie Städte untergliedert. Die beschriebene Datengrundlage und Berechnungsmethodik des Treibhausgas-Emissionsinventars NRW werden auch für die Regionalisierung des Inventars übernommen. Um die Vergleichbarkeit der Darstellung zum Treibhausgas-Emissionsinventar NRW zu wahren, 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 1; vergl. LANUV 2019). Prozessbedingte Emissionen sind Emissionen der Industrie, die bei chemischen Reaktionen entstehen, die keine Verbrennungsprozesse sind.

Beispielhaft werden hier erstmalig die Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte des Regierungsbezirks Arnsberg dargestellt. Es handelt sich um den Ennepe-Ruhr-Kreis, den Hochsauerlandkreis, den Märkischen Kreis, die Kreise Olpe, Siegen-Wittgenstein, Soest und Unna sowie die kreisfreien Städten Bochum, Dortmund, Hagen, Hamm und Herne. Die fünf Großstädte decken einen wesentlichen Teil des dicht besiedelten Ruhrgebiets ab

(BEZIRKSREGIERUNG ARNSBERG 2020). Das östliche Ruhrgebiet zählt dabei auch zu den zentralen Industriezentren Nordrhein-Westfalens. Dies geht mit einer entsprechend hohen Verkehrsdichte einher. Der südwestfälische Raum war bis ins 20. Jahrhundert wirtschaftlich neben der Land- und Forstwirtschaft überwiegend durch den Erzbergbau sowie die Eisen- und Metallindustrie geprägt. Heute zeichnen sich der Hochsauerlandkreis, der Märkische Kreis sowie die Kreise Olpe und Siegen-Wittgenstein durch eine hohe Anzahl mittelständischer Unternehmen und Industriebetriebe aus (LWL 2012). Landwirtschaftlich sind die Sauerlandkreise durch Grünland- und Forstwirtschaft geprägt. Seit den 1980er Jahren hat sich die Region zum größten Anbaugebiet für Weihnachtsbaumkulturen in Europa entwickelt (FARTMANN ET AL. 2017). Im Gegensatz zum Ruhrgebiet weisen die Kreise östlich und südlich des Ballungsraumes eine eher kleinteilige Besiedlung und geringere Verkehrsdichte auf.

Die Treibhausgasemissionen werden in den folgenden Tabellen in Gg 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.

2 Regionalisierte Darstellung der Treibhausgas-Emissionen auf Ebene des Regierungsbezirks und der Kreise

In den folgenden Abschnitten wird die Regionalisierung der Treibhausgas-Emissionserfassung am Beispiel eines Regierungsbezirks dargestellt. Es werden die aktuellen Emissionsdaten des Jahres 2017 (Abschnitt 2.1) und die Anteile der einzelnen Emissionssektoren im Regierungsbezirk Arnsberg näher betrachtet. In Abschnitt 2.2 folgt beispielhaft eine Betrachtung der Emissionen auf Kreisebene.

2.1 Regionalisierung der Treibhausgasemissionen am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017

Im Regierungsbezirk Arnsberg wurden 2017 insgesamt 39,4 Mio. t CO_{2eq} emittiert (Abbildung 1). Die Gesamtemissionen setzen sich zu 93,9 % aus Kohlendioxid (CO₂), zu 3,0 % aus Methan (CH₄), zu 1,5 % aus Lachgas (N₂O) und zu 1,6 % aus HFC/PFC/SF₆/NF₃ zusammen.

Regionalisierung der Treibhausgas-Emissionen auf Ebene der Regierungsbezirke

Beispiel: Regierungsbezirk Arnsberg

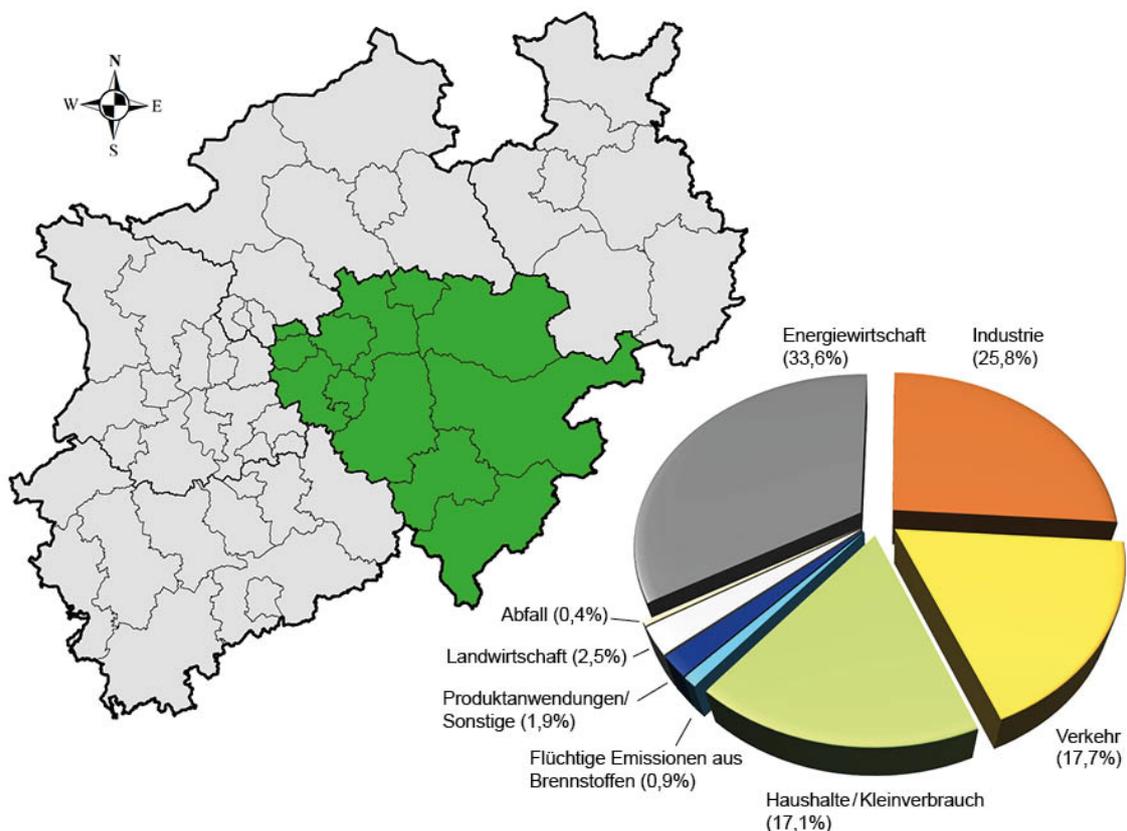


Abbildung 1: Verteilung der Gesamtemissionen des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017 (insgesamt 39,4 Mio. t CO_{2eq})

Der Großteil der Emissionen entsteht im Jahr 2017 mit 33,6 % im Sektor Energiewirtschaft (Abbildung 1). Weitere Sektoren mit einem bedeutenden Anteil an den Gesamtemissionen sind die Industrie (25,8 %), der Verkehr (17,7 %) und Haushalte und Kleinverbraucher (17,1 %). Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen tragen zu 0,9 % zu den THG-Emissionen bei. Gemeinsam werden diese Emissionen dem Sektor Energie zugerechnet und machen rund 95 % der Gesamtemissionen im Regierungsbezirk Arnsberg aus. Die Bereiche Landwirtschaft und Abfall verursachen 2,5 % bzw. 0,4 % der THG-Emissionen des Regierungsbezirks. Durch Produktanwendungen entstehen etwa 1,9 % der Emissionen. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die einzelnen Sektoren und die dort auftretenden Emissionen der verschiedenen Treibhausgase für das Jahr 2017.

Tabelle 3: Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	36.957	1.201	575	642	39.374	100,0
1A1	Energiewirtschaft	13.155	25	63	-	13.243	33,6
1A2/2A-2C	Industrie	10.113	6	44	-	10.163	25,8
1A3	Verkehr	6.903	12	69	-	6.984	17,7
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	6.691	22	13	-	6.726	17,1
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	360	-	-	360	0,9
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	94	-	15	642	752	1,9
3	Landwirtschaft	-	646	346	-	992	2,5
4	Abfall	-	129	24	-	153	0,4

2.1.1 Sektor Energie

Der Sektor Energie ist der mit Abstand größte Emissionssektor im Regierungsbezirk Arnsberg. Er umfasst die Subsektoren Energiewirtschaft, Industrie (energiebedingte Emissionen), Verkehr, Haushalte und Kleinverbrauch, Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen sowie CO₂-Transport und Speicherung. Letzterer spielt im Regierungsbezirk Arnsberg keine Rolle. Die Emissionen dieses Sektors sind gesammelt in Tabelle 4 aufgeführt.

Den größten Anteil an den Emissionen im Sektor Energie sowie an den Gesamtemissionen des Regierungsbezirks hat mit 13,2 Mio. t. CO_{2eq} die Energiewirtschaft. Dazu trägt vor allem die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung bei, die mit 13,0 Mio. t. CO_{2eq} 98 % der Emissionen der Energiewirtschaft und rund ein Drittel der Gesamtemissionen verursacht. Im Regierungsbezirk Arnsberg sind mit den Kraftwerken in Lünen, Dortmund, Bochum, Herne, Herdecke, Hamm, Werne, Werdohl und Arnsberg mehrere große Stromerzeuger ansässig, deren Emissionen überwiegend aus der Verstromung von Erdgas und Steinkohle stammen

(BUNDESNETZAGENTUR 2019). Raffinerien und sonstige Energieindustrie spielen hier als Emittenten in der Energiewirtschaft keine bedeutende Rolle. Datengrundlage für die Ermittlungen der Emissionen dieses Sektors sind die Emissionsberichte der Anlagenbetreiber aus dem europäischen Emissionshandel, die jährlich bei der Deutschen Emissionshandelsstelle erfasst werden (DEHST 2019).

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

Auf den Verkehrssektor entfallen mit rund 7,0 Mio. t CO_{2eq} insgesamt 17,7 % der Gesamtemissionen im Regierungsbezirk Arnsberg. Zur Dokumentation der Emissionen dieses Sektors werden Daten des Emissionskatasters Verkehr des LANUV NRW aus dem Jahr 2015 verwendet. Hauptemittent im Sektor Verkehr ist mit rund 95 % der Straßenverkehr. Weitere 4 % der Emissionen entstehen durch den Offroad-Verkehr (z. B. landwirtschaftliche Maschinen). Flug-, Schienen- und Schiffsverkehr spielen im Regierungsbezirk Arnsberg eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 4: Treibhausgasemissionen des Sektors Energie im Regierungsbezirk Arnsberg im Jahr 2017 (ohne den Sektor 1A2 Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ /NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission RB Arnsberg	36.957	1.201	575	642	39.374	100,0
1	Energie (ohne 1A2 Industrie)	26.749	419	145	-	27.313	
1A	Einsatz von Brennstoffen (ohne 1A2 Industrie)	26.749	59	145	-	26.953	
1A1	Energiewirtschaft	13.155	25	63	-	13.243	33,6
1A1a	Öffentl. Strom- u. Wärmeversorgung	12.931	16	57	-	13.005	
1A1b	Raffinerien	-	-	-	-	-	
1A1c	Herstellung fester Brennstoffe/ sonstige Energieindustrie	224	9	5	-	238	
1A3	Verkehr	6.903	12	69	-	6.984	17,7
1A3a	Flugverkehr	16	-	-	-	16	
1A3b	Straßenverkehr	6.595	11	46	-	6.652	
1A3c	Schienerverkehr	36	-	-	-	36	
1A3d	Schiffsverkehr	3	-	-	-	3	
1A3e	Sonstiger Verkehr	254	1	22	-	277	
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	6.691	22	13	-	6.726	17,1
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	360	-	-	360	0,9
1B1	Feste Brennstoffe	-	50	-	-	50	
1B2	Öl und Erdgas	-	310	-	-	310	
1B2a	Ölwirtschaft	-	-	-	-	-	
1B2b	Gaswirtschaft	-	310	-	-	310	

Die Berechnungen für den Sektor 1A4-5 Haushalte und Kleinverbraucher basieren auf Daten des Emissionskatasters Haushalte und Kleinverbraucher des LANUV NRW aus dem Jahr 2015. Sie machen mit rund 6,7 Mio. t CO_{2eq} etwa 17,1 % der Emissionen im Regierungsbezirk Arnsberg aus. Die Emissionen dieses Sektors spiegeln zum großen Teil die Witterung sowie den Absatz von Heizöl und Erdgas wider. Beide gehen mit einem gesteigerten bzw. gesunkenen Raumwärme- und Warmwasserbedarf im jeweiligen Inventarjahr einher, der sich auch in den Emissionen zeigt. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (IWU 2020, Abbildung 2).

Gradtagszahlen in Deutschland DWD Station Düsseldorf

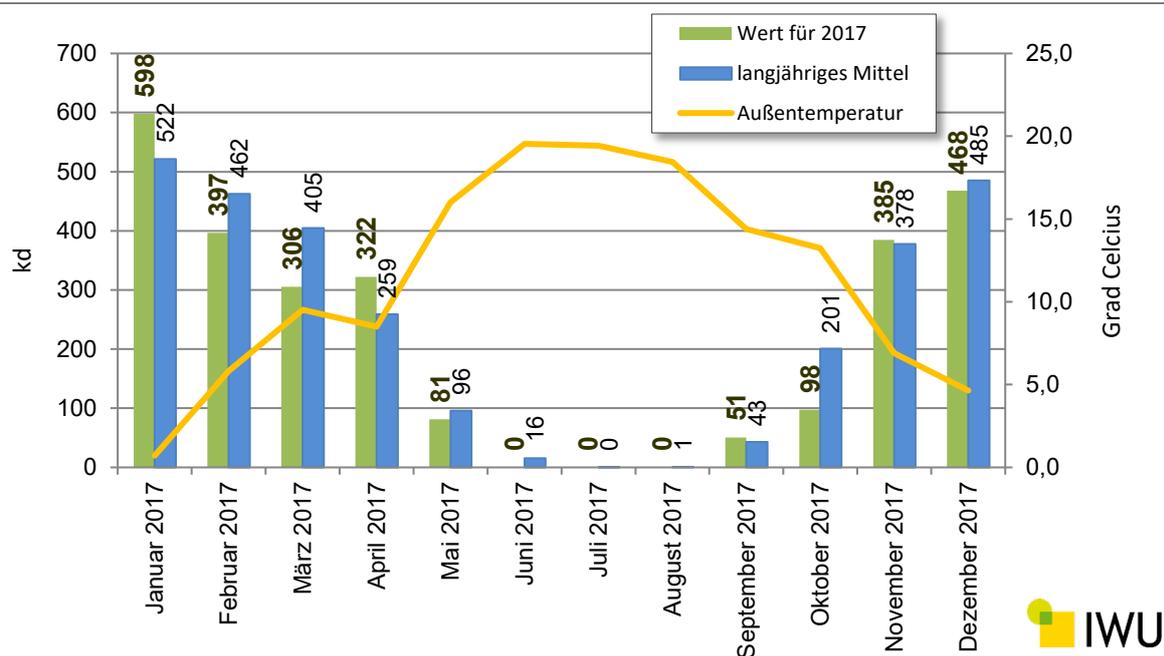


Abbildung 2: Verteilung der Gradtagszahlen in Nordrhein-Westfalen im Jahresverlauf 2017
(Quelle: INSTITUT WOHNEN UND UMWELT 2020)

Im Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen werden die flüchtigen Emissionen aus festen Brennstoffen (z. B. aus Steinkohlezechen) sowie die Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft bilanziert. Ein Großteil des Methans wird aus dem Steinkohlebergbau und bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Auf der Fläche des Regierungsbezirks sind 872 stillgelegte Zechen und Kleinzechen dokumentiert (MÄRKER 2018). Diese konzentrieren sich auf die Kreise und kreisfreien Städte im Bereich des Ruhrgebiets. Auf der Zeche Carolinenglück in Bochum und der Zeche Haus Aden in Bergkamen wird noch heute Wasserhaltung betrieben. Emissionen aus der Braunkohleförderung sind im Regierungsbezirk Arnsberg nicht zu verzeichnen. Im Sektor Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen werden CH₄-Emissionen in Höhe von 0,4 Mio. t CO_{2eq} sowie geringste Mengen CO₂ bilanziert.

Das entspricht einem Anteil von etwa 0,9 % an den Gesamtemissionen des Regierungsbezirks. Für die Berechnung der Emissionen liegen mit Ausnahme der bergbaulichen Tätigkeiten in Bochum und Bergkamen keine anlagenspezifischen Daten vor, so dass der Emissionsanteil

für den Regierungsbezirk Arnsberg von den gesamtdeutschen Daten des Nationalen Inventarberichtes (UBA 2019) abgeleitet wird. Für die Gaswirtschaft können Zahlen des Statistischen Bundesamtes und des Landesbetriebs IT.NRW zur Anwendung gebracht werden, mit denen über den Anteil NRWs am bundesdeutschen Verbrauch ein durchschnittlicher Erdgasverbrauch der Kreise und kreisfreien Städte ermittelt werden kann.

2.1.2 Sektor Industrie

Unter dem Sektor Industrie sind die energie- und prozessbedingten Emissionen der Industrie zusammengefasst (Tabelle 5). Wichtigste Datengrundlagen für die Emissionsberechnungen sind die Betreiberangaben in den Emissionsberichten des Emissionshandels und den Emissionserklärungen nach der 11. BImSchV.

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen der Sektoren Industrie und Produktanwendungen im Regierungsbezirk Arnsberg (kombinierte Darstellung der energie- und prozessbedingten Emissionen der Industrie)

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission RB Arnsberg	36.957	1.201	575	642	39.374	100,0
1A2/2A-C	Industrie	10.113	6	44	-	10.163	25,9
1A2a/2C	Eisen und Stahl	1.104	1	5	-	1.111	
1A2b/2C	Nichteisen-Metalle	374	-	2	-	376	
1A2c/2B	Chemische Industrie	816	1	3	-	819	
1A2d	Zellstoff, Papier, Druck	401	-	2	-	403	
1A2e	Nahrungsmittelindustrie	18	-	-	-	18	
1A2f/2A	Nichtmetallische Minerale	7.268	3	31	-	7.302	
1A2m	Sonstige	133	0	1	-	134	
2D-H	Produktanwendung/ Sonstige	94	0	15	642	752	1,9

Die Entstehung der Treibhausgase in der Industrie kann verschiedenen Prozessen zugeordnet werden. 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.

Insgesamt wurden im Jahr 2017 im Regierungsbezirk Arnsberg im industriellen Sektor THG-Emissionen in Höhe von 10,2 Mio. t CO_{2eq} ausgestoßen. Das entspricht etwa 25,9 % der Gesamtemissionen des Regierungsbezirks. Der Hauptteil der Industrieemissionen entsteht beim Einsatz von Brennstoffen zur Energieerzeugung. Prozessemissionen fallen lediglich im Sektor 2A Mineralproduktion an. Mit Zementwerken in Erwitte und Geseke, Kalkwerken in Warstein, Lennestadt, Brilon, Menden und Hagen sowie Werken der Glasindustrie in Marsberg und Lünen sind im Regierungsbezirk Arnsberg große Werke der Mineralproduktion ansässig.

Dieser Subsektor gehört neben der Eisen- und Stahlproduktion mit Abstand zu den größten Emittenten im Bereich Industrie. Für die Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie sind große Stahl- und Walzwerke in Dortmund, Bochum, Witten, Hattingen, Siegen und Hagen prägend.

2.1.3 Sektor Produktanwendung

Im Sektor Produktanwendung entstehen insgesamt 0,8 Mio. t CO_{2eq} bzw. 1,9 % der THG-Emissionen des Regierungsbezirks Arnsberg (Tabelle 5). 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 auf Kreisebene nicht vorliegen, werden die HFC-/PFC-/SF₆- und NF₃-Emissionen sowie die N₂O- und CO₂-Emissionen aus der Produktanwendung anhand der Angaben des UBA für Deutschland auf Nordrhein-Westfalen und die Kreise, bzw. kreisfreien Städte umgerechnet.

2.1.4 Sektor Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft werden die Emissionen aus den Bereichen Tierhaltung und Bodennutzung bilanziert (Tabelle 6). Der Sektor Tierhaltung setzt sich aus den Subsektoren Darmgärung (Verdauungsvorgänge in den Tiermägen) und Gülle-Management (Lagerung von Mist und Gülle) zusammen. Die Emissionen des Sektors Bodennutzung entstehen beispielsweise durch die Anwendung von Mineräldünger, Kalken und die Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Daten im Sektor Landwirtschaft stammen vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI), welches jährlich im Auftrag des Umweltbundesamtes die THG-Emissionen der deutschen Landwirtschaft für den Nationalen Inventarbericht berechnet und auch die Daten für NRW zur Verfügung stellt (TI 2019).

Die Emissionen im Regierungsbezirk Arnsberg belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,9 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 2,5 % der Gesamtemissionen. Der Regierungsbezirk wird durch ausgedehnte Grünland- und Waldregionen geprägt. Erstere ist die Grundlage für Weiden- und Weidewirtschaft insbesondere zur Milchproduktion. Daher werden überwiegend CH₄ aus der Tierhaltung und N₂O aus der Bodennutzung emittiert. In der Tierhaltung sind dabei besonders die Verdauungsvorgänge in den Tiermägen emissionsintensiv (Tabelle 6).

Tabelle 6: Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft im Jahr 2017. Ausgenommen ist der Sektor 3B Landnutzungsänderung.

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission RB Arnsberg	36.957	1.201	575	642	39.374	100,0
3	Landwirtschaft	-	646	346	-	992	2,5
3A	Tierhaltung	-	637	-	-	637	
3C	Bodennutzung	-	9	346	-	355	

2.1.5 Sektor Abfall

Der Sektor Abfall setzt sich zusammen aus den Emissionssektoren Abfalldeponien, Biologische Abfallbehandlung, Abwasserreinigung und Sonstige (Tabelle 7). Die Anlagen zur Abfallverbrennung sind im Sektor 1A1a Energiewirtschaft erfasst. Insgesamt entstehen im Sektor Abfall CH₄- und N₂O-Emissionen in Höhe von ca. 0,2 Mio. t CO_{2eq}. Dies entspricht einem Anteil von 0,4 % an den Gesamtemissionen des Regierungsbezirks Arnsberg.

Die Berechnungen basieren auf den Angaben von Anlagenbetreibern in PRTR-Berichten und den Daten aus der Abfallbilanz Nordrhein-Westfalen für Siedlungsabfälle. Für Anlagen, die aufgrund ihrer geringen Größe nicht berichtspflichtig sind, wurden die Emissionen geschätzt. Fast die Hälfte der Emissionen des Sektors emittieren aus Abfalldeponien mit großen Standorten in Bochum, im Kreis Olpe und dem Hochsauerlandkreis.

Tabelle 7: Treibhausgasemissionen des Sektors Abfall im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission RB Arnsberg	36.957	1.201	575	642	39.374	100,0
4	Abfall	-	129	24	-	153	0,4
4A	Abfalldeponien	-	73	-	-	73	
4B	Biologische Abfallbehandlung	-	28	7	-	35	
4C	Abfallverbrennung	-	-	-	-	-	
4D	Abwasserreinigung	-	27	18	-	45	
4E	Sonstige	-	-	-	-	-	

2.2 Regionalisierte Darstellung der Treibhausgas-Emissionen für die Kreise und kreisfreien Städte

Im Folgenden werden die Emissionen der Kreise und kreisfreie Städte für das Jahr 2017 regionalisiert dargestellt und näher beschrieben. Mit der Auswahl soll der Heterogenität Nordrhein-Westfalens Rechnung getragen werden, indem Industriezentren und landwirtschaftlich geprägte Regionen sowie Ballungsräume und kleinteilige Besiedlung gleichermaßen berücksichtigt wurden. Je nach wirtschaftlichem Schwerpunkt der Städte und Kreise sind die Emissionsmengen entsprechend über die einzelnen Sektoren sehr heterogen verteilt (Abbildung 3, Anhang 1-9).

