



LAND
BRANDENBURG

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz

Klimaschutz



Klimagasinventur 2020 für das Land Brandenburg

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

Fachbeiträge des LfU, Heft Nr. 159



Landesamt für Umwelt

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
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

Redaktion

Landesamt für Umwelt (LfU)
Abteilung Technischer Umweltschutz 1
Referat T14 – Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit
Telefon +49 (0) 33201 – 442-0
E-Mail: infoline@lfu.brandenburg.de
Internet: lfu.brandenburg.de

Titelfoto

Kraftwerk Jänschwalde in Brandenburg
© Landesamt für Umwelt Brandenburg, April 2021

Satz

Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg

Die 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 2021

Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Einordnung und Methodik	7
2 Entwicklung und aktueller Stand Klimagasemissionen	10
3 Energiebedingte CO₂-Emissionen	13
3.1 Verbrennung von Brennstoffen	13
3.2 Diffuse Emissionen aus Brennstoffen	18
4 Nicht-energiebedingte Emissionen	20
4.1 Industrieprozesse.....	20
4.2 Landwirtschaft.....	21
4.3 Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft	22
4.4 Abfall und Abwasser	24
Literaturverzeichnis	26
Anhang	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der Sektoren	9
Tabelle 2:	Verteilung der Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg 1990–2018 in Mt CO ₂ -Äquivalenten.....	12
Tabelle 3:	CO ₂ -Emissionen aus der jährlichen Braunkohleverstromung Brandenburg (2017–2020).....	14
Tabelle 4:	Kohleausstiegsplan Brandenburg	17
Tabelle 5:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen pro Einwohner für Berlin und Brandenburg	18
Tabelle 6:	Geschätzte THG-Emissionen aus dem LULUCF Sektor in Mt CO ₂ -Äq.	23
Tabelle 7:	Emissionen aus Abfall und Abwasser in Mt CO ₂ -Äquivalenten.....	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Treibhausgasemissionen nach Gasen in Mt CO ₂ -Äquivalenten.....	10
Abbildung 2:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren	11
Abbildung 3:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen im Land Brandenburg nach Sektoren	15
Abbildung 4:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern	16
Abbildung 5:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen pro Einwohner.....	17
Abbildung 6:	CO ₂ -Emissionen im Sektor Transport 2020 (nach der Verursacherbilanz)	19
Abbildung 7:	Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen	20
Abbildung 8:	Klimagasemissionen in der Landwirtschaft	21
Abbildung 9:	Emissionen in der Landwirtschaft 2018 nach Gasen	22

Abkürzungsverzeichnis

AfS BB	Amt für Statistik Berlin-Brandenburg
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
GWP	Treibhausgaspotenzial
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 2022 verabschiedet werden.


Im Mittelpunkt der vorliegenden Klimagasinventur des Landes Brandenburg stehen die Entwicklung der drei wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O), auch unter der Bezeichnung Lachgas bekannt. Der Schwerpunkt der Darstellung liegt auf den energiebedingten CO_2 -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 2020. Die Emissionsdaten basieren bis 2018 auf den Energiebilanzen des Landes und entsprechenden landesspezifischen Berechnungen. Die Berechnungen für 2020 ergeben insgesamt 52,1 Mt CO_2 -Äquivalente.

Das am stärksten vertretene Treibhausgas stellt im Jahr 2020 mit 93 % Kohlendioxid (CO_2) dar, welches zum Großteil aus der Verbrennung fossiler Energieträger resultiert. Die energiebedingten CO_2 -Emissionen bestimmen die Gesamtheit der Treibhausgase, ausgedrückt in CO_2 -Äquivalenten, zu rund 87 %. Im Jahr 2020 fielen 68 % der energiebedingten CO_2 -Emissionen unmittelbar im Energiesektor an. Dazu gehören insbesondere die

Groß- und Industriekraftwerke, Heizkraftwerke und Heizwerke, eine Brikettfabrik sowie die Erdölraffinerie, in denen aus Primärenergieträgern (Steinkohle, Rohbraunkohle, Erdöl, Erdgas) Endenergieträger (Strom, Nahbeziehungsweise Fernwärme, Kraftstoffe, Heizöle, Briketts, Flüssiggas unter anderem) produziert werden. 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 9 und 12 % an den energiebedingten CO_2 -Gesamtemissionen beteiligt. Zusätzlich tragen Industrieprozesse und die Landwirtschaft jeweils mit rund 6 % zur gesamten Treibhausgasbilanz bei.

Die Treibhausgas-Emissionen sind seit 1990 um 56 % gesunken. Die Reduktion von Kohlendioxid-, Methan- und Lachgas-Emissionen betragen respektive 49 %, 91 % und 24 %. 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 Gegensatz zum Vorjahr sanken die Emissionen 2019 um 11 %, 2020 um 10 %. Diese Minderungen lassen sich insbesondere mit der schrittweisen Stilllegung der Braunkohlekraftwerke in Brandenburg erklären. Im Jahr 2020 kommen konjunkturbedingte Emissionsminderungen aufgrund der Covid-19-Pandemie hinzu, welche aber deutlich geringer ins Gewicht fallen als der Braunkohleausstieg.

Die verbrennungsbedingten CO_2 -Emissionen 2020 sind im Vergleich zu 1990 um 50 % gesunken, im Vergleich zum Vorjahr um 11 % (siehe 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.

Nach Brennstoffen untergliedert, ist die Braunkohle weiterhin mit 54 % die Hauptquelle der energiebedingten Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg. Der von der Braunkohle dominierte Energieträgermix führt mit 17,9 t CO₂ zu einer bundesweit überdurchschnittlichen Pro-Kopf-Emission. Davon entfallen circa 7 t pro Einwohner auf die Endenergieträger, die für andere Bundesländer erzeugt wurden.

Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Jahr 2005 hat sich die internationale Staatengemeinschaft selbst verpflichtet, Klimaschutzziele verbindlich festzulegen und mit geeigneten Instrumenten zu erreichen. Die europäische Staatengemeinschaft hat sich für die zweite Verpflichtungsperiode (2012 bis 2020) eine Minderung der Treibhausgasemissionen von 20 % zum Ziel gesetzt. Im Zeitraum von 1990 bis 2019 konnte innerhalb der Europäischen Union eine Emissionsreduktion von 24 % erreicht werden (Europäische Kommission, 2020). Im Dezember 2020 einigten sich die Europäischen Staaten, bis 2030 eine Minderung der Emissionen um mindestens 55 % netto zu erreichen. Der Europäische Grüne Deal (European Green Deal) umfasst Maßnahmen zur Erreichung der Treibhausgas-Neutralität 2050. Um dieses Ziel rechtlich binden zu machen, konnten sich die Staaten im April 2021 auf ein europäisches Klimagesetz einigen.

Die Novelle des deutschen Klimaschutzgesetzes vom Juni 2021 sieht auf nationaler Ebene bis 2030 eine Minderung der Treibhausgase um 65 % gegenüber 1990 vor, bis 2040 um mindestens 88 %. Bis 2045 soll die Treibhausgasneutralität erreicht werden (Bundesregierung, 2021).

