



LAND
BRANDENBURG

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz

Klima



Klimagasinventur 2021 für das Land Brandenburg

Darstellung der Entwicklung der wichtigsten
Treibhausgase und Analyse zur Minderung der
energiebedingten CO₂-Emissionen

Fachbeiträge des LfU, Heft Nr. 161



Landesamt für Umwelt

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
des Landes Brandenburg
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Henning-von-Tresckow-Str. 2–13, Haus S, 14467 Potsdam
Telefon: +49 (0) 331 866 – 7237
E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de
Internet: mluk.brandenburg.de

Redaktion

Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg
Abteilung Technischer Umweltschutz 1
Referat T14 – Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit
Seeburger Chaussee 2, 14476 Potsdam OT Groß Glienicke
Telefon +49 (0) 33201 – 442-0
E-Mail: infoline@lfu.brandenburg.de
Internet: lfu.brandenburg.de

Titelbild

© Carsten Linke, Geraldine Knopf

Satz

LGB (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg)
Satzweiss.com Print Web Software GmbH

Diese Veröffentlichung ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht für Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Unabhängig davon, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Broschüre dem Empfänger zugegangen ist, darf sie, auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl, nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Potsdam, Juli 2022

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
1 Einordnung und Methodik	8
Methodik	8
2 Entwicklung und aktueller Stand Klimagasemissionen	11
3 Energiebedingte CO₂-Emissionen	14
3.1 Verbrennung von Brennstoffen	14
Exkurs: Verursacherbilanz Transport	20
3.2 Diffuse Emissionen aus Brennstoffen	21
4 Nicht Energiebedingte Emissionen	22
4.1 Industrieprozesse	22
4.2 Landwirtschaft	24
4.3 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	26
4.4 Abfall und Abwasser	27
Literaturverzeichnis	29
Anhang	32
Anhang 1	32
Anhang 2	34

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Treibhausgasemissionen nach Gasen in Megatonnen CO ₂ -Äquivalenten	11
Abb. 2:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren	12
Abb. 3:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen im Land Brandenburg nach Sektoren	16
Abb. 4:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern	17
Abb. 5:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen pro Einwohner	19
Abb. 6:	CO ₂ -Emissionen im Sektor Transport 2021 (nach der Verursacherbilanz). . . .	20
Abb. 7:	Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	22
Abb. 8:	Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen nach Wirtschaftszweigen 2013 – 2021	23
Abb. 9:	Klimagasemissionen in der Landwirtschaft.	24
Abb. 10:	Emissionen in der Landwirtschaft im Jahr 2021 nach Gasen	25
Abb. 11:	Treibhausgas-Emissionen aus dem LULUCF-Sektor	26
Abb. 12:	Emissionen aus Abfall und Abwasser in Megatonnen CO ₂ -Äquivalenten	27

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Übersicht der Sektoren	9
Tab. 2:	Verteilung der Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg 1990 – 2021 in Megatonnen CO ₂ -Äquivalenten (nach CRF).	13
Tab. 3:	CO ₂ -Emissionen aus der jährlichen Braunkohleverstromung Brandenburg (2018 – 2021).	15
Tab. 4:	Kohleausstiegsplan Brandenburg	18
Tab. 5:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen pro Einwohner für Berlin und Brandenburg .	19
Tab. 6:	Stilllegungspfad Braunkohlekraftwerke Deutschland.	32
Tab. 7:	Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Klimaschutzgesetz im Land Brandenburg 1990 – 2021 in Megatonnen CO ₂ -Äquivalenten	34

Abkürzungsverzeichnis

AfS BB	Amt für Statistik Berlin-Brandenburg
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CRF	Common Reporting Format
GWP	Treibhausgaspotential
LEAG	Lausitz Energie Kraftwerke AG
LfU	Landesamt für Umwelt Brandenburg
LULUCF	Land use, Land use change and forestry
Mt	Megatonne
MW	Megawatt
N ₂ O	Lachgas
UBA	Umweltbundesamt

Zusammenfassung

Der aktuelle Koalitionsvertrag der Landesregierung bekräftigt, dass die Koalition den Klimaschutz zu einem Schwerpunkt ihrer Arbeit machen will. Die Landesregierung bekennt sich im Vertrag zu den Zielen und zur Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens. Die Klimagasneutralität bis 2050 ist somit das derzeitige Langfristziel. Aktuell arbeitet die Landesregierung an einem Klimaplan, welcher die einzelnen klimarelevanten Strategien der verschiedenen Sektoren (Energie, Industrie, Landwirtschaft, Abfall, und so weiter) vereinen wird. Diskutiert wird derzeit das Ziel der Klimaneutralität für 2045. Dieser Klimaplan soll im ersten Halbjahr 2023 verabschiedet werden.

Im Mittelpunkt der vorliegenden Klimagasinventur des Landes Brandenburg stehen die Entwicklung der drei wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O), auch unter der Bezeichnung Lachgas bekannt. Der Schwerpunkt der Darstellung liegt auf den energiebedingten CO₂-Emissionen, die die Gesamtheit der Treibhausgase dominieren und aus diesem Grund in der Energie- und Klimaschutzstrategie der Landesregierung unter besonderer Beobachtung stehen. Betrachtungszeitraum sind die Jahre von 1990 bis 2021. **Erstmals wird der Sektor LULUCF integriert und nicht mehr nur informativ dargestellt.** Dies erleichtert die Vergleichbarkeit mit den Angaben im zukünftigen Klimaplan.

Die Berechnungen für 2021 ergeben insgesamt 56 Megatonnen CO₂-Äquivalente. Dies ist ein deutlicher Wiederanstieg nach der „Coronassenke“ im Jahr 2020 (um 7,5 Prozent). Das am stärksten vertretene Treibhausgas stellt im Jahr 2021 mit 94 Prozent Kohlendioxid (CO₂) dar, welches zum Großteil aus der Verbrennung fossiler Energieträger resultiert. Die energiebedingten CO₂-Emissionen bestimmen die Gesamtheit der Treibhausgase, ausgedrückt in CO₂-Äqui-

valenten, zu rund 86 Prozent. Im Jahr 2021 fielen fast 71 Prozent der energiebedingten CO₂-Emissionen unmittelbar im Energiesektor an. Die Eigenversorgung mit Strom und Mineralölprodukten und die erheblichen Lieferungen dieser Energieträger in andere Bundesländer bestimmen maßgeblich das hohe Emissionspotenzial. Die Verbrauchssektoren Industrie, Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbraucher sind jeweils zwischen 7,3 und 11,9 Prozent an den energiebedingten CO₂-Gesamtemissionen beteiligt. Zusätzlich tragen Industrieprozesse mit 5,5 und die Landwirtschaft mit rund 5 Prozent zur gesamten Treibhausgasbilanz bei. Der Landnutzungssektor (LULUCF) ist aktuell mit 1,8 Megatonnen CO₂-Äquivalenten in Brandenburg eine Emissionsquelle.

Die Treibhausgas-Emissionen sind seit 1990 um 54,4 Prozent gesunken. Die Reduktion von Kohlendioxid-, Methan- und Lachgas-Emissionen betragen respektive 47 Prozent, 91 Prozent und 21 Prozent. Besonders stark sanken die Emissionen Anfang der 1990er Jahre, stagnierten dann aber weitestgehend bis 2018. Erst in den Jahren 2019 und 2020 sind bedeutende Minderungen zu erkennen. Im Jahr 2021 wird die wirtschaftliche Erholung nach dem ersten Jahr der Corona-Pandemie deutlich. Die Emissionszunahme kann zum einen damit, zum anderen mit einem Anstieg der Emissionsintensität begründet werden. Grund für den Anstieg der Emissionen ist zu 80 Prozent die Zunahme der Energiegewinnung aus Braunkohle. Trotz Wiederanstieg liegen die Emissionen für 2021 weiterhin unter dem Niveau von 2019.

Der von der Braunkohle dominierte Energieträgermix führt mit 18,9 Tonnen CO₂ zu einer bundesweit überdurchschnittlichen Pro-Kopf-Emission. Davon entfallen circa 7 Tonnen pro Einwohner auf die Endenergieträger, die für andere Bundesländer erzeugt wurden.

1 Einordnung und Methodik

Der sechste Sachstandsbericht des Weltklimarats IPCC zeigt auf, dass es einer sofortigen Trendwende auf globaler Ebene bedarf, um das 1,5°C-Ziel zu erreichen. Nur mit sofortigen Maßnahmen weltweit und in allen Sektoren könnte das Ziel noch machbar sein. (UBA, 2022a)

Mit dem Europäischen Grünen Deal hat sich die EU das Ziel gesetzt bis 2050 klimaneutral zu werden und bis 2030 mindestens 55 Prozent der Emissionen zu reduzieren.

Die Novelle des deutschen Klimaschutzgesetzes ist im August 2021 in Kraft getreten. Sie sieht auf nationaler Ebene bis 2030 eine Minderung der Treibhausgase um 65 Prozent gegenüber 1990 vor, bis 2040 um mindestens 88 Prozent. Bis 2045 soll die Treibhausgasneutralität erreicht werden (Bundesregierung, 2022).

Laut dem Umweltbundesamt (2022b) sanken die Treibhausgasemissionen im Jahr 2021 um 38,7 Prozent im Vergleich zum Basisjahr 1990 und stiegen um 4,5 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Der Anstieg wird mit der gestiegenen Stromnachfrage und einer geringeren Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien begründet.

Das Land Brandenburg hat sich das Ziel gesetzt, bis 2030 die energiebedingten CO₂-Emissionen im Vergleich zum Basisjahr 1990 um 72 Prozent zu senken. Gleichzeitig soll der Primärenergieverbrauch um 20 Prozent gesenkt und der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch auf mindestens 32 Prozent sowie deren Anteil am Endenergieverbrauch auf 40 Prozent angehoben werden. Bislang beschränken sich die Klimaziele auf den Sektor Energie. (MWAE, 2012) Die Energiestrategie mit Zielen bis 2040 ist derzeit noch in Bearbeitung.

Der aktuelle Koalitionsvertrag der Landesregierung Brandenburg bekräftigt, dass die Koalition den Klimaschutz zu einem Schwerpunkt ihrer Arbeit machen will. Die Landesregierung bekennt sich im Vertrag zu den Zielen und zur Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens. Unter Federführung des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) wird derzeit mit dem Klimaplan eine verbindliche Klimaschutzstrategie unter Berücksichtigung aller Sektoren erarbeitet. Mit einem Kabinettschluss vom November 2021 konnte das Ziel der Klimaneutralität auf das Jahr 2045 vorgezogen werden und stimmt nun mit dem der Bundesregierung überein.

Die vorliegende Klimagasinventur 2021 des Landes Brandenburg stellt die Entwicklung der drei Treibhausgase Kohlenstoffdioxid-, Methan- und Lachgasemissionen dar und bildet somit die Grundlage zur Überprüfung der Zielerreichung. Besondere Beachtung finden die energiebedingten CO₂-Emissionen, da diese mehr als die Hälfte der gesamten Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg ausmachen. Neben der vorliegenden Klimagasinventur werden die energiebedingten CO₂-Emissionen in der Energie- und CO₂-Bilanz des Amts für Statistik Berlin-Brandenburg (AfS BB) detailliert aufgeschlüsselt (AfS BB, 2021).

Methodik

Die vorliegende Betrachtung der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas findet über den Zeitraum von 1990 bis 2021 statt. Die verschiedenen Sektoren werden in Anlehnung an die internationale Systematik sowie die des Nationalen Inventarberichts (UBA, 2021) untergliedert (vergleiche Tabelle 1). Es handelt sich hierbei um eine Quellenbilanz. Das bedeutet, dass die Emissionen an

der Stelle, an der sie anfallen, berechnet werden, nicht aber an der Stelle des Verbrauchs. Zu unterscheiden sind auch sogenannte Ökobilanzen (Life-Cycle-Analysis), welche die Emissionen und Umweltauswirkungen entlang des gesamten Lebenszyklus einer Technologie oder eines Produkts betrachten.

Zusätzlich werden die Treibhausgase nach der Systematik des Klimaschutzgesetzes des Bundes dargestellt (siehe Anhang 2, Seite Seite 34). Diese Systematik ermöglicht eine Zuteilung der Emissionen zu den einzelnen Sektoren (vergleiche Tabelle 1).

