

Fachbeiträge des LUGV

Heft Nr. 13Í

Klimagasinventur 201& für das Land Brandenburg

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

**Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz,
Titelreihe Heft-Nr. 135**

Klimagasinventur 2012 für das Land Brandenburg

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

Herausgeber:

Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV)
Seeburger Chaussee 2
OT Groß Glienicke
14476 Potsdam
Tel.: 033201 - 442 171
Fax: 033201 - 43678

Internet: <http://www.lugv.brandenburg.de/info/lugvpublikationen>

Bestelladresse: infoline@lugv.brandenburg.de

Autoren:

LUGV