Treibhausgas-Emissionen ausgewählter Kreise und kreisfreier Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg

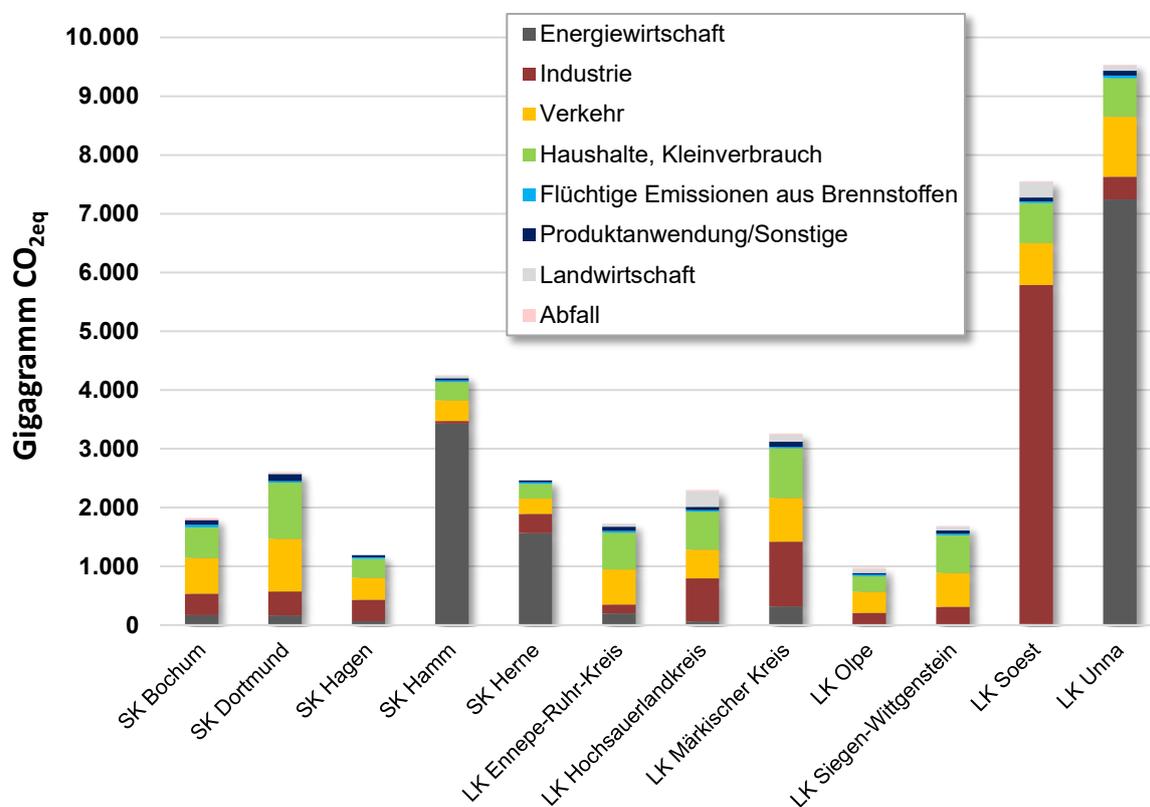


Abbildung 3: Verteilung der regionalisierten Gesamtemissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017 (insgesamt 39,4 Mio. t CO_{2eq})

2.2.1 Stadt Bochum

Im Jahr 2017 wurden in der kreisfreien Stadt Bochum insgesamt 1,8 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war der Verkehrssektor, ein großer Anteil der Emissionen entstand darüber hinaus in den Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch sowie Industrie (Tabelle 8, Abbildung 4).

Im Sektor **Energiewirtschaft** entstanden 2017 mit ca. 0,2 Mio. t CO_{2eq} 9,3 % der THG-Emissionen Bochums. Mit dem Kraftwerk Bochum und dem Heizkraftwerk Hiltrop sind in der

kreisfreien Stadt zwei größere Erdgaskraftwerke mit jeweils rund 300 MW Feuerungswärmeleistung ansässig (BUNDESNETZAGENTUR 2019), die zusammen ca. 91 % der Emissionen dieses Sektors verursachen.

Die Emissionen der **Industrie** beliefen sich 2017 in Bochum auf ca. 0,4 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 19,9 % der Gesamtemissionen der Stadt. Über 99 % der Emissionen des industriellen Sektors sind energiebedingt, nur bei 0,003 Mio. t CO_{2eq} handelt es sich um Prozessmissionen. Hauptemittent ist mit Unternehmen wie der ThyssenKrupp Steel Europe AG die Eisen- und Stahlindustrie (Sektor 1A2a).

Dieser Sektor verursacht in Bochum mit rund 0,3 Mio. t CO_{2eq} etwa 93 % der industriellen Gesamtemissionen. Weitere 6 % der Emissionen gehen auf die Verarbeitung nichtmetallischer Minerale (Sektor 1A2f) durch Hersteller von Feuerfest-Materialien zurück.

Tabelle 8: Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Bochum im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	1.662	79	14	65	1.820	100,0
1A1	Energiewirtschaft	168	1	1	-	170	9,3
1A2/2A-2C	Industrie	361	-	2	-	363	19,9
1A3	Verkehr	604	1	4	-	609	33,5
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	519	1	1	-	521	28,6
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	47	-	-	47	2,6
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	10	-	2	65	77	4,2
3	Landwirtschaft	-	1	2	-	3	0,2
4	Abfall	-	28	2	-	30	1,7

Der Großteil der Emissionen in Bochum wird durch den **Verkehrssektor** verursacht. Mit 0,6 Mio. t CO_{2eq} entstehen über ein Drittel der Gesamtemissionen der Stadt in diesem Sektor. Davon gehen 98 % der Emissionen auf den Straßenverkehr zurück. Bochum liegt im Zentrum des Ost-West-Transits durch das Ruhrgebiet. Die zwei Bundesautobahnen A 40, A 43 sowie die Stadtautobahn A 448 verlaufen auf Bochumer Stadtgebiet. Der Bochumer Ring, eine autobahnähnliche Schnellstraße, gilt als Lückenschluss zwischen den Autobahnen. Zusätzlich durchqueren mit der B 51, der B 226 und der B 235 drei Bundesstraßen die Stadt. Im Dezember 2017 waren in Bochum 234.476 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon entfiel ein Anteil von 81 % auf Personenkraftwagen. Insgesamt waren 257 Elektrofahrzeuge gemeldet (STRAßENVERKEHRSAMT DER STADT BOCHUM 2019).

Im Flug- und Schiffsverkehr sind in Bochum keine Emissionen zu verzeichnen. Als eine der wenigen Städte des Ruhrgebiets liegt Bochum nicht an einer Bundeswasserstraße und besitzt daher keinen Hafen. Die Stadt hat auch keine Luftverkehrsanbindung.

Bochum ist über zahlreiche Eisenbahnverbindungen an die umliegenden Städte angeschlossen und hat insgesamt zehn Bahnhöfe bzw. Haltepunkte. Die Emissionen des Schienenverkehrs sind mit 0,001 Mio. t CO_{2eq} im Vergleich gering.

Auf den Offroad-Verkehr sind mit 0,01 Mio. t CO_{2eq} rund 2,0 % der Emissionen des Verkehrssektors zurückzuführen. Hauptemittenten sind Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen.

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** war 2017 mit 0,5 Mio. t CO_{2eq} der zweitgrößte Treibhausgasemittent in Bochum. Er hat einen Anteil von 28,6 % an den Gesamtemissionen der Stadt. Die Emissionen dieses Sektors werden zum großen Teil vom Raumwärme- und Warmwasserbedarf geprägt. Gemessen an den Gradtagszahlen war 2017 in Bochum ein relativ warmes Jahr. Dies zeigt sich auch in den Absatzmengen von Strom, Gas, Heizöl und Fernwärme der Stadtwerke Bochum. Emissionssteigernde Faktoren sind in der kontinuierlichen Zunahme der Bevölkerungszahl sowie im weiteren Zubau von Wohnfläche zu suchen. Bochum gehört mit 364.628 Einwohnern (Stand 2018) zu den Zentren des Ruhrgebiets. Nach einer zunächst fallenden Tendenz bis zum Jahr 2011, stieg die Bevölkerung der Stadt in den vergangenen Jahren wieder leicht an. Von 2016 bis 2018 hat sich die Anzahl der Wohngebäude in Bochum von 57.900 auf 58.100 erhöht. Dabei waren im Jahr 2017 in Bochum 195.200 Privathaushalte gemeldet (BOSTATIS INFORMATIONSPORTAL 2020).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Stadt Bochum

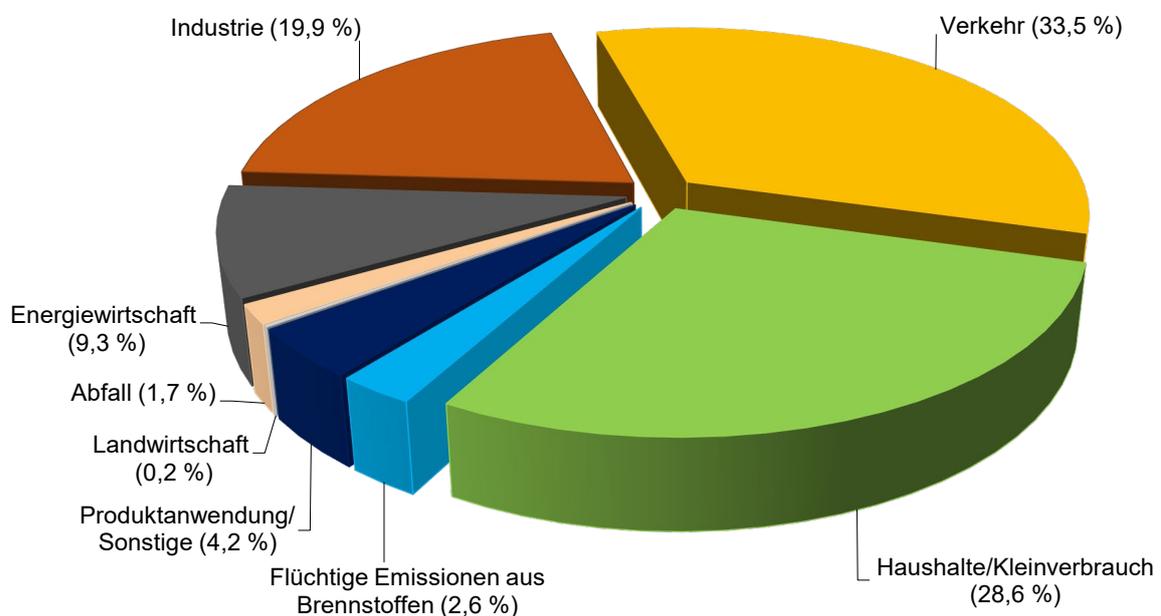


Abbildung 4: Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Bochum im Jahr 2017 (insgesamt 1,8 Mio. t CO_{2eq})

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** setzen sich in Bochum zu 55 % aus Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft (Sektor 1B2) und zu 45 % aus Emissionen

fester Brennstoffe zusammen (Sektor 1B1). Dies entspricht zusammen mit rund 0,05 Mio. t CO_{2eq} etwa 2,6 % der Gesamtemissionen der Stadt.

Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert (Sektor 1B2). Weitere Emissionen in Höhe von 0,021 Mio. t CO_{2eq} waren im Jahr 2017 durch Grubengasemissionen aus Steinkohlezechen zu verzeichnen. Auf der Zeche Carolinenglück wird derzeit aktiv Wasserhaltung betrieben (Abbildung 5). Hier werden jährlich ca. 0,016 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht rund 76 % der Emissionen Fester Brennstoffe (Sektor 1B1). Zusätzlich liegen auf Bochumer Stadtgebiet rund 290 stillgelegte Bergwerke (MÄRKER 2018). Diesen sind mit Emissionen in Höhe von 0,005 Mio. t CO_{2eq} rund 22 % der Emissionen des Sektors 1B1 zuzuschreiben.



Abbildung 5: Etwa 1,2 % der Gesamtemissionen Bochums stammen aus stillgelegten Bergwerken. Auf der Zeche Carolinenglück wird noch aktiv Wasserhaltung betrieben (Quelle: LANUV/Katharina Filz).

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** werden in Bochum Emissionen in Höhe von etwa 0,08 Mio. t CO_{2eq} bilanziert, das entspricht einem Anteil von etwa 4,2 %. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Die **Landwirtschaft** verursacht in Bochum mit 0,003 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 0,2 % den geringsten Anteil der Gesamtemissionen der Stadt. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind in Bochum 44 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 1.889 ha ansässig. Davon werden 1.441 ha als Ackerland genutzt. Aus der Bodennutzung entstammen 0,002 Mio. t CO_{2eq} oder 81,4 % der THG-Emissionen dieses Sektors. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas. Durch die Haltung von Nutztieren entstehen mit rund 0,001 Mio. t CO_{2eq} 18,6 % der Landwirtschafts-Emissionen. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung. In Bochum wird in 23 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind neun Betriebe mit Rinderhaltung und drei Betriebe mit Schafhaltung.

Im Sektor **Abfall** entstehen 2017 in Bochum mit Emissionen in Höhe von rund 0,03 Mio. t CO_{2eq} etwa 1,7 % der Gesamtemissionen der Stadt. Der Großteil der Emissionen entfällt mit 0,02 Mio. t CO_{2eq} auf Abfalldeponien. Das entspricht etwa 75 % der Emissionen

dieses Sektors. Weitere Emissionsquellen sind mit 0,005 Mio. t CO_{2eq} die Abwasserreinigung sowie mit 0,003 Mio. t CO_{2eq} die biologische Abfallbehandlung.

2.2.2 Stadt Dortmund

In der kreisfreien Stadt Dortmund wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 2,6 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittenten waren die Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch sowie Verkehr (Tabelle 9, Abbildung 6).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Stadt Dortmund

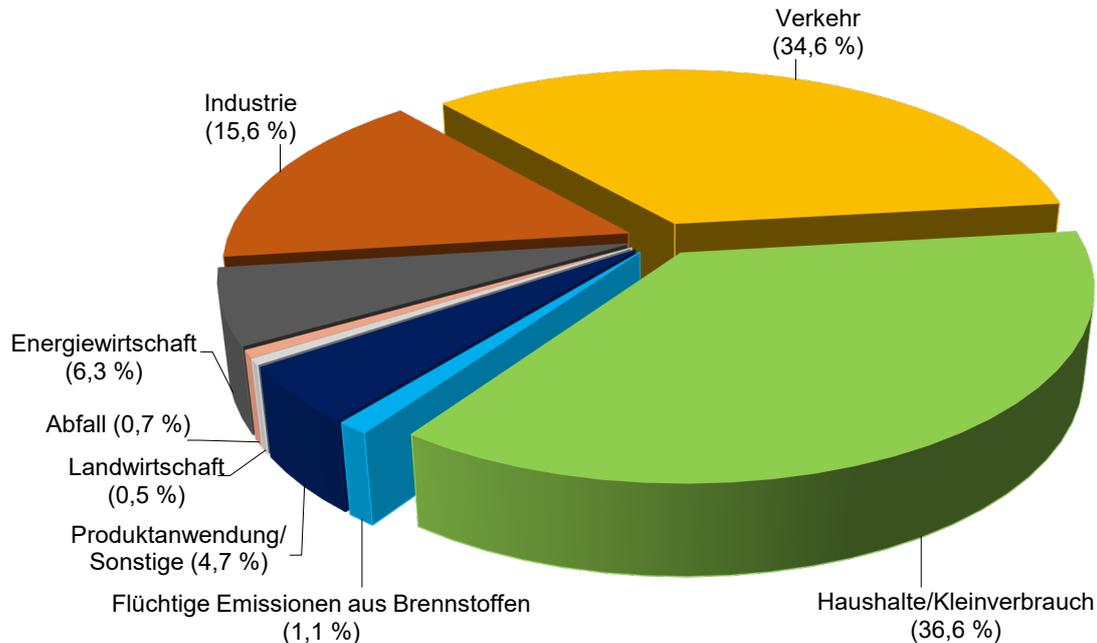


Abbildung 6: Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Dortmund im Jahr 2017 (insgesamt 2,6 Mio. t CO_{2eq})

Im Sektor **Energiewirtschaft** waren 2017 Emissionen in Höhe von 0,2 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht 6,3 % der THG-Emissionen Dortmunds. Größter Emittent dieses Sektors ist das Erdgaskraftwerk Dortmund mit einer Feuerungswärmeleistung von ca. 234 MW (BUNDESNETZAGENTUR 2019). Zusammen mit dem Heizwerk der Universität Dortmund sowie zwei weiteren Fernheizwerken entstehen dort mit 123 Mio. t CO_{2eq} 75 % der Emissionen dieses Sektors.

Die Emissionen der **Industrie** beliefen sich 2017 in Dortmund auf ca. 0,4 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 15,6 % der Gesamtemissionen der Stadt. Dabei handelt es sich ausschließlich um energiebedingte Emissionen aus Verbrennungsprozessen. Der Großteil der Emissionen dieses Sektors entsteht in der chemischen Industrie, zu deren Vertretern die KG Deutsche Gasrusswerke GmbH & Co. gehört. Mit rund 0,3 Mio. t CO_{2eq} verursacht dieser Subsektor rund 75 % der industriellen Emissionen in Dortmund. Gefolgt wird die chemische Industrie von der Eisen- und Stahlindustrie, die mit rund 0,06 Mio. t CO_{2eq} weitere 15 % zu den Emissionen der Industrie beiträgt. Zu diesem Subsektor werden Emittenten wie der ThyssenKrupp Steel Europe AG gerechnet.

Tabelle 9: Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Dortmund im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	2.417	55	25	105	2.602	100,0
1A1	Energiewirtschaft	159	4	2	-	165	6,3
1A2/2A-2C	Industrie	403	-	2	-	405	15,6
1A3	Verkehr	891	2	7	-	900	34,6
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	949	2	1	-	952	36,6
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	28	-	-	28	1,1
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	15	-	2	105	122	4,7
3	Landwirtschaft	-	5	7	-	12	0,5
4	Abfall	-	14	4	-	18	0,7

Der **Verkehrssektor** war 2017 mit 0,9 Mio. t CO_{2eq} der zweitgrößte Treibhausgasemittent in Dortmund. Etwa 34,6 % der Gesamtemissionen entstanden in diesem Sektor. Hauptemittent war mit 0,86 Mio. t CO_{2eq} der Straßenverkehr. Dortmund ist ein bedeutender Verkehrsknotenpunkt. Der Dortmunder Autobahnring umfasst Teilstücke der Bundesautobahnen A 1, A 2 und A 45, zudem ist die Stadt an die Autobahnen A 40, A 42 und A 44 angeschlossen (Abbildung 7). Mit den Bundesstraßen B 1, B 54, B 235 und B 236 liegen vier Bundesstraßen auf Dortmunder Stadtgebiet. Anfang 2018 waren in Dortmund 322.549 Kraftfahrzeuge zugelassen, davon waren 282.290, also rund 88 %, Personenkraftwagen. Der größte Anteil der Fahrzeuge im Bereich der Personenkraftwagen war mit rund 70 % Benzin-betrieben, 28 % waren Dieselfahrzeuge. 224 Fahrzeuge hatten einen Elektro-, bzw. 1.265 Fahrzeuge einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Mit Emissionen in Höhe von rund 0,02 Mio. t CO_{2eq} ist der Luftverkehr der zweitgrößte Emittent im Verkehrssektor. Er macht etwa 1,8 % der Emissionen aus. Gemessen an der Passagierzahl ist der Flughafen Dortmund der drittgrößte Verkehrsflughafen in Nordrhein-Westfalen. Deutschlandweit liegt er auf Platz 10 (DORTMUND AIRPORT 2020).

Der Schienenverkehr macht mit 0,005 Mio. t CO_{2eq} in Dortmund nur einen geringen Teil der Emissionen des Verkehrssektors aus. Die Stadt zählt zu den wichtigsten Eisenbahnknoten im deutschen Personenverkehr (VM NRW 2019). Der Güterverkehr wird seit der Stilllegung der beiden Rangierbahnhöfe Dortmund Rbf und Dortmunderfeld jedoch an der Innenstadt vorbei geleitet.

Obwohl Dortmund über den Dortmund-Ems-Kanal mit dem Rhein und der Nordsee verbunden ist und über den größten Kanalhafen Europas verfügt (HAFEN DORTMUND AG 2020), macht die Schifffahrt den geringsten Teil der Emissionen des Verkehrssektors aus. Nur 0,00003 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 0,03 % entfallen auf diesen Subsektor.

Der Offroad-Verkehr trägt mit 0,02 Mio. t CO_{2eq} zu rund 2,0 % zu den Emissionen des Verkehrssektors bei. Hauptemittenten sind Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen.



Abbildung 7: Der Verkehrssektor war 2017 der zweitgrößte Treibhausgasemittent in Dortmund. Die A 40 gehört zu den Autobahnen mit dem höchsten Verkehrsaufkommen und den meisten Staukilometern in ganz Deutschland (Quelle: Adobe Stock/ Erika Wehde).

Die größte Menge an THG-Emissionen entsteht in Dortmund im Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch**. Er hat mit rund 1,0 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 36,6 % an den Gesamtemissionen der Stadt. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr (Abbildung 2). Die warme Witterung zeigt sich auch in den Absatzzahlen der DEW21. Im Geschäftsjahr 2017 sanken der Absatz von Strom, Gas und Fernwärme im Vergleich zum Vorjahr (DEW21 2017).

Dortmund ist mit 587.010 Einwohnern (Stand 2018) die neuntgrößte Stadt Deutschlands und nach Fläche und Einwohnerzahl die größte Stadt im Ruhrgebiet - Tendenz steigend. Der Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) prognostiziert für Dortmund bis zum Jahr 2040 einen Anstieg der Bevölkerungszahlen um 5,1 % auf 604.100 Personen (IT.NRW 2015).

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** setzen sich in Dortmund zu 93 % aus Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft (Sektor 1B2) und zu 7 % aus Emissionen fester Brennstoffe zusammen (Sektor 1B1). Zusammen entspricht dies mit rund 0,03 Mio. t CO_{2eq} etwa 1,1 % der Gesamtemissionen der Stadt. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert (Sektor 1B2). Weitere Emissionen in Höhe von 0,002 Mio. t CO_{2eq} waren im Jahr 2017 durch Grubengasemissionen aus den

113 stillgelegten Bergwerken Dortmunds zu verzeichnen. Auf Dortmunder Stadtgebiet werden aktiv keine bergbaulichen Tätigkeiten betrieben (MÄRKER 2018).

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren in Dortmund 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,1 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 4,7 % der Gesamtemissionen. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Die **Landwirtschaft** verursacht in Dortmund mit 0,01 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 0,5 % den geringsten Anteil der Gesamtemissionen der Stadt. In Dortmund sind gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 102 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 5.093 ha ansässig (IT.NRW 2016). Davon werden 4.133 ha agrarwirtschaftlich genutzt. Aus der Bodennutzung entstammen mit 0,007 Mio. t CO_{2eq} etwa 59,5 % der THG-Emissionen dieses Sektors. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas. Durch die Haltung von Nutztieren entstehen rund 0,005 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 40,5 % der Landwirtschafts-Emissionen. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Gülle-Management. In Dortmund wird in insgesamt 66 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 20 Betriebe mit Rinderhaltung, 10 Betriebe mit Schweinehaltung und 15 Betriebe mit Schafhaltung.

Im Sektor **Abfall** entstehen 2017 in Dortmund mit Emissionen in Höhe von rund 0,02 Mio. t CO_{2eq} etwa 0,7 % der Gesamtemissionen der Stadt. Etwa 40 % der Emissionen dieses Sektors entfallen auf Abfalldeponien. Das entspricht THG-Emissionen in Höhe von 0,007 Mio. t CO_{2eq}. Ähnlich hohe Emissionen entstehen mit 0,007 Mio. t CO_{2eq} in der Abwasserreinigung. Etwa 0,004 Mio. t CO_{2eq} verursacht die biologische Abfallbehandlung.

2.2.3 Stadt Hagen

In der kreisfreien Stadt Hagen wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 1,2 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war der Sektor Verkehr. Weitere Sektoren mit einem bedeutenden Anteil an den Gesamtemissionen sind die Industrie sowie Haushalte und Kleinverbrauch (Tabelle 10, Abbildung 8).

Im Sektor **Energiewirtschaft** wurden in Hagen 2017 0,07 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht 5,4 % der THG-Emissionen der Stadt. 77 % der Emissionen der Energiewirtschaft entstammt der Müllverbrennungsanlage Hagen. Einziges berichtspflichtiges Kraftwerk der kreisfreien Stadt ist das Heizkraftwerk Hagen-Kabel, das mit Restemissionen in Höhe von rund 0,0004 Mio. t CO_{2eq} nur etwa 0,7 % der Emissionen dieses Sektors verursacht. Das Kraftwerk wurde im Jahr 2016 stillgelegt (BUNDESNETZAGENTUR 2019).