Tab. 1:	Übersicht der Sektoren	
	CRF	KSG
	1. Energie	1. Energiewirtschaft
	1.A. Verbrennung von Brennstoffen	CRF 1.A.1 – Energiegewinnung u. Umwandlung
	1.A.1. Energiegewinnung und Umwandlung	CRF 1.B – Diffuse Emissionen aus Brennstoffen
	1.A.2 Verarbeitendes Gewerbe	2. Industrie
	1.A.3 Transport	CRF 1.A.2 – Verarbeitendes Gewerbe
	1.A.4 Sonstige (pHH, GHD, LW)	CRF 2. Industrieprozesse
	1.B Diffuse Emissionen aus Brennstoffen	3. Gebäude
	2. Industrieprozesse	CRF 1.A.4.a – Gewerbe, Handel, Dienstleistung
	2.A Mineralische Industrie	CRF 1.A.4.b – Haushalte
	2.B Chemische Industrie	4. Verkehr
	2.C Metallproduktion	CRF 1.A.3.a – nationaler Luftverkehr
	2.D-H Klimawirksame Stoffe	CRF 1.A.3.b – Straßenverkehr
	3. Landwirtschaft	CRF 1.A.3.c – Schienenverkehr
	3.A Tierhaltung	CRF 1.A.3.d – Küsten- & Binnenschifffahrt
	3.B Wirtschaftsdünger	5. Landwirtschaft
	3.D Landwirtschaftlicher Böden	CRF 1.A.4.c – Stationäre & mobile Feuerung*
	3.G Kalkung	CRF 3.A-J Landwirtschaft
	3.H Harnstoff	6. Abfall und Abwasser
	3.I Kalkhaltige Dünger	7. LULUCF
	4. LULUCF	
	4.A Wälder	
	4.B Ackerland	
	4.C Grünland	
	4.D Feuchtgebiete	
	4.E Siedlungen	
	5. Abfall und Abwasser	
	5.A Abfalldeponierung	
	5.B Biologische Behandlung von festen Abfällen	
	5.D Abwasserbehandlung	
	5.E Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung	

Die zugrundeliegenden Daten für die Inventarerstellung stammen größtenteils vom Landesamt für Umwelt Brandenburg (LfU), vom Amt für Statistik Brandenburg-Berlin (AfS BB), vom Länderarbeitskreis Energiebilanzen und vom Thünen-Institut. Es sei allerdings zu berücksichtigen, dass die Erstellung einer konsistenten Zeitreihe der Emissionen seit 1990 nicht gänzlich möglich ist, da zum einen die Methoden zur Berechnung immer wieder geändert wurden und zum anderen für einzelne Parameter Datenlücken bestehen.

Neben den drei Haupttreibhausgasen Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) werden im Nationalen Inventarbericht auch wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF_6) behandelt. Im Gegensatz zu CO_2 , CH_4 und N_2O , welche als unerwünschte Nebenprodukte anfallen, werden HFKW, PFC und SF_6 überwiegend gezielt als chemische Erzeugnisse für verschiedene Anwendungsgebiete produziert. Sie kommen beispielswei-

se als Treibgas, Feuerlöschmittel, Kältemittel oder Schalldämmgas zur Anwendung. Eine Reihe von Anwendungen, insbesondere der Einsatz von SF_6 , wurden inzwischen durch die Verordnung (EG) Nr. 482/2006 des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates schrittweise eingeschränkt.

Im Folgenden werden die fünf Sektoren 1. Energie, 2. Industrie, 3. Landwirtschaft, 4. LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft) und 5. Abfall und Abwasser detailliert beschrieben. Der Sektor Energie wird unterteilt in Verbrennung von Brennstoffen (1.A) und diffuse Emissionen (1.B). Die verbrennungsbedingten Emissionen (1.A) setzen sich zusammen aus Energiegewinnung und Umwandlung (1.A.1), Verarbeitendem Gewerbe (1.A.2), Transport (1.A.3) und Gewerbe, Haushalte und Dienstleistung (1.A.4). Der Sektor 4 (LULUCF) wird seit diesem Jahr in die Gesamtbilanz miteingerechnet. In den Jahren zuvor wurden die Treibhausgase aus diesem Sektor nur nachrichtlich aufgeführt.

Entwicklung und aktueller Stand Klimagasemissionen

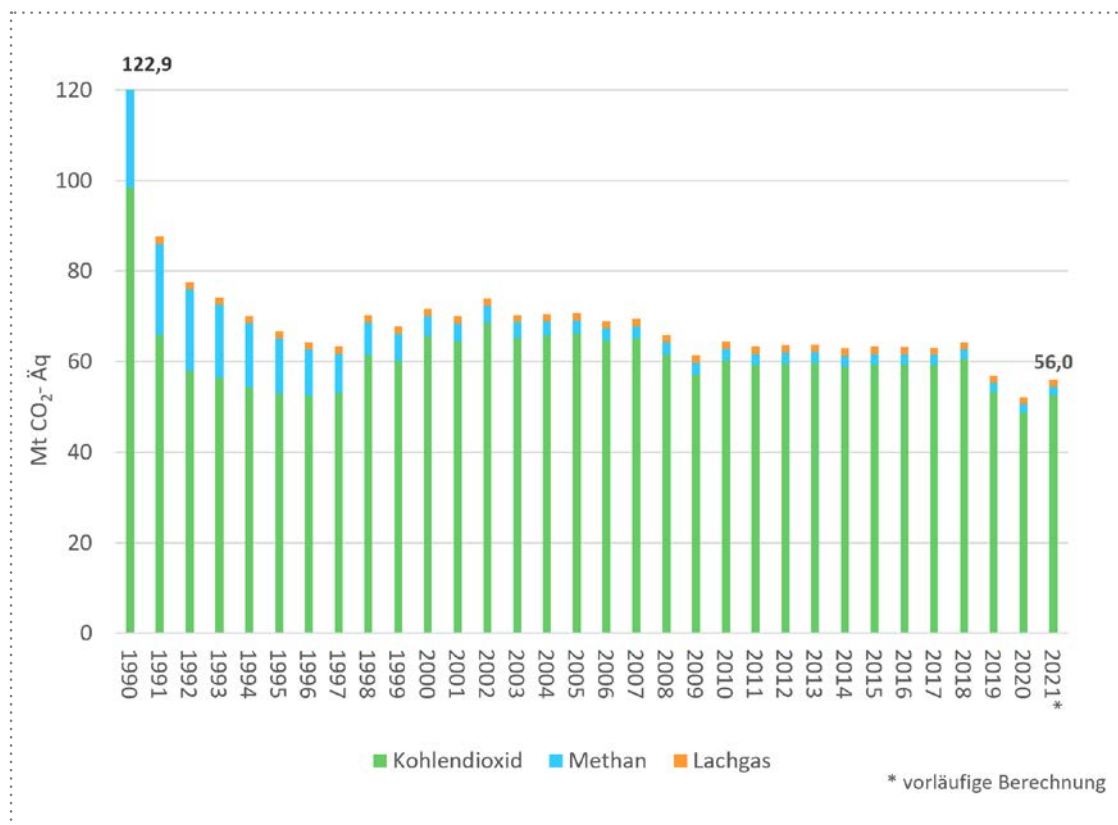
2

Das am stärksten vertretene Treibhausgas stellt im Jahr 2021 mit 94 Prozent Kohlendioxid (CO₂) dar, welches zum Großteil aus der Verbrennung fossiler Energieträger resultiert.

Um den Treibhauseffekt verschiedener Gase miteinander vergleichen zu können, wird das sogenannte Treibhausgaspotenzial (GWP) in CO₂-Äquivalent (CO₂-Äq.) angegeben. Es gibt an, wie stark der Treibhauseffekt eines Gases im Vergleich zu Kohlendioxid, bezogen auf einen Zeithorizont von 100 Jahren, ist. Im Folgenden wird, wie im Nationalen Inventarbericht¹ (UBA, 2022c, S. 92), ein Treibhausgaspotential von 25 für Methan und von 298 für Lachgas angenommen. Methan-Emissionen entstehen in Brandenburg insbe-

sondere bei der Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe, in der Landwirtschaft und bei der Abfalldeponierung. Ebenso entstehen Lachgas-Emissionen hauptsächlich in der Abfalldeponierung und der Landwirtschaft. Wie in Abbildung 1 dargestellt, sind die Treibhausgas-Emissionen seit 1990 um 54 Prozent gesunken. Besonders stark sanken die Emissionen Anfang der 1990er Jahre, stagnierten aber in den 2010er Jahren. Die Jahre 2019 und 2020 zeigen wieder einen deutlichen Rückgang der Emissionen, welcher zum einen durch die schrittweise Stilllegung der Braunkohle Kraftwerke, zum anderen durch die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie begründet ist (siehe LfU (2021) Abschätzung der Treibhausgasemissionen

Abb. 1: Treibhausgasemissionen nach Gasen in Megatonnen CO₂-Äquivalenten



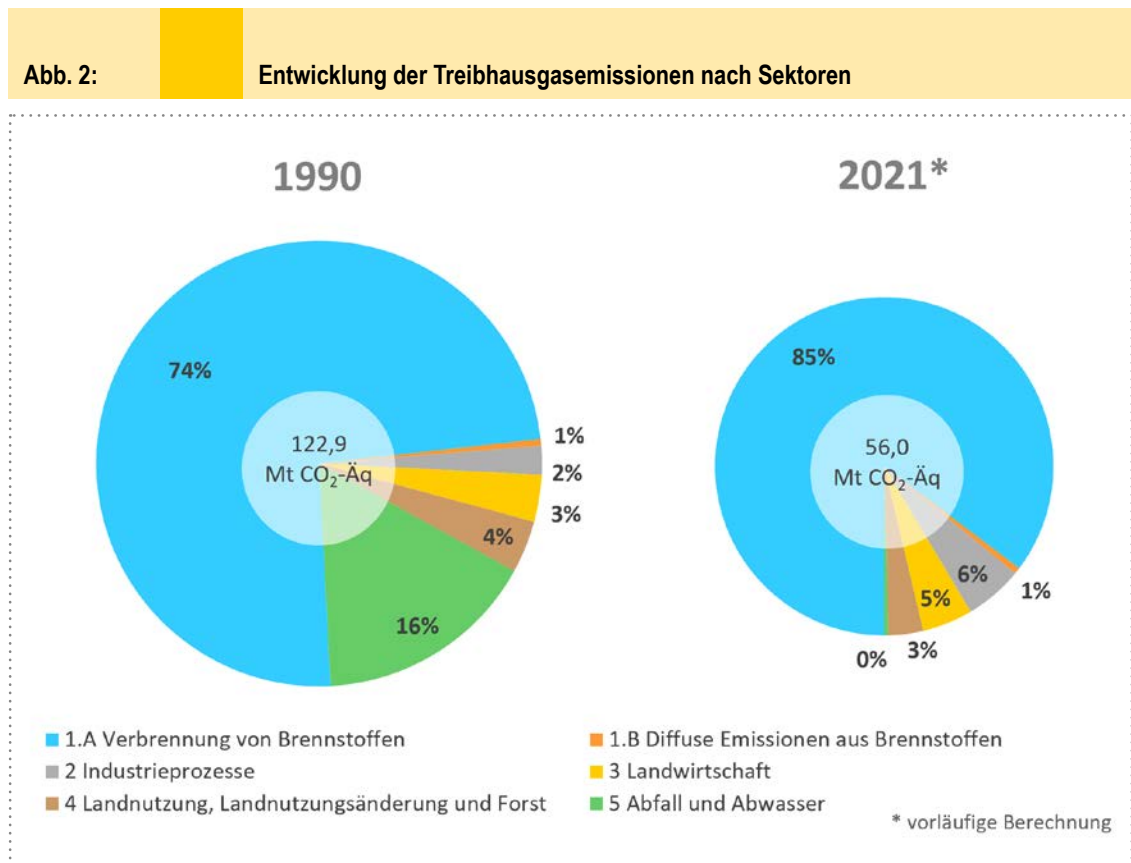
Quelle: LfU T14, 2022

1 Die Werte beruhen auf dem 4. Sachstandsbericht des IPCC.

im Land Brandenburg 2020). Für das Jahr 2021 ist ein Anstieg der Emissionen zu beobachten, der aber nicht das Niveau von 2019 erreicht. Die Reduktion von Kohlendioxid-, Methan- und Lachgas-Emissionen betrug im Vergleich zum Basisjahr 1990 respektive 47 Prozent, 92 Prozent und 21 Prozent.