Laut dem Umweltbundesamt (2021) sanken die Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 um 40,8 % im Vergleich zum Basisjahr 1990. Ursache für circa ein Drittel der Emissionsminderung wird der Covid-19-bedingte wirtschaftliche Abschwung genannt. Auch der jährliche Emission Gap Report der Vereinten Nationen schätzt, dass die CO₂-Emissionen im Jahr 2020 weltweit aufgrund der Pandemie um 2 bis 12 % im Vergleich zum Vorjahr sanken. Dennoch sei der Emissionsrückgang weiterhin zu gering, um das 1,5°C-Ziel zu erreichen (United Nations Environment Programme, 2020).

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

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. Die Klimagasneutralität bis **spätestens** 2050 ist somit das Langfristziel. Dies erfordert Zwischenziele für 2030 und 2040, insbesondere unterteilt nach den verschiedenen Sektoren und Treibhausgasen. Unter Federführung des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) wird derzeit mit dem Klimaplan eine verbindliche Klimaschutzstrategie unter Berücksichtigung aller Sektoren erarbeitet und eine Vorziehung der Klimaneutralität auf 2045, analog zur Bundesregierung, diskutiert.

Die vorliegende Klimagasinventur 2020 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, 2020).

Methodik

Die vorliegende Betrachtung der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas findet über den Zeitraum von 1990 bis 2020 statt. Die verschiedenen Sektoren werden in Anlehnung an die internationale Systematik sowie die des Nationalen Inventarberichts (UBA, 2020) untergliedert (vergleiche Tabelle 1). Es handelt sich hierbei um eine sogenannte 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.

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 (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) werden im Nationalen Inventarbericht auch wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆) berichtet. Im Gegensatz zu CO₂, CH₄ und N₂O, welche als unerwünschte Nebenprodukte anfallen, werden HFKW, PFC und SF₆ überwiegend gezielt als chemische Erzeugnisse für verschiedene Anwendungsbereiche produziert. Sie kommen beispielsweise als Treibgas, Feuerlöschmittel, Kältemittel

oder Schalldämmgas zur Anwendung. Eine Reihe von Anwendungen, insbesondere der Einsatz von SF₆, wurden inzwischen durch die Verordnung (EG) Nr. 482/2006 des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates schrittweise eingeschränkt. In der vorliegenden Klimagasinventur Brandenburgs wird auf die Bilanzierung der Treibhausgase HFKW, PFC und SF₆ verzichtet.

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 nur nachrichtlich aufgeführt. Der Sektor geht noch nicht in die Gesamtbilanz ein, da die Werte eine vorläufige Schätzung darstellen. Da diesbezüglich noch Forschungsarbeiten ausstehen, werden die einzelnen Untergruppen (Wälder, Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete und Siedlungen) sukzessive in den nächsten Jahren detailliert eingearbeitet.

Tabelle 1: Übersicht der Sektoren

1. Energie
1.A. Verbrennung von Brennstoffen
1.A.1 Energiegewinnung und Umwandlung
1.A.2 Verarbeitendes Gewerbe
1.A.3 Transport
1.A.4 Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistung
1.B Diffuse Emissionen aus Brennstoffen
2. Industrieprozesse
2.A Mineralische Industrie
2.B Chemische Industrie
2.C Metallproduktion
3. Landwirtschaft
3.A Tierhaltung
3.B Wirtschaftsdünger
3.D Landwirtschaftlicher Böden
3.G Kalkung
3.H Harnstoff
3.I Kalkhaltige Dünger
4. Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft
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

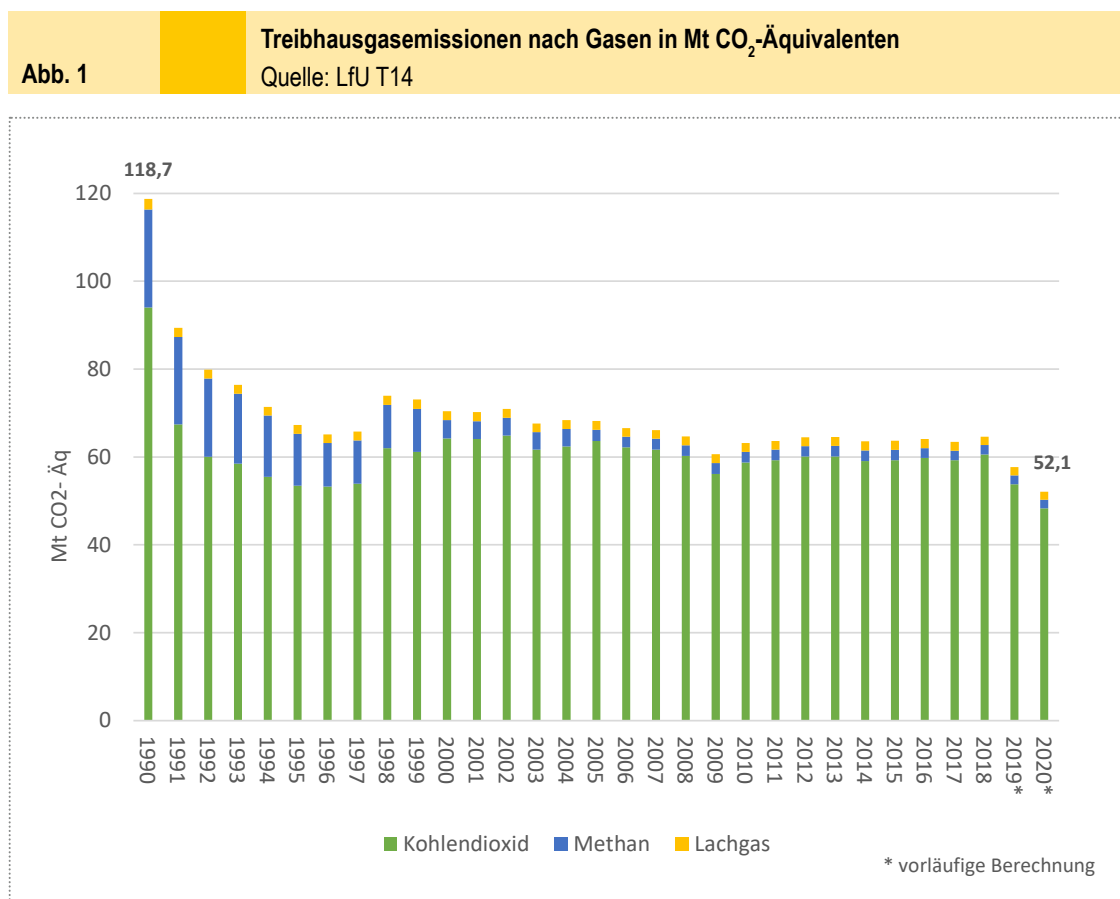
2 Entwicklung und aktueller Stand Klimagasemissionen

Das am stärksten vertretene Treibhausgas stellt im Jahr 2020 mit 93 % 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, 2020, S. 92), ein Treibhausgaspotenzial von 25 für Methan und von 298 für Lachgas angenommen. Methan-Emissionen entstehen in Branden-

burg insbesondere bei der Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe, in der Landwirtschaft und bei der Abfallfalldeponierung. Ebenso entstehen Lachgas-Emissionen hauptsächlich in der Abfalldeponierung und der Landwirtschaft. Wie in Abbildung 1 dargestellt, sind die Treibhausgas-Emissionen seit 1990 um 56 % 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 im Land Brandenburg 2020). Die Reduktion von Kohlendioxid-, Methan- und Lachgas-Emissionen betrug

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



im Vergleich zum Basisjahr 1990 respektive 49 %, 91 % und 24 %.