Tabelle 10: Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Hagen im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	1.122	36	12	34	1.204	100,0
1A1	Energiewirtschaft	62	1	2	-	65	5,4
1A2/2A-2C	Industrie	362	-	2	-	364	30,2
1A3	Verkehr	374	1	3	-	378	31,4
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	319	1	1	-	321	26,7
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	26	-	-	26	2,2
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	5	-	1	34	40	3,3
3	Landwirtschaft	-	4	2	-	6	0,5
4	Abfall	-	3	1	-	4	0,3

Auf den Sektor **Industrie** gehen nach dem Verkehrssektor die zweithöchsten Emissionen in Hagen zurück. Im Jahr 2017 beliefen sich die Emissionswerte auf ca. 0,4 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 30,2 % der Gesamtemissionen der Stadt. Der Großteil der Emissionen dieses Sektors (99,3 %) sind energiebedingte Emissionen, 0,7 % sind prozessbedingt. Größter Emittent mit 0,2 Mio. t CO_{2eq} ist die Eisen und Stahlindustrie mit Warmwalzwerken und Drahtstraßen der Thyssenkrupp Hohenlimburg oder der Deutsche Edelstahlwerke Specialty Steel GmbH & Co. KG. Weitere 0,1 Mio. t CO_{2eq} trägt die Zellstoff, Papier und Druckindustrie mit Anlagen zur Papierherstellung der Kabel Premium Pulp & Paper GmbH zu den Gesamtemissionen der Stadt Hagen bei. Geringere Emissionsmengen in Höhe von 0,04 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verarbeitung Nichtmetallischer Minerale in der RHI-Steinfabrik freigesetzt.

Dem **Verkehrssektor** entstammen 2017 mit 0,4 Mio. t CO_{2eq} die meisten THG-Emissionen in Hagen. Das entspricht 31,4 % der Gesamtemissionen der Stadt. Hauptemittent ist mit 0,36 Mio. t CO_{2eq}, bzw. einem Anteil von rund 97 % der Straßenverkehr. Mit der A 1, A 45 und A 46 verlaufen Bundesautobahnen mit einer Gesamtlänge von 32,7 km auf Hagener Stadtgebiet. Zudem durchqueren die Bundesstraßen B 7, B 54 und B 226 mit einer Gesamtstrecke von 41,0 km die Stadt. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren Anfang 2018 in Hagen 111.382 Kraftfahrzeuge zugelassen, davon waren 95.817, also rund 86 %, Personenkraftwagen. Fahrzeuge mit Benzinmotor stellten mit rund 71 % den größten Anteil der Fahrzeuge im Bereich der Personenkraftwagen, gefolgt von Fahrzeugen mit Dieselmotor (27 %). 102 Fahrzeuge hatten einen Elektro- sowie 421 Fahrzeuge einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Stadt Hagen

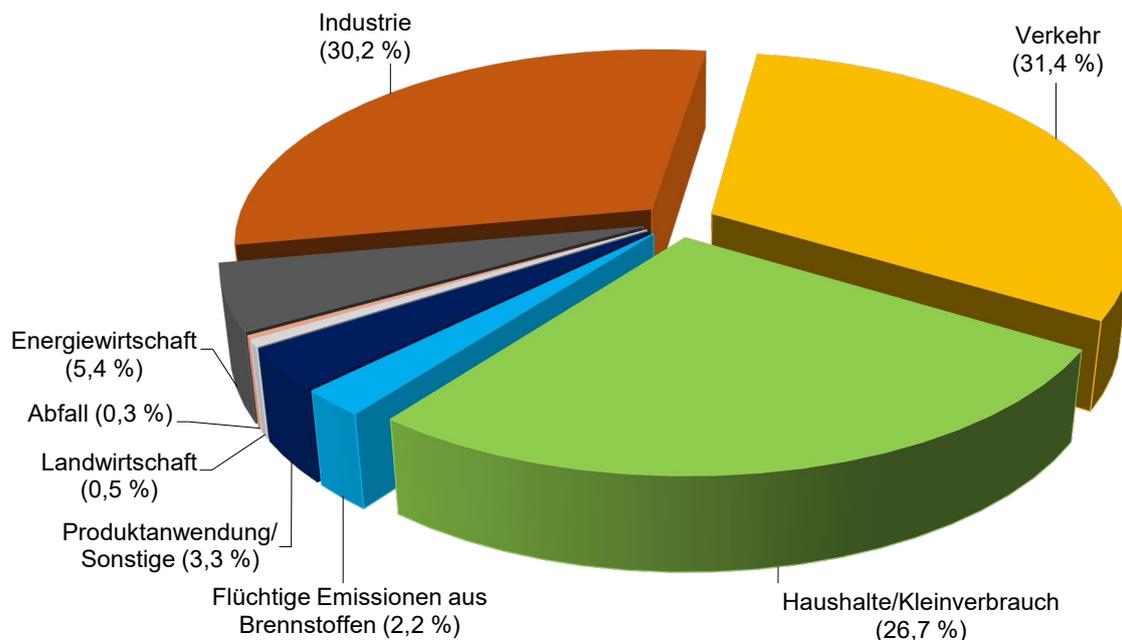


Abbildung 8: Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Hagen im Jahr 2017 (insgesamt 1,2 Mio. t CO_{2eq})

Hagen ist ein bedeutender Eisenbahnknotenpunkt in Deutschland. Der Hauptbahnhof ist ein wichtiger Fern-, Regional- und S-Bahnhof im südöstlichen Ruhrgebiet. Im Güterverkehr zählt der Bahnhof Hagen-Vorhalle zu den größten Rangierbahnhöfen in Deutschland (VM NRW 2019).

Die Emissionen im Schienenverkehr belaufen sich 2017 auf 0,003 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,7 % der Emissionen des Verkehrssektors.

Im Flug- und Schiffsverkehr sind in Hagen keine Emissionen zu verzeichnen. Die Stadt ist nicht an das Bundeswasserstraßennetz angeschlossen und besitzt auch keine Luftverkehrs-anbindung.

Der Offroad-Verkehr hat mit 0,009 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 2,4 % an den Emissionen des Verkehrssektors. Hauptemittenten sind Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen.

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,3 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 26,7 % an den Gesamtemissionen der Stadt. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Ende 2018 hatte Hagen 188.814 Einwohner (IT.NRW 2020). Seit den 1990er Jahren zeigt sich eine negative Einwohnerentwicklung in der Stadt. Die BERTELSMANN STIFTUNG sagt in ihrem 2006 publizierten „Wegweiser Demographischer Wandel 2020“ für Hagen einen Bevölkerungsrückgang zwischen 2003 und 2020 um 11,0 % voraus. Rund 22 % der Stadtfläche werden als Gebäude- und Betriebsfläche genutzt, rund 19 % sind der landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt (IT.NRW 2019c).

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** bestehen in Hagen nahezu vollständig aus Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft (Sektor 1B2). Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Dies entspricht etwa 2,2 % der Gesamtemissionen der Stadt. Etwa 0,0001 Mio. t CO_{2eq} werden aus den sechs stillgelegten Bergwerken auf Hagener Stadtgebiet freigesetzt (MÄRKER 2018).

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren in Hagen 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,04 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 3,3 % der Gesamtemissionen der Stadt. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Im Sektor **Landwirtschaft** werden mit 0,007 Mio. t CO_{2eq} etwa 0,5 % der Gesamtemissionen Hagens emittiert. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind in Hagen 57 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 1.846 ha ansässig. Etwa 28 % werden als Ackerland genutzt, rund 69 % sind Dauergrünland. Aus der Bodennutzung entstammen mit 0,002 Mio. t CO_{2eq} etwa 34,3 % der THG-Emissionen dieses Sektors. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas. Durch die Haltung von Nutztieren entstehen rund 0,004 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 65,7 % der Landwirtschafts-Emissionen. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Gülle-Management. In Hagen wird in insgesamt 42 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 24 Betriebe mit Rinderhaltung, fünf Betriebe mit Schweinehaltung und drei Betriebe mit Schafhaltung.

Im Sektor **Abfall** entstehen 2017 in Hagen mit Emissionen in Höhe von rund 0,004 Mio. t CO_{2eq} etwa 0,3 % der Gesamtemissionen der Stadt. Etwa 60 % der Emissionen dieses Sektors entfallen auf die Abwassereinigung. Das entspricht THG-Emissionen in Höhe von 0,002 Mio. t CO_{2eq}. Weitere 40 % entstehen mit 0,002 Mio. t CO_{2eq} im Bereich biologischen Abfallbehandlung.

2.2.4 Stadt Hamm

In der kreisfreien Stadt Hamm wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 4,2 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war die Energiewirtschaft (Tabelle 11, Abbildung 9).

Im Sektor **Energiewirtschaft** waren in Hamm im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 3,4 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht 80,7 % der THG-Emissionen der Stadt. Größter Emittent ist das Kraftwerk Westfalen mit einer Feuerungswärmeleistung von 1.740 MW (BUNDESNETZAGENTUR 2019, Abbildung 10). Etwa 79 % der Emissionen der Energiewirtschaft entstammen somit der Steinkohleverstromung. Weitere 13 % werden durch das Trianel Gaskraftwerk Hamm verursacht. Geringe Mengen an Emissionen (0,2 %) entstehen in der Fernwärmeversorgung. Der Müllverbrennungsanlage Hamm sind 3,7 % der Emissionen der Energiewirtschaft zuzurechnen. Durch die Mingas-Power GmbH wird in Hamm ein Grubengaskraftwerk sowie eine Grubengasnutzungsanlage betrieben. Diesen Anlagen sind weitere 2,3 % der Emissionen dieses Sektors zuzuschreiben.

Tabelle 11: Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Hamm im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	4.112	65	41	32	4.250	100,0
1A1	Energiewirtschaft	3.406	7	17	-	3.430	80,7
1A2/2A-2C	Industrie	45	-	-	-	45	1,1
1A3	Verkehr	349	1	3	-	353	8,3
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	307	1	1	-	309	7,3
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	26	-	-	26	0,6
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	5	-	1	32	38	0,9
3	Landwirtschaft	-	27	18	-	45	1,1
4	Abfall	-	3	1	-	4	0,1

In der **Industrie** entsteht in Hamm im Jahr 2017 eine vergleichsweise geringe Menge an THG-Emissionen von ca. 0,05 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 1,1 % der Gesamtemissionen der Stadt. Die Emissionen dieses Sektors sind ausschließlich energiebedingt. Größter Emittent ist die chemische Industrie. Kraftwerke von Unternehmen wie der DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH sind für rund 68 % der industriellen Emissionen verantwortlich. Das entspricht etwa 0,03 Mio. t CO_{2eq}. Geringere Emissionsmengen entstehen mit 0,003 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 0,002 Mio. t CO_{2eq} bei der Verarbeitung nichtmetallischer Minerale (beispielsweise in Asphaltmischanlagen) sowie in der Nahrungsmittelindustrie.

Dem **Verkehrssektor** sind im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 0,4 Mio. t CO_{2eq} zuzuschreiben. Das entspricht 8,3 % der Gesamtemissionen der Stadt Hamm. Hauptemittent ist mit 0,34 Mio. t CO_{2eq}, bzw. einem Anteil von rund 97 % der Straßenverkehr. Hamm liegt zwischen

den Bundesautobahnen A 1 (Heiligenhafen - Saarbrücken) und A 2 (Oberhausen-Berlin). Zusätzlich verläuft die Bundesstraße 63 durch das Stadtgebiet. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren Anfang 2018 in Hamm 108.709 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon waren rund 87 % also 94.609 Personenkraftwagen. Fahrzeuge mit Benzinmotor stellten mit rund 69 % den größten Anteil der Fahrzeuge im Bereich der Personenkraftwagen, gefolgt von Fahrzeugen mit Dieselmotor (29 %). 71 Fahrzeuge hatten einen Elektro- sowie 303 Fahrzeuge einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Stadt Hamm

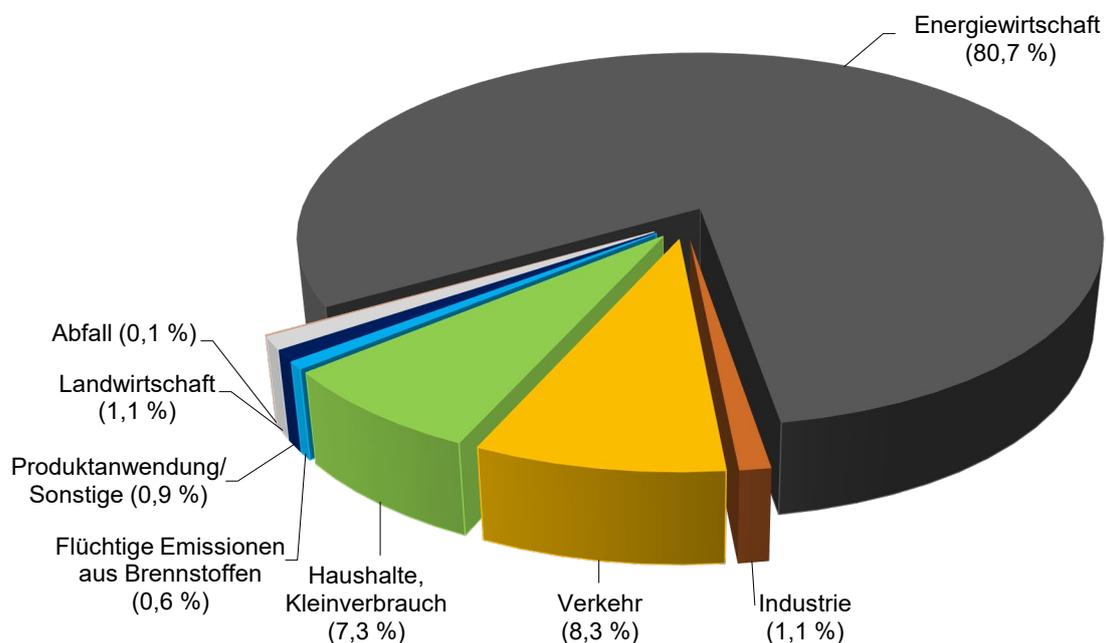


Abbildung 9: Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Hamm im Jahr 2017 (insgesamt 4,2 Mio. t CO_{2eq})

Die Emissionen im Schienenverkehr belaufen sich 2017 auf 0,002 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,5 % der Emissionen des Verkehrssektors. Hamm ist einer der großen deutschen Eisenbahnknotenpunkte. Hier laufen die Bahnstrecken aus Dortmund, Hagen, Minden, Münster und Warburg zusammen. Mit der Strecke Oberhausen–Osterfeld sowie der Nebenstrecke der Werne-Bockum-Höveler-Eisenbahn kreuzen zwei bedeutende Güterverkehrswege das Stadtgebiet. Der Rangierbahnhof und Güterbahnhof Hamm war früher der Größte Europas, ist heute jedoch größtenteils stillgelegt (MEINOLD 2004).

Im Flugverkehr sind in Hamm keine Emissionen zu verzeichnen. Die Stadt besitzt keine Luftverkehrsanbindung.

Hamm ist Endpunkt des Datteln-Hamm-Kanals. Der Stadthafen Hamm, der Kanalendhafen Untrop und der Hafen des Gersteinwerks liegen innerhalb des Stadtgebiets. Der Stadthafen

ist nach dem Dortmunder Hafen der zweitgrößte öffentliche Kanalhafen Deutschlands (STADT HAMM 2020, WSV 2019). Die Emissionen des Schiffsverkehrs belaufen sich 2017 auf 0,001 Mio. t CO_{2eq}.

Der Offroad-Verkehr trägt mit 0,01 Mio. t CO_{2eq} rund 2,8 % zu den Emissionen des Verkehrssektors bei. Hier spielen Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen eine Rolle.



Abbildung 10: Aus dem kohlebefeuerten Großkraftwerk Westfalen der RWE Power AG entstammen 79 % der Emissionen der kreisfreien Stadt Hamm im Sektor Energiewirtschaft. Es sind nicht mehr alle Blöcke in Betrieb (Quelle: Adobe Stock/Sid10).

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,3 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 7,3 % an den Gesamtemissionen der Stadt. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Ende des Jahres 2017 waren in Hamm 181.002 Einwohner gemeldet. In diesem Jahr übersteigt die Anzahl der Fortgezogenen erstmals die Anzahl der Zugezogenen. Insgesamt zeigt die Einwohnerentwicklung der Stadt über die vergangenen Jahrzehnte eine gleichbleibende Tendenz. Die Anzahl der Haushalte in Hamm nimmt kontinuierlich zu. Waren 2016 noch 88.028 Haushalte gemeldet, wurden 2017 88.116 Haushalte registriert. Seit 2007 ist die Anzahl der Haushalte um 7 % gestiegen (STADT HAMM 2017). Rund 21 % der Stadtfläche wird als Gebäude- und Betriebsfläche genutzt (IT.NRW 2019d).

Der Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** wird in Hamm vollständig von Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft (Sektor 1B2) dominiert. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der

Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Dies entspricht etwa 0,6 % der Gesamtemissionen der Stadt. Etwa 0,00008 Mio. t CO_{2eq} werden aus den fünf stillgelegten Bergwerken auf Hammer Stadtgebiet freigesetzt (MÄRKER 2018).

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren in Hamm 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,04 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 0,9 % der Gesamtemissionen der Stadt. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Die Emissionen der **Landwirtschaft** in Hamm belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,05 Mio. t CO_{2eq}. In diesem Sektor werden somit etwa 1,1 % der Gesamtemissionen der Stadt emittiert. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind in Hamm 245 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 11.199 ha ansässig. Als Ackerfläche sind 8.898 ha ausgewiesen, 2.262 ha als Dauergrünland. Rund 59 % der Emissionen dieses Sektors sind auf die Haltung von Nutztieren zurückzuführen. Bei den Emissionen in Höhe von rund 0,03 Mio. t CO_{2eq} handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Gülle-Management. In Hamm wird in insgesamt 182 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 103 Betriebe mit Rinderhaltung, 75 Betriebe mit Schweinehaltung und 17 Betriebe mit Schafhaltung. Weitere 0,02 Mio. t CO_{2eq} entstammen der Bodennutzung. Das entspricht rund 41 % der THG-Emissionen dieses Sektors. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas.

Im Sektor **Abfall** entstehen 2017 in Hamm Emissionen in Höhe von rund 0,004 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,1 % der Gesamtemissionen der Stadt. Etwa 0,002 Mio. t CO_{2eq}, d. h. rund 55 % der Emissionen dieses Sektors entfallen auf die Abwassereinigung. Weitere 0,001 Mio. t CO_{2eq} entstehen jeweils in der biologischen Abfallbehandlung und bei der Depositionierung von Abfall.

2.2.5 Stadt Herne

In der kreisfreien Stadt Herne wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 2,5 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war die Energiewirtschaft. Weitere Sektoren mit einem bedeutenden Anteil an den Gesamtemissionen sind die Industrie, der Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbrauch (Tabelle 12, Abbildung 11).

Im Sektor **Energiewirtschaft** waren in Herne im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 1,6 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht 63,5 % der THG-Emissionen der Stadt. Rund 98 % der Emissionen werden durch das Heizkraftwerk Herne sowie durch das Heizwerk Shamrock verursacht. Vergleichsweise geringe Emissionen entstehen zusätzlich bei der Verbrennung von Erd- und Grubengas in verschiedenen Blockheizkraftwerken der Stadtwerke. Diese machen etwa 1,1 % der Emissionen der Energiewirtschaft aus. Weitere Emissionen dieses Sektors (0,4 %) sind auf die Herstellung fester Brennstoffe in Kohlentrocknungsanlagen zurückzuführen.

Dem Sektor **Industrie** entstammen im Jahr 2017 13,3 % der Gesamtemissionen der Stadt Herne. Bei den 0,3 Mio. t CO_{2eq} handelt es sich ausschließlich um energiebedingte Emissionen. Hauptemittent ist mit Unternehmen wie der Evonik Degussa GmbH und der INEOS Solvents Germany GmbH die chemische Industrie (Sektor 1A2c). Dieser Industriezweig verursacht in Herne über 99 % der industriellen Gesamtemissionen.

Tabelle 12: Treibhausgasemissionen der kreisfreien Stadt Herne im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	2.397	32	12	28	2.469	100,0
1A1	Energiewirtschaft	1.559	2	6	-	1.567	63,5
1A2/2A-2C	Industrie	327	-	1	-	328	13,3
1A3	Verkehr	256	1	2	-	259	10,5
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	251	-	-	-	251	10,2
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	26	-	-	26	1,1
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	4	-	1	28	33	1,3
3	Landwirtschaft	-	1	1	-	2	0,1
4	Abfall	-	2	1	-	3	0,1

Dem **Verkehrssektor** sind im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von rund 0,3 Mio. t CO_{2eq} zuzuschreiben. Das entspricht 10,5 % der Gesamtemissionen der Stadt Herne. Hauptemittent ist mit 0,25 Mio. t CO_{2eq} bzw. einem Anteil von rund 95 % der Straßenverkehr. In Herne kreuzen sich die Bundesautobahnen A 42 (Kamp-Lintfort–Dortmund) und A 43 (Münster–Wuppertal). Ferner führt die Bundesstraße 226 Bochum-Gelsenkirchen durch das westliche Stadtgebiet.

Die Gesamtlänge des Herner Straßennetzes beträgt 390 km (STÄDTE-VERLAG E. V. WAGNER & J. MITTERHUBER GMBH 2020). Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren Anfang 2018 in Herne 86.874 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon waren 75.676 Personenkraftwagen (87 %). Mit einem Anteil von 75 % stellten Fahrzeuge mit Benzinmotor die Mehrheit im Bereich der Personenkraftwagen dar, gefolgt von Fahrzeugen mit Dieselmotor (23 %). Mit einem Elektroantrieb waren 40 Fahrzeuge ausgestattet, 289 Fahrzeuge hatten einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Herne verfügt nach dem Zusammenschluss der ehemals eigenständigen Städte Herne und Wanne-Eickel über zwei Bahnhöfe und ist über diese an den Regional- und Fernverkehr angeschlossen. Die Emissionen im Schienenverkehr belaufen sich 2017 auf 0,004 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 1,6 % der Emissionen des Verkehrssektors.

Im Flugverkehr sind in Herne keine Emissionen zu verzeichnen. Die Stadt besitzt keine Luftverkehrsanbindung.

Die Emissionen des Schiffsverkehrs belaufen sich 2017 auf 0,001 Mio. t CO_{2eq}. Herne besitzt mehrere Binnenhäfen am Rhein-Herne-Kanal mit Verbindung zum Rhein und über den Dortmund-Ems-Kanal zur Ems und zum Mittellandkanal (WSV 2020). Die Emissionen der Schifffahrt machen rund 0,5 % der Emissionen des Verkehrssektors aus.

Auf den Offroad-Verkehr gehen mit 0,006 Mio. t CO_{2eq} rund 2,5 % der Emissionen des Verkehrssektors zurück. Hier sind Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen von Bedeutung.