Abbildung 2 zeigt, wie sich die Emissionen aus den verschiedenen Sektoren prozentual verändert haben. Weiterhin resultieren circa zwei Drittel der Emissionen aus der Ener-

giegewinnung und Umwandlung. Während 1990 Abfall und Abwasser noch für fast ein Fünftel der Emissionen verantwortlich waren, sind es 2021 0,2 Prozent. Mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung wird sich voraussichtlich der Anteil der energiebedingten CO₂-Emissionen deutlich reduzieren und die anderen Sektoren werden somit prozentual einen größeren Anteil der Gesamtemissionen darstellen. Tabelle 2 zeigt die detaillierte Aufteilung der Treibhausgase nach Sektoren und Gasen.



Quelle: LfU T14, 2022

Tab. 2: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg 1990 – 2021 in Megatonnen CO₂-Äquivalenten (nach CRF)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021 ¹
Gesamtemissionen										
mit LULUCF	122,9	66,7	71,7	70,7	64,5	63,3	64,2	56,9	52,1	56,0
ohne LULUCF	118,2	66,9	70,0	67,1	63,3	63,5	63,3	55,7	50,3	54,2
Nach Klimagasen										
CO ₂ (Kohlendioxid)	98,4	53,0	65,6	64,7	60,3	59,3	60,5	53,3	48,6	52,6
CH ₄ (Methan)	22,6	12,1	4,4	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0	2,0	1,9
N ₂ O (Lachgas)	1,9	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5
Nach Sektoren										
1. Energie	91,6	51,1	61,4	60,3	57,3	56,8	57,3	49,7	44,4	48,1
1.A. Verbrennung von Brennstoffen	91,0	50,5	60,9	59,9	56,9	56,5	56,9	49,4	44,1	47,8
1.A.1. Energiegewinnung und Umwandlung	63,8	35,0	45,0	46,6	42,5	42,6	42,2	35,3	30,7	33,8
1.A.2. Verarbeitendes Gewerbe	11,5	4,5	5,0	3,2	4,4	4,5	4,7	4,5	4,5	4,9
1.A.3. Transport	3,3	5,9	6,1	5,4	5,5	5,6	5,9	6,0	5,3	5,7
1.A.4. Haushalte, Gewerbe, Dienstleistung	12,4	5,1	4,8	4,7	4,7	3,7	4,2	3,7	3,6	3,5
1.B. Diffuse Emissionen aus Brennstoffen	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
2. Industrieprozesse	2,6	2,8	3,1	2,9	2,4	3,1	2,9	2,9	2,9	3,1
3. Landwirtschaft	4,2	3,1	3,2	3,0	3,0	3,1	2,9	2,8	2,8	2,7
4. LULUCF	4,7	-0,2	1,7	3,6	1,1	-0,1	0,9	1,2	1,8	1,8
5. Abfall und Abwasser	19,8	9,8	2,3	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2

Quelle: LfU T14, 2022

¹ vorläufige Berechnung

3 Energiebedingte CO₂-Emissionen

Die energiebedingten CO₂-Emissionen resultieren aus der Verbrennung von Brennstoffen zur Energiegewinnung und Umwandlung in Kraftwerken und Raffinerien, im verarbeitenden Gewerbe, im Transport und in Haushalten, Gewerbe und Dienstleistungen sowie aus den diffusen (flüchtigen) Emissionen aus der Energiewirtschaft. Bei der Verbrennung von Brennstoffen werden in der vorliegenden Klimagasinventur nur CO₂-Emissionen bilanziert. Bei den diffusen Emissionen werden auch Methan-Emissionen erfasst.

Als Energieexportland gilt die besondere Aufmerksamkeit in Brandenburg den energiebedingten Emissionen, deren gegenwärtiger Anteil mit 48,1 Megatonnen CO₂ circa 86 Prozent an den Gesamtemissionen beträgt. Die im Jahr 2012 verabschiedete Energiestrategie 2030 setzt das Ziel, die energiebedingten CO₂-Emissionen im Land bis zum Jahr 2030 um 72 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 zu senken, das heißt von 91 Megatonnen CO₂ auf 25 Megatonnen CO₂.

3.1 Verbrennung von Brennstoffen

Die Berechnung der energiebedingten CO₂-Emissionen kann mittels zwei verschiedener Bilanzierungsmethoden erfolgen. Dadurch werden die unterschiedlichen Blickwinkel dargestellt. Zum einen stellt die Quellenbilanz alle Emissionen, die auf den Verbrauch von Primärenergieträgern (Kohle, Gase, et cetera) zurückzuführen sind, dar. Zum anderen wird aus Sicht der Verbräuche eine Verursacherbilanz berechnet, um aufzuzeigen, wie viele CO₂-Emissionen aufgrund des Energieverbrauchs entstehen. Die vorliegende Klimagasinventur bilanziert nach der Methode der Quellenbilanz und wird nur im Einzelfall Verursacherbilanzen zur Untersetzung aufzeigen.

Für die Berechnung der verbrennungsbedingten Emissionen liegen derzeit Daten für 1991 bis 2019 vom Amt für Statistik Berlin-Brandenburg vor. In der vorliegenden Klimagasinventur wird für 1990 der im LfU berechnete Wert von 91 Megatonnen CO₂ verwendet, um die Referenz der politischen Zielsetzung beizubehalten.²

Die verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen 2021 sind im Vergleich zu 1990 um schätzungsweise 47 Prozent gesunken, im Vergleich zum Vorjahr um 8 Prozent gestiegen (Abbildung 3).

Grundsätzlich ist eine starke Reduktion in den 90er Jahren zu beobachten, welche hauptsächlich auf den industriellen Zusammenbruch und die Schließung mehrerer Kohlekraftwerke zurückzuführen ist. Von 2000 bis 2021 ist ein Rückgang der Emissionen von 22 Prozent zu beobachten.

Bei Weitem der größte Anteil der CO₂-Emissionen entsteht während der Energiegewinnung fossiler Rohstoffe in Kraftwerken, die die öffentliche Strom- und Wärmeversorgung sicherstellen, und der Energieumwandlung in Raffinerien. Die Emissionen des Verarbeitenden Gewerbes entstehen bei der Eigenstromversorgung und sind Anfang der 90er Jahre in Folge des Umbruchs stark gesunken. Bis 2018 sind nur leichte Schwankungen zu verzeichnen, die aber auch konjunkturell bedingt sein können. Circa zwei Drittel der Reduzierung der Emissionen in den Jahren 2019 und 2020 sind auf die schrittweise Stilllegung des Kohlekraftwerks Jänschwalde zurückzuführen (Tabelle 2 und Tabelle 3). Im Jahr 2021 stiegen die Emissionen aus der Braunkohleverstromung um 13 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Die kann zum einen mit der wirtschaftlichen Erholung nach den Pandemie-

² Das AfS BB weist für 1990 abweichend einen Wert von 80,45 Megatonnen CO₂ aus. Dieser Wert entstand durch mehrfache Methodenänderung und Rückrechnung auf die Vergangenheit.

Maßnahmen, zum anderen mit einer Verlagerung der Energieträger begründet werden. Der Anstieg der Gaspreise im ersten Halbjahr 2021, die witterungsbedingte verminderte Stromerzeugung aus Windkraft und die Abschaltung von Steinkohle- und Kernkraftwerken führten zu einer höheren Auslastung der verbleibenden Braunkohlekraftwerke.

Dies geht einher mit einem Anstieg der Braunkohleförderung in der Brandenburger Lausitz von 9 Prozent im Jahr 2021 im Vergleich zum Vorjahr (LEAG, 2022).

Die Emissionen im Transportsektor resultieren aus der Verbrennung von Kraftstoffen. Hierbei ist der Einsatz von Kraftstoffen in der Landwirtschaft ausgenommen. Zu beachten sei außerdem, dass elektrischer Verkehr (sowohl Schienenverkehr als auch Kraftfahrzeuge) nicht an dieser Stelle bilanziert wird, da die Emissionen aus der Stromerzeugung gemäß dem Quellprinzip unter 1.A.1 Energiegewinnung und Umwandlung verbucht werden.

Die Emissionen im Transport sind seit 1990 von 3,3 Megatonnen CO₂ auf 5,7 Megatonnen CO₂ gestiegen und haben sich somit fast verdoppelt (siehe Abbildung 3). Der Anstieg der Emissionen resultiert aus der steigenden Anzahl an zugelassenen Kraftfahrzeu-

gen und der gestiegenen Fahrleistung. Ausgenommen von dieser Entwicklung ist das Jahr 2020, in dem die Emissionen im Sektor Transport um 12 Prozent gesunken sind. Im Jahr 2021 stiegen die Emissionen wieder um 8 Prozent an, erreichten aber nicht das Niveau von 2019. Anhand der Daten des Mineralölwirtschaftsverbandes e. V. (MWWV, 2021) können auf nationaler Ebene die Veränderungen von Otto-, Diesel-, und Flugkraftstoff berechnet werden. Der Verbrauch von Ottokraftstoffen stieg demnach im Jahr 2021 um 1,6 Prozent, der von Dieselmotoren um 0,4 Prozent. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Veränderung in Brandenburg analog gestaltet.

Besonders bemerkenswert ist der Anstieg des Verbrauchs von Flugkraftstoff. Die Verkehrsstatistik des Flughafens Berlin-Brandenburg (2022) (vormals Flughafen Schönefeld) zeigt einen Anstieg der Flugzeugbewegungen um 136,7 Prozent im Vergleich zum Jahr 2020. Die Eröffnung des Flughafens Berlin-Brandenburg am 31. Oktober 2020 führte zu einer Verlagerung des Flugverkehrs von Berlin nach Brandenburg. Hinzukommt die Erholung der Tourismusbranche von der Corona-Pandemie. Zu beachten ist, dass es sich hierbei um eine konservative Schätzung handelt, da die Aufteilung in nationalen und

Tab. 3: CO₂-Emissionen aus der jährlichen Braunkohleverstromung Brandenburg (2018 – 2021)

	2018		2019		2020		2021	
	TWh	Mt CO ₂	TWh	Mt CO ₂	TWh	Mt CO ₂	TWh	Mt CO ₂
Jänschwalde	19,5	21,88	15,4	17,16	11,9	13,30	13,3	14,93
Schwarze Pumpe	11,6	11,22	9,8	9,41	9,5	9,15	10,9	10,54
Summe	31,1	33,1	25,2	26,6	21,4	22,4	24,2	25,5

Quelle: eigene Berechnung LfU T14, 2022 nach DIW Berlin (2013, S. 13); LEAG (2022)

internationalen Flugverkehr nicht bekannt ist. Die Energiebilanz des Amtes für Statistik, und somit auch die Treibhausgasinventur des Landes Brandenburg, berücksichtigt allerdings nur Emissionen aus dem nationalen Flugverkehr.

Emissionen aus Gewerbe und Haushalten entstehen hauptsächlich in der Kälte- und Wärmebereitstellung durch Verbrennungsprozesse vor Ort. Die Emissionen in diesem Sektor sind witterungsabhängig und schwanken somit auch aufgrund der Temperatur.