Abbildung 2 zeigt, wie sich die Emissionen aus den verschiedenen Sektoren prozentual verändert haben. Weiterhin resultieren mehr als zwei Drittel der Emissionen aus der Energiegewinnung und Umwandlung. Während 1990 Abfall und Abwasser noch für fast ein Fünftel der Emissionen verantwortlich waren, sind es 2018 weniger als 2 %. 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.

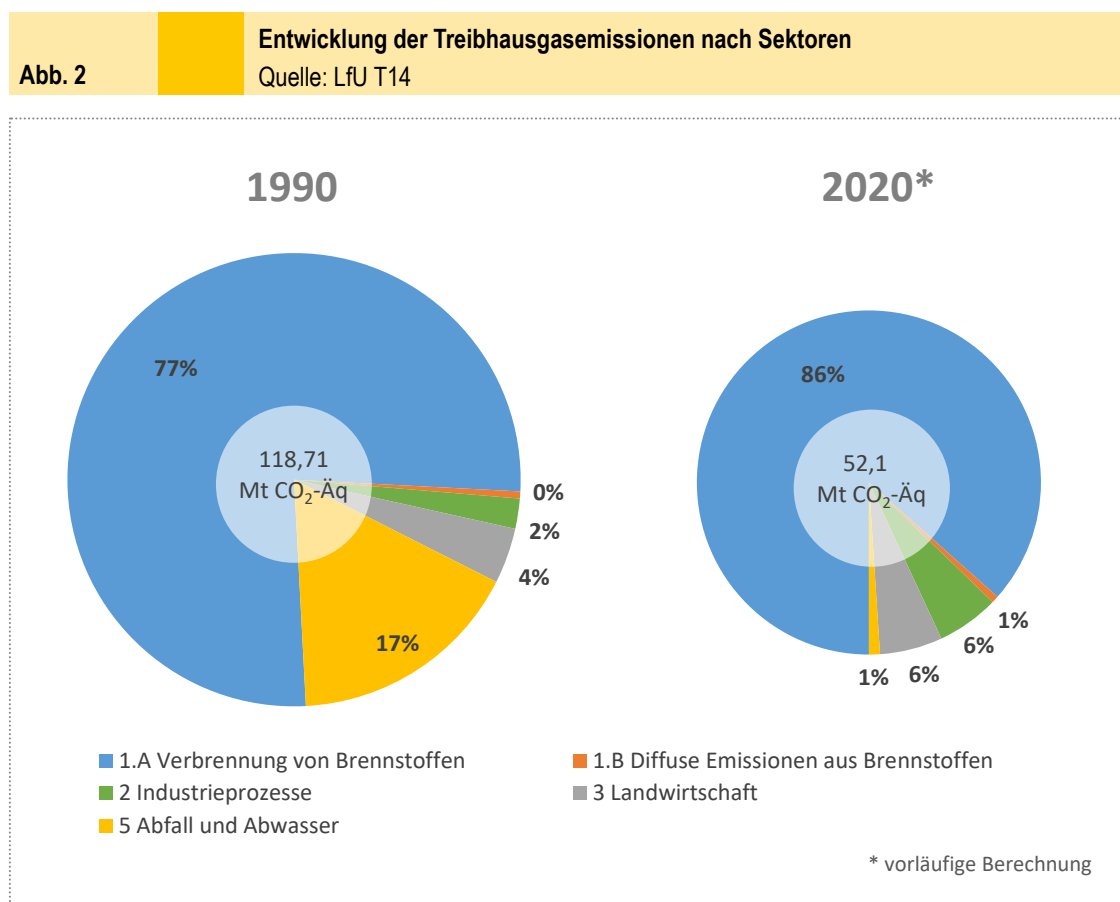


Tabelle 2: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg 1990-2020 in Mt CO₂-Äquivalenten Quelle: LfU T14

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019*	2020*
Gesamtemissionen	118,7	67,3	70,4	68,2	63,1	63,7	63,4	64,6	57,7	52,1
Nach Klimagasen										
CO ₂ (Kohlendioxid)	94,0	53,4	64,2	63,7	58,7	59,2	59,3	60,6	53,8	48,3
CH ₄ (Methan)	22,3	11,9	4,1	2,5	2,4	2,3	0,1	0,1	0,1	0,1
N ₂ O (Lachgas)	2,4	2,0	2,1	2,0	2,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Nach Sektoren										
1. Energie	91,6	51,1	61,6	61,1	56,6	56,7	56,4	57,9	51,0	45,4
1.A. Verbrennung von Brennstoffen	91,0	50,5	61,1	60,7	56,3	56,4	56,1	57,5	50,6	45,1
1.A.1. Energiegewinnung und Umwandlung	63,8	35,0	45,0	46,4	42,3	42,3	41,2	42,4	35,3	30,7
1.A.2. Verarbeitendes Gewerbe	11,5	4,5	5,0	3,2	4,4	4,5	4,5	4,7	4,7	4,5
1.A.3. Transport	3,3	5,9	6,3	5,6	5,6	5,9	6,4	6,3	6,2	5,6
1.A.4. Haushalte, Gewerbe, Dienstleistung	12,4	5,1	4,8	5,4	4,0	3,7	3,9	4,2	4,4	4,3
1.B. Diffuse Emissionen aus Brennstoffen	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
2. Industrieprozesse	2,6	2,8	3,0	2,8	2,3	2,6	3,0	2,9	3,0	3,0
3. Landwirtschaft	4,7	3,5	3,6	3,4	3,4	3,6	3,4	3,2	3,2	3,1
5. Abfall und Abwasser	19,8	9,8	2,3	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5

* vorläufige Berechnung

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 45,4 Mt CO₂ circa 87 % 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 % gegenüber dem Jahr 1990 zu senken, das heißt von 91 Mt CO₂ auf 25 Mt 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, und so weiter) 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 2018 vom Amt für Statistik Berlin-

Brandenburg vor. In der vorliegenden Klimagasinventur wird für 1990 der im LfU berechnete Wert von 91 Mt CO₂ verwendet, um die Referenz der politischen Zielsetzung beizubehalten.²

Die verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen 2020 sind im Vergleich zu 1990 um schätzungsweise 50 % gesunken, im Vergleich zum Vorjahr um 11 % (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 2020 ist ein Rückgang der Emissionen von 13 % 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). Ebenso konnte laut der LEAG (2021) im Jahr 2020 eine Reduktion der Braunkohleförderung in der Brandenburger Lausitz von 6,5 % im Vergleich zum Vorjahr ermittelt werden.

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

Tabelle 3: CO₂-Emissionen aus der jährlichen Braunkohleverstromung Brandenburg (2017-2020)

Quelle: eigene Berechnung LfU; DIW Berlin (2013, S. 13); LEAG (2021)

	2017		2018		2019		2020	
	TWh	Mt CO ₂	TWh	Mt CO ₂	TWh	Mt CO ₂	TWh	Mt CO ₂
Jänschwalde	20,0	22,6	19,5	21,8	15,4	17,3	11,9	13,4
Schwarze Pumpe	10,6	10,3	11,6	11,2	9,8	9,5	9,5	9,2
Summe	30,6	32,9	31,1	33,1	25,2	26,8	21,4	22,6

Die Emissionen im Transportsektor resultieren aus der Verbrennung von Kraftstoffen und dem Betreiben der Gasturbinen von Erdgasverdichtern. 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 verbucht werden.