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Stadt Herne

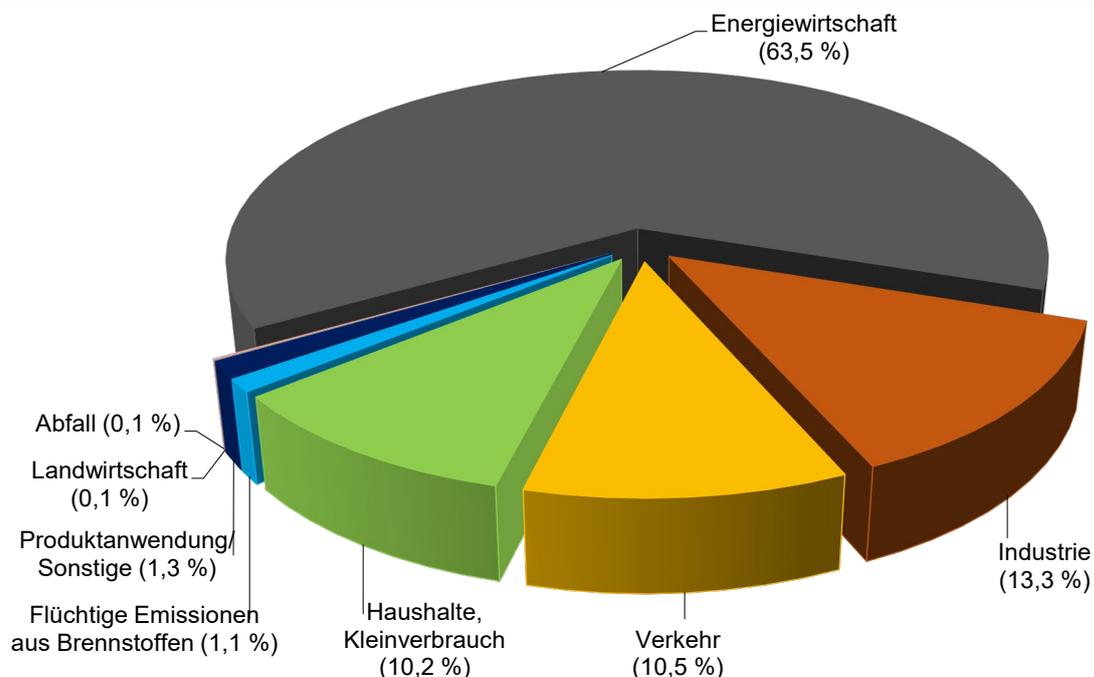


Abbildung 11: Verteilung der Gesamtemissionen in der kreisfreien Stadt Herne im Jahr 2017 (insgesamt 2,5 Mio. t CO_{2eq})

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,3 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 10,2 % an den Gesamtemissionen der Stadt. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Ende 2018 waren in Herne 156.374 Einwohner gemeldet (IT.NRW 2019e). Nachdem die Bevölkerung bis in die Anfänge des Jahrtausends stetig abnahm, zeigt die Einwohnerentwicklung der Stadt über die vergangenen Jahre eine leicht positive Tendenz (BERTELSMANN STIFTUNG 2017a). Im Jahr 2018 verteilte sich die Bevölkerung auf 79.140 Haushalte.

Bei der Mehrzahl (56,0 %) handelte es sich um Mehrpersonenhaushalte. Von den 23.756 registrierten Wohngebäuden beinhalteten etwa 54 % ein bis zwei Wohneinheiten, bei 46 % handelte es sich um Mehrfamilienhäuser (STADT HERNE 2019). Etwa 45 % der Stadtfläche sind Gebäude-, Betriebs- und Freifläche (IT.NRW 2019f).

Der Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** wird in Herne nahezu vollständig von Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft (Sektor 1B2) dominiert. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Dies entspricht etwa 1,1 % der Gesamtemissionen der Stadt. In Herne finden keine aktiven bergbaulichen Tätigkeiten mehr statt. Etwa 0,0002 Mio. t CO_{2eq} werden aus den zehn stillgelegten Bergwerken auf Herner Stadtgebiet freigesetzt. Bekannt sind heute unter anderem noch die Zechen Friedrich der Große, Mont Cenis, Hannibal, Vereinigte Constantin der Große und Unser Fritz (MÄRKER 2018, Abbildung 12).



Abbildung 12: Aus stillgelegten Steinkohlezechen sowie bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas werden rund 1,1 % der Gesamtemissionen der Stadt Herne emittiert. Auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Mont Cenis steht heute ein Schulungszentrum (Quelle: LANUV/Katharina Filz).

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren in Herne im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,03 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 1,3 % der Gesamtemissionen der Stadt. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Die Emissionen der **Landwirtschaft** belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,002 Mio. t CO_{2eq}. In diesem Sektor entstehen somit mit etwa 0,1 % der Gesamtemissionen, neben dem Abfall, die geringsten Emissionen innerhalb der Stadt Herne. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind in Herne 15 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 482 ha ansässig. Davon sind etwa 81 % Agrarland. Rund 56 % der Emissionen dieses Sektors entstammen der Bodennutzung. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas. Weitere 44 % der Emissionen sind auf die Haltung von Nutztieren zurückzuführen. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Güllemanagement. In Herne wird in insgesamt 12 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind vier Betriebe mit Rinderhaltung, fünf Betriebe mit Schweinehaltung und zwei Betriebe mit Schafhaltung.

Im Sektor **Abfall** entstehen im Jahr 2017 in Herne Emissionen in Höhe von rund 0,003 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,1 % der Gesamtemissionen der Stadt. Mit etwa 0,002 Mio. t CO_{2eq} entfällt der Großteil der Emissionen dieses Sektors (66 %) auf die Abwassertreinigung. Weitere 0,001 Mio. t CO_{2eq} entstehen in der biologischen Abfallbehandlung.

2.2.6 Ennepe-Ruhr-Kreis

Im Ennepe-Ruhr-Kreis wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 1,7 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittenten waren Haushalte und Kleinverbraucher sowie der Verkehrssektor (Tabelle 13, Abbildung 13).

Tabelle 13: Treibhausgasemissionen im Ennepe-Ruhr-Kreis im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	1.571	74	28	58	1.731	100,0
1A1	Energiewirtschaft	197	1	1	-	199	11,5
1A2/2A-2C	Industrie	149	-	1	-	150	8,6
1A3	Verkehr	590	1	5	-	596	34,5
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	626	2	1	-	629	36,3
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	33	-	-	33	1,9
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	9	-	1	58	68	3,9
3	Landwirtschaft	-	32	17	-	49	2,9
4	Abfall	-	5	2	-	7	0,4

Im Sektor **Energiewirtschaft** wurden im Ennepe-Ruhr-Kreis im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 0,2 Mio. t CO_{2eq} registriert. Das entspricht 11,5 % der THG-Emissionen des Landkreises. Hauptemittent dieses Sektors ist das Cuno-Heizkraftwerk Herdecke, das rund 97 % zu den Emissionen der Energiewirtschaft beiträgt.

Dem Sektor **Industrie** werden etwa 8,6 % der Gesamtemissionen des Kreises zugeordnet. Im Jahr 2017 wurden 0,2 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Dabei handelt es sich ausschließlich um energiebedingte Emissionen. Mit Vertretern wie der Deutsche Edelstahlwerke Specialty Steel GmbH & Co. KG gehen 52 % der Emissionen dieses Sektors zu Lasten der Eisen und Stahlindustrie. Weitere bedeutende Emittenten sind die chemische Industrie (20 %) sowie die Papierherstellung (13 %).

Dem **Verkehrssektor** sind im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von rund 0,6 Mio. t CO_{2eq} zuzuschreiben. Das entspricht 34,5 % der Gesamtemissionen des Ennepe-Ruhr-Kreises. Hauptemittent ist mit 0,58 Mio. t CO_{2eq}, bzw. einem Anteil von rund 96 % der Straßenverkehr. Durch das Kreisgebiet verlaufen die Bundesautobahnen A 1, A 43, A 44 und A 46 mit mehreren Anschlussstellen sowie 17 Kreisstraßen. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren Anfang 2018 im Ennepe-Ruhr-Kreis 229.022 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon waren 194.674 Personenkraftwagen (85 %). Mit einem Anteil von 60 % stellten Fahrzeuge mit Benzinmotor die Mehrheit im Bereich der Personenkraftwagen dar, gefolgt von Fahrzeugen mit Dieselmotor (23 %). 169 Fahrzeuge waren mit einem Elektroantrieb ausgestattet, 823 Fahrzeuge hatten einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Ennepe-Ruhr-Kreis

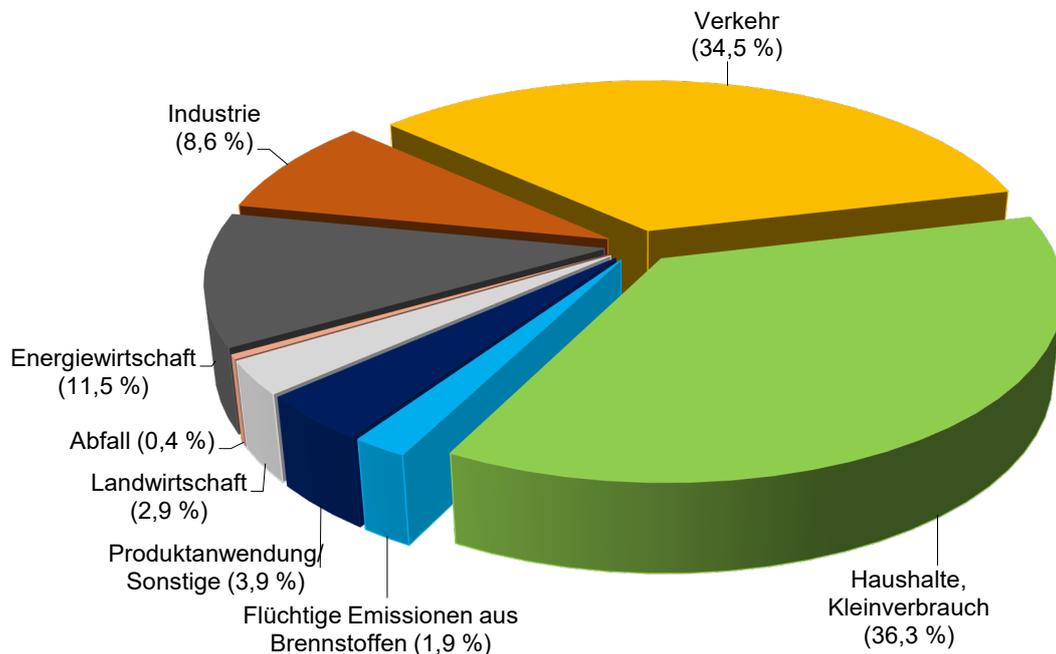


Abbildung 13: Verteilung der Gesamtemissionen im Ennepe-Ruhr-Kreis im Jahr 2017
(insgesamt 1,7 Mio. t CO_{2eq})

Fast alle Städte des Kreises sind an den Schienenpersonennahverkehr angeschlossen. Die Emissionen dieses Subsektors belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,0005 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,08 % der Emissionen des Verkehrssektors.

Im Flug- sowie Schiffsverkehr sind im Ennepe-Ruhr-Kreis keine Emissionen zu verzeichnen. Der Kreis ist nicht an das Bundeswasserstraßennetz angeschlossen und besitzt auch keine Luftverkehrsanbindung.

Rund 3,5 % der Emissionen des Verkehrssektors gehen mit 0,02 Mio. t CO_{2eq} auf den Offroad-Verkehr zurück. Hier sind Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen von Bedeutung.

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,6 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 36,3 % den größten Anteil an den Gesamtemissionen des Ennepe-Ruhr-Kreises. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Seit dem Jahr 2000 nimmt die Einwohnerzahl des Kreises vor allem auf Grund des demografischen Wandels kontinuierlich ab. Zum Ende des Jahres 2018 waren 324.296 Einwohner gemeldet (IT.NRW 2019e). 10,6 % des Kreisgebietes besteht aus Wohnbebauung, 2,6 % stehen Gewerbe und Industrie zur Verfügung (GUTACHTERAUSSCHUSS FÜR GRUNDSTÜCKSWERTE IM ENNEPE-RUHR-KREIS MIT DER STADT WITTEN 2020).

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** verteilen sich im Ennepe-Ruhr-Kreis auf Emissionen fester Brennstoffe (21 %) und Emissionen der Öl- und

Gaswirtschaft (79 %). Zusammen sind sie für 0,03 Mio. t CO_{2eq} verantwortlich. Dies entspricht etwa 1,9 % der Gesamtemissionen des Kreises. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Im Ennepe-Ruhr-Kreis sind etwa 422 stillgelegte Bergwerke registriert (MÄRKER 2018). Durch Grubengasemissionen sind weitere Emissionen in Höhe von 0,007 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen.

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren im Ennepe-Ruhr-Kreis im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,07 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 3,9 % der Gesamtemissionen. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Die Emissionen der **Landwirtschaft** belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,05 Mio. t CO_{2eq}. In diesem Sektor entstehen damit 2,9 % der Gesamtemissionen des Ennepe-Ruhr-Kreises. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind dort 321 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 11.061 ha ansässig. Nur rund 35 % werden als Ackerland genutzt, 7.077 ha sind Dauergrünland. Mit 0,03 Mio. t CO_{2eq} stammen 64 % der Emissionen dieses Sektors aus der Haltung von Nutztieren. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Gülle-Management. Im Ennepe-Ruhr-Kreis wird in insgesamt 263 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 168 Betriebe mit Rinderhaltung, 19 Betriebe mit Schweinehaltung und 46 Betriebe mit Schafhaltung. 36 % der Emissionen des landwirtschaftlichen Sektors entstammen der Bodennutzung. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas.

Im Sektor **Abfall** entstehen im Jahr 2017 im Ennepe-Ruhr-Kreis Emissionen in Höhe von rund 0,007 Mio. t CO_{2eq}. Das ist mit 0,4 % der geringste Teil der Gesamtemissionen des Kreises. 57 % der Emissionen dieses Sektors entfallen mit etwa 0,004 Mio. t CO_{2eq} auf die Abwassereinigung. Weitere 0,002 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 33 % der Emissionen entstehen in der biologischen Abfallbehandlung. Ein Anteil von 0,001 Mio. t CO_{2eq} (10 %) geht zu Lasten von Abfalldeponien.

2.2.7 Hochsauerlandkreis

Im Hochsauerlandkreis wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 2,3 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war die Industrie. Weitere Sektoren mit einem bedeutenden Anteil an den Gesamtemissionen sind Haushalte und Kleinverbrauch sowie der Verkehr (Tabelle 14, Abbildung 14).

Im Sektor **Energiewirtschaft** wurden im Hochsauerlandkreis im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 0,06 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht 2,8 % der THG-Emissionen des Landkreises. Hauptemittent dieses Sektors ist das WEPA-Heizkraftwerk in Marsberg, das zu rund 97 % zu den Emissionen beiträgt.

Tabelle 14: Treibhausgasemissionen im Hochsauerlandkreis im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	1.923	244	85	47	2.299	100,0
1A1	Energiewirtschaft	63	1	-	-	64	2,8
1A2/2A-2C	Industrie	728	1	3	-	732	31,9
1A3	Verkehr	478	1	6	-	485	21,1
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	647	3	2	-	652	28,4
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	26	-	-	26	1,1
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	7	-	1	47	55	2,4
3	Landwirtschaft	-	192	71	-	263	11,4
4	Abfall	-	20	2	-	22	0,9

Im Sektor **Industrie** waren im Hochsauerlandkreis im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 0,7 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Der industrielle Sektor verursacht mit 31,9 % den größten Teil der Gesamtemissionen des Kreises. Mit einem Anteil von rund 78 % überwiegen die energiebedingten Emissionen aus Verbrennungsprozessen, bei rund 22 % handelt es sich um prozessbedingte Emissionen. Im Hochsauerlandkreis sind alle Industriesektoren vertreten. Die Wirtschaft im Kreis ist stark mittelständisch geprägt. Großemittenten mit 0,26 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 0,12 Mio. t CO_{2eq} sind die Zellstoff, Papier und Druckindustrie sowie die Herstellung Nichtmetallischer Minerale. Zusammen sind diese beiden Sektoren für rund 51 % der industriellen Emissionen verantwortlich.

Mit Unternehmen wie der WEPA Hygieneprodukte GmbH und der Reno De Medici Arnsberg GmbH sind große Papierfabriken im Hochsauerland ansässig. Kalkwerke der Lhoist Western Europe - Rheinkalk GmbH sowie Werke zur Herstellung von Hohlglas der Ritzenhoff AG dominieren die Emissionswerte im Bereich der Herstellung Nichtmetallischer Minerale. Auf diese Produktionslinien gehen auch die Prozessemissionen in Höhe von 0,2 Mio. t CO_{2eq} im Bereich der Kalk- und Glasherstellung zurück. Drittgrößter Emittent ist mit 0,06 Mio. t CO_{2eq} die Chemische Industrie z. B. im Bereich der Formaldehyd-Produktion. Die Eisen- und Stahlindustrie

als auch die Verarbeitung von Nichteisen-Metallen bewegen sich mit 0,05 Mio. t CO_{2eq} auf vergleichbarem Niveau. In Arnsberg befindet sich ein Zentrum der Leuchten-Industrie, in Schmallenberg ein Zentrum der Sauerländer Textilindustrie.

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Hochsauerlandkreis

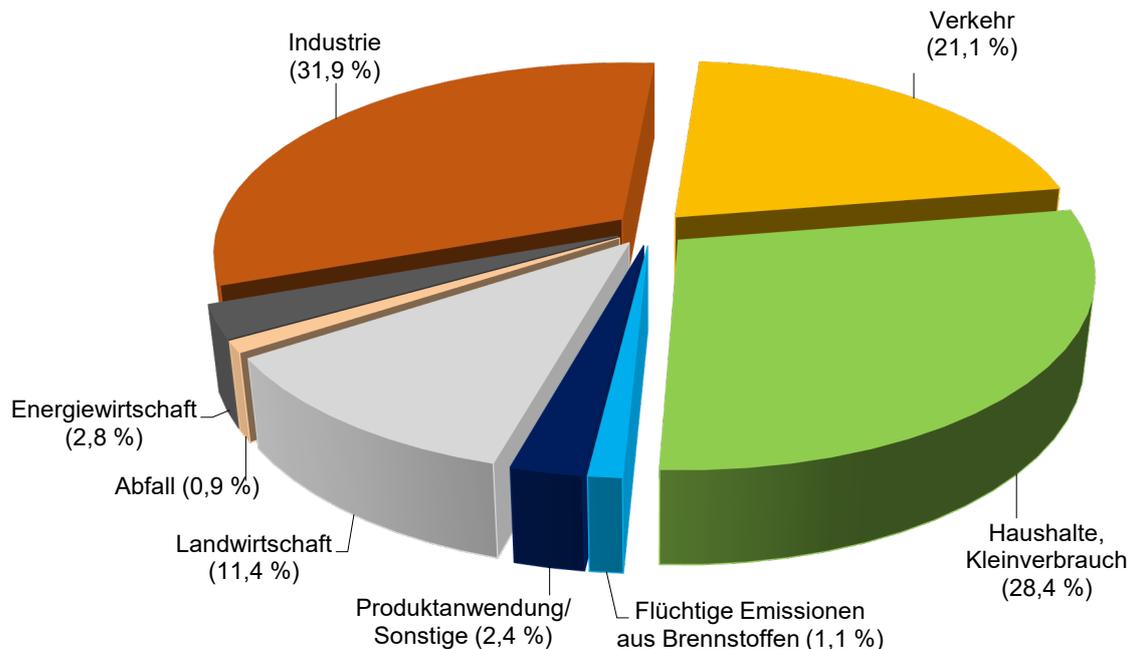


Abbildung 14: Verteilung der Gesamtemissionen im Hochsauerlandkreis im Jahr 2017 (insgesamt 2,3 Mio. t CO_{2eq})

Im **Verkehrssektor** sind 2017 Emissionen in Höhe von rund 0,5 Mio. t CO_{2eq} dokumentiert. Das entspricht 21,1 % der Gesamtemissionen des Hochsauerlandkreises. Hauptemittent ist mit 0,43 Mio. t CO_{2eq}, bzw. einem Anteil von rund 90 % der Straßenverkehr. Mit der A 44, A 46 und der A 445 durchkreuzen drei Bundesautobahnen das Kreisgebiet. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren Anfang 2018 im Hochsauerlandkreis 196.298 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon war mit 83 % der größte Anteil Personenkraftwagen. Von diesen Fahrzeugen besaßen 52 % einen Benzinmotor und 29 % einen Dieselmotor. 120 Fahrzeuge waren mit einem Elektroantrieb ausgestattet, 499 Fahrzeuge hatten einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Die Emissionen des Schienenverkehrs belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,007 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 1,5 % der Emissionen des Verkehrssektors. Den Hochsauerlandkreis durchzieht die Obere Ruhrtalbahn der Bergisch-Märkischen Eisenbahn-Gesellschaft. Von der Hauptstrecke gehen zahlreiche Zweigbahnen ab, um die Nebentäler der Ruhr und des Berglandes zu erschließen. Die Strecke hat eine zentrale Bedeutung für den schienengebundenen Personen- und Güterverkehr des Kreises. Weitere wichtige Güterverkehrslinien verlaufen parallel zur Hauptbahn über den Bahnknotenpunkt im Arnsberger Stadtteil Neheim-Hüsten.

Im Flug- sowie Schiffsverkehr sind im Hochsauerlandkreis keine Emissionen zu verzeichnen. Der Kreis ist nicht an das Bundeswasserstraßennetz angeschlossen und besitzt auch keine Luftverkehrsanbindung.

Rund 8,5 % der Emissionen des Verkehrssektors gehen mit 0,04 Mio. t CO_{2eq} auf den Offroad-Verkehr zurück. Hier spielen Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen eine Rolle.

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,7 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 28,4 % an den Gesamtemissionen des Hochsauerlandkreises. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Zum Ende des Jahres 2017 hatte der Kreis 261.591 Einwohner (IT.NRW 2019g). Auf Grund des demografischen Wandels nimmt die Einwohnerzahl des Kreises kontinuierlich ab. Einer Prognose von IT.NRW folgend geht der Rückgang der Bevölkerung unvermindert weiter. Der Landesbetrieb sagt zwischen 2014 und 2040 einen Bevölkerungsverlust von 16 % voraus (IT.NRW 2015). Als Konsequenz der negativen demographischen Entwicklung sinkt auch die Neubautätigkeit. Der Wohnungsbestand im Hochsauerlandkreis wird – typisch für den ländlichen Raum – mit einem Anteil von bis zu drei Vierteln klar durch Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern mit sehr hoher Eigentumsquote geprägt (LWL 2016).

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** werden im Hochsauerlandkreis vollständig von den Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft dominiert. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Dies entspricht etwa 1,1 % der Gesamtemissionen des Kreises.

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren im Hochsauerlandkreis im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,06 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 2,4 % der Gesamtemissionen. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Der Hochsauerlandkreis ist eine Grünland- und Waldregion. Rund 85 % der Kreisfläche werden land- und forstwirtschaftlich genutzt. Die Emissionen der **Landwirtschaft** belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,3 Mio. t CO_{2eq}. In diesem Sektor entstehen somit etwa 11,4 % der Gesamtemissionen.

Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind im Hochsauerlandkreis 1.341 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 55.352 ha ansässig. Die bergige Hügellandschaft ermöglicht größtenteils Grünlandnutzung und damit die Milchproduktion.

34.367 ha sind Dauergrünland, 17.577 ha werden als Ackerland genutzt. Mit rund 0,2 Mio. t CO_{2eq} stammen 73 % der Emissionen dieses Sektors aus der Haltung von Nutztieren. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Güllema- nagement. Im Hochsauerlandkreis wird in insgesamt 1.123 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 919 Betriebe mit Rinderhaltung, 122 Betriebe mit Schweinehaltung und 127 Betriebe mit Schafhaltung. Ein wichtiger Erwerbszweig im Hochsauerlandkreis ist die nachhaltige Forstwirtschaft. Dem Anbau von Weihnachtsbäumen kommt eine besondere Bedeutung zu.

Seit dem systematischen Anbaubeginn in den 1980er Jahren hat sich das Sauerland mit 18.000 ha Weihnachtsbaumkulturen zum größten Anbaugebiet in Europa entwickelt (Abbildung 15). Mit 0,02 Mio. t CO_{2eq} entstammen 27 % der Emissionen des landwirtschaftlichen Sektors der Bodennutzung. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas.



Abbildung 15: Der Hochsauerlandkreis ist eine Grünland- und Waldregion. In der Landwirtschaft entstehen etwa 11,4 % der Gesamtemissionen des Kreises. Der Anbau von Weihnachtsbäumen ist ein Betriebszweig von besonderer Bedeutung (Quelle: Adobe Stock/galileo120).

Im Sektor **Abfall** entstehen im Jahr 2017 im Hochsauerlandkreis Emissionen in Höhe von rund 0,02 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,9 % der Gesamtemissionen. Etwa 69 % der Emissionen dieses Sektors entfallen auf Abfalldeponien. Das entspricht THG-Emissionen in Höhe von 0,015 Mio. t CO_{2eq}. Mit jeweils 0,003 Mio. t CO_{2eq} entstehen weitere 31 % der Emissionen in der Abwasserreinigung und der biologischen Abfallbehandlung.

2.2.8 Märkischer Kreis

Im Märkischen Kreis wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 3,3 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war die Industrie. Weitere Sektoren mit einem bedeutenden Anteil an den Gesamtemissionen sind Haushalte und Kleinverbrauch sowie der Verkehr (Tabelle 15, Abbildung 16).