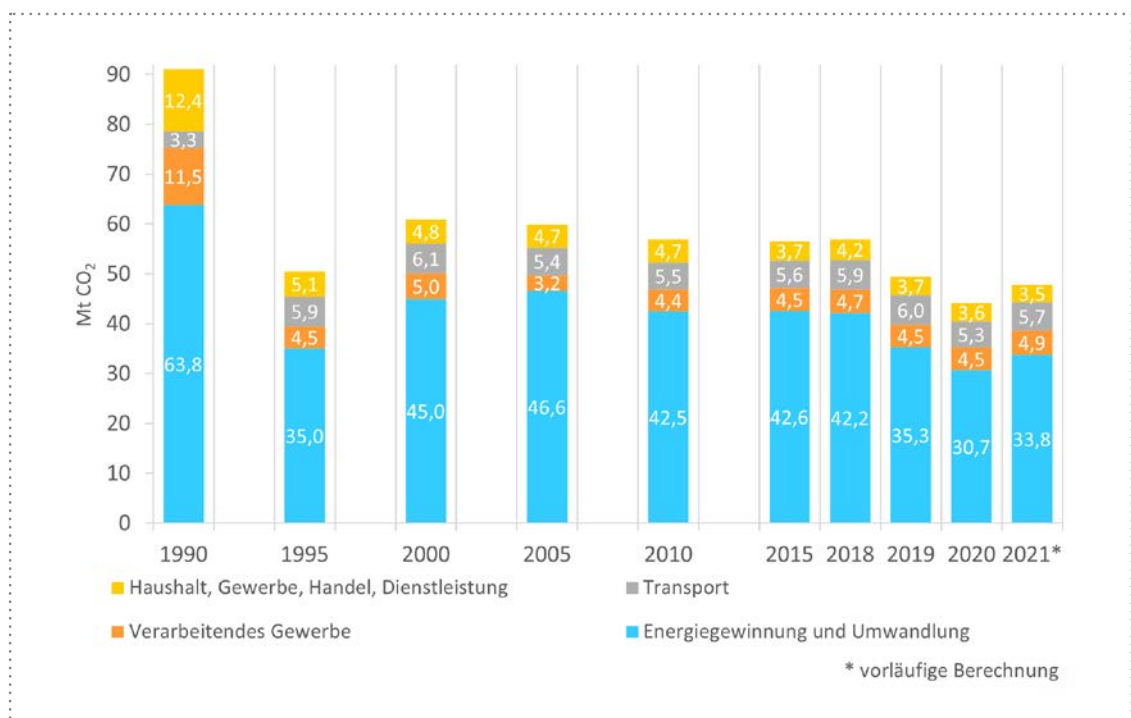
Seit 1990 sind die Emissionen von 12,4 Megatonnen CO₂ kontinuierlich auf 3,5 Megatonnen CO₂ gesunken (siehe Abbildung 3). Im Jahr 2021 sanken die Emissionen laut der Vorjahresschätzung des Umweltbundesamts (2022) im Sektor Gebäude um 3,3 Prozent. Dabei entwickelte sich der Untersektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung mit einem Emissions-

zuwachs von 8,0 Prozent gegenläufig zum Untersektor Haushalte mit einer Emissionsminderung von 7,0 Prozent. Aufgrund fehlender Daten auf Landesebene wird die gleiche Entwicklung für Brandenburg angenommen.

Die Emissionen in diesem Sektor werden absatzorientiert und nicht verbrauchsorientiert bilanziert, somit führten verringerte Heizölkäufe im Jahr 2021 zu sinkenden Emissionen in der Bilanz. Witterungsbedingt stieg der Erdgasverbrauch allerdings sowohl bei Gewerbe/Handel/Dienstleistung als auch bei den privaten Haushalten an (AG Energiebilanzen 2022).

Besonders im Land Brandenburg war der Winter 2021 mit einer mittleren Temperatur von 1,45 °C deutlich kälter als der Winter im Vorjahr mit einer mittleren Temperatur von 4,66 °C (siehe Tabelle 3). Allerdings lag die Mitteltemperatur für den Winter 2021 über dem langjährigen Mittel von 1991 – 2020.

Abb. 3: Energiebedingte CO₂-Emissionen im Land Brandenburg nach Sektoren

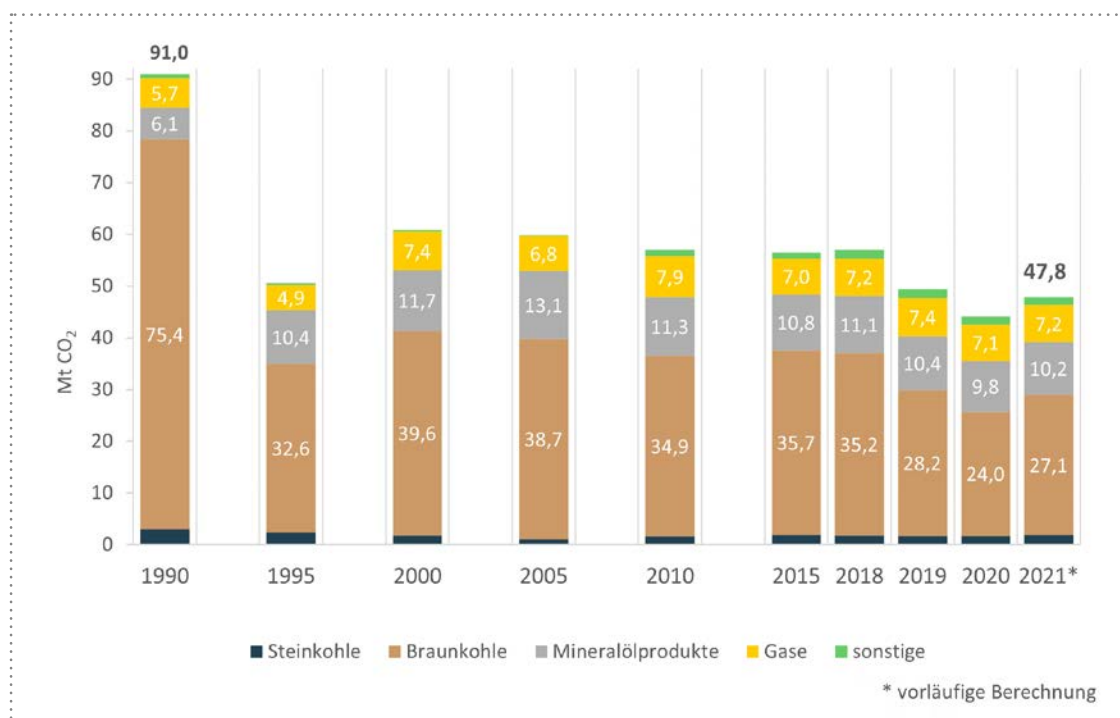


Quelle: AfS BB, 2021

Die Abbildung 4 zeigt die Aufteilung der verbrennungsbedingten Emissionen nach Energieträgern. Der Emissionsanteil der Braunkohle ist mit 83 Prozent im Jahr 1990 und mit 57 Prozent im Jahr 2021 besonders hoch. Der Steinkohleanteil bewegt sich zwischen 2 und 5 Prozent, sinkt aber in absoluten Zahlen von 3 Megatonnen CO₂ auf 1,87 Megatonnen CO₂. Gestiegen ist vor allem der Anteil von Mineralölprodukten von 7 Prozent auf 21 Prozent, was sich auch im Anstieg der absoluten Emissionen widerspiegelt (von 6,1 Megatonnen CO₂ auf 10,2 Megatonnen CO₂). Ähnlich verhält es sich mit dem Energieträger Gas, der sich bis 2021 von 5,7 Megatonnen CO₂ auf 7,2 Megatonnen CO₂ erhöht und nun einen Anteil von 15 Prozent an den verbrennungsbedingten Emissionen im Land Brandenburg einnimmt. Hier sei zu bemerken, dass die flüchtigen Emissionen aus der Gaswirtschaft im Sektor 1.B Diffuse Emissionen verbucht werden.

Die Veränderung der CO₂-Emissionen im Land Brandenburg sind also stark an die Entwicklungen im Energiesektor, insbesondere in Verbindung mit der Braunkohlelieferstromung, gekoppelt. Um das in der Energiestrategie 2030 gesteckte Ziel von 25 Megatonnen CO₂-Emissionen im energiebedingten Bereich zu erreichen, müssten die Emissionen in den nächsten 10 Jahren um circa die Hälfte gesenkt werden. Im Zuge des Kohleausstiegsgesetzes (2020) wurde auf Bundesebene der Braunkohleausstiegsplan festgelegt und Regelungen für den Steinkohleausstieg getroffen. In Brandenburg sind derzeit zwei Braunkohlekraftwerke des Anlagenbetreibers LEAG KW aktiv am Netz: Jänschwalde und Schwarze Pumpe. Das Kraftwerk Jänschwalde ging zwischen 1981 und 1989 mit den Blöcken A-F mit jeweils 500 Megawatt Leistung ans Netz. Die ersten beiden Blöcke (Blöcke E und F) befinden sich schon seit 2018 beziehungsweise

Abb. 4: Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Energieträgern



Quelle: AfS BB, 2021

se 2019 in Sicherheitsbereitschaft, das heißt die Kraftwerksblöcke sind heruntergefahren und werden nur bei Engpässen wieder in Betrieb genommen. Dies erklärt den deutlichen Rückgang der verbrennungsbedingten Emissionen in 2019 und 2020. Der Anstieg der Emissionen aus der Braunkohleverstromung im Jahr 2021 ist auf die höhere Auslastung der verbleibenden Blöcke zurückzuführen.

Gemäß dem Kohleausstiegsgesetz werden die verbliebenen vier Blöcke sukzessive 2025, 2027, und 2028 abgeschaltet. Die beiden Blöcke des Kraftwerks Schwarze Pumpe, welches erst 1998 in Betrieb genommen wurde, sollen spätestens Ende 2038 stillgelegt werden, damit gehen dann weitere 1.600 Megawatt Bruttoleistung vom Netz (Anhang 1, SeiteSeite 33).

Um die energiebedingten Emissionen Brandenburgs im bundesweiten Kontext bewer-

ten zu können, werden die CO₂-Emissionen je Einwohner betrachtet (siehe Abbildung 5).

Die Ursache der erheblich höheren Pro-Kopf-Emissionen Brandenburgs von circa 20 Tonnen CO₂ gegenüber dem Bundesdurchschnitt von circa 8 Tonnen CO₂ beruht vor allem auf der Exportintensität (Strom und Raffinerieprodukte). Nach Abzug des Exportanteils für Strom- und Raffinerieprodukte liegen die Pro-Kopf-Emissionen im Jahr 2019 mit 12,3 Tonnen CO₂ immer noch über den gesamtdeutschen Pro-Kopf-Emissionen. Dieser Unterschied ist durch den brandenburgischen Energiemix, der von der Braunkohleverstromung dominiert ist, begründet.

Da die Region Berlin-Brandenburg energiewirtschaftlich als Gemeinschaft betrachtet werden kann (zum Beispiel Stromexporte nach Berlin) wird in Tabelle 5 für die Jahre 2010 bis 2019³ beispielhaft ausgewiesen,

Tab. 4: Kohleausstiegsplan Brandenburg					
Block	Revier	Inbetriebnahmejahr	Blockklasse (MW)	Stilllegungsdatum	Emissionseinsparung pro Jahr
kurze Frist					
Jänschwalde E	Lausitz	1989	500	01.10.2019 (SB*)	4 Mt CO ₂ -Äq
Jänschwalde F	Lausitz	1989	500	01.10.2018 (SB)	4 Mt CO ₂ -Äq
Bis 2030					
Jänschwalde A	Lausitz	1981	500	31.12.2025 (SB)	4 Mt CO ₂ -Äq
Jänschwalde B	Lausitz	1982	500	31.12.2027 (SB)	4 Mt CO ₂ -Äq
Jänschwalde C	Lausitz	1984	500	12/31/2028	4 Mt CO ₂ -Äq
Jänschwalde D	Lausitz	1985	500	12/31/2028	4 Mt CO ₂ -Äq
nach 2030					
Schwarze Pumpe A	Lausitz	1998	800**	12/31/2038	6 Mt CO ₂ -Äq
Schwarze Pumpe B	Lausitz	1998	800**	12/31/2038	6 Mt CO ₂ -Äq