Die Emissionen im Transport sind seit 1990 von 3,3 Mt CO₂ auf 5,6 Mt CO₂ gestiegen und haben sich somit fast verdoppelt (siehe Abbildung 3). Der Anstieg der Emissionen resultiert aus der erhöhten Anzahl an zugelassenen Kraftfahrzeugen und der gestiegenen Fahrleistung.

Ausgenommen von dieser Entwicklung ist das Jahr 2020, in dem die Emissionen im Sektor Transport um 10 % gesunken sind. Infolge der Pandemie ist die Raffinerieproduktion im März in Deutschland laut dem Mineralölwirtschaftsverband leicht zurückgegangen. Die Erzeugung von Flugkraftstoff lag weit unter den Vorjahren, die Produktion von Heizöl hingegen stieg an. Auf Bundesebene wurde für das erste Halbjahr ein Produktionsrückgang von 1,6 % für Mineralölerzeugnisse beobachtet. Schon im August habe sich die Produktion von Benzin und Diesel wieder stabilisiert (MWV, 2021). Besonders bemerkenswert ist die Minderung des Verbrauchs von Flugkraftstoff um 53,2 %.

Die Verkehrsstatistik des Flughafens Berlin-Brandenburg (vormals Flughafen Schönefeld) zeigt eine Reduktion der Flugzeugbewegungen um 53,1 % im Vergleich zum Jahr 2019. Die Eröffnung des Flughafens Berlin-Brandenburg am 31. Oktober 2020 führte für die Monate November und Dezember 2020 aufgrund der Pandemiesituation noch zu keiner Steigerung der Emissionen im Verkehrssektor.

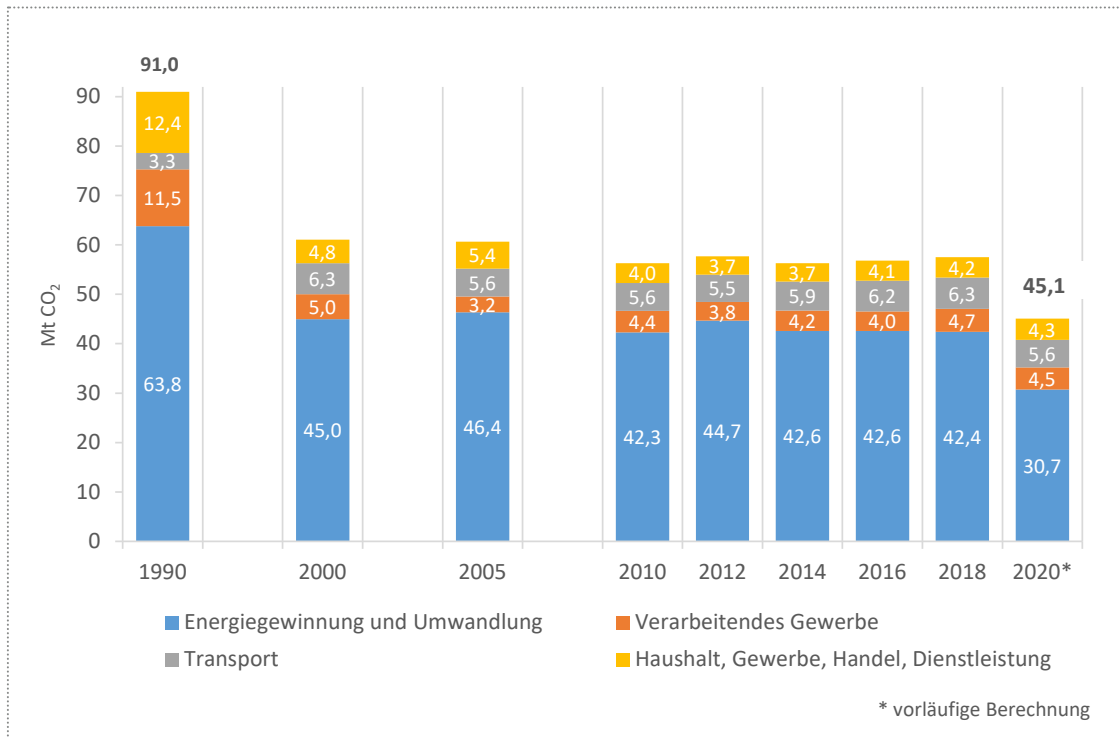
Emissionen aus Gewerbe und Haushalten entstehen hauptsächlich zur Kälte- und Wärmebereitstellung durch Verbrennungsprozesse vor Ort. Seit 1990 sind die Emissionen von 12,4 Mt CO₂ kontinuierlich auf 4,3 Mt CO₂ gesunken (siehe Abbildung 3). Die Emissionen in diesem Sektor sind witterungsabhängig und schwanken somit auch aufgrund der Temperatur. Die Covid-19-Pandemie hat voraussichtlich keine nennenswerten Auswirkungen auf die Emissionen des Sektors 1.A.4 Haushalte, Gewerbe, Handel. Laut Agora Energiewende (2021) kann davon ausgegangen werden, dass sich „ein Mehrverbrauch bei den Haushalten durch Lockdown und Home-Office“ durch einen Minderverbrauch in gewerblich genutzten Gebäuden ausgeglichen hat.

Die Abbildung 4 zeigt die Aufteilung der verbrennungsbedingten Emissionen nach Energieträgern. Der Emissionsanteil der Braunkohle ist mit 83 % im Jahr 1990 und mit 54 % im

Abb. 3

Energiebedingte CO₂-Emissionen im Land Brandenburg nach Sektoren

Quelle: AfS BB (2021)



Jahr 2018 besonders hoch. Der Steinkohlean- teil bewegt sich zwischen 2 und 4 %, sinkt aber in absoluten Zahlen von 3 Mt CO₂ auf 1,7 Mt CO₂. Gestiegen ist vor allem der Anteil von Mineralölprodukten von 7 % auf 22 %, was sich auch im Anstieg der absoluten Emissionen widerspiegelt (von 6,1 Mt CO₂ auf 10,0 Mt CO₂). Ähnlich verhält es sich mit dem Energieträger Gas, der sich bis 2020 von 5,7 Mt CO₂ auf 7,4 Mt CO₂ erhöht und nun einen Anteil von 16 % 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.