Im Sektor **Energiewirtschaft** waren im Jahr 2017 im Märkischen Kreis Emissionen in Höhe von etwa 0,3 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht 9,6 % der THG-Emissionen des Landkreises. Größter Emittent der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung ist das Kraftwerk Werdohl-Elverlingsen mit einer Feuerungswärmeleistung von 1.506 MW (BUNDESNETZAGENTUR 2019). Der Wirbelschichtfeuerungsanlage für Steinkohle und Klärschlamm sind 60 % der Emissionen zuzuschreiben. Weitere 38 % entstehen im Müllheizkraftwerk Iserlohn.

Tabelle 15: Treibhausgasemissionen im Märkischen Kreis im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	2.997	132	58	74	3.261	100,0
1A1	Energiewirtschaft	311	-	3	-	314	9,6
1A2/2A-2C	Industrie	1.101	1	5	-	1.107	33,9
1A3	Verkehr	735	2	8	-	745	22,8
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	839	3	2	-	844	25,9
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	26	-	-	26	0,8
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	11	-	2	74	87	2,7
3	Landwirtschaft	-	89	35	-	124	3,8
4	Abfall	-	11	3	-	14	0,4

Im Sektor **Industrie** wurden im Märkischen Kreis im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 1,1 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Der industrielle Sektor verursacht mit 33,9 % den größten Teil der Gesamtemissionen des Kreises. Das Kreisgebiet wird in erster Linie durch mittelständische Unternehmen geprägt. Mit einem Anteil von rund 87 % überwiegen die energiebedingten Emissionen aus Verbrennungsprozessen, bei rund 13 % handelt es sich um prozessbedingte Emissionen. Mit rund 72 % geht der Großteil der Emissionen dieses Sektors zu Lasten der Herstellung Nichtmetallischer Minerale (Sektor 1A2f, Abbildung 17). Hauptemittent ist eine Anlage zum Brennen von Kalkstein der Lhoist Western Europe - Rheinkalk GmbH. Auch die Prozessemissionen in Höhe von rund 0,1 Mio. t CO_{2eq} sind der Kalkherstellung zuzuordnen. Ein weiterer Industriezweig mit einem bedeutenden Anteil an den industriellen Gesamtemissionen ist die Verarbeitung von Nichteisen-Metallen (Sektor 1A2b). Hier tragen beispielsweise Anlagen zum Legieren von Leichtmetallen mit rund 0,1 Mio. t CO_{2eq} etwa 11 % zu den industriellen Emissionen bei. Der Eisen- und Stahlindustrie sind im Märkischen Kreis weitere 3 % der Emissionen zuzuschreiben. Im Kreisgebiet sind eine Mehrzahl von Walzwerken, Stahlgießereien

und Verzinkungsanlagen zu finden. Mit zusammen rund 0,01 Mio. t CO_{2eq} machen die chemische als auch die Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie nur einen geringen Anteil von 0,9 % aus.

Im **Verkehrssektor** sind im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von rund 0,7 Mio. t CO_{2eq} dokumentiert. Das entspricht 22,8 % der Gesamtemissionen des Märkischen Kreises. Hauptemittent ist mit 0,43 Mio. t CO_{2eq}, bzw. einem Anteil von rund 94 % der Straßenverkehr. Die wichtigste Autobahn im Kreis ist die Bundesautobahn A 45 (Sauerlandlinie), die in Nord-Süd-Richtung den Kreis quert. Im Norden des Kreises verläuft die A 46 in West-Ost-Richtung. Des Weiteren wird der Märkische Kreis von den Bundesstraßen B 7, B 54, B 229, B 233, B 236, B 237 und B 515 durchzogen. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren zu Beginn des Jahres 2018 im Märkischen Kreis 288.949 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon war mit 86 % der größte Anteil Personenkraftwagen. Von diesen Fahrzeugen besaßen 59 % einen Benzinmotor und 25 % einen Dieselmotor. 153 Fahrzeuge waren mit einem Elektroantrieb ausgestattet, 1.159 Fahrzeuge hatten einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Märkischer Kreis

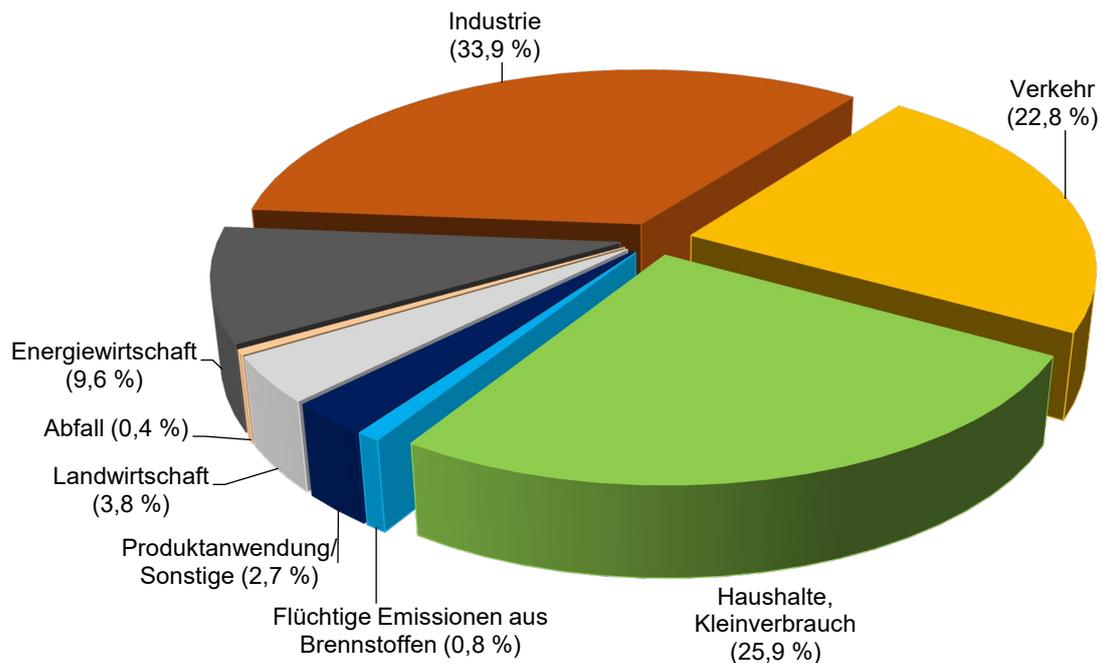


Abbildung 16: Verteilung der Gesamtemissionen im Märkischen Kreis im Jahr 2017 (insgesamt 3,3 Mio. t CO_{2eq})

Die Emissionen des Schienenverkehrs belaufen sich 2017 auf 0,002 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,3 % der Emissionen des Verkehrssektors. Im Märkischen Kreis verkehren zahlreiche Regional- und Regional-Express-Züge. Der Güterverkehr hat nur eine geringe Bedeutung.

Im Flug- sowie Schiffsverkehr sind im Märkischen Kreis keine Emissionen zu verzeichnen. Der Kreis ist nicht an das Bundeswasserstraßennetz angeschlossen und besitzt auch keine Luftverkehrsanbindung.

Rund 6,0 % der Emissionen des Verkehrssektors gehen mit 0,04 Mio. t CO_{2eq} auf den Offroad-Verkehr zurück. Die Emissionsquellen sind im Bereich von Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen zu finden.



Abbildung 17: Die Industrie verursacht den größten Teil der Gesamtemissionen des Märkischen Kreises. Hauptemittent ist die Kalkherstellung (Quelle: Adobe Stock/Frank Wagner).

Mit knapp 1.060 Quadratkilometern Fläche und 412.120 Einwohnern (Stand 2018) ist der Märkische Kreis der zehntgrößte Kreis Deutschlands. Bei etwa 11 % der Kreisfläche handelt es sich um bebaute Fläche, 31 % werden landwirtschaftlich genutzt, 50 % sind Waldfläche (IT.NRW 2019e, MÄRKISCHER KREIS 2019). Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,8 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 25,9 % an den Gesamtemissionen des Märkischen Kreises. Auf Grund des demografischen Wandels nimmt die Einwohnerzahl des Kreises kontinuierlich ab. Die relative Bevölkerungsentwicklung seit 2011 liegt bei -2,2 % (BERTELSMANN STIFTUNG 2017b).

Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf im Märkischen Kreis eher geringer war (Abbildung 2).

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** werden im Märkischen Kreis vollständig von den Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft dominiert. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Dies entspricht etwa 0,8 % der Gesamtemissionen des Kreises.

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren im Märkischen Kreis im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,09 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 2,7 % der Gesamtemissionen. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Mit Emissionen in Höhe von 0,1 Mio. t CO_{2eq} trägt die **Landwirtschaft** einen Anteil von etwa 3,8 % zu den Gesamtemissionen des Märkischen Kreises bei. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind im Kreisgebiet 558 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 24.894 ha ansässig. Etwa 32 % werden als Ackerland genutzt, rund 67 % sind Dauergrünland. Mit rund 0,09 Mio. t CO_{2eq} dominiert die Haltung von Nutztieren zu rund 71 % die Emissionen dieses Sektors. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Gülle-Management. Im Märkischen Kreis wird in insgesamt 469 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 337 Betriebe mit Rinderhaltung, 64 Betriebe mit Schweinehaltung und 47 Betriebe mit Schafhaltung. Mit 0,04 Mio. t CO_{2eq} entstammen 29 % der Emissionen des landwirtschaftlichen Sektors der Bodennutzung. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas.

Im Sektor **Abfall** entstehen im Jahr 2017 im Märkischen Kreis Emissionen in Höhe von rund 0,01 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,4 % der Gesamtemissionen. Mit etwa 39 % entfällt der größte Teil der Emissionen dieses Sektors auf die Abwasserreinigung. Das entspricht THG-Emissionen in Höhe von 0,005 Mio. t CO_{2eq}. Jeweils rund 0,004 Mio. t CO_{2eq} entstehen in der biologischen Abfallbehandlung sowie auf Abfalldeponien.

2.2.9 Kreis Olpe

Im Kreis Olpe wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 1,0 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war der Verkehrssektor. Weitere Sektoren mit einem bedeutenden Anteil an den Gesamtemissionen sind Haushalte und Kleinverbrauch sowie die Industrie (Tabelle 16, Abbildung 18).

Im Sektor **Energiewirtschaft** waren im Jahr 2017 die geringsten Emissionen im Kreis Olpe zu verzeichnen. Sie belaufen sich auf etwa 0,003 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht 0,3 % der THG-Emissionen des Landkreises. Im Kreis Olpe sind keine großen Kraftwerke der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung ansässig. Die geringen Emissionsmengen entstammen kleineren Heiz-, bzw. Blockheizkraftwerken sowie Verbrennungsmotoranlagen an Schulen, Schwimmbädern und einer Siedlungsabfalldeponie.

Im Sektor **Industrie** wurden im Kreis Olpe im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 0,2 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Der industrielle Sektor verursacht damit 21,4 % der Gesamtemissionen des Kreises. Mit rund 68 % überwiegen prozessbedingte Emissionen, 32 % lassen sich auf energiebedingte Emissionen aus Verbrennungsprozessen zurückführen. Der Großteil der energiebedingten Emissionen entsteht mit 0,05 Mio. t CO_{2eq} zu 70 % im Bereich der Eisen- und Stahlindustrie. Weitere 0,01 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 21 % entstammen der Zellstoff, Papier und Druckindustrie. Geringe Emissionsmengen in Höhe von 0,002 Mio. t CO_{2eq} sind auf die Verarbeitung nichtmetallischer Minerale im Bereich der Asphaltherstellung zurückzuführen. Arbeitsvorgänge im Bereich der Kalkherstellung (Sektor 2A2) sind ursächlich für die Prozessemissionen in Höhe von 0,1 Mio. t CO_{2eq}.

Tabelle 16: Treibhausgasemissionen im Kreis Olpe im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	827	96	25	24	972	100,0
1A1	Energiewirtschaft	1	2	-	-	3	0,3
1A2/2A-2C	Industrie	207	-	-	-	207	21,4
1A3	Verkehr	351	-	4	-	355	36,6
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	264	1	1	-	266	27,4
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	26	-	-	26	2,7
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	4	-	1	24	29	2,9
3	Landwirtschaft	-	51	18	-	69	7,1
4	Abfall	-	16	1	-	17	1,8

Im **Verkehrssektor** sind im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von rund 0,4 Mio. t CO_{2eq} dokumentiert. Das sind mit 36,6 % der Gesamtemissionen die höchsten Emissionswerte des Kreises Olpe. Hauptemittent ist mit 0,3 Mio. t CO_{2eq}, bzw. einem Anteil von rund 94 % der Straßenverkehr. Der Kreis wird mit der A 45 und der A 4 von zwei Bundesautobahnen durchquert.

Außerdem führen mit der B 54, B 55, B 236 und B 517 vier Bundesstraßen durch das Kreisgebiet. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren Anfang 2018 im Kreis Olpe 104.676 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon war mit 83 % der größte Anteil Personenkraftwagen. Der größte Anteil der Fahrzeuge im Bereich der Personenkraftwagen war mit rund 54 % Benzin-betrieben, 28 % waren Dieselfahrzeuge. 68 Fahrzeuge hatten einen Elektro-, bzw. 273 Fahrzeuge einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Die Emissionen des Schienenverkehrs belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,001 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,3 % der Emissionen des Verkehrssektors. Der Kreis Olpe mit der Ruhr-Sieg-Strecke und der Bahnstrecke Finnentrop-Freudenberg von zwei Eisenbahnstrecken erschlossen. Der Güterverkehr hat nur eine geringe Bedeutung.

Im Flug- sowie Schiffsverkehr sind im Kreis Olpe keine Emissionen zu verzeichnen. Der Kreis ist nicht an das Bundeswasserstraßennetz angeschlossen und besitzt auch keine Luftverkehrsanbindung.

Auf den Offroad-Verkehr gehen mit 0,02 Mio. t CO_{2eq} rund 5,3 % der Emissionen des Verkehrssektors zurück. Hauptemittenten sind Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen.

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,3 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 27,4 % den zweitgrößten Anteil an den Gesamtemissionen des Kreises Olpe. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Kreis Olpe

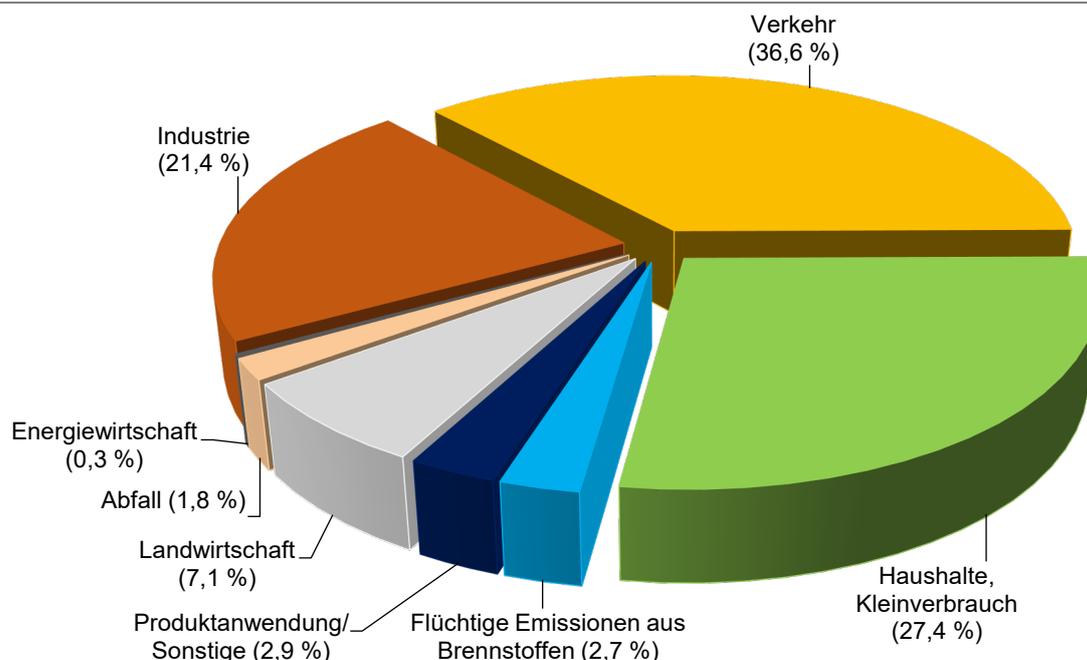


Abbildung 18: Verteilung der Gesamtemissionen im Kreis Olpe im Jahr 2017 (insgesamt 1,7 Mio. t CO_{2eq})

Der Kreis Olpe weist mit ca. 134.775 Einwohnern von allen Kreisen in Nordrhein-Westfalen die niedrigste Bevölkerungszahl auf (IT.NRW 2019e). Die Einwohnerzahl des Kreises nimmt vor allem auf Grund des demografischen Wandels kontinuierlich ab. Die relative Bevölkerungsentwicklung seit 2011 liegt bei -1,0 % (BERTELSMANN STIFTUNG 2017c). Im Kreis Olpe werden nur 6,8 % der Kreisfläche als Gebäude- und Betriebsfläche genutzt. Der überwiegende Teil ist Landwirtschafts- und Waldfläche (IT.NRW 2019h).

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** werden im Kreis Olpe vollständig von den Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft dominiert. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Dies entspricht etwa 2,7 % der Gesamtemissionen des Kreises.

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren im Kreis Olpe im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,03 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 2,9 % der Gesamtemissionen. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Im Sektor **Landwirtschaft** werden im Kreis Olpe im Jahr 2017 0,07 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Die Emissionsmenge liegt bei etwa 7,1 % der Gesamtemissionen. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind im Kreisgebiet 489 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 14.290 ha ansässig. Etwa 10 % werden als Ackerland genutzt, rund 84 % sind Dauergrünland. Mit rund 0,05 Mio. t CO_{2eq} dominiert die Haltung von Nutztieren zu rund 74 % die Emissionen dieses Sektors. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Gülle-Management. Im Kreis Olpe wird in insgesamt 410 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 348 Betriebe mit Rinderhaltung, 25 Betriebe mit Schweinehaltung und 45 Betriebe mit Schafhaltung. Mit 0,02 Mio. t CO_{2eq} entstammen 26 % der Emissionen des landwirtschaftlichen Sektors der Bodennutzung. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas.

Im Sektor **Abfall** entstehen im Jahr 2017 im Kreis Olpe Emissionen in Höhe von rund 0,02 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 1,8 % der Gesamtemissionen. Der größte Anteil der Emissionen dieses Sektors entfällt mit etwa 0,014 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 80 % auf Abfalldeponien. Weitere THG-Emissionen in Höhe von jeweils 0,002 Mio. t CO_{2eq} entstehen in der biologischen Abfallbehandlung sowie bei der Abwasserreinigung.

2.2.10 Kreis Siegen-Wittgenstein

Im Kreis Siegen-Wittgenstein wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 1,7 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittenten waren die Sektoren Haushalte und Kleinverbrauch und Verkehr. Größere Emissionsmengen entstanden zudem in der Industrie (Tabelle 17, Abbildung 19).

Tabelle 17: Treibhausgasemissionen im Kreis Siegen-Wittgenstein im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	1.520	83	31	50	1.684	100,0
1A1	Energiewirtschaft	7	1	1	-	9	0,5
1A2/2A-2C	Industrie	303	-	2	-	305	18,1
1A3	Verkehr	569	1	6	-	576	34,2
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	634	3	1	-	638	37,9
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	26	-	-	26	1,5
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	7	-	1	50	58	3,5
3	Landwirtschaft	-	44	18	-	62	3,7
4	Abfall	-	8	2	-	10	0,6

Im Sektor **Energiewirtschaft** waren im Jahr 2017 im Kreis Siegen-Wittgenstein Emissionen in Höhe von etwa 0,009 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Mit einem Anteil von 0,5 % machen die Emissionen dieses Sektors somit den geringsten Teil der THG-Emissionen des Landkreises aus. Im Kreis Siegen-Wittgenstein sind keine großen Kraftwerke der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung ansässig. Die geringen Emissionsmengen entstammen kleineren Heiz- und Biomasse-Heizkraftwerken örtlicher Energiedienstleister sowie Wärmeezeugungs-, Verbrennungsmotor- und Deponiegasverstromungsanlagen.

Der **Industrie** sind im Jahr 2017 im Kreis Siegen-Wittgenstein Emissionen in Höhe von 0,3 Mio. t CO_{2eq} zuzuschreiben. Das entspricht 18,1 % der Gesamtemissionen des Kreises. Es handelt es sich dabei ausschließlich um energiebedingte Emissionen. Mit Vertretern wie der Deutsche Edelstahlwerke Specialty Steel GmbH & Co. KG und der BGH Edelstahl Siegen GmbH ist die Eisen und Stahlindustrie Hauptemittent dieses Sektors. Rund 91 % der Emissionen gehen zu Lasten von Schmelzbetrieben, Schmiede-, Walz- und Elektrostahlwerken (Abbildung 20). Weitere bedeutende Emittenten sind Asphaltmischanlagen sowie Blähschieferwerke im Bereich der Verarbeitung Nichtmetallischer Minerale (6 %) sowie die Zellstoff-, Papier- und Druckindustrie (2 %).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Kreis Siegen-Wittgenstein

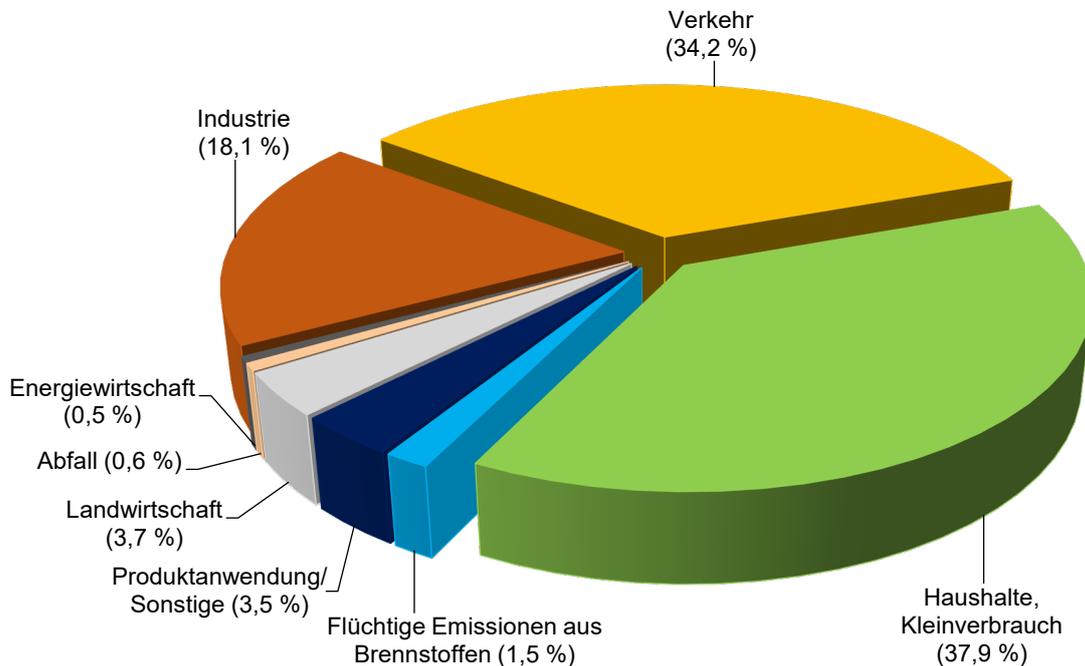


Abbildung 19: Verteilung der Gesamtemissionen im Kreis Siegen-Wittgenstein im Jahr 2017 (insgesamt 1,7 Mio. t CO_{2eq})

Im **Verkehrssektor** sind im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von rund 0,6 Mio. t CO_{2eq} dokumentiert. Das sind mit 34,2 % der Gesamtemissionen die zweithöchsten Emissionswerte des Kreises Siegen-Wittgenstein. Hauptemittent ist mit 0,5 Mio. t CO_{2eq} bzw. einem Anteil von rund 94 % der Straßenverkehr. Der Kreis wird von den Bundesautobahnen A 45 (Sauerlandlinie) und A 4 sowie mehreren Bundesstraßen erschlossen. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren zu Beginn des Jahres 2018 im Kreis Siegen-Wittgenstein 205.982 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon waren 171.487, bzw. 83 % Personenkraftwagen. Der größte Anteil der Fahrzeuge im Bereich der Personenkraftwagen hatte einen Benzinmotor (56 %), 26 % waren Dieselfahrzeuge. 132 Fahrzeuge hatten einen Elektro-, bzw. 749 Fahrzeuge einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Die Emissionen des Schienenverkehrs belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,003 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,9 % der Emissionen des Verkehrssektors. Der Kreis Siegen-Wittgenstein wird von sechs Eisenbahnstrecken durchquert, auf denen im Schienenpersonennahverkehr Regional- sowie Regional-Express-Züge zum Einsatz kommen. Der Güterverkehr hat nur eine geringe Bedeutung.