* Sicherheitsbereitschaft

** abweichend zur Angabe BMWi

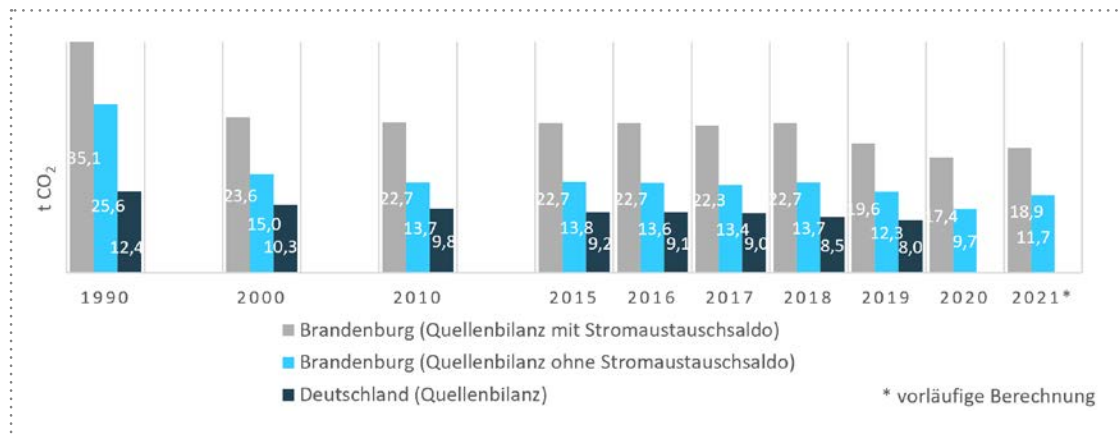
Quelle: BMWi, 2020

³ Derzeit liegen Daten nur bis 2018 für Deutschland und Berlin vor.

wie sich die einwohnerbezogenen energiebedingten CO₂-Emissionen jeweils in Brandenburg, in Berlin und in der Region Berlin-Brandenburg entwickelt haben. Im Detail weisen beide Länder ähnliche Entwicklungen auf. Die Minderung der Kohlenutzung zur Stromerzeugung ist ersichtlich. Der stärkere Bevölkerungszuwachs in Berlin wirkt sich da-

bei im Vergleich zu Brandenburg vorteilhaft aus. Aufgrund des schrittweisen Kohleausbaus sinken die Emissionen pro Einwohner in den Jahren 2019 und 2020 deutlich, steigen aber 2021 wieder leicht an. Für Berlin und Deutschland liegen für die Jahre 2020 und 2021 noch keine Daten vor.

Abb. 5: Energiebedingte CO₂-Emissionen pro Einwohner



Quelle: AfS BB; LfU T14, 2022

Tab. 5: Energiebedingte CO₂-Emissionen pro Einwohner für Berlin und Brandenburg

[t CO ₂ /EW]	Land Brandenburg	Land Berlin	Region Brandenburg-Berlin
2010	22,7	6,0	13,2
2011	23,0	5,2	12,8
2012	23,5	5,2	12,9
2013	23,4	5,3	12,9
2014	22,8	5,0	12,5
2015	22,7	4,7	12,2
2016	22,7	4,8	12,2
2017	22,6	4,6	12,0
2018	22,7	4,3	11,8
2019	19,6	4,1	10,4
2020	17,4		
2021	18,9		

Quelle: AfS BB; LfU T14, 2022

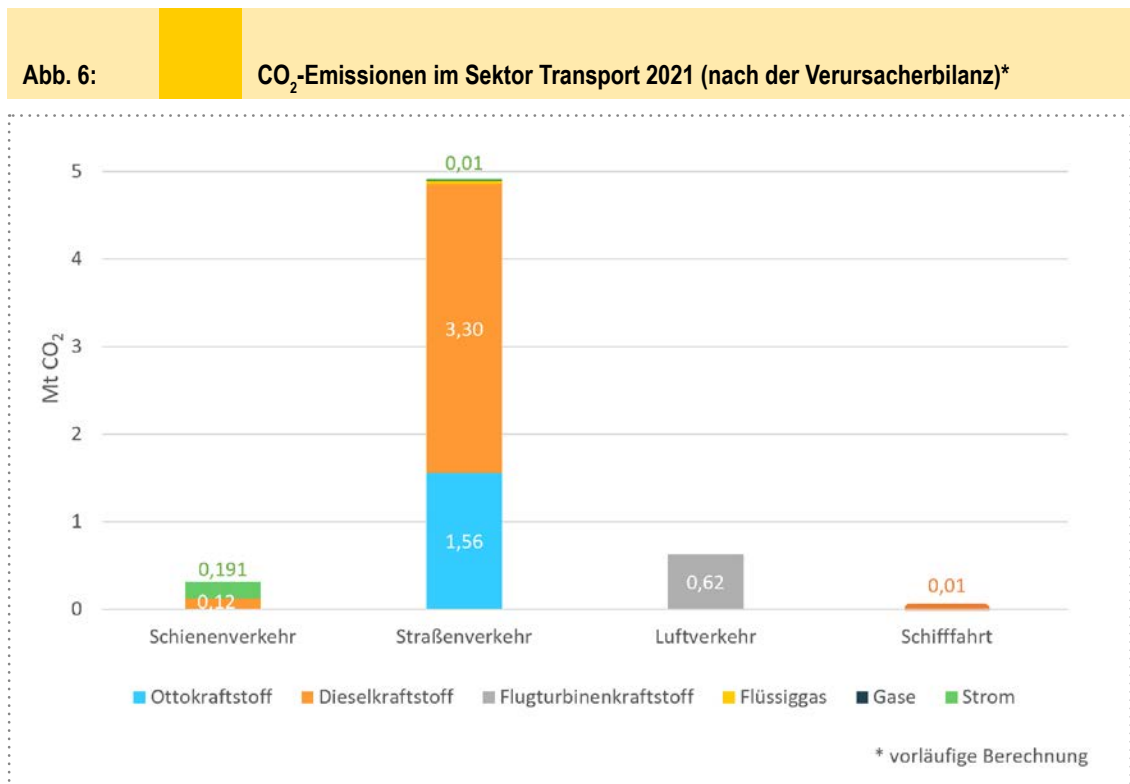
Exkurs: Verursacherbilanz Transport

Die Emissionen aus dem Sektor Transport, welcher nach dem Energiesektor derzeit die meisten Emissionen aufweist, sind in Abbildung 6 ersichtlich. Dabei wird deutlich, dass innerhalb des Transportsektors der Straßenverkehr die meisten Emissionen verursacht.

PKW und LKW emittieren heute im Durchschnitt weniger Treibhausgase und Luftschadstoffe als noch 1995. So sanken bundesweit die kilometerbezogenen beziehungsweise spezifischen CO₂-Emissionen im Schnitt bei PKW um 5 Prozent, bei LKW um fast 32 Prozent. Da sich der LKW-Verkehr und die Straßengüterverkehrsleistung erhöht haben, sind die absoluten Kohlendioxid-

Emissionen im Straßengüterverkehr heute dennoch um 17 Prozent höher als 1995 (UBA, 2022d).

Mit flächendeckender Nutzung von Elektroantrieben im Verkehr wird die Aufschlüsselung in der Verbraucherbilanz an Bedeutung gewinnen, da nur so der Stromverbrauch der verschiedenen Sektoren aufgezeigt werden kann. Seit 2017 ist der Bestand an Elektro-Kraftfahrzeugen von 1.279 auf 14.745 in Brandenburg gestiegen (Kraftfahrtbundesamt, 2022). Um die auf Verkehrsträger bezogene Differenzierung vornehmen zu können, wurde, abweichend zum sonstigen Bilanzprinzip, die Aufschlüsselung der Verursacherbilanz verwendet.⁴



Quelle: AfS BB, 2022; LfU T14, 2022

⁴ Insgesamt ergeben sich Emissionen aus dem Stromverbrauch im Sektor Verkehr in Höhe von 0,283 Megatonnen CO₂ in der Verursacherbilanz, welche aus dem Schienen- und Straßenverkehr resultieren.

3.2 Diffuse Emissionen aus Brennstoffen

Neben den verbrennungsbedingten Emissionen entweichen schon während der Extraktion, der Aufbereitung und der Verteilung Bestandteile als diffuse Emissionen. Vordergrundig handelt es sich dabei um Methan-Emissionen. Kohlenstoffdioxid-Emissionen nehmen einen kleineren Anteil ein. In der vorliegenden Bilanz werden diffuse Emissionen aus den bergbaulichen Tätigkeiten des

Braunkohletagebaus und der Förderung, Verarbeitung, Transport und Verteilung von Erdgas und Erdöl erfasst. Hinzukommen Emissionen, die in Zusammenhang mit Leckagen und dem Abfackeln und Entlüften entstehen.

Der deutliche Rückgang der Emissionen von 0,59 Megatonnen CO₂-Äquivalenten in 1990 zu 0,39 CO₂-Äquivalenten in 2021 ist vor allem auf die Erneuerung des Gasnetzes zurückzuführen.⁵

⁵ Aufgrund von methodischen Änderungen ergibt sich ein geringer Unterschied zu den Vorjahresberechnungen.

4 Nicht-energiebedingte Emissionen

4.1 Industrieprozesse

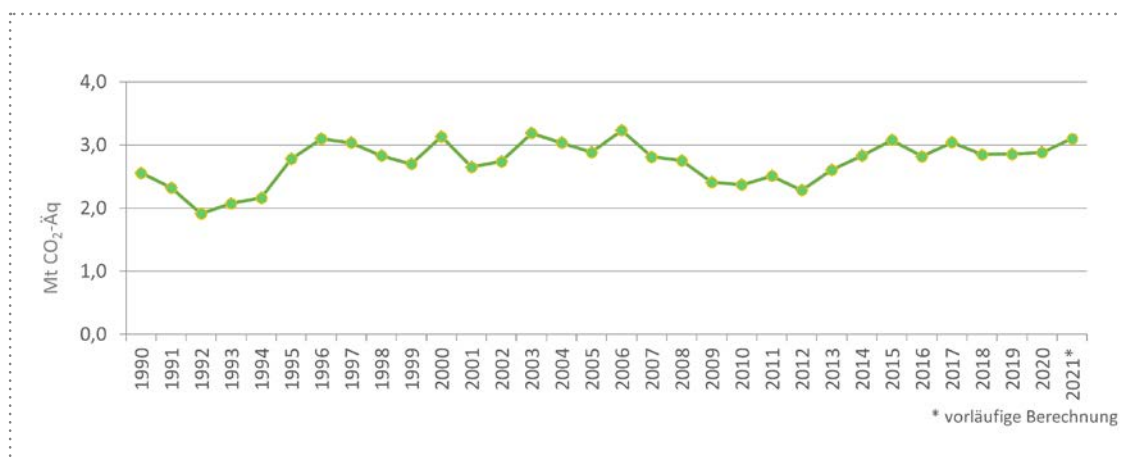
In der Industrie entstehen Emissionen sowohl energiebedingt als auch prozessbedingt. Die energiebedingten Emissionen aus der Industrie werden der Quellgruppe Energie unter 1.A.2 Verarbeitendes Gewerbe zugeordnet. Prozessbedingte CO₂-Emissionen werden bei chemischen Reaktionen bestimmter Produktionsprozesse direkt freigesetzt und werden deshalb im Sektor Industrieprozesse bilanziert. Da die Zuordnung nicht immer eindeutig feststellbar ist, bedarf es methodischer Festlegungen.

Der Länderarbeitskreis Energiebilanzen (LAK, o. D.) bezieht in seine Berechnungen nur die folgenden sieben Industrieprozesse des Sektors Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe mit ein: die Herstellung von Hüttenaluminium, Zementklinker, Kalk, Glas, Calciumcarbid, Ammoniak, Soda und Ruß.

In der nationalen Berichterstattung werden darüber hinaus noch einige weitere Prozesse miteinbezogen (UBA, 2020, S. 295ff). Die Berechnungen des LfU beziehen die prozessbedingten Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion mit ein⁶. Hinzu kommen die Klimawirksamen Stoffe, welche die Stoffgruppen H-FKW, FKW, Blends, Tetrachlorkohlenwasserstoff, H-FCKW und FCKW beinhalten und hauptsächlich in Kältemitteln und Treibmitteln enthalten sind.