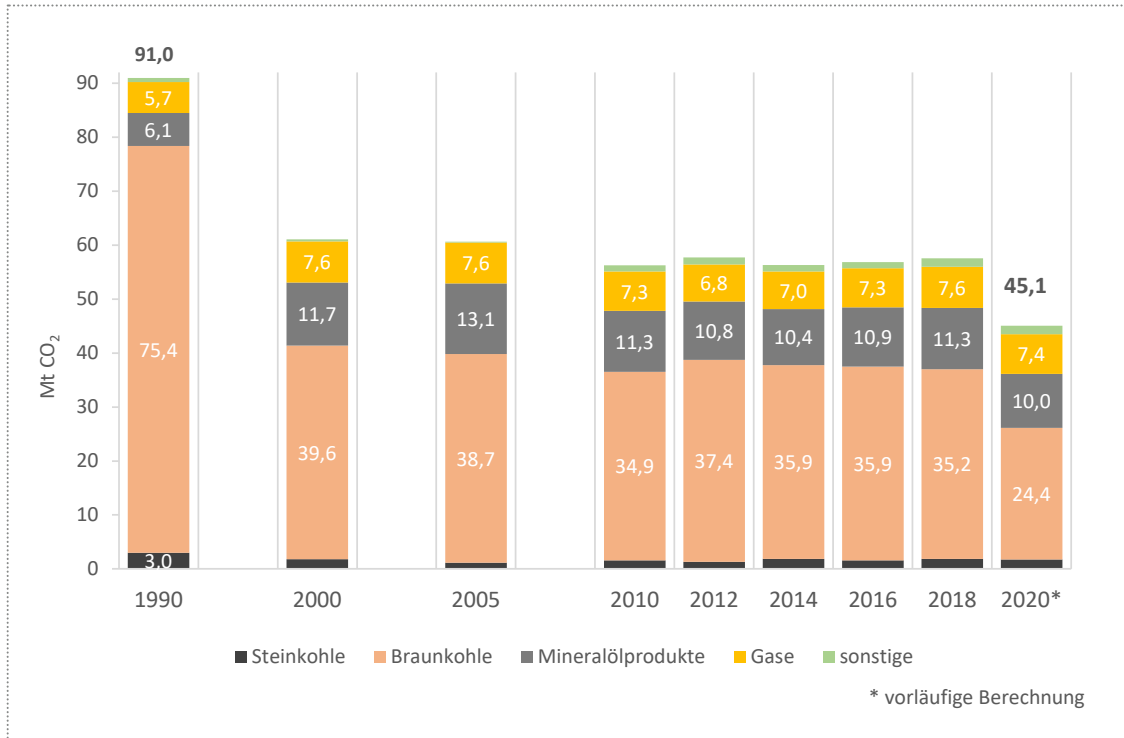
Die Veränderung der CO₂-Emissionen im Land Brandenburg sind also stark an die Entwicklungen im Energiesektor, insbesondere in Verbindung mit der Braunkohleverstromung, gekoppelt. Um das in der Energie-

strategie 2030 gesteckte Ziel von 25 Mt CO₂- Emissionen im energiebedingten Bereich zu erreichen, müssten die Emissionen in den nächsten 10 Jahren um circa die Hälfte gesenkt werden. Im Zuge des Kohleausstiegs- gesetzes (2020) wurde auf Bundesebene der Braunkohleausstiegs- pfad 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 Blö- cken A-F mit jeweils 500 MW Leistung ans Netz. Die ersten beiden Blöcke (Blöcke E und F) befinden sich schon seit 2018 beziehungs- weise 2019 in Sicherheitsbereitschaft, das heißt die Kraftwerksblöcke sind herunterge- fahren und werden nur bei Engpässen wieder in Betrieb genommen. Dies erklärt den deut- lichen Rückgang der verbrennungsbedingten

Abb. 4

Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Energieträgern

Quelle: AfS BB (2021)



Emissionen in 2019 und 2020. 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 1600 MW Bruttoleistung vom Netz (siehe Tabelle 4 und Anhang 1).

Um die energiebedingten Emissionen Brandenburgs im bundesweiten Kontext bewerten zu können, werden die CO₂-Emissionen je Einwohner betrachtet, siehe Abbildung 5.

Die Ursache der erheblich höheren Pro-Kopf-Emissionen Brandenburgs von circa 23 t CO₂ gegenüber dem Bundesdurchschnitt von circa 9 t CO₂ beruht vor allem auf der Exportintensität (Strom und Raffinerieprodukte). Nach Abzug des Exportanteils für Strom- und Raffine-

rieprodukte liegen die Pro-Kopf-Emissionen im Jahr 2018 mit 13,5 t CO₂ immer noch über den gesamtdeutschen Pro-Kopf-Emissionen. Dieser Unterschied ist durch den brandenburgischen Energiemix, der von der Braunkohle-Verstromung dominiert ist, begründet.

Da die Region Berlin-Brandenburg auch energiewirtschaftlich als Gemeinschaft betrachtet werden kann (zum Beispiel Stromexporte nach Berlin) wird in Tabelle 5 für die Jahre 2010 bis 2018³ beispielhaft ausgewiesen, 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

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

Tabelle 4: Kohleausstiegsplan Brandenburg Quelle: BMWi (2020)

Block	Revier	Inbetrieb-nahmejahr	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

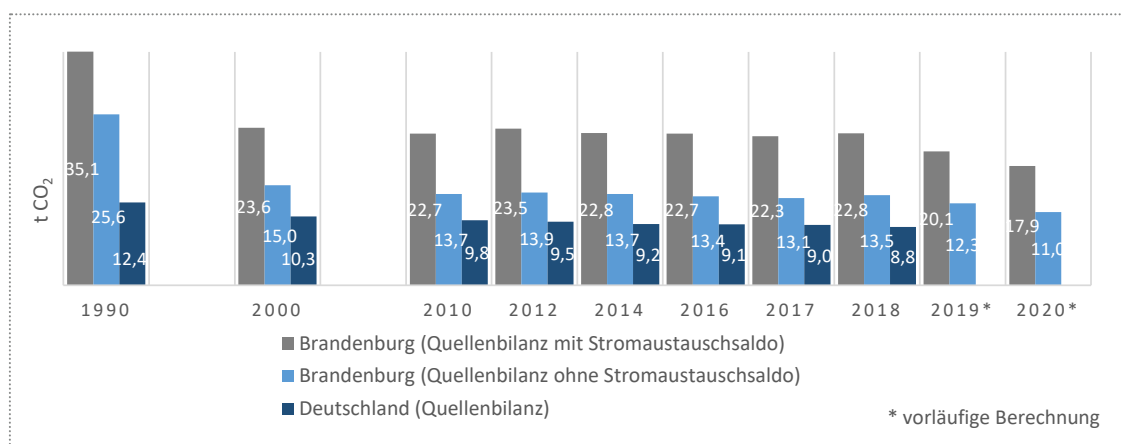
*Sicherheitsbereitschaft

** abweichend zur Angabe BMWi

Abb. 5

Energiebedingte CO₂-Emissionen pro Einwohner

Quelle: AfS BB, LfU



Stromerzeugung ist ersichtlich. Der stärkere Bevölkerungszuwachs in Berlin wirkt sich dabei im Vergleich zu Brandenburg vorteilhaft aus. Aufgrund des schrittweisen Kohleausstiegs sinken die Emissionen pro Einwohner in den Jahren 2019 und 2020 deutlich. Für Brandenburg und Deutschland liegen noch keine Daten vor.

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.

Tabelle 5: Energiebedingte CO₂-Emissionen pro Einwohner für Berlin und Brandenburg (Quelle: AfS BB, LfU T14)

[t CO ₂ /EW]	Land Brandenburg	Land Berlin	Region Brandenburg-Berlin
2010	22,7	7,8	17,8
2011	23,0	7,2	14,4
2012	23,5	6,0	13,2
2013	23,4	5,2	12,8
2014	22,8	5,0	12,4
2015	22,7	4,7	12,2
2016	22,7	4,8	12,2
2017	22,3	4,6	11,9
2018	22,8	4,3	11,8
2019	20,1		
2020	17,9		

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 9 %, bei LKW um fast 33 %. Da sich der LKW-Verkehr und die Straßengüterverkehrsleistung erhöht haben, sind die absoluten Kohlendioxid-Emissionen im Straßengüterverkehr heute dennoch um 22 % höher als 1995. (UBA, 2020)

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. Um die auf Verkehrsträger bezogene Differenzierung vornehmen zu können, wurde, abweichend zum sonstigen Bilanzprinzip, die Aufschlüsselung der Verursacherbilanz verwendet.⁴

⁴ Insgesamt ergeben sich Emissionen aus dem Stromverbrauch im Sektor Verkehr in Höhe von 0,283 Mt 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.