Im Flug- sowie Schiffsverkehr sind im Kreis Siegen-Wittgenstein keine Emissionen zu verzeichnen. Der Kreis ist nicht an das Bundeswasserstraßennetz angeschlossen und besitzt auch keine Luftverkehrsanbindung.

Auf den Offroad-Verkehr gehen mit 0,03 Mio. t CO_{2eq} rund 5,1 % der Emissionen des Verkehrssektors zurück. Hier sind Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen von Bedeutung.



Abbildung 20: Der Kreis Siegen-Wittgenstein ist historisch durch die Eisenverhüttung und -verarbeitung geprägt. Rund 91 % der industriellen Emissionen gehen auch heute zu Lasten von Schmelzbetrieben, Schmiede- und Walzwerken der Eisen- und Stahlindustrie (Quelle: PantherMedia/Nikitos1977).

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,6 Mio. t CO_{2eq} bzw. 37,9 % den größten Anteil an den Gesamtemissionen des Kreises Siegen-Wittgenstein. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Innerhalb des Kreises sind ca. 278.210 Einwohner ansässig (IT.NRW 2019e). Die relative Bevölkerungsentwicklung seit dem Jahr 2011 ist mit +0,6 % relativ konstant. Bis 2030 wird jedoch eine deutliche Abnahme erwartet (BERTELSMANN STIFTUNG 2017d). Diese wird besonders den ländlichen Raum treffen.

Bei rund 18.177 ha des Kreises handelt es sich um Siedlungs- und Verkehrsfläche. Rund 8 % davon werden als Gebäude- und Betriebsfläche genutzt. Mit rund 83 % ist der größte Anteil der Kreisfläche Landwirtschafts- und Waldfläche (IT.NRW 2019i)

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** werden im Kreis Siegen-Wittgenstein vollständig von den Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft dominiert. Etwa

0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Dies entspricht etwa 1,5 % der Gesamtemissionen des Kreises.

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren im Kreis Siegen-Wittgenstein im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,06 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 3,5 % der Gesamtemissionen. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

In der **Landwirtschaft** entstehen im Kreis Siegen-Wittgenstein im Jahr 2017 0,06 Mio. t CO_{2eq} und damit etwa 3,7 % der Gesamtemissionen. Siegen-Wittgenstein ist der walddreichste Kreis Deutschlands: mit insgesamt 80.000 ha bestehen 71 % der Kreisfläche aus Wald, davon sind 57 % Nadelwald (LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ 2014). Gemäß der Agrarstrukturhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind im Kreisgebiet 589 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 16.306 ha ansässig. Nur rund 5 % der Fläche werden als Ackerland genutzt, 15.468 ha sind Dauergrünland. Die Emissionen der Landwirtschaft werden zu rund 71 % von der Haltung von Nutztieren dominiert. In diesem Bereich entstehen rund 0,04 Mio. t CO_{2eq}. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Güllemanagement. Im Kreis Siegen-Wittgenstein wird in insgesamt 527 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 436 Betriebe mit Rinderhaltung, 35 Betriebe mit Schweinehaltung und 68 Betriebe mit Schafhaltung. Mit 0,02 Mio. t CO_{2eq} entstammen 29 % der Emissionen des landwirtschaftlichen Sektors der Bodennutzung. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas.

Im Sektor **Abfall** entstehen im Jahr 2017 im Kreis Siegen-Wittgenstein Emissionen in Höhe von rund 0,01 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,6 % der Gesamtemissionen. Der größte Anteil der Emissionen dieses Sektors entfällt mit etwa 0,004 Mio. t CO_{2eq} bzw. rund 41 % auf Abfalldeponien. Weitere THG-Emissionen in Höhe von jeweils 0,003 Mio. t CO_{2eq} entstehen in der biologischen Abfallbehandlung sowie bei der Abwasserreinigung.

2.2.11 Kreis Soest

Im Kreis Soest wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 7,6 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war die Industrie. Weitere bedeutende Emissionen entstanden in den Sektoren Verkehr und Haushalte und Kleinverbrauch (Tabelle 18, Abbildung 21).

Im Sektor **Energiewirtschaft** waren im Jahr 2017 im Kreis Soest Emissionen in Höhe von etwa 0,02 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Mit einem Anteil von 0,2 % machen die Emissionen dieses Sektors zusammen mit den Emissionen aus der Abfallwirtschaft den geringsten Teil der THG-Emissionen des Landkreises aus. Im Kreis Soest sind keine großen Kraftwerke der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung ansässig. Die geringen Emissionsmengen entstammen Feuerungsanlagen der Stadtwerke und des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe, Verbrennungsmotoranlagen sowie Heiz-, Biomasse- und Blockheizkraftwerken von Unternehmen und Energiedienstleistern.

Tabelle 18: Treibhausgasemissionen im Kreis Soest im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	7.151	190	156	54	7.551	100,0
1A1	Energiewirtschaft	15	-	-	-	15	0,2
1A2/2A-2C	Industrie	5.744	2	25	-	5.771	76,4
1A3	Verkehr	700	1	9	-	710	9,4
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	684	2	1	-	687	9,1
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	26	-	-	26	0,3
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	8	-	1	54	63	0,8
3	Landwirtschaft	-	148	117	-	265	3,5
4	Abfall	-	11	3	-	14	0,2

Dem Sektor **Industrie** sind im Jahr 2017 im Kreis Soest mit 5,8 Mio. t CO_{2eq} die höchsten Emissionsmengen des Kreises zuzuschreiben. Das entspricht 76,4 % der Gesamtemissionen des Kreises. Mit etwa 3,2 Mio. t CO_{2eq} werden die industriellen Emissionen zu 56 % von energiebedingten Emissionen aus Verbrennungsprozessen dominiert. Etwa 2,5 Mio. t CO_{2eq} bzw. 44 % sind Prozessemissionen. Hauptemittent ist mit 3,2 Mio. t CO_{2eq} die Verarbeitung Nichtmetallischer Minerale (Sektor 1A2f). Mit Unternehmen wie der HeidelbergCement AG und der Spenner Zement GmbH & Co. KG sind große Vertreter der Zement- und Kalkindustrie im Kreis Soest ansässig. Auch die prozessbedingten Emissionen gehen vollständig auf diese Industriesektoren zurück. Mit 2,6 Mio. t CO_{2eq} dominiert dabei die Zementherstellung die entstandenen Prozessemissionen zu 89 %. Als weitere Industriesektoren liefern die Eisen- und Stahlindustrie (Sektor 1A2a), die Verarbeitung von Nichteisen-Metallen (Sektor 1A2b) sowie die Nahrungsmittelindustrie (Sektor 1A2e) einen geringen Beitrag zu den Emissionen des industriellen Sektors. Rund 0,2 % der Emissionen gehen zu Lasten von Walzwerken, Lackierbetrieben und

galvanischen Verfahren. Eine vergleichbare Emissionsmenge entsteht in Aluminium-Gießereien sowie im Braugewerbe (Abbildung 22).

Im **Verkehrssektor** wurden im Jahr 2017 rund 0,7 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht rund 9,4 % der Gesamtemissionen des Kreises. Hauptemittent ist mit 0,66 Mio. t CO_{2eq}, bzw. einem Anteil von rund 93 % der Straßenverkehr. Der Kreis wird von den Bundesautobahnen A 44 und A 445 durchquert. Die Bundesautobahn A 2 tangiert das Kreisgebiet im Norden. Mit der B 1, B 55, B 229, B 475 und B 516 wird der Kreis Soest zudem von fünf Bundesstraßen erschlossen. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren Anfang 2018 im Kreis Soest 219.926 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon waren 184.369, bzw. rund 84 % Personenkraftwagen. Mit rund 55 % war der größte Anteil der Fahrzeuge im Bereich der Personenkraftwagen benzinbetrieben, 27 % waren Dieselfahrzeuge. 211 Fahrzeuge hatten einen Elektro-, bzw. 642 Fahrzeuge einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Kreis Soest

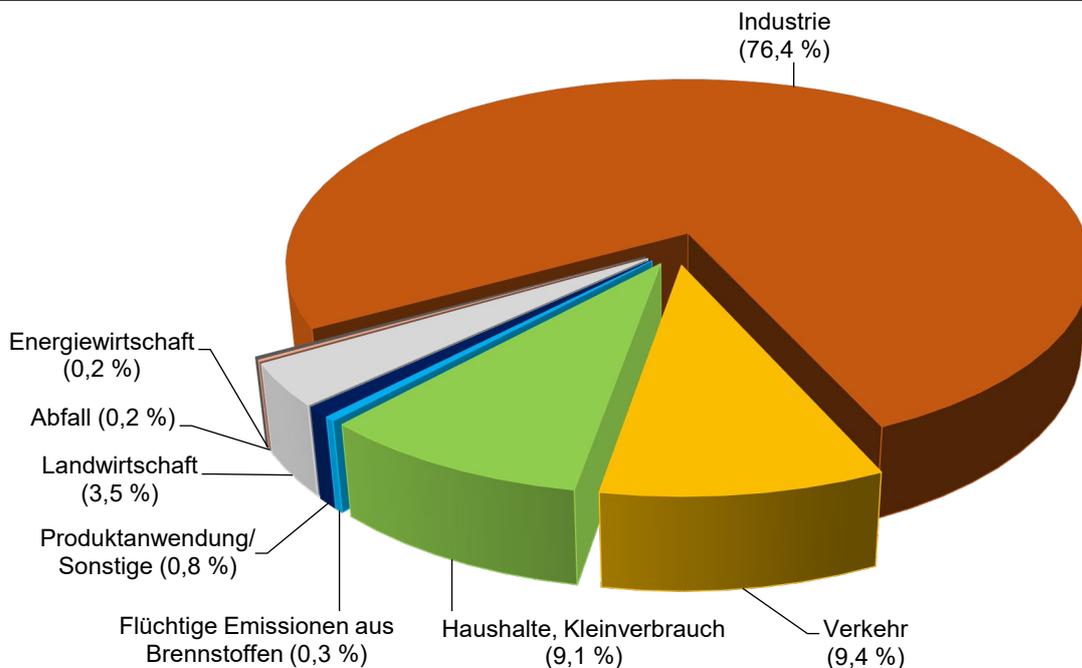


Abbildung 21: Verteilung der Gesamtemissionen im Kreis Soest im Jahr 2017 (insgesamt 7,6 Mio. t CO_{2eq})

Der Schienenverkehr verursacht im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 0,001 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,1 % der Emissionen des Verkehrssektors. Der Kreis Soest wird durch Regional- sowie Fernverkehrsverbindungen erschlossen. Die Bahnstrecke der Westfälischen Landes-Eisenbahn Münster–Warstein/Rüthen wird ausschließlich für den Gütertransport genutzt (WLE 2020).

Im Flug- sowie Schiffsverkehr sind im Kreis Soest keine Emissionen zu verzeichnen. Der Kreis ist nicht an das Bundeswasserstraßennetz angeschlossen und besitzt auch keine Luftverkehrsanbindung.

Auf den Offroad-Verkehr gehen mit 0,05 Mio. t CO_{2eq} rund 6,4 % der Emissionen des Verkehrssektors zurück. Hier spielen Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen eine entscheidende Rolle.



Abbildung 22: Mit der Warsteiner Brauerei Haus Cramer KG ist ein bedeutender Vertreter des Braugewerbes im Kreis Soest ansässig. Etwa 0,01 Mio. t CO_{2eq} gehen auf die Nahrungsmittelindustrie zurück (Quelle: Adobe Stock/Cagkan).

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,7 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 9,1 % an den Gesamtemissionen des Kreises Soest. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Mit Ablauf des Jahres 2018 waren innerhalb des Kreises Soest ca. 301.902 Einwohner gemeldet (IT.NRW 2019e). Die insgesamt im Kreis Soest zur Verfügung stehende Wohnfläche hat im Verhältnis von 2011 nach 2016 in den Kommunen zugelegt. Lag die durchschnittliche Wohnungsgröße im Jahr 1992 noch bei 35,75 m² steigerte sich die Fläche über 2002 mit 40,18 m² bis ins Jahr 2016 auf 48,08 m². Dagegen haben sich die Bevölkerungszahlen bis auf Möhnese, Rühren und Wickede (Ruhr) verschlechtert (KREIS SOEST 2018). Insgesamt werden 8,6 % der Kreisfläche als Gebäude- und Betriebsfläche genutzt (IT.NRW 2019j)

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** werden im Kreis Soest vollständig von den Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft dominiert. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert. Dies entspricht etwa 0,3 % der Gesamtemissionen des Kreises.

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren im Kreis Soest im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,06 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa

0,8 % der Gesamtemissionen. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

In der **Landwirtschaft** entstehen im Jahr 2017 0,3 Mio. t CO_{2eq} und damit etwa 3,5 % der Gesamtemissionen. Die Hellwegbörden im Kreis Soest gehören neben der Magdeburger Börde zum fruchtbarsten Ackerland Deutschlands. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind im Kreisgebiet 1.427 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 72.923 ha ansässig. Davon werden 60.938 ha, d.h. rund 84 % als Ackerland genutzt. Die Emissionen der Landwirtschaft resultieren zu rund 55 % aus der Haltung von Nutztieren. In diesem Bereich entstehen rund 0,15 Mio. t CO_{2eq}. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Gülle-Management. Im Kreis Soest wird in insgesamt 1.019 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 486 Betriebe mit Rinderhaltung, 449 Betriebe mit Schweinehaltung und 116 Betriebe mit Schafhaltung. Weitere 0,12 Mio. t CO_{2eq} (45 %) entstammen der Bodennutzung. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas.

Im Sektor **Abfall** wurden im Jahr 2017 im Kreis Soest Emissionen in Höhe von rund 0,01 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht etwa 0,2 % der Gesamtemissionen. Etwa 38 % der Emissionen gehen mit etwa 0,005 Mio. t CO_{2eq} zu Lasten der biologischen Abfallbehandlung. Weitere 34 %, bzw. 0,005 Mio. t CO_{2eq} entstehen auf Abfalldeponien. Etwa 0,004 Mio. t CO_{2eq} entfallen auf die Abwasserreinigung.

2.2.12 Kreis Unna

Im Kreis Unna wurden im Jahr 2017 insgesamt rund 9,5 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Hauptemittent war der Sektor Energiewirtschaft. Weitere bedeutende Emissionen entstammen den Sektoren Verkehr, Haushalte und Kleinverbrauch und Industrie (Tabelle 19, Abbildung 23).

Die höchsten Emissionen des Kreises entstanden im Jahr 2017 mit etwa 7,2 Mio. t CO_{2eq} im Sektor **Energiewirtschaft**. Rund 76 % der Gesamtemissionen gehen zu Lasten dieses Sektors. Die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung (Sektor 1A1a) trägt daran einen Anteil von rund 98 %. Als Großemittenten fallen hier das Trianel Kohlekraftwerk Lünen mit einer Feuerungswärmeleistung von 1.630 MW, das STEAG Kraftwerk Lünen mit einer Feuerungswärmeleistung von 1.313 MW, das Kraftwerk Bergkamen mit einer Feuerungswärmeleistung von 1.913 MW sowie die RWE Kraftwerke Werne mit zusammen 6.028 MW Feuerungswärmeleistung ins Gewicht (BUNDESNETZAGENTUR 2019, Abbildung 24). Weitere 0,1 Mio. t CO_{2eq} entstammen im Kreis Unna aus sonstiger Energieindustrie (Sektor 1A1c) wie der Erdgasverdichterstation Werne der Open Grid Europe GmbH oder den Grubengasnutzungsanlagen der Minegas GmbH.

Dem Sektor **Industrie** sind im Jahr 2017 im Kreis Unna rund 0,4 Mio. t CO_{2eq} zuzuschreiben. Das entspricht 4,1 % der Gesamtemissionen des Kreises. Die industriellen Emissionen werden zu rund 95 % von energiebedingten Emissionen aus Verbrennungsprozessen dominiert. Etwa 0,02 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 2 % sind Prozessemissionen.

Tabelle 19: Treibhausgasemissionen im Kreis Unna im Jahr 2017

IPCC-Sektor	Bezeichnung	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC/PFC SF ₆ NF ₃	Gesamt	Anteil %
	Gesamtemission	9.263	114	90	71	9.538	100,0
1A1	Energiewirtschaft	7.208	6	31	-	7.245	76,0
1A2/2A-2C	Industrie	385	-	2	-	387	4,1
1A3	Verkehr	1.007	1	10	-	1.018	10,7
1A4-5	Haushalte und Kleinverbrauch	653	2	1	-	656	6,9
1B	Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen	-	45	-	-	45	0,5
1C	CO ₂ -Transport und Speicherung	-	-	-	-	-	-
2D-H	Produktanwendung/Sonstige	10	-	2	71	83	0,9
3	Landwirtschaft	-	52	41	-	93	1,0
4	Abfall	-	8	3	-	11	0,1

Hauptemittent ist mit rund 0,2 Mio. t CO_{2eq} die Verarbeitung von Nichteisen-Metallen (Sektor 1A2b). Hierzu leisten Kupferproduzenten wie die Aurubis AG als auch Schmelzanlagen und Aluminiumgießereien der Aluminiumwerke Unna sowie der Deutsche Nickel GmbH einen großen Beitrag. Weitere Emissionen in Höhe von 0,09 Mio. t CO_{2eq} entstammen der Verarbeitung Nichtmetallischer Minerale (Sektor 1A2f).

Neben Asphaltspplittwerken und Gipsbrennereien spielt hier die Glasindustrie eine Rolle. Auch die im Kreis Unna verzeichneten Prozessemissionen sind ausschließlich der Herstellung von Glas zuzuschreiben. Mit Unternehmen wie der Bayer AG und der ecoMotion GmbH sind zudem große Vertreter der chemischen Industrie (Sektor 1A2c) im Kreis Unna ansässig. Etwa 0,06 Mio. t CO_{2eq} gehen auf diesen Industriezweig zurück. Geringere Emissionsmengen sind darüber hinaus in der Eisen- und Stahlindustrie (Sektor 1A2a) sowie die Nahrungsmittelindustrie (Sektor 1A2e) zu verzeichnen. Diese tragen 0,003 Mio. t CO_{2eq}, bzw. 0,002 Mio. t CO_{2eq} zu den Emissionen des industriellen Sektors bei.

Im **Verkehrssektor** wurden im Jahr 2017 rund 1,0 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht rund 10,7 % der Gesamtemissionen des Kreises. Hauptemittent ist mit einem Anteil von rund 97 % der Straßenverkehr. Der Kreis Unna ist über vier Autobahnen sowie fünf Bundesstraßen an das deutsche Fernstraßennetz angebunden. Dazu gehören neben der A 1 (Hansalinie), A 2, A 44 sowie der A 45 (Sauerlandlinie), die B 1, B 54, B 61, B 233 und die B 236. Vier Schnellbuslinien verbinden die einzelnen Städte und Gemeinden des Kreises miteinander, hinzu kommen Stadt-, Regio- und Taxibusse. Gemäß Kraftfahrzeugbundesamt waren Anfang 2018 im Kreis Unna 270.761 Kraftfahrzeuge zugelassen. Davon waren 234.058, bzw. rund 86 % Personenkraftwagen. Rund 60 % der Fahrzeuge im Bereich der Personenkraftwagen war mit einem Benzinmotor ausgestattet, 24 % waren Dieselfahrzeuge. 198 Fahrzeuge hatten einen Elektro-, bzw. 1.039 Fahrzeuge einen Hybridantrieb (KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT 2018).

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Kreis Unna

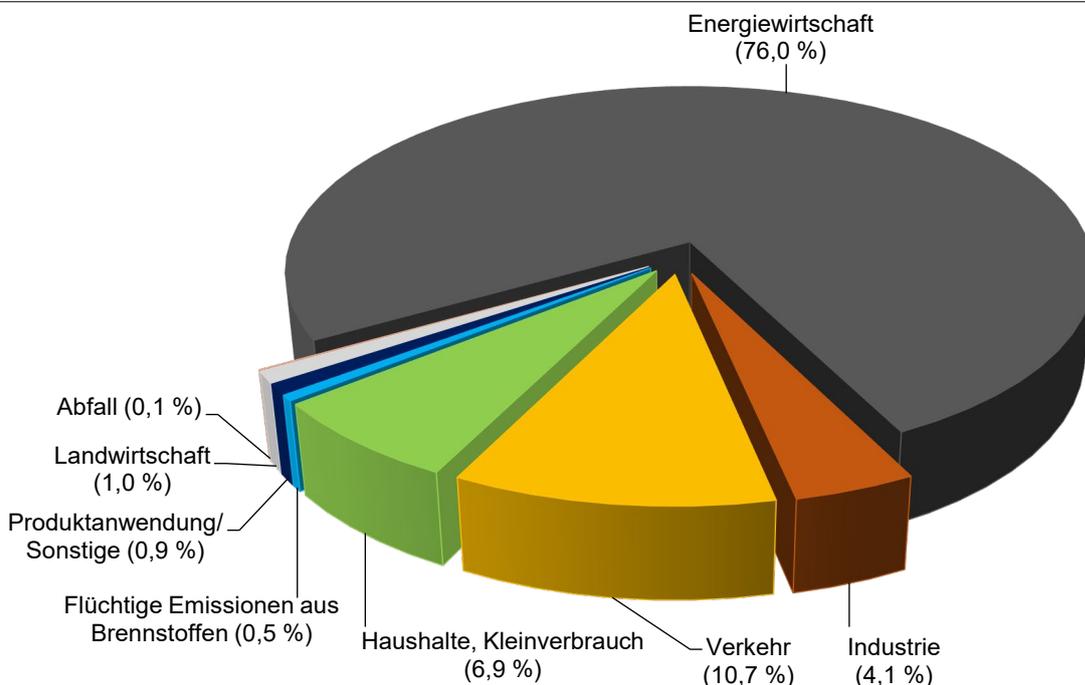


Abbildung 23: Verteilung der Gesamtemissionen im Kreis Unna im Jahr 2017 (insgesamt 9,5 Mio. t CO_{2eq})

Der Schienenverkehr verursacht im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von 0,005 Mio. t CO_{2eq}. Das entspricht etwa 0,5 % der Emissionen des Verkehrssektors. Der Kreis Unna wird im Schienenpersonennahverkehr von zehn Eisenbahnstrecken erschlossen, auf denen 13 Regionalverkehrslinien verkehren. Der Güterverkehr hat eine untergeordnete Bedeutung.

Im Flugverkehr sind im Kreis Unna keine Emissionen zu verzeichnen. Der Kreis besitzt keine Luftverkehrsanbindung.

Der Kreis ist über den Datteln-Hamm-Kanal an das Bundeswasserstraßennetz angeschlossen. Im Schiffsverkehr werden 0,001 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht etwa 0,1 % der Emissionen des Verkehrssektors.

Auf den Offroad-Verkehr gehen mit 0,02 Mio. t CO_{2eq} rund 2,3 % der Emissionen des Verkehrssektors zurück. Hier spielen Baumaschinen, Gartengeräte sowie Forst- und landwirtschaftlich genutzte Maschinen eine entscheidende Rolle.



Abbildung 24: Etwa 7,2 Mio. t CO_{2eq} gehen im Kreis Unna Großteils zu Lasten der öffentliche Strom- und Wärmeversorgung. Fünf Großkraftwerke mit einer Feuerungswärmeleistung > 1000 MW, wie das Trianel Kohlekraftwerk Lünen, sind im Kreisgebiet ansässig (Quelle: Adobe Stock/Detlev Molitor).

Der Sektor **Haushalte und Kleinverbrauch** hat mit rund 0,7 Mio. t CO_{2eq} einen Anteil von 6,9 % an den Gesamtemissionen des Kreises Unna. Gemessen an den Gradtagszahlen der Station Düsseldorf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war das Jahr 2017 ein relativ warmes Jahr, sodass der Heizenergiebedarf eher geringer war (Abbildung 2).