Für die gesamten prozessbedingten CO₂-Emissionen kann kein Trend beobachtet werden (siehe Abbildung 7). Schwankungen ergeben sich hauptsächlich aus Veränderung in der Produktionsmenge. Deutschlandweit sind die Minderungen der prozessbedingten Emissionen größtenteils auf die chemische Industrie zurückzuführen, welche in Brandenburg aber nur wenig vertreten ist. Der Anstieg der Emissionen in 2021 ist auf die Erho-

Abb. 7: Prozessbedingte CO₂-Emissionen



Quelle: LfU T14, 2022; DEHSt, LAK Energiebilanzen

⁶ Da für die Jahre 1990 – 1995 keine ausreichenden Daten vorliegen, wurden Werte durch Näherungsberechnungen ersetzt

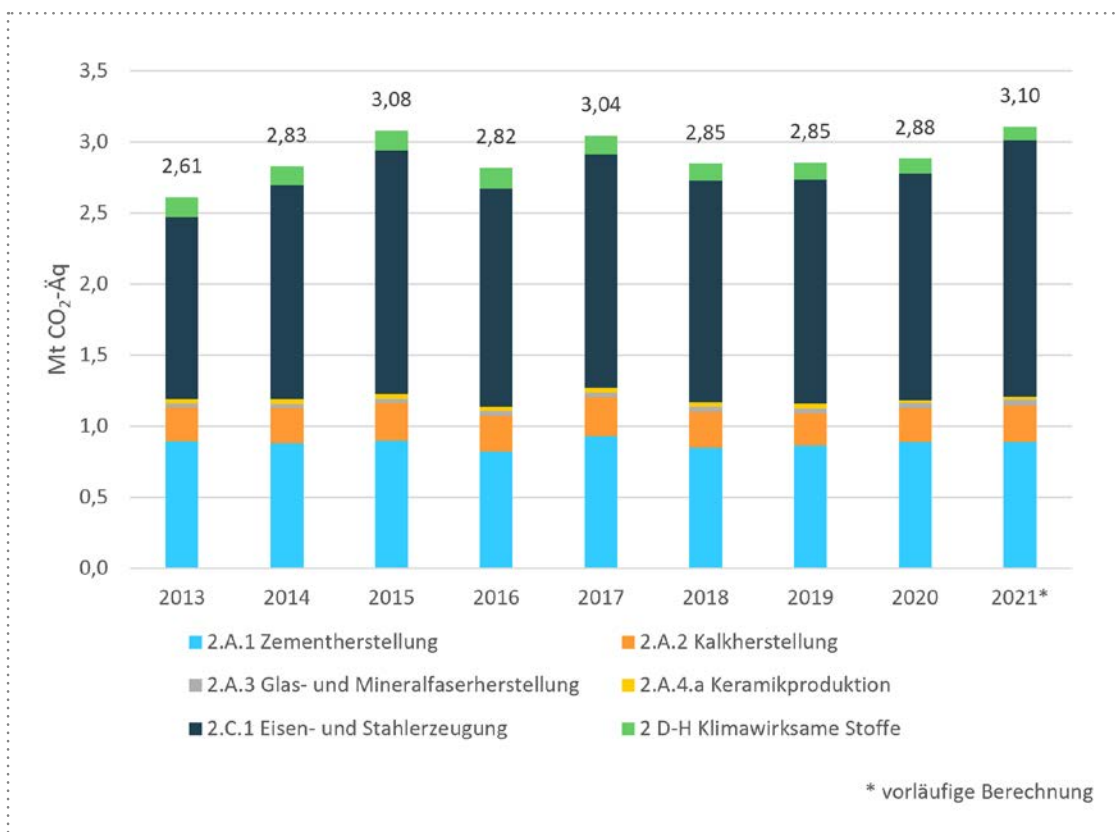
lung der Produktion nach der Hochphase der Covid-19-Pandemie zurückzuführen.

Ab dem Jahr 2013 liegen ausreichend detaillierte Daten von der Deutschen Emissionshandelsstelle vor, um die Prozessbedingten Emissionen nach Wirtschaftszweigen aufgliedert darzustellen (siehe Abbildung 8). In Brandenburg sind die Stahl- und Zementproduktion gemeinsam für 87 Prozent der industriellen Emissionen verantwortlich. Das Baugewerbe und somit auch die Zementindustrie zeigen wenig Schwankungen, auch nicht in Folge der Pandemie. Somit ist die Entwicklung in der Stahlindustrie ausschlaggebend

für die Entwicklung der Prozessbedingten Emissionen. Im Jahr 2021 stiegen die prozessbedingten Emissionen aus der Stahlproduktion um 13 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Dies resultiert aus einer Produktionssteigerung um 28,7 Prozent. Ein geringer Rückgang der Emissionen in der Nahrungsmittelproduktion ist zu erwarten, da die Zuckerfabrik Brottewitz in den Jahren 2020 und 2021 geschlossen wurde.

Insgesamt ist für Brandenburg von einer Steigerung der Industrieemissionen im Jahr 2021 um 7,6 Prozent im Vergleich zum Vorjahr auszugehen.

Abb. 8: Prozessbedingte CO₂-Emissionen nach Wirtschaftszweigen 2013 – 2021



Quelle: LfU T14, 2022; DEHSt

4.2 Landwirtschaft

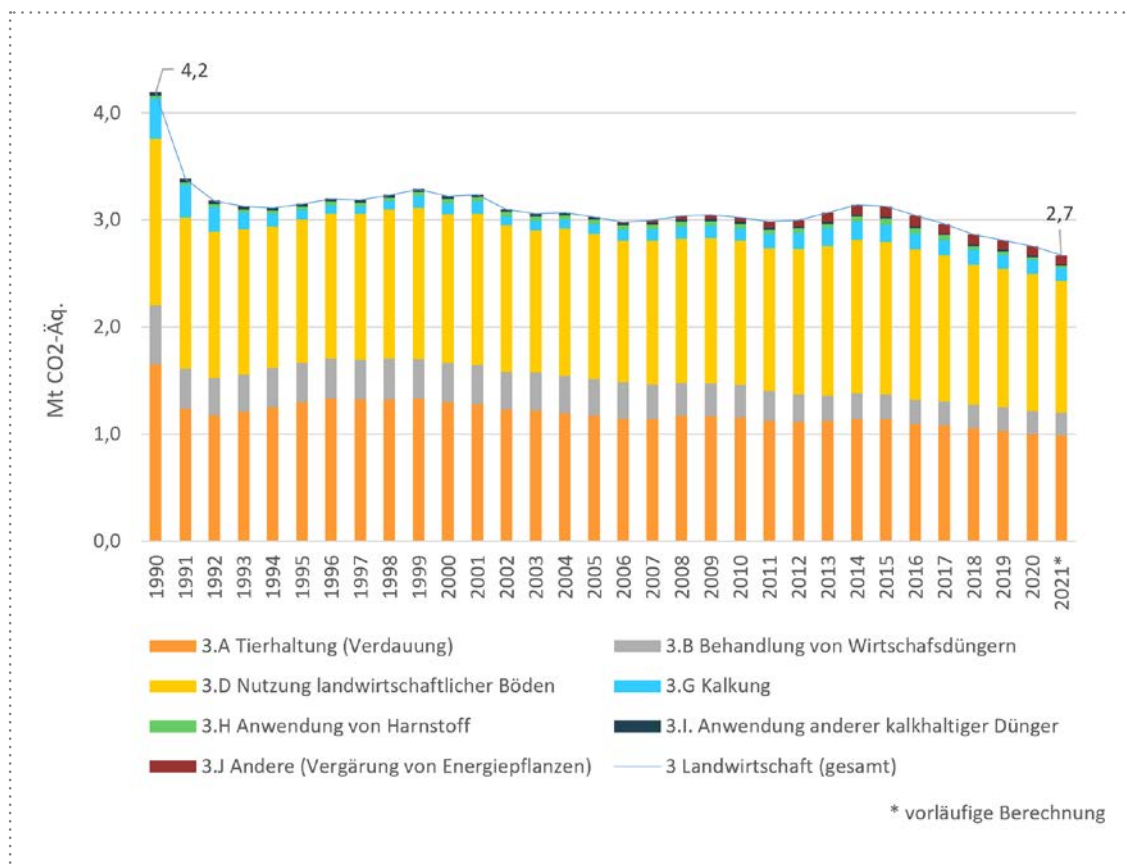
Aufgrund der ausführlichen Berechnungen des Thünen-Instituts gibt es seit 2014 eine gute Datengrundlage für die Emissionsberechnung im Sektor Landwirtschaft nach der im Nationalen Inventarbericht beschriebenen Methode.

Die Daten des Thünen-Instituts sind für die Jahre 1990 bis 2020 verfügbar, die Werte für 2021 werden anhand des Trends der letzten 5 Jahre fortgeschrieben. Es werden CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen betrachtet und die folgenden sieben Kategorien⁷ unterschieden:

- 3.A Fermentation bei der Verdauung (Tierhaltung)
- 3.B Behandlung von Wirtschaftsdüngern
- 3.D Nutzung landwirtschaftlicher Böden
- 3.G Kalkung
- 3.H Anwendung von Harnstoff
- 3.I Anwendung anderer kalkhaltiger Dünger
- 3.J Emissionen aus Vergärung von Energiepflanzen und deren Gärrestelagerung

Betrachtet man den zeitlichen Verlauf seit 1990, wird ersichtlich, dass die gesamten Emissionen in der Landwirtschaft Anfang der 90er Jahre stark zurückgehen, ab 1994 aber eher stagnieren (siehe Abbildung 9). Die

Abb. 9: Klimagasemissionen in der Landwirtschaft



Quelle: Thünen-Institut, 2022

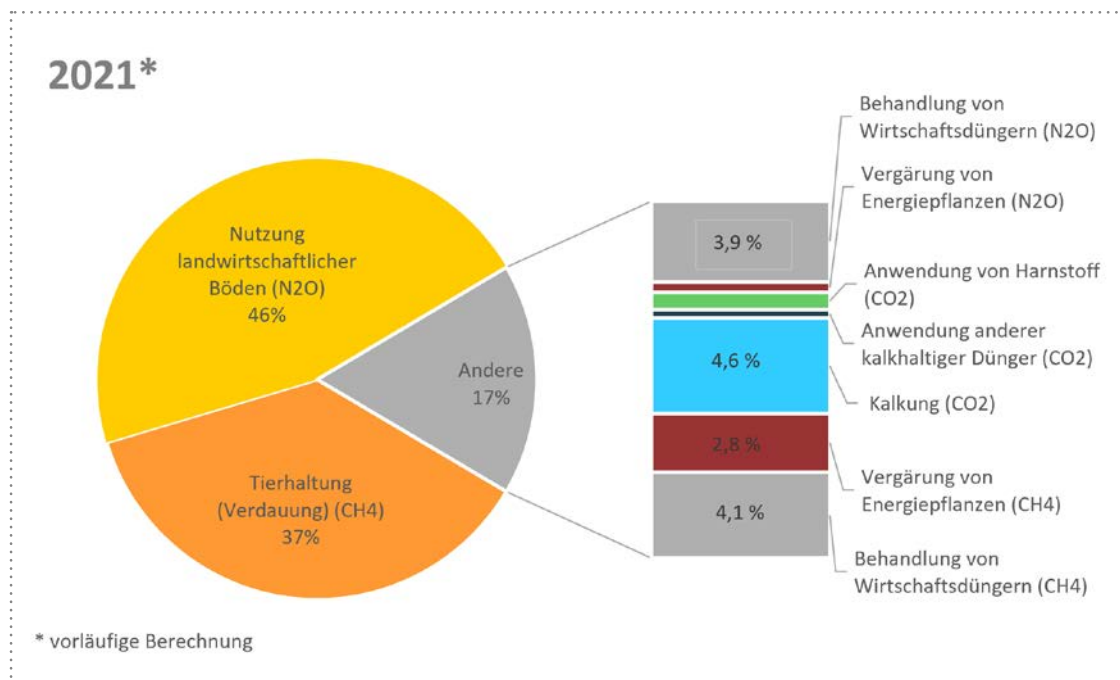
⁷ Die fehlenden Kategorien C, E, F (Reisanbau, Brandrodung und Abbrennen von Feldern und Ernterückständen) werden vernachlässigt, da sie für Deutschland und Brandenburg nicht relevant sind.