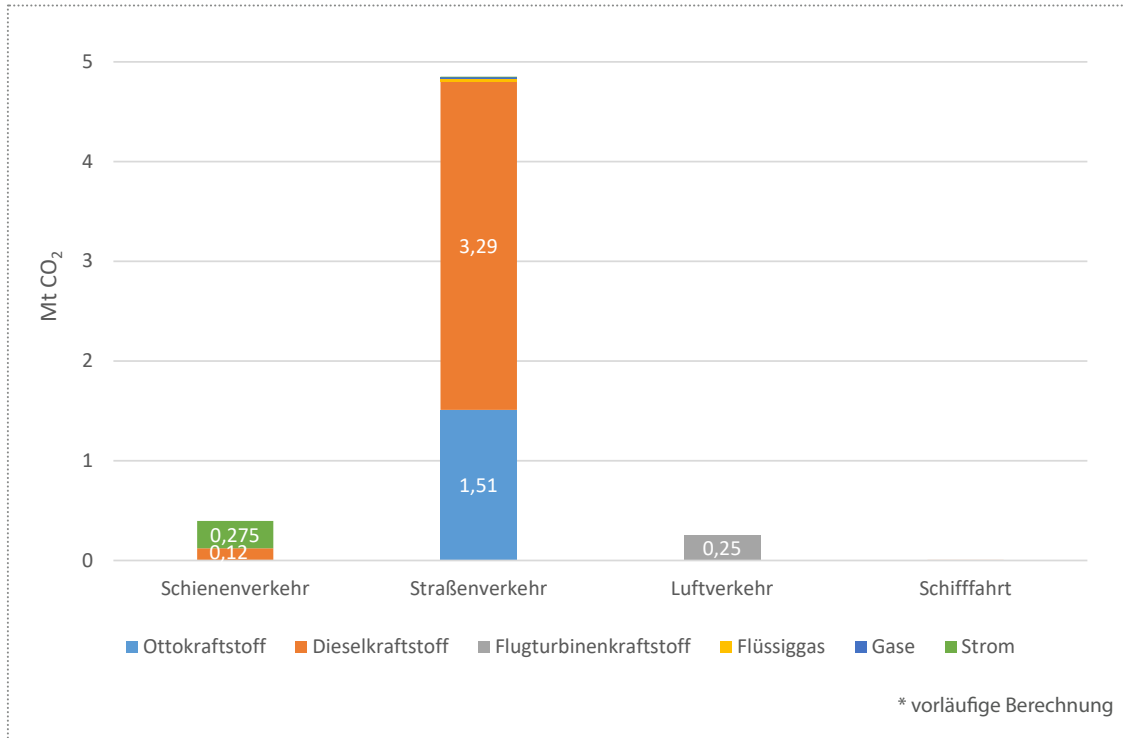
Der deutliche Rückgang der Emissionen von 0,59 Mt CO₂-Äquivalenten in 1990 zu 0,35 CO₂-Äquivalenten in 2020 ist vor allem auf die Erneuerung des Gasnetzes zurückzuführen.⁵

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

Abb. 6

CO₂-Emissionen im Sektor Transport 2020 (nach der Verursacherbilanz)*

Quelle: AfS BB (2021), LfU



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 (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.

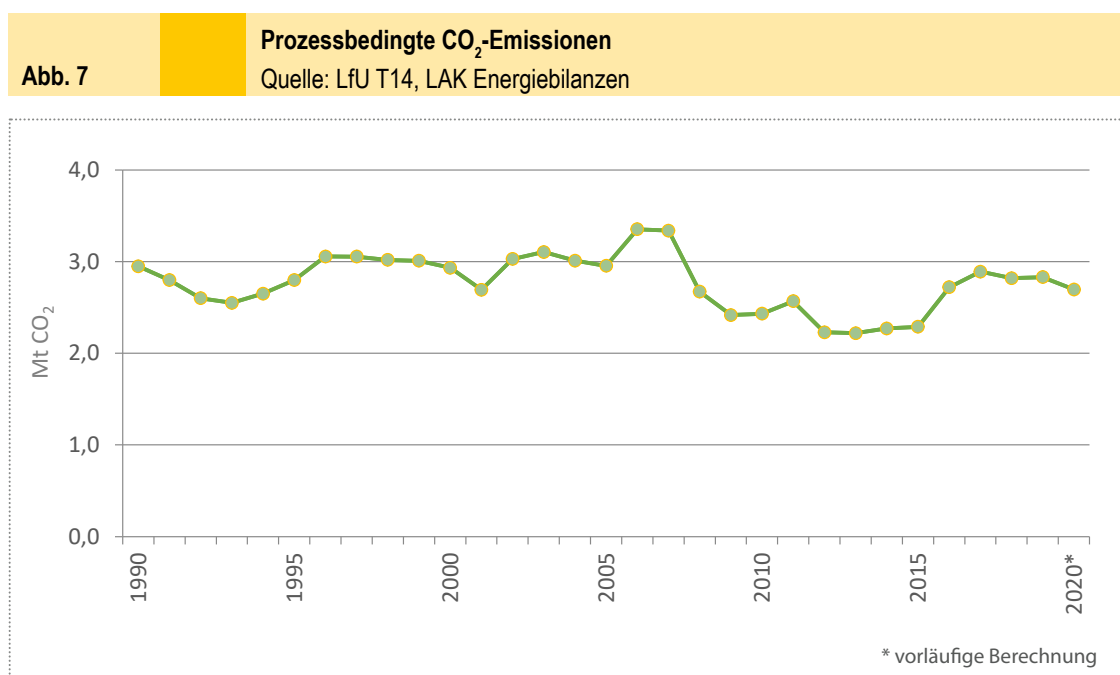
Der Länderarbeitskreis Energiebilanzen (LAK, o.D.) bezieht in ihre Berechnungen nur die folgenden sieben Industrieprozesse des Sektors Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe mit ein: die Herstellung von Hüttenaluminium, Zementklinker, Kalk, Glas, Calciumcarbid, Ammoniak, Soda und Ruß. In der nationalen Berichterstattung werden darüber hinaus noch einige weitere Prozesse miteinbezogen (UBA, 2020, S. 295ff). Die Berechnungen des LfU beziehen die prozess-

bedingten Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion Brandenburgs mit ein⁶.

Für die prozessbedingten CO₂-Emissionen kann keine konkrete Minderung 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. Die Reduzierung der Emissionen in 2020 sind auf die verminderte Produktion zu Beginn der Covid-19-Pandemie zurückzuführen.