Im Jahr 2018 waren innerhalb des Kreises Unna ca. 394.782 Einwohner gemeldet (IT.NRW 2019e). Auf Grund des demografischen Wandels zeigt die Bevölkerungsentwicklung

eine negative Tendenz. IT.NRW sagt für das Jahr 2040 einen Rückgang der Bevölkerungszahl um rund 9 % gegenüber 2010 voraus. Im Jahr 2014 waren im Kreis Unna rund 180.000 Privathaushalte registriert, zu denen durchschnittlich 2,17 Haushaltsmitglieder zählten. Im Bereich der Privathaushalte prognostiziert IT.NRW einen Rückgang von bis zu 5 % bis 2040. Insbesondere Mehrpersonenhaushalte werden von dieser Veränderung betroffen sein. Im Bereich der Einpersonenhaushalte wird eine leichte Zunahme angenommen, so dass die durchschnittliche Anzahl der Haushaltsmitglieder bis 2040 auf 2,08 sinkt (KREIS UNNA 2020). Insgesamt werden heute 20,6 % der Kreisfläche als Gebäude- und Betriebsfläche genutzt. Rund 53 % unterliegen der landwirtschaftlichen Nutzung (IT.NRW 2019k)

Die Emissionen im Sektor **Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen** setzen sich im Kreis Unna zu rund 57 % aus Emissionen der Öl- und Gaswirtschaft (Sektor 1B2) und zu 43 % aus Emissionen fester Brennstoffe zusammen (Sektor 1B1). Zusammen entspricht dies mit rund 0,05 Mio. t CO_{2eq} etwa 0,5 % der Gesamtemissionen des Kreises. Etwa 0,026 Mio. t CO_{2eq} werden bei der Verteilung und Nutzung von Erdgas emittiert (Sektor 1B2). Weitere Emissionen in Höhe von 0,019 Mio. t CO_{2eq} waren im Jahr 2017 aus ehemaligen Steinkohlezechen zu verzeichnen. Auf dem Kreisgebiet liegen rund 26 stillgelegte Bergwerke (MÄRKER 2018). Auf der Zeche Haus Aden in Bergkamen wird derzeit aktiv Wasserhaltung betrieben. Hier werden jährlich ca. 0,018 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht rund 95 % der Emissionen Fester Brennstoffe (Sektor 1B1).

Im Sektor **Produktanwendungen/Sonstige** waren im Kreis Unna im Jahr 2017 Emissionen in Höhe von etwa 0,08 Mio. t CO_{2eq} zu verzeichnen. Das entspricht einem Anteil von etwa 0,9 % der Gesamtemissionen. Die Emissionen dieses Sektors sind vornehmlich auf stationäre Anlagen für Gewerbe- und Industriekälte sowie Gebäude- und Raumklimatisierung zurückzuführen.

Die Emissionen der **Landwirtschaft** belaufen sich im Jahr 2017 auf 0,09 Mio. t CO_{2eq}. In diesem Sektor entstehen damit 1,0 % der Gesamtemissionen des Kreises Unna. Gemäß der Agrarstrukturerhebung 2016 (IT.NRW 2016) sind dort 525 Betriebe mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt 24.662 ha ansässig. Davon werden 20.181 ha, d. h. rund 82 % als Ackerland genutzt. Mit 0,05 Mio. t CO_{2eq} stammen rund 54 % der Emissionen dieses Sektors aus der Haltung von Nutztieren. Dabei handelt es sich um Methanemissionen aus der Darmgärung und dem Gülle-Management. Im Kreis Unna wird in insgesamt 393 Betrieben Viehhaltung betrieben, davon sind 166 Betriebe mit Rinderhaltung, 175 Betriebe mit Schweinehaltung und 42 Betriebe mit Schafhaltung. Rund 46 % der Emissionen des landwirtschaftlichen Sektors, d. h. 0,04 Mio. t CO_{2eq} entstammen der Bodennutzung. Dabei handelt es sich in erster Linie um Lachgas.

Im Sektor **Abfall** wurden im Jahr 2017 im Kreis Unna Emissionen in Höhe von rund 0,01 Mio. t CO_{2eq} emittiert. Das entspricht etwa 0,1 % der Gesamtemissionen. Etwa 48 % der Emissionen gehen mit etwa 0,005 Mio. t CO_{2eq} zu Lasten der biologischen Abfallbehandlung. Ein vergleichbarer Anteil von rund 46 %, bzw. 0,005 Mio. t CO_{2eq} entsteht bei der Abwasserreinigung. Weitere 0,001 Mio. t CO_{2eq} entfallen auf Abfalldeponien.

Fazit

Die in diesem Fachbericht dargelegten Auswertungen regionalisierter Treibhausgas-Emissionen zeigen zum einen die Anwendbarkeit der Methode zur Bilanzierung von Treibhausgas-Emissionen des Treibhausgas-Emissionsinventars Nordrhein-Westfalen auf Ebene der Regierungsbezirke und Kreise. Zum anderen wird aufgezeigt, dass mit Hilfe statistischer und räumlicher Daten eine Interpretation der ermittelten regionalisierten Treibhausgas-Emissionen erfolgen kann. Damit wäre es möglich auf regionaler Ebene einen Mehrwert für planerische Prozesse und Entscheidungen zu erzeugen, um das Themenfeld des Klimaschutzes entsprechend zu berücksichtigen.

Beispielhaft sei hierzu auf die LANUV Fachbeiträge Klima verwiesen, die bisher im Rahmen von Regionalplanungen in den Regierungsbezirken Arnsberg, Detmold, Köln und Münster erstellt worden sind. In diese haben bereits regionalisierte Treibhausgas-Emissionen Eingang gefunden. Die Fachbeiträge Klima sind öffentlich auf der LANUV-Internetseite einsehbar.¹

Damit interessierte Parteien, Behörden und Planungsinstanzen die regionalisierten Treibhausgas-Emissionsdaten nach eigenen Kriterien beziehen können, sollen die landesweit auf Kreisebene vorliegenden Daten perspektivisch in einem LANUV Fachinformationssystem zur Verfügung gestellt werden. Die Nutzerinnen und Nutzer sollen somit die Möglichkeit bekommen, Treibhausgas-Emissionsdaten nach eigenen sektoralen, räumlichen und stofflichen Kriterien auswerten und beziehen zu können.

¹ <https://www.lanuv.nrw.de/klima/klimaanpassung-in-nrw/fachbeitrag-klima>

Literatur

- BERTELSMANN STIFTUNG (Hrsg.) (2006): Wegweiser Demographischer Wandel 2020. Analysen und Handlungskonzepte für Städte und Gemeinden. Verlag Bertelsmann Stiftung, Gütersloh
- BERTELSMANN STIFTUNG (Hrsg.) (2017a): Demographiebericht – Ein Baustein des Wegweisers Kommune; Herne, kreisfreie Stadt
- BERTELSMANN STIFTUNG (Hrsg.) (2017b): Demographiebericht – Ein Baustein des Wegweisers Kommune; Märkischer Kreis, Landkreis
- BERTELSMANN STIFTUNG (Hrsg.) (2017c): Demographiebericht – Ein Baustein des Wegweisers Kommune; Olpe, Landkreis
- BERTELSMANN STIFTUNG (Hrsg.) (2017d): Demographiebericht – Ein Baustein des Wegweisers Kommune; Siegen-Wittgenstein, Landkreis
- Bezirksregierung Arnsberg (2020): Der Regierungsbezirk https://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/d/der_regierungsbezirk/index.php
- BOSTATIS INFORMATIONSPORTAL (2020): Bevölkerung <https://bostatis.bochum.de/>
- BUNDESNETZAGENTUR (2019): Kraftwerksliste (Stand 11.11.2019) https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/kraftwerksliste-node.html
- DEUTSCHE EMISSIONSHANDELSSTELLE (DEHST) (2019): VET-Bericht 2018 <https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/VET-Bericht-2018.html>
- DORTMUNDER ENERGIE- UND WASSERVERSORGUNG GMBH (DEW21) (2017): Unser Geschäftsbericht 2017
- DORTMUND AIRPORT (2020): Rekordjahr für den Dortmunder Flughafen – Dortmund Airport unter den 10 größten Flughäfen in Deutschland https://www.dortmund-airport.de/flughafen-news/2020/rekordjahr-fuer-den-dortmunder-flughafen?utm_campaign=smm19&utm_source=twitter&utm_medium=organic.social
- FARTMANN, THOMAS, KÄMPFER, STEFFEN, LÖFFLER, FRANZ (2017): Weihnachtsbaumkulturen im Hochsauerland. In: Der Falke, S. 20–23.
- FORTUNE (2011): Global 500. Our annual ranking of the world's largest corporations.
- GUTACHTERAUSSCHUSS FÜR GRUNDSTÜCKSWERTE IM ENNEPE-RUHR-KREIS MIT DER STADT WITTEN (2020): Strukturdaten – Flächenverteilung <http://www.gutachterausschuss.en-kreis.de/service/strukturdaten-flaeche.htm>
- HAFEN DORTMUND AG (2020): Historie/Dortmund Hafen 21 <https://www.dortmunder-hafen.de/hafen/historie/>

- INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU) (2020): Energiebilanzen für Gebäude - Gradtagszahlen in Deutschland <https://www.iwu.de/veroeffentlichungen/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, 2006.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007): Klimaänderungen 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger. <http://www.proclim.ch/4dcgi/proclim/de/Media?555>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2013): IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: Working Group I: The Physical Science Basis
- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT, BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR LÄNDLICHE RÄUME, WALD UND FISCHEREI (TI) (2019): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2017. Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2019. Thünen-Report 67 <https://www.thuenen.de/de/ak/arbeitsbereiche/emissionsinventare/>
- KRAFTFAHRZEUGBUNDESAMT (2018): Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2018 https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz1_b_uebersicht.html
- KREIS SOEST (2018): Soziale Lage – Wohnen – Wohnfläche https://www.kreis-soest.de/statistik/soziale_lage/wohnen/wohnflaeche/wohnflaeche.php
- KREIS UNNA (2020): Statistik – Bevölkerung/Einwohner <https://www.kreis-unna.de/hauptnavigation/kreis-region/politik-verwaltung/statistik//bevoelkerung-einwohner/kreis-unna-bevoelkerung/>
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV NRW) (2019): *Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2017*. LANUV-Fachbericht 95. Recklinghausen. https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_95_WEB.pdf
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2015): Bevölkerungsentwicklung in den kreisfreien Städten und Kreisen Nordrhein-Westfalens 2014 bis 2040 nach Altersgruppen. https://web.archive.org/web/20150924130324/http://www.it.nrw.de/presse/pressemitteilungen/2015/pdf/101_15.pdf#page=49
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2016): Statistische Berichte - Agrarstrukturerhebung in Nordrhein-Westfalen 2016
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019a): Statistik NRW: Gebiet und Bevölkerung <https://www.it.nrw/statistik/gesellschaft-und-staat/gebiet-und-bevoelkerung>

- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019b): Statistik NRW: Bruttoinlandsprodukt
<https://www.it.nrw/statistik/wirtschaft-und-umwelt/volkswirtschaftliche-gesamtrechnungen/bruttoinlandsprodukt>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019c): Landesdatenbank NRW: Kommunalprofil Hagen, krfr. Stadt
<https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/I05914.pdf>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019d): Landesdatenbank NRW: Kommunalprofil Hamm, krfr. Stadt
<https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/I05915.pdf>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019e): Bevölkerung in Nordrhein-Westfalen (Stand 09. Oktober 2019)
<https://www.it.nrw/statistik/eckdaten/bevoelkerung-am-31122018-und-30062019-nach-gemeinden-93051>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019f): Landesdatenbank NRW: Kommunalprofil Herne, krfr. Stadt
<https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/k05916.pdf>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019g): Landesdatenbank NRW: Strukturdaten für Hochsauerlandkreis
<https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/k05958.pdf>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019h): Landesdatenbank NRW: Kommunalprofil Kreis Olpe
<https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/I05966.pdf>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019i): Landesdatenbank NRW: Kommunalprofil Kreis Siegen-Wittgenstein
<https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/I05970.pdf>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019j): Landesdatenbank NRW: Kommunalprofil Kreis Soest
<https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/I05974.pdf>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2019k): Landesdatenbank NRW: Kommunalprofil Kreis Unna
<https://www.it.nrw/sites/default/files/kommunalprofile/I05978.pdf>
- LANDESBETRIEB INFORMATION UND TECHNIK NORDRHEIN-WESTFALEN (IT.NRW) (2020): Bevölkerungsstand nach Geschlecht- Gemeinden – Monat
<https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldb NRW/online/data:sid=6F9AD092AE1D0AA9C7BDA140BAD75EF.Idb2?operation=ergebnisabelleUmfang&levelindex=2&levelid=1584351947182&downloadname=12411-31iz>
- LANDESBETRIEB WALD UND HOLZ (2014): Die Wälder Nordrhein-Westfalens im Blick – Ergebnisse der landesweiten Waldinventur 2014
https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Presse/Dokumente/Broschuere_WuH_Landeswaldinventur-2014.pdf

- LANDSCHAFTSVERBAND WESTFALEN-LIPPE (LWL) (2016): Ländliche Wohnungsmärkte unter Schrumpfungsbedingungen – das Beispiel Hochsauerlandkreis.
https://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen_Regional/Siedlung/Wohnungsmarkt_HSK/#anker-4
- LANDSCHAFTSVERBAND WESTFALEN-LIPPE (LWL) (2012): Südwestfalen – "Hidden Champion" unter den deutschen Industrieregionen.
https://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen_Regional/Wirtschaft/Industrieregion_Suedwestfalen
- MÄRKER, ULRICH (2018): Zechen an der Ruhr
<http://www.maerker-ahnen.de/Zechen.pdf>
- MÄRKISCHER KREIS (2019): Der Märkische Kreis – Städte und Gemeinden
<https://www.maerkischer-kreis.de/der-kreis/portrait/staedte-gemeinden.php>
- MEINOLD, MARKUS (2004): Bahnhof Hamm (Westf). Die Geschichte eines Eisenbahnknotens. Hövelhof: DGEG Medien GmbH.
- MINISTERIUM FÜR VERKEHR DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (VM NRW) (2019): Mobilität in Nordrhein-Westfalen. Daten und Fakten 2018/2019.
- RICHTLINIE 2003/87/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates
- STADT HAMM (2017): Statistik – Bevölkerungsbericht 2017
https://www.hamm.de/fileadmin/user_upload/Medienarchiv/Rathaus/Dokumente/StA_32/Statistik_und_Wahlen/Bevoelkerungsbericht.pdf
- STADT HAMM (2020): Hafen & Kanal
<https://www.hamm.de/tourismus/freizeit/wellness-gesundheit/hafen-und-kanal>
- STADT HERNE (2019): Herner Themen – Thema: Stadtstruktur, Stadtteilprofile Herne, Statistische Bezirke
<https://www.herne.de/PDF/Stadtfakten/Statistik/Stadtteilprofil/Stadtteilprofile-2018.pdf>
- STÄDTE-VERLAG E. V. WAGNER & J. MITTERHUBER GMBH (2020): Stadtplan Herne
<https://www.unser-stadtplan.de/stadtplan/herne/kartenstartpunkt/stadtplan-herne.map>
- STRAßENVERKEHRSAMT DER STADT BOCHUM (2019): Datensätze - Kategorie Transport und Verkehr
<https://www.bochum.de/Open-Data/Datensaetze/Transport-und-Verkehr>
- 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
- WASSERSTRASSEN- UND SCHIFFFAHRTSVERWALTUNG DES BUNDES (WSV) (2019): Datteln Hamm Kanal.
<http://www.wsa-rheine.wsv.de/wasserstrassenbereich/dhk/index.html>

WASSERSTRÄßEN- UND SCHIFFFAHRTSVERWALTUNG DES BUNDES (WSV) (2020): Der Rhein-Herne-Kanal.

https://www.gdws.wsv.bund.de/DE/wasserstrassen/01_bundeswasserstrassen/05_westdeutsches_Kanalnetz/Rhein_Herne_Kanal.html

Westfälische Landes-Eisenbahn GmbH (WLE) (2020): Schienengüterverkehr in Westfalen mit der WLE, RLG und RVM.

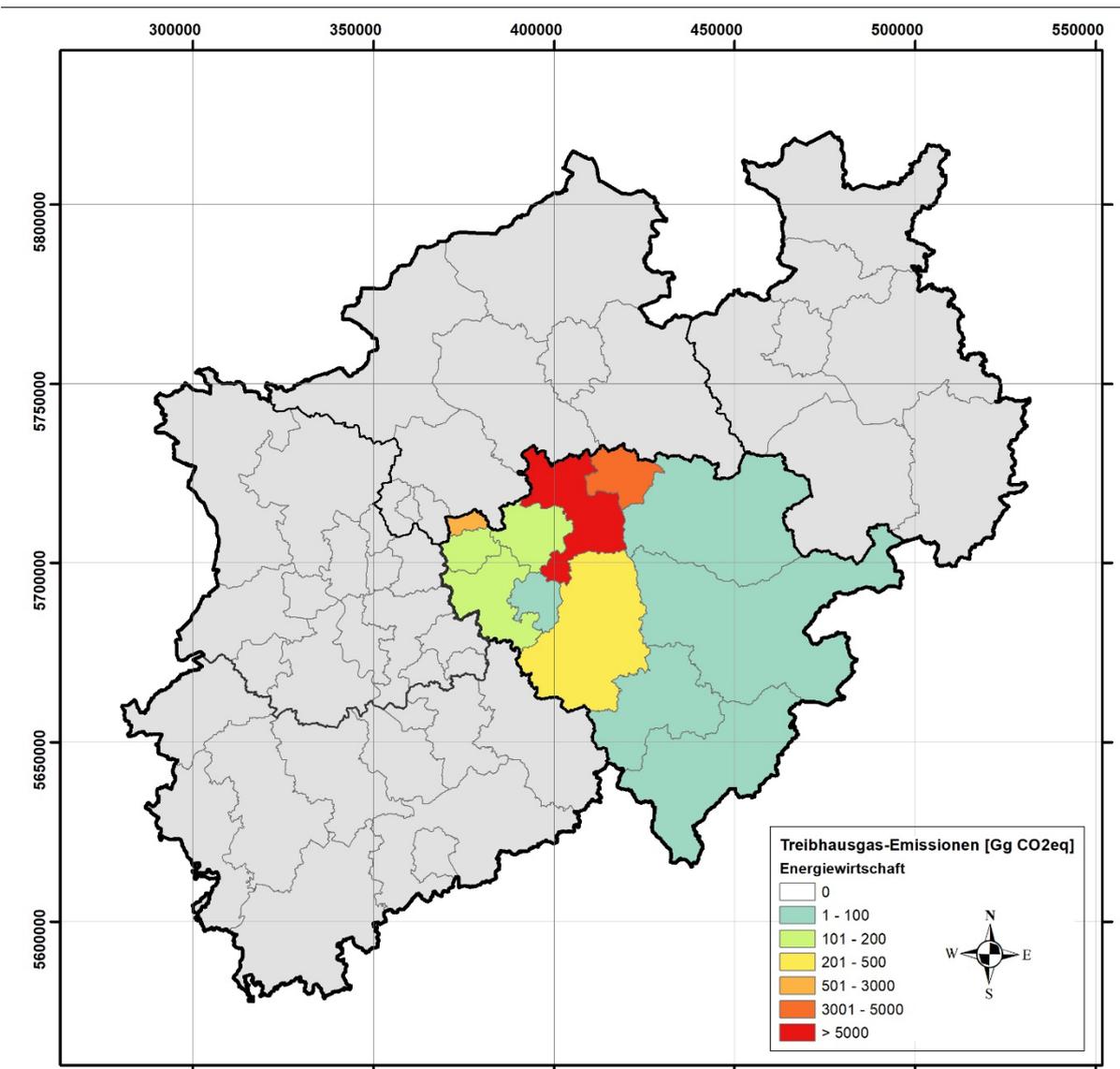
<https://www.wle-online.de/infrastruktur/streckennetz.php>

Anhänge

Anhang 1: Tabellarischer Überblick über die Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im Jahr 2017

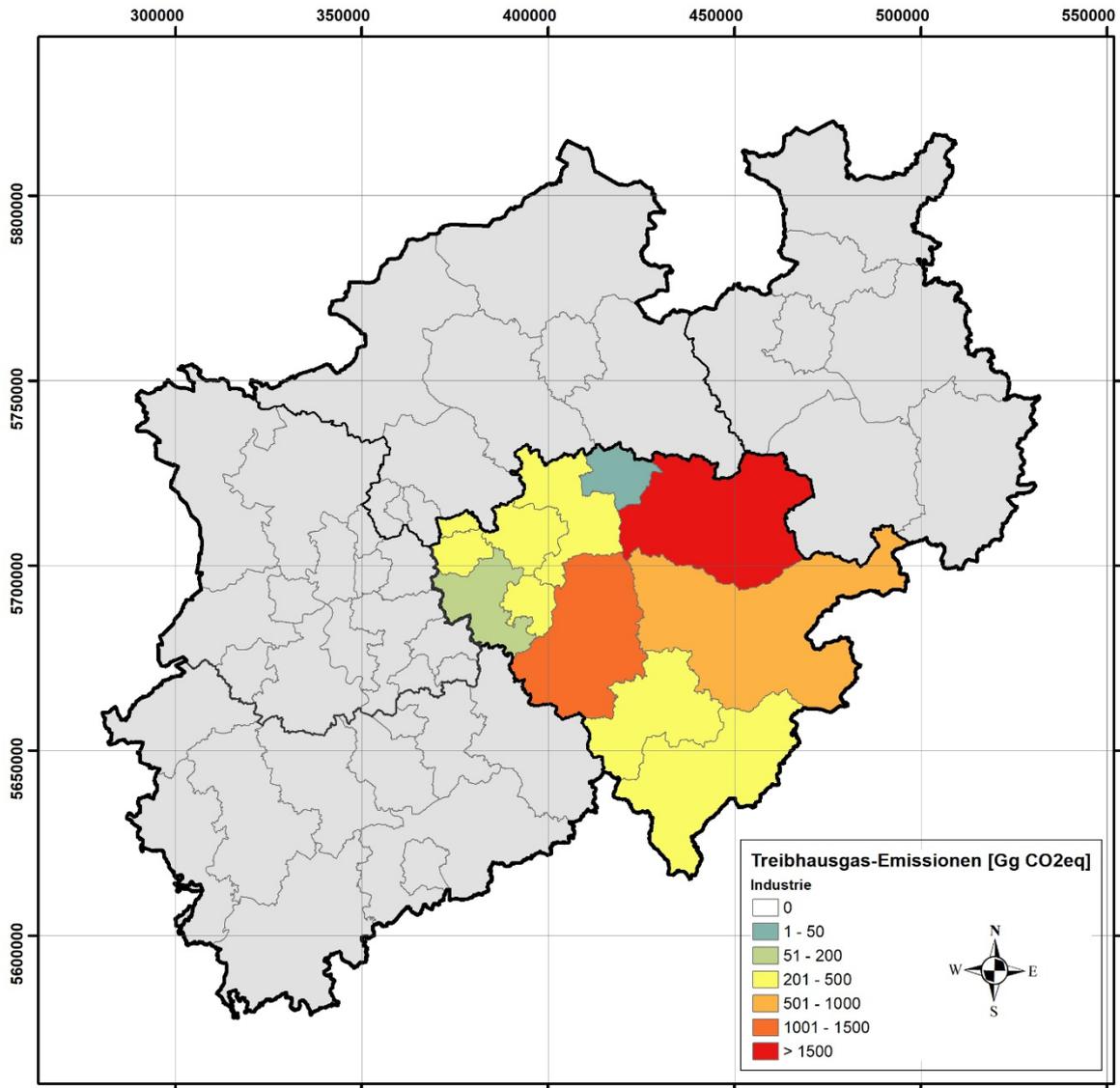
	SK Bochum	SK Dortmund	SK Hagen	SK Hamm	SK Herne	LK Ennepe- Ruhr-Kreis	LK Hochsauer- landkreis	LK Märkischer Kreis	LK Olpe	LK Siegen- Wittgenstein	LK Soest	LK Unna
in Gg (1.000 t) CO _{2eq}												
Energiewirtschaft	170	165	65	3.430	1.567	198	64	314	3	9	15	7.245
Industrie	363	405	364	45	328	150	732	1.107	207	305	5.771	387
Verkehr	609	900	378	353	259	596	485	745	355	576	710	1.018
Haushalte / Kleinver- brauch	521	952	321	309	251	629	652	844	266	638	687	656
Fl. Emissionen aus Brennstoffen	47	28	26	26	26	33	26	26	26	26	26	45
Produktanwendungen/ Sonstige	77	122	40	38	33	68	55	87	29	58	63	83
Landwirtschaft	3	12	6	45	2	49	263	124	69	62	265	93
Abfall	30	18	4	4	3	7	22	14	17	10	14	11
Gesamtemissionen	1.820	2.602	1.204	4.250	2.469	1.731	2.299	3.261	972	1.684	7.551	9.538