Fermentation bei der Verdauung in der Tierhaltung und die Nutzung der landwirtschaftlichen Böden sind die beiden größten Emissionsquellen. Verglichen mit 1990 sind die gesamten Emissionen in der Landwirtschaft bis 2021 um 36 Prozent zurückgegangen. Etwa die Hälfte dieser Minderung lässt sich auf die Tierhaltung zurückführen. Seit 1990 sind die Emissionen aus der Tierhaltung um 40 Prozent gesunken, dies resultiert hauptsächlich aus einer Reduktion der Tierbestände (Rinder, Milchkühe, Schweine, Ziegen).

Jeweils ein Fünftel der Emissionsminderung beruht auf den Minderungen aus den Kategorien Behandlung von Wirtschaftsdüngern und Nutzung landwirtschaftlicher Böden und Kalkung (siehe Abbildung 10).

Im Jahr 2021 sind fast die Hälfte der Emissionen Lachgas-Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden. Diese Emissionen entstehen infolge von Mineraldüngerausbringung, Wirtschaftsdüngerausbringung, Klärschlammasbringung, Weidengang, Ernterückständen, Ausbringung von Gärresten aus Energiepflanzenvergärung, Mineralisierung und Bewirtschaftung organischer Böden. Knapp ein Drittel der landwirtschaftlichen Emissionen sind Methan-Emissionen aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung). 4,1 Prozent der Emissionen beruhen auf dem Wirtschaftsdünger-Management (also auch auf der Tierhaltung). 4,6 Prozent der Emissionen entstehen bei der Kalkung der Böden.

Abb. 10: Emissionen in der Landwirtschaft im Jahr 2021 nach Gasen



Quelle: Thünen-Institut, 2022

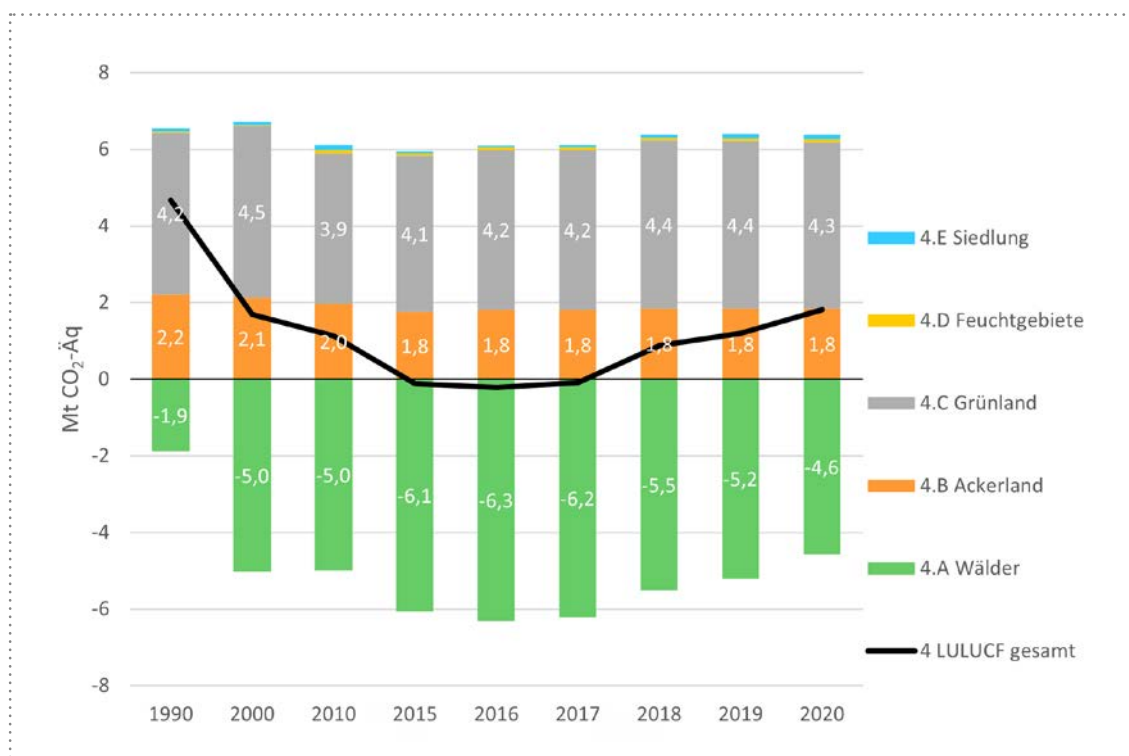
4.3 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

Im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) wird in Deutschland über positive (Quellen) und negative (Senken) CO₂-Emissionen der Kohlenstoffbindungen in ober- und unterirdischer pflanzlicher Biomasse, Totholz, Streu, organischen und mineralischen Böden und in Holzprodukten für die Landnutzungskategorien Wald, Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete und Siedlungen berichtet. Zu Kohlenstoffdioxid-, Methan- und Lachgasemissionen im LULUCF Sektor kommt es unter anderem beim industriellen Torfabbau, Moorbrand, Waldbrand, oder durch die Nutzung von organischen Böden (UBA, 2021).

Die Emissionen im Sektor LULUCF werden in der Treibhausgasinventur 2021 erstmals in die Gesamtbilanz miteinbezogen.

Im Sektor LULUCF werden die Emissionen aus den Unterkategorien 4.A Wälder, 4.B Ackerland, 4.C Grünland, 4.D Feuchtgebiete, 4.E Siedlungen bilanziert. Die Kategorie 4.D Feuchtgebiete wird unterteilt in 4.D.a Terrestrische Feuchtgebiete, 4.D.b Gewässer und 4.D.c industriellen Torfabbau. In den Terrestrischen Feuchtgebieten werden Lebensraumtypen der Flora und Fauna bilanziert, die an einen ganzjährigen Wasserüberschuss angepasst sind, wie zum Beispiel Moore und Sumpfgebiete. Nach UBA (2021) werden die N₂O-Emissionen aus organischen Böden aus den Kategorien 4.B Ackerland und 4.C Grünland im engeren Sinne unter der Kategorie 3.D Landwirtschaft berichtet. Die Landschaftstypen Heide und Gehölze können

Abb. 11: Treibhausgas-Emissionen aus dem LULUCF-Sektor



Quelle: Thünen-Institut, 2022

unter der Kategorie 4.C Grünland bilanziert werden (IPCC, 2006). Emissionen aus Holzprodukten und die Ausbringung von Torf wird nicht erfasst, da keine länderspezifischen Daten vorliegen. Die Emissionen aus dem Waldbrand werden erst ab 2010 berücksichtigt.

Die Abbildung 11 zeigt die Entwicklung der Emissionen im Sektor LULUCF von 1990 bis 2020. Die Kategorie Wälder stellt fortwährend eine Senke dar, die allerdings seit 2017 stetig abnimmt. Insgesamt sanken die Emissionen im Vergleich zu 1990 um 60 Prozent. Die Ursache dafür ist zum größten Teil der Waldaufbau in den 1990er Jahren. In den Jahren 2015 bis 2017 konnte der Wald die Emissionen ausgleichen und der Sektor insgesamt stellte eine Senke dar. Aktuell ist der Sektor mit 1,8 Megatonnen CO₂-Äquivalenten in Brandenburg eine Emissionsquelle.

4.4 Abfall und Abwasser

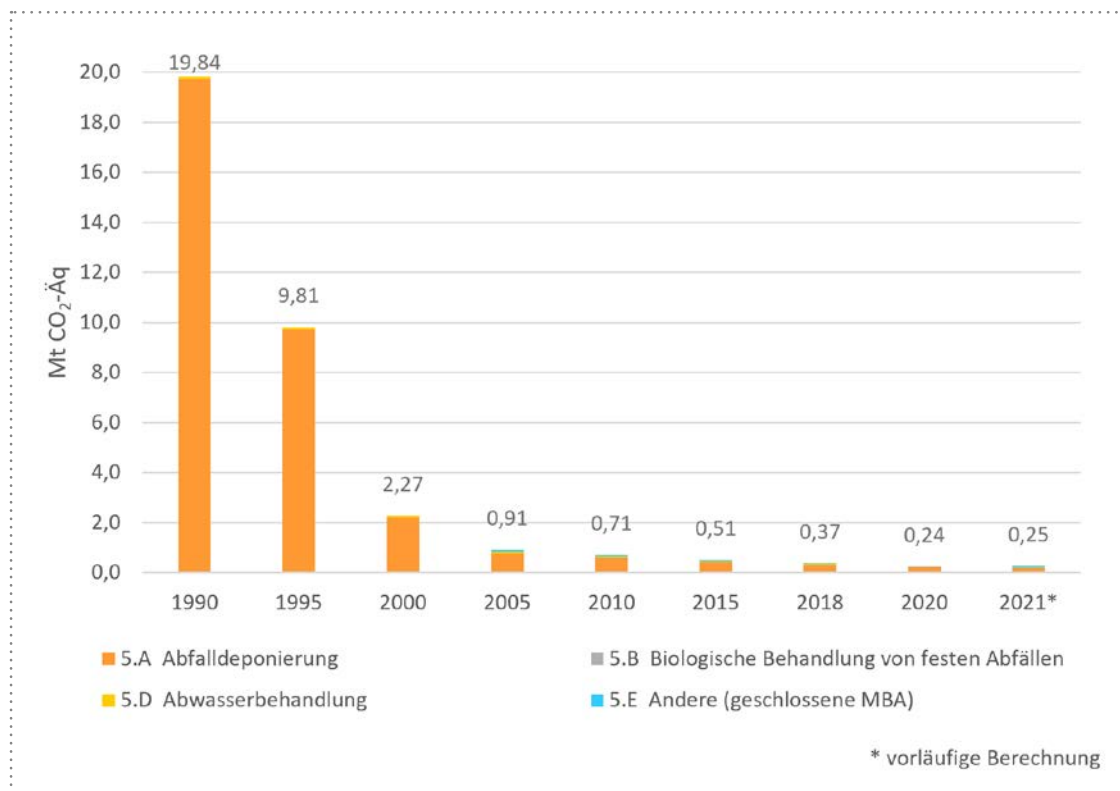
Im Sektor Abfall und Abwasser werden Emissionen aus den folgenden Unterkategorien bilanziert:

- 5.A Abfalldeponierung (CH₄)
- 5.B Biologische Behandlung von festen Abfällen (CH₄, N₂O)
- 5.D Abwasserbehandlung (CH₄, N₂O)
- 5.E Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung (CH₄, N₂O)

Insgesamt sind die Emissionen im Abfallsektor seit 1990 um 97 Prozent gesunken. Die Methan-Emissionen aus der geordneten Abfalldeponierung (5.A) stellen den Großteil der Emissionen im Bereich Abfall dar (siehe Abbildung 12). Die Reduzierung der Emissionen lässt sich auf organisatorische Änderun-

Abb. 12:

Emissionen aus Abfall und Abwasser in Megatonnen CO₂-Äquivalenten



Quelle: LfU T14, 2022

gen im Abfallmanagement zurückführen. Beispielsweise wurde die getrennte Sammlung von Glas-, Kompost-, Verpackungs- und Papiermüll eingeführt. Viele Deponien wurden in Folge dessen in den vergangenen Jahren geschlossen. Auch ist die Deponierung von biologisch abbaubaren Abfällen nicht mehr gestattet. Hinzu kommt, dass die Emissionen der geschlossenen Deponien sich im Laufe der Zeit reduzieren und sich zukünftig auf einem sehr geringen Niveau stabilisieren.

Bei der Biologischen Behandlung von festen Abfällen (5.B) handelt es sich um Kompostieranlagen und Biogasanlagen, die getrennt gesammelte Bioabfälle zu Kompost oder Gärresten verwerten, welche dann in der Landwirtschaft oder im Gartenbau verwendet werden. Der Anstieg der Emissionen erklärt sich mit der vermehrten Sammlung von Bioabfällen. Die Emissionen aus der privaten Kompostierung werden hier nicht betrachtet. Auch die Abfallverbrennung wird nicht betrachtet, da sie im Sektor Energie bilanziert wird.