In Brandenburg sind die Stahl- und Zementproduktion gemeinsam für circa drei Viertel der industriellen Emissionen verantwortlich. Das Baugewerbe und somit auch die Zementindustrie wurden nach eigenen Angaben nicht wesentlich von der Pandemie beein-

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



flusst. Die Stahlindustrie hingegen meldete Kurzarbeit an und verzeichnete einen Produktionsrückgang um 8 %. Auch die Statistik des Verarbeitenden Gewerbes zeigt einen Rückgang des Umsatzes und der geleisteten Stunden im Frühling. Insgesamt wird für das Jahr 2020 eine Minderung der prozessbedingten Industrieemissionen von circa 5 % im Gegensatz zum Vorjahr geschätzt.

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 2019 verfügbar⁷, die Werte für 2020 werden anhand des Trends der letzten 5 Jahre fortgeschrieben. Es werden CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen betrachtet und die folgenden sieben Kategorien⁸ 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 Gärrestlagerung

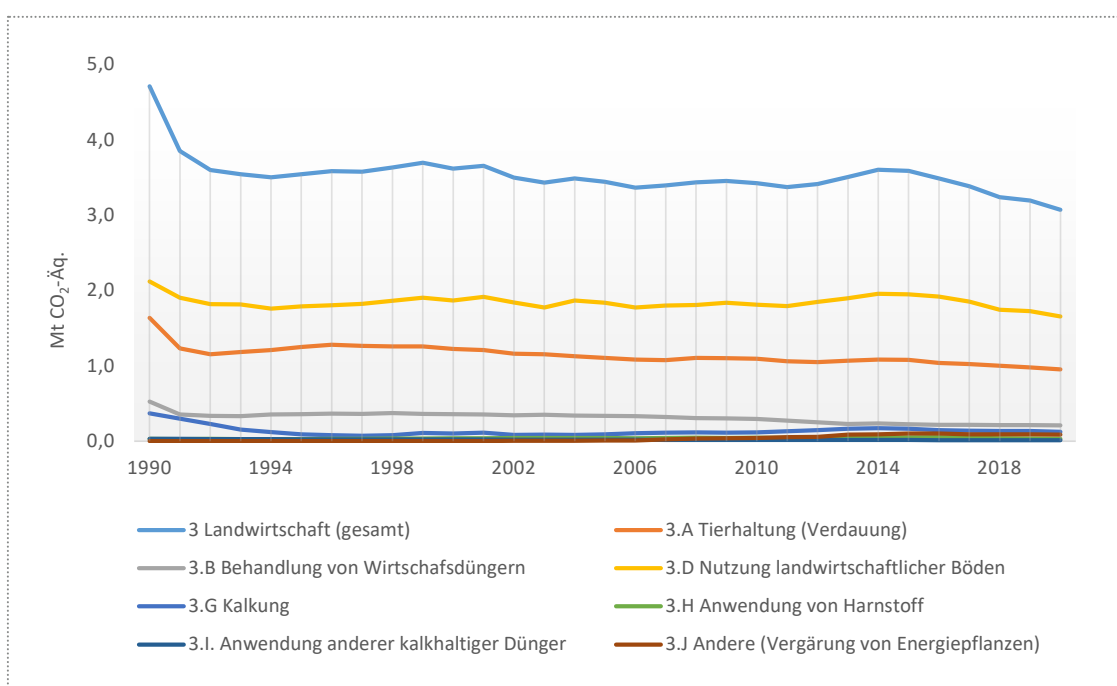
⁷ Aufgrund von methodischen Änderungen ergibt sich ein geringer Unterschied zu den Vorjahresberechnungen, siehe dazu Thünen, 2021, S. 19.

⁸ 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.

Abb. 8

Klimagasemissionen in der Landwirtschaft

Quelle: Thünen-Institut (2021)



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. Die 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 2020 um 35 % zurückgegangen. Die Hälfte dieser Minderung lässt sich auf die Tierhaltung zurückführen. Seit 1990 sind die Emissionen aus der Tierhaltung um 42 % gesunken, dies resultiert hauptsächlich aus einer Reduktion der Tierbestände (Rinder, Milchkühe, Schweine, Ziegen).

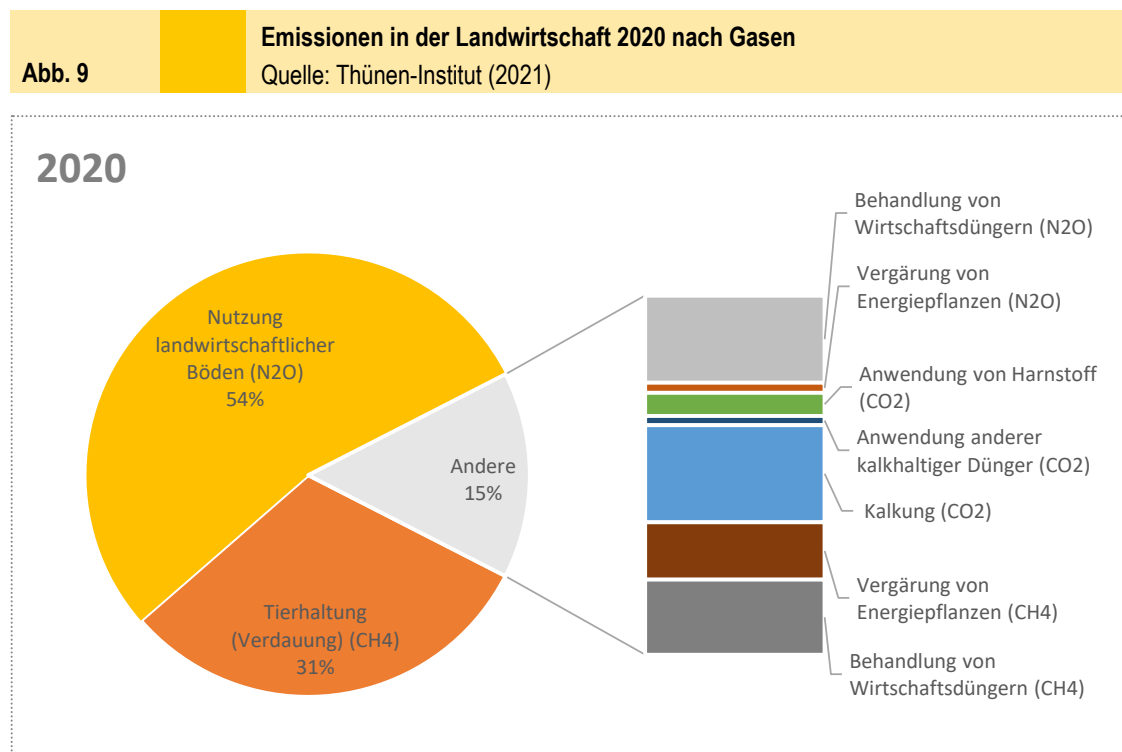
Jeweils ein Fünftel der Emissionsminderung beruht auf den Minderungen aus den Kategorien Behandlung von Wirtschaftsdüngern und Nutzung landwirtschaftlicher Böden.

Im Jahr 2020 sind über die Hälfte der Emissionen Lachgas-Emissionen aus der Nutzung

landwirtschaftlicher Böden. Diese Emissionen entstehen infolge von Mineraldünger- ausbringung, Wirtschaftsdünger- ausbringung, Klärschlammasbringung, Weidegang, 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). 7 % der Emissionen beruhen auf dem Wirtschaftsdünger-Management (also auch auf der Tierhaltung). 4 % der Emissionen entstehen bei der Kalkung der Böden.