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Energiewirtschaft



Anhang 2: Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 1A1 Energiewirtschaft (insgesamt 13,2 Mio. t CO₂eq)

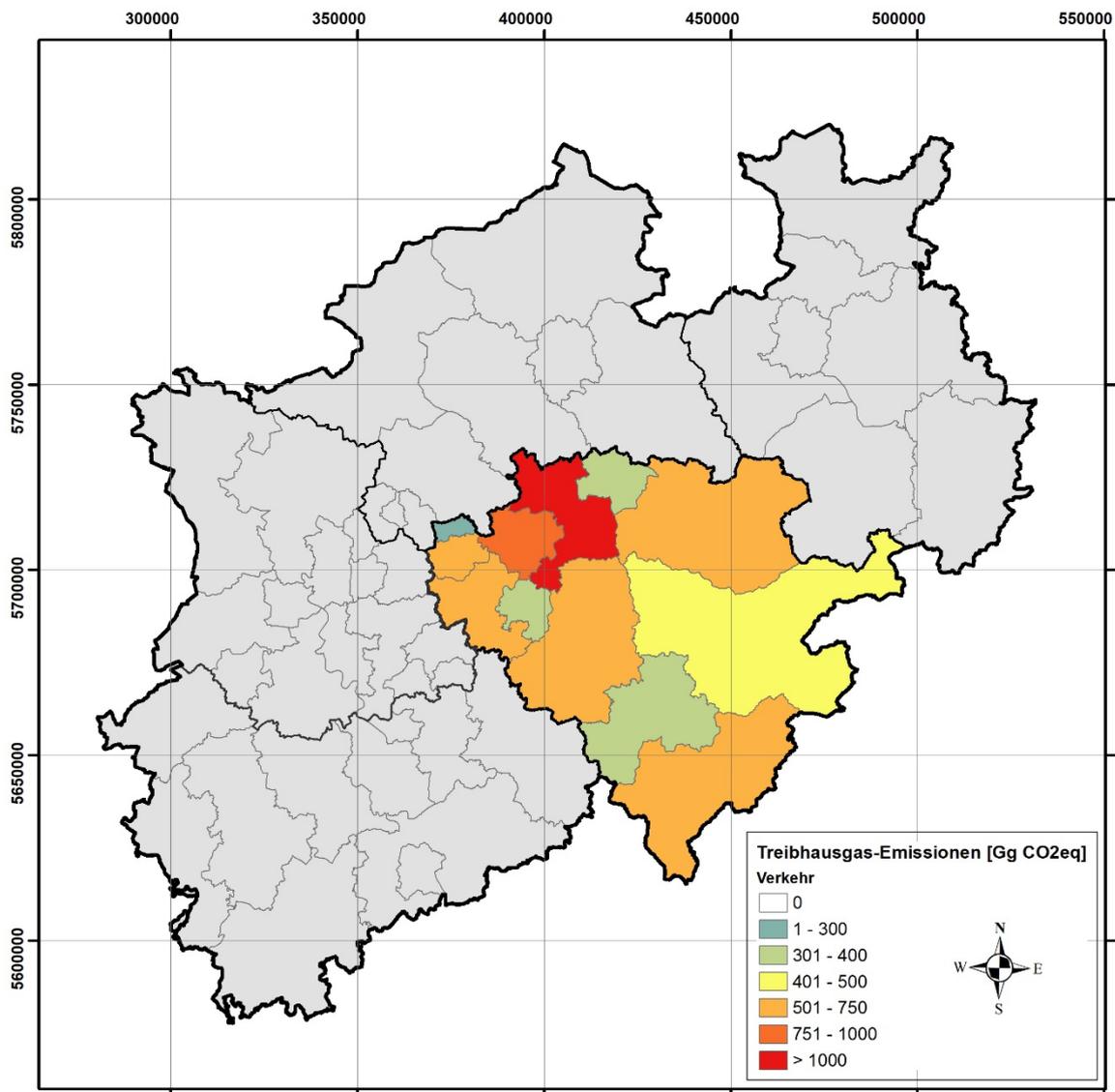
Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Industrie



Anhang 3: Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnberg in den IPCC-Sektoren 1A2 und 2A-C Industrie (insgesamt 10,2 Mio. t CO₂eq)

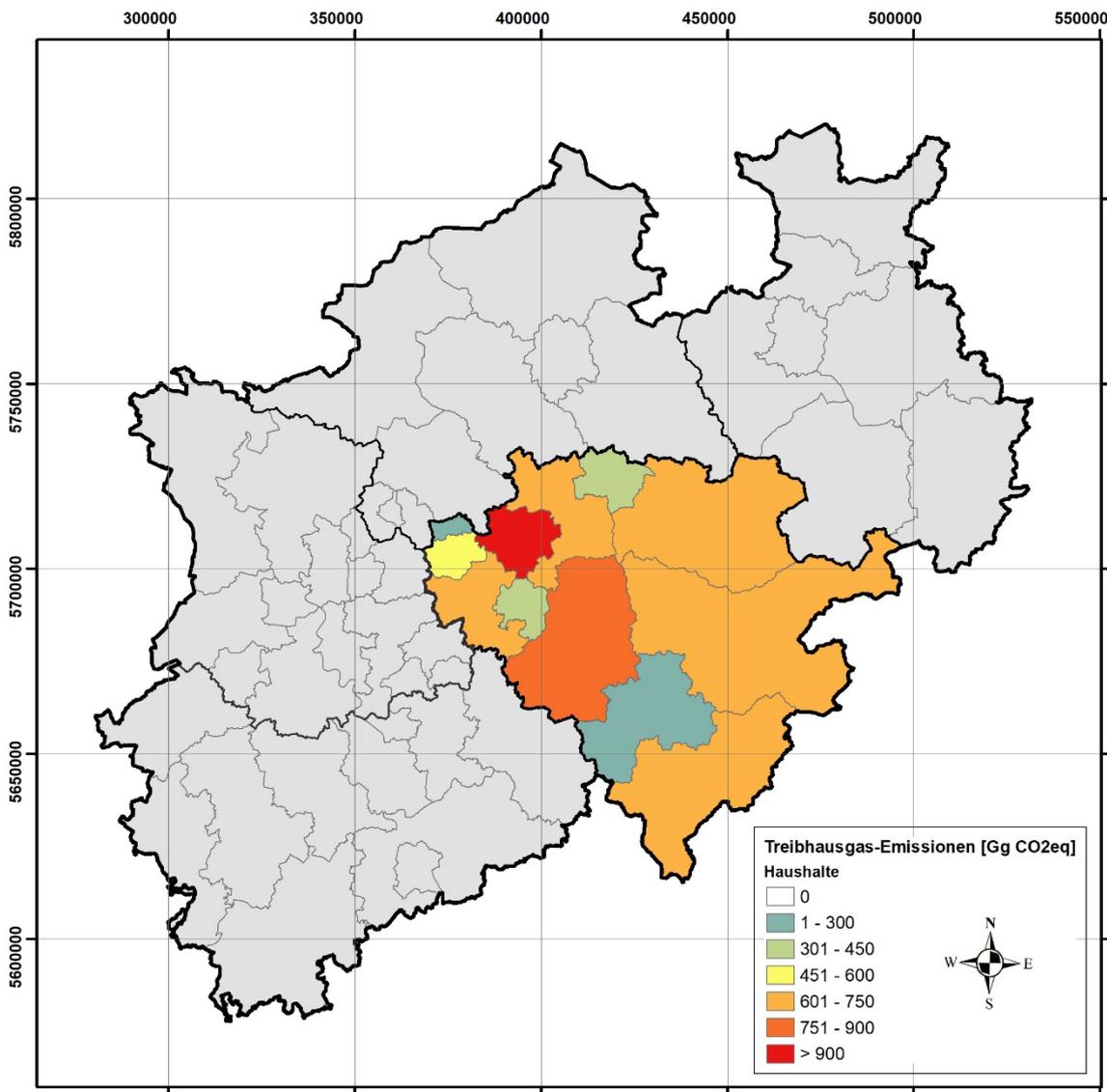
Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene

Verkehr



Anhang 4: Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 1A3 Verkehr (insgesamt 7,0 Mio. t CO₂eq)

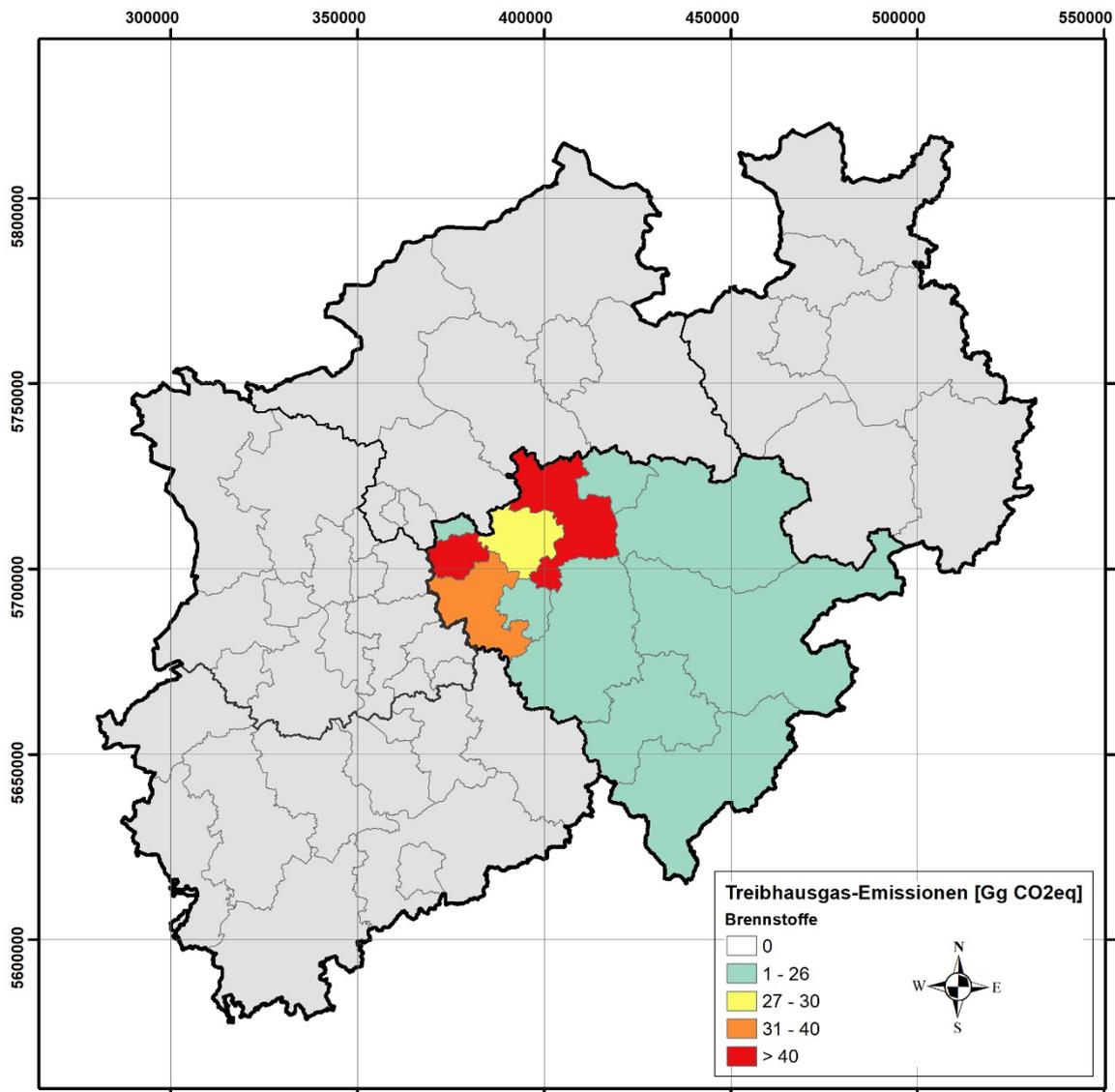
Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Haushalte und Kleinverbrauch



Anhang 5: Überblick über regionalisierten die Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 1A4-5 Haushalte und Kleinverbrauch (insgesamt 6,7 Mio. t CO_{2eq})

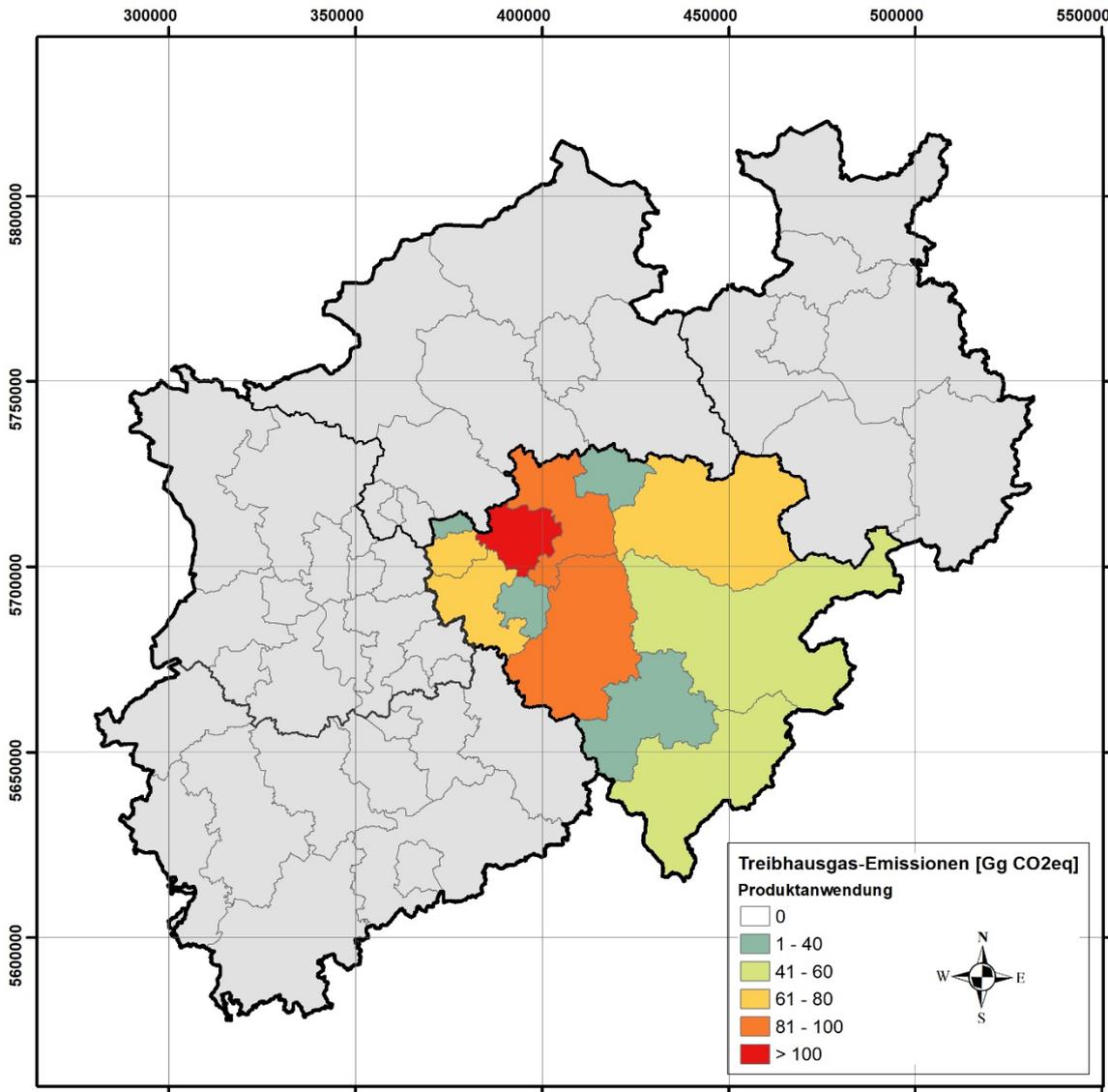
Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene

Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen



Anhang 6: Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnberg im IPCC-Sektor 1B Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen (insgesamt 0,4 Mio. t CO₂eq)

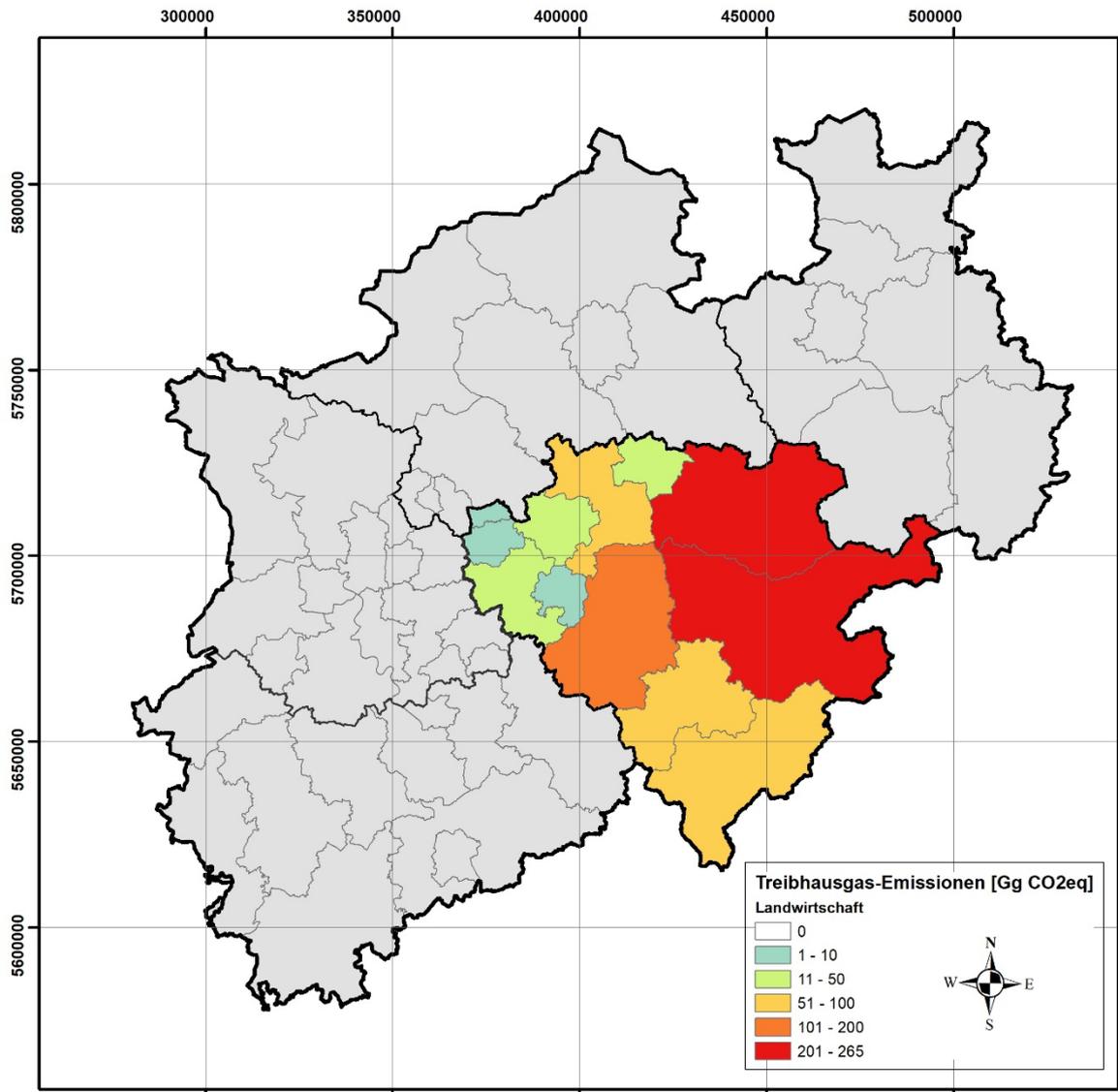
Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene Produktanwendungen/Sonstige



Anhang 7: Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnberg im IPCC-Sektor 2D-H Produkthanwendungen/Sonstige (insgesamt 0,8 Mio. t CO₂eq)

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene

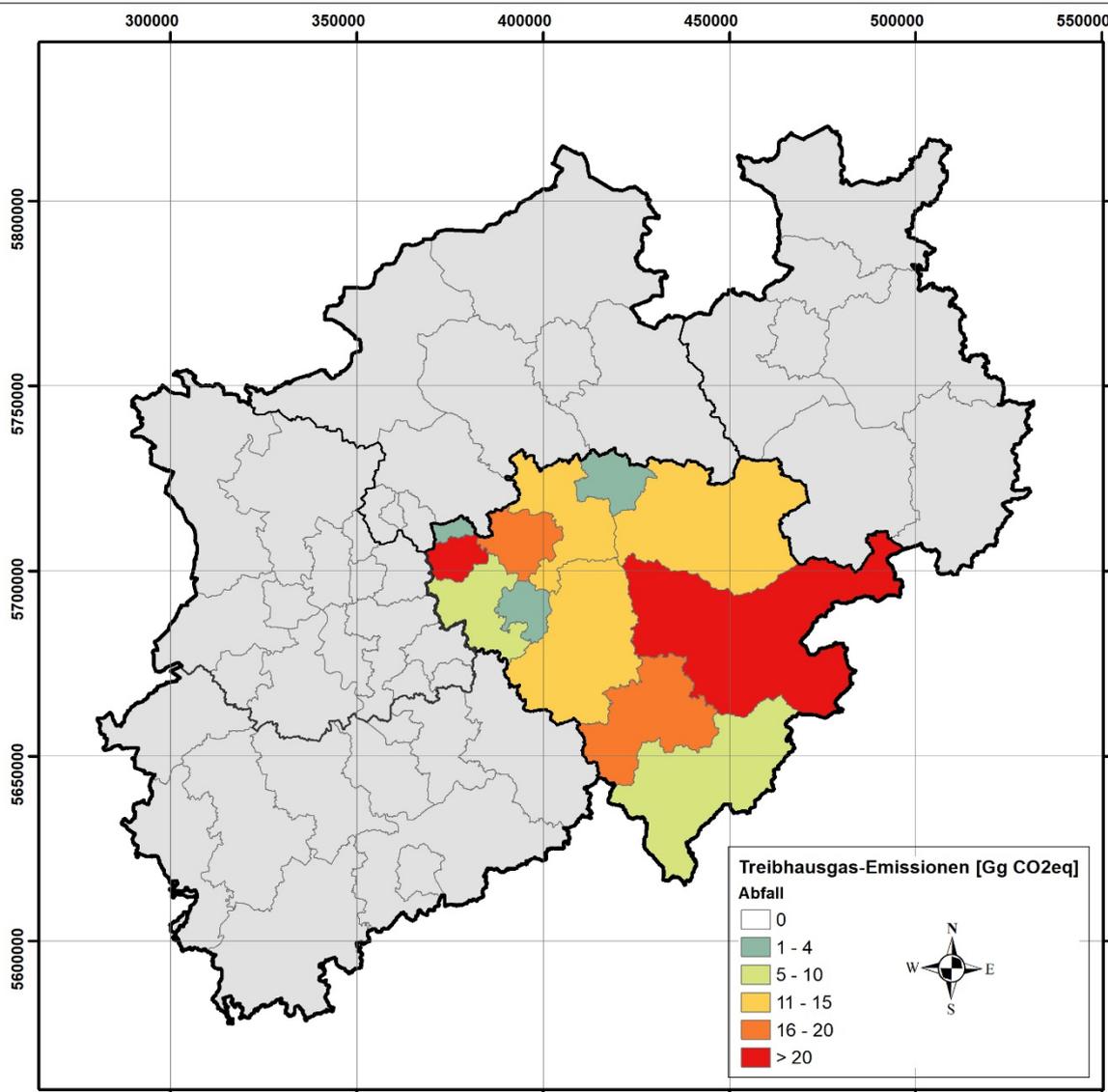
Landwirtschaft



Anhang 8: Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 3 Landwirtschaft (insgesamt 1,0 Mio. t CO₂eq)

Regionalisierte Treibhausgas-Emissionen auf Kreisebene

Abfall



Anhang 9: Überblick über die regionalisierten Treibhausgas-Emissionen der Kreise und kreisfreien Städte am Beispiel des Regierungsbezirks Arnsberg im IPCC-Sektor 4 Abfall (insgesamt 0,2 Mio. t CO_{2eq})

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

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

www.lanuv.nrw.de