Die Methan- und Lachgas-Emissionen aus der kommunalen Abwasserbehandlung (5.D) sind seit 1990 stark gesunken. Die Methan-Emissionen entstehen zum einen in öffentlichen Kläranlagen, zum anderen in abflusslosen Gruben, bei Haushalten, die nicht an die Kanalisation angeschlossen sind. Durch den Ausbau der Kanalisation sank die Anzahl der Haushalte mit abflusslosen Gruben. Zusätzlich wurde die offene Schlammfäulung bis 1994 eingestellt, was zur Reduktion der Methan-Emissionen beigetragen hat. Auch die Lachgas-Emissionen konnten mit Hilfe von Denitrifikationstechnik verringert werden.

Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen (5.E) werden seit 2005 erfasst und dienen der Vorbehandlung von organischen Restabfällen vor der Deponierung. In Brandenburg gibt es derzeit sechs mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen. Gemäß der 30. Verordnung zum Bundesimmissionschutzgesetz (30. BImSchV) müssen die Anlagen technischen Anforderungen genügen, somit sind die Emissionen rechtlich begrenzt.

Literaturverzeichnis

- AfS BB. (2020). *Energie- und CO₂-Bilanz 2030 im Land Brandenburg 2017*. Statistischer Bericht, Potsdam.
- AfS BB. (2021). *Energie- und CO₂-Bilanz im Land Brandenburg 2019*. Potsdam.
- Agora Energiewende. (2021). *Die Energiewende im Corona-Jahr: Stand der Dinge 2020. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2021*.
- Antenne Brandenburg. (04. Juni 2020). *Loben-Moorbrand nach sechs Tagen gelöscht*. Von <https://www.rbb24.de/studiocottbus/panorama/2020/06/moor-brand-loben-elbe-elster-geloescht.html> abgerufen
- BMU. (2020). *Klimaschutzbericht 2019*. Abgerufen am 17. Dezember 2020 von <https://www.bmu.de/download/klimaschutzbericht-2019/>
- BMWi. (15. Januar 2020). *Stilllegungspfad Braunkohle*. Von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/stilllegungspfad-braunkohle.html> abgerufen
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. (2019). *Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2018*. Bonn.
- Bundesregierung. (25. Juni 2021). Abgerufen am 05. Juli 2021 von Klimaschutzgesetz 2021: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>
- Bundesregierung. (25. Juni 2022). Abgerufen am 05. Juli 2021 von Klimaschutzgesetz 2021: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>
- DIW Berlin. (2013). *Gutachten zur Bewertung der energiewirtschaftlich notwendigen Inanspruchnahme des im Teilfeld II des Tagebau Welzow-Süd lagernden Kohlevorräte – Unter besonderer Berücksichtigung der Zielfunktionen der Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg*. Berlin.
- Europäische Kommission. (30. 11 2020). *Treibhausgasemissionen in der EU 2019 auf niedrigstem Niveau seit drei Jahrzehnten. Pressemitteilung*. Brüssel. Abgerufen am 12. 07 2021 von https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_20_2182
- Flughafen Berlin Brandenburg (BER). (2022). *Verkehrsstatistik*. Abgerufen am 17. März 2022 von https://corporate.berlin-airport.de/de/unternehmen-presse/ber/verkehrsstatistik.html?vs_month=12&vs_year=2020#tab_0_tab
- Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleausstiegsgesetz). (08. August 2020). Bonn.
- Greifswald Moor Centrum. (o. D.). *MoorWissen – Moore in Deutschland*. Abgerufen am 17. Dezember 2020 von https://www.moorwissen.de/de/moore/tools/moore_deutschland.php

- Haenel H-D, R. C.-M. (2020). *Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2018*. . Braunschweig: Thünen-Institut. Thünen Rep 77.
- IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In *Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 6 Grassland*.
- Kraftfahrtbundesamt. (2022). *Fahrzeugzulassungen FZ 27 - Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Bundesländern, Fahrzeugklassen und ausgewählten Merkmalen*. Flensburg.
- LAK. (o. D.). *Methodik der CO₂-Bilanzen*. Abgerufen am 08. Juli 2021 von <http://www.lak-energiebilanzen.de/methodik-der-co2-bilanzen/>
- Landesbetrieb Forst Brandenburg. (2019). *Waldbrandstatistik 2019*.
- LEAG. (28. Juni 2022). *Geschäftsfeld Kraftwerke*. Von <https://www.leag.de/de/geschaeftsfelder/kraftwerke/> abgerufen
- LfU. (2016). *Schutzwürdige Moorböden in Brandenburg*. Fachbeitrag, Heft Nr. 149, Potsdam.
- LfU. (12. 02 2021). *Abschätzung der Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg in 2020*. Potsdam. Von <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Klimagase-Corona2020.pdf> abgerufen
- Lukas Emele, D. R.-I. (2019). *Projektionsbericht 2019 für Deutschland – Zusammenfassung in der Struktur des Klimaschutzplans, Climate Change 33/2019*. Umweltbundesamt.
- MWAE. (2012). *Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg*. Potsdam.
- MWV. (26. Januar 2021). *Benzin und Diesel überwinden Corona-Krise*. Von <https://www.mwv.de/presse/benzin-und-diesel-ueberwinden-corona-krise/> abgerufen
- Riek, W., & Russ, A. (2019). *Waldbodenbericht Brandenburg*. Potsdam und Eberswalde: MLUK.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder. (31. Dezember 2019). *Regionalstatistik. Bodenflächen nach Art der tatsächlichen Nutzung*. Abgerufen am 29. Juni 2021 von <https://www.regionalstatistik.de/>
- Thünen Institut. (2022). *Calculations of gaseous and particulate emissions*. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen Institut.
- UBA. (2020). *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2018*. Dessau-Roßlau.

UBA. (2021). *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2021 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2018*. Dessau-Roßlau.

UBA. (2021). *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2021 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2019*. Dessau-Roßlau.

UBA. (13. Mai 2022a). *IPCC-Bericht: Sofortige globale Trendwende nötig*. Von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/ipcc-bericht-sofortige-globale-trendwende-noetig> abgerufen

UBA. (15. März 2022b). *Treibhausgasemissionen stiegen 2021 um 4,5 Prozent*. Von <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-stiegen-2021-um-45-prozent>

UBA. (2022c). *National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2020*.

UBA. (22. April 2022d). *Emissionen des Verkehrs*. Von <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs> abgerufen

United Nations Environment Programme . (2020). *Emissions Gap Report 2020 – Executive summary*. Nairobi.

Vera Luthardt, J. Z. (2014). *Moore in Brandenburg und Berlin*. Natur+Text.

Anhang

Anhang 1

Tab. 6: Stilllegungspfad Braunkohlekraftwerke Deutschland					
Betreiber	Block	Revier	Inbetriebnahmejahr	Blockklasse (MW)	Stilllegungsdatum (mit Sicherheitsbereitschaft)
kurze Frist					
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland	1959 – 1976	300	31.12.2020
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		300	31.12.2021
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		300	
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		300	
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		300	01.04.2022
RWE	Brikettierung	Rheinland		120	31.12.2022
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		600	
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		600	
Bis 2030					
RWE	Weisweiler F	Rheinland	1967	300	01.01.2025
LEAG (EPH)	Jäschwalde A	Lausitz (BB)	1981	500	31.12.2025 (SB)
LEAG (EPH)	Jänschwalde B	Lausitz (BB)	1982	500	31.12.2027 (SB)
RWE	Weisweiler G	Rheinland	1974	600	01.04.2028
LEAG (EPH)	Jänschwalde C	Lausitz (BB)	1984	500	31.12.2028
LEAG (EPH)	Jänschwalde D	Lausitz (BB)	1985	500	31.12.2028
RWE	Weisweiler H	Rheinland	1975	600	01.04.2029

Betreiber	Block	Revier	Inbetriebnahmejahr	Blockklasse (MW)	Stilllegungsdatum (mit Sicherheitsbereitschaft)
LEAG (EPH)	Boxberg N	Lausitz (BB)	1979	500	31.12.2029
LEAG (EPH)	Boxberg P	Lausitz (BB)	1980	500	31.12.2029
RWE	Niederaußem G	Rheinland	1974	600	31.12.2029
RWE	Niederaußem H	Rheinland	1974	600	31.12.2029 (SB)
nach 2030					
Uniper (EPH)	Schkopau A	Mitteldeutschland (ST)	1996	450	31.12.2034
Uniper (EPH)	Schkopau B	Mitteldeutschland (ST)	1996	450	31.12.2034
LEAG (EPH)	Lippendorf R	Mitteldeutschland (SN)	2000	875	31.12.2035
EnBW	Lippendorf S	Mitteldeutschland (SN)	1999	875	31.12.2035
RWE	Niederaußem K	Rheinland	2002	1000	31.12.2038
RWE	Neurath F	Rheinland	2012	1000	31.12.2038
RWE	Neurath G	Rheinland	2012	1000	31.12.2038
LEAG (EPH)	Schwarze Pumpe A	Lausitz (BB)	1998	800*	31.12.2038
LEAG (EPH)	Schwarze Pumpe B	Lausitz (BB)	1998	800*	31.12.2038
LEAG (EPH)	Boxberg R	Lausitz (SN)	2012	640	31.12.2038
LEAG (EPH)	Boxberg Q	Lausitz (SN)	2000	860	31.12.2038

* abweichend zur Angabe BMWi

Anhang 2

Tab. 7: Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Klimaschutzgesetz (KSG) im Land Brandenburg 1990 – 2021 in Megatonnen CO₂-Äquivalenten

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021*
Gesamtemissionen	122,85	66,71	71,67	70,70	64,46	63,34	64,20	56,89	52,14	56,03
1. Energiewirtschaft	64,39	35,67	45,45	47,00	42,82	42,93	42,51	35,63	31,01	34,10
CRF 1.A.1 – Energiegewinnung u. Umwandlung	63,80	35,04	44,99	46,59	42,47	42,58	42,16	35,27	30,67	33,75
CRF 1.B – Diffuse Emissionen aus Brennstoffen	0,59	0,63	0,46	0,41	0,35	0,35	0,35	0,35	0,34	0,35
2. Industrie	14,06	7,25	8,17	6,12	6,72	7,57	7,51	7,32	7,43	8,00
CRF 1.A.2 – Verarbeitendes Gewerbe	11,50	4,47	5,04	3,18	4,36	4,49	4,66	4,47	4,53	4,89
CRF 2. Industrieprozesse	2,56	2,78	3,13	2,94	2,36	3,08	2,85	2,85	2,89	3,11
3. Gebäude	11,68	4,87	4,58	4,46	4,46	3,57	3,98	3,52	3,46	3,35
CRF 1.A.4.a – Gewerbe, Handel, Dienstleistung	3,50	1,51	1,42	1,38	1,38	1,10	1,23	1,09	1,07	1,04
CRF 1.A.4.b – Haushalte	8,18	3,36	3,17	3,08	3,08	2,47	2,75	2,43	2,39	2,31
4. Verkehr	3,30	5,91	6,08	5,44	5,46	5,64	5,95	5,96	5,25	5,65
CRF 1.A.3.a – nationaler Luftverkehr	0,38	0,30	0,49	0,33	0,52	0,39	0,60	0,56	0,26	0,62
CRF 1.A.3.b – Straßenverkehr	2,72	5,37	5,40	4,98	4,82	5,12	5,22	5,27	4,87	4,90
CRF 1.A.3.c – Schienenverkehr	0,18	0,23	0,17	0,13	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
CRF 1.A.3.d – Küsten- & Binnenschifffahrt	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5. Landwirtschaft	4,91	3,37	3,43	3,24	3,23	3,30	3,05	2,97	2,92	2,86
CRF 1.A.4.c – Stationäre & mobile Feuerung (Land- u. Forstwirtschaft)*	0,72	0,23	0,21	0,21	0,21	0,17	0,18	0,16	0,16	0,15
CRF 3.A-J Landwirtschaft	4,19	3,15	3,22	3,03	3,03	3,13	2,86	2,81	2,76	2,70
6. Abfall und Abwasser	19,84	9,81	2,27	0,84	0,65	0,45	0,33	0,29	0,26	0,23
7. LULUCF	4,67	-0,17	1,69	3,60	1,13	-0,11	0,87	1,19	1,81	1,85

* vorläufige Berechnung

**Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz
des Landes Brandenburg**

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Henning-von-Tresckow-Str. 2 – 13, Haus S,
14467 Potsdam

Telefon: +49 (0) 331 866-7237

E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de

Internet: mluk.brandenburg.de