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, organi-



schen 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).

Da die Datenlage auf Länderebene derzeit nicht ausreichend ist, um eine umfassende Berichterstattung zu gewährleisten, gehen diese Emissionen nicht in die Gesamtbilanz des Landes Brandenburg ein. Der Abschnitt hat lediglich informativen Charakter.

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 Land-

schaftstypen Heide und Gehölze können 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.

Tabelle 6 zeigt die Emissionen der einzelnen Landnutzungskategorien. Insgesamt ist der Sektor im Jahr 2019 mit 0,7 Mt CO₂-Äquivalent in Brandenburg eine Emissionsquelle. Das entspricht einer Emissionsminderung von circa 85 % im Vergleich zum Jahr 1990. Der Wald stellt nach diesen Berechnungen eine Senke von circa 5,6 Mt CO₂-Äquivalenten dar. Langfristig könnte sich der LULUCF-Sektor auf nationaler Ebene laut dem Projektionsbericht der Bundesregierung (2019, S. 211) aufgrund von Änderungen in der Waldstruktur von einer Treibhausgasenke in eine Treibhausgasquelle entwickeln. Geht man von einer ähnlichen Entwicklung in Brandenburg aus, könnte der LULUCF-Sektor seine Senkenfunktion verlieren.

Aus den Daten der Waldbrandstatistiken ist ersichtlich, dass Waldbrände in Brandenburg seit 2016 zugenommen haben, wovon fast die Hälfte der Brandursachen auf unbekannte Ursachen zurückzuführen ist. Im Jahr 2019 verbrannte eine Waldfläche von 1.352 Hektar (Landesbetrieb Forst Brandenburg,

Tabelle 6: THG-Emissionen aus dem LULUCF Sektor im Land Brandenburg in Mt CO₂-Äq. (Quelle: Thünen-Institut)

	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019
4 LULUCF gesamt	4,4	0,5	1,4	0,1	0,1	0,1	0,6	0,7
4.A Wälder	-2,1	-6,1	-4,8	-6,1	-6,2	-6,2	-5,7	-5,6
4.B Ackerland	2,2	2,0	1,9	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8
4.C Grünland	4,2	4,4	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
4.D Feuchtgebiete	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
4.E Siedlung	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4

2019), was auf die heißen Sommermonate im Jahr 2019 zurückgeführt werden kann. Aus der Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland ist ersichtlich, dass im Jahr 2019 circa 50 % der Waldbrände in Brandenburg waren (BLE, 2019). Des Weiteren sind im Gegensatz zum Bundesdurchschnitt (104 t/ha) die brandenburgischen Böden eher kohlenstoffarm (84 t/ha) (Riek & Russ, 2019, S. 167). Auch ist eine Standortveränderung aufgrund von zunehmender Trockenheit und verringerter Nährstoffverfügbarkeit zu erwarten. Diese lässt ein verringertes Wachstum, und somit auch eine geringere Kohlenstoffbindung, erwarten. Die besonders in Brandenburg verbreitete Sommertrockenheit mindert demnach den Kohlenstoffspeicher des Waldes. Folglich könnte die auf Wäldern beruhende Senke langfristig geringer ausfallen.

Im Jahr 2020 kam es zu einem Moorbrand im Landkreis Elbe-Elster, wobei circa 100 Hektar Moorfläche verbrannten (Brandenburg, 2020). Moorbrände verursachen erhebliche ökologische Schäden sowie hohe Treibhausgasemissionen. Langfristig könnten solche Ergebnisse klimabedingt zunehmen. Brandenburg verfügt über eine Fläche von circa 166.000 ha Moorböden und 97.000 ha organischen Böden (Luthardt, Vera & Zeitz, Jutta, 2014). Diese großen Moorbodenflächen könnten potentiell zu einer Treibhausgasenke führen, wenn sie schrittweise aus der landwirtschaftlichen Nutzung genommen und anschließend wieder vernässt werden.

nischen Böden (Luthardt, Vera & Zeitz, Jutta, 2014). Diese großen Moorbodenflächen könnten potentiell zu einer Treibhausgasenke führen, wenn sie schrittweise aus der landwirtschaftlichen Nutzung genommen und anschließend wieder vernässt werden.

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 % gesunken. Die Methan-Emissionen aus der geordneten Abfalldeponierung (5.A) stellen den Großteil der Emissionen im Bereich Abfall dar. Die Reduzierung der Emissionen lässt sich auf organisatorische Änderungen im Abfallmanagement zurückführen. Beispielsweise wurde die getrennte Sammlung von Glas-, Kompost-,

Tabelle 7: Emissionen aus Abfall und Abwasser in Mt CO₂-Äquivalenten (Quelle: LfU T14)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2020
5. Abfall und Abwasser	19,85	9,81	2,27	0,84	0,83	0,76	0,61	0,57
CH ₄	19,81	9,77	2,24	0,81	0,80	0,73	0,59	0,55
N ₂ O	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
5.A Abfalldeponierung	19,73	9,70	2,18	0,76	0,76	0,70	0,57	0,53
5.B Biologische Behandlung von festen Abfällen	-	-	-	0,004	0,006	0,008	0,010	0,010
5.D Abwasserbehandlung	0,13	0,11	0,08	0,08	0,06	0,04	0,03	0,03
5.E Andere (geschlossene MBA)	-	-	-	-	0,005	0,005	0,003	0,004

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 Abfallbehand-

lungsanlagen. Gemäß der 30. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (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. (2020). Energie- und CO₂-Bilanz im Land Brandenburg 2018. Potsdam.
- Agora Energiewende. (2021). Die Energiewende im Corona-Jahr: Stand der Dinge 2020. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2021.
- 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
- Brandenburg, A. (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
- 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>
- 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.
- Emele, Lukas. (2019). Projektionsbericht 2019 für Deutschland – Zusammenfassung in der Struktur des Klimaschutzplans, Climate Change 33/2019. Umweltbundesamt.
- 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
- 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.
- 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. (26. Januar 2021). 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
- Luthardt, Vera & Zeitz, Jutta. (2014). Moore in Brandenburg und Berlin. Natur+Text.
- 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. (2021). 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 1990-2019. Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt. (15. 03 2021). Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent. Abgerufen am 05. 07 2021 von <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-87-prozent>
- United Nations Environment Programme . (2020). Emissions Gap Report 2020 – Executive summary . Nairobi.

Anhang

Anhang 1: Stilllegungspfad Braunkohlekraftwerke Deutschland Quelle: (BMWi, 2020)

Betreiber	Block	Revier	Inbetrieb- nahme- jahr	Block- klasse (MW)	Stilllegungsdatum (mit Sicherheits- bereitschaft)
kurze Frist					
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		300	31.12.2020
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		300	
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		300	31.12.2021
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland	1959-1976	300	
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		300	01.04.2022
RWE	Brikettierung	Rheinland		120	
RWE	Nord-Süd-Bahn	Rheinland		600	31.12.2022
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
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

* Sicherheitsbereitschaft
 ** abweichend zur Angabe BMWi

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

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Henning-von-Tresckow-Straße 2-13,

Haus S, 14467 Potsdam

Telefon: +49 (0)331 866-7237

E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de

Internet: mluk.brandenburg.de

agrар-umwelt.brandenburg.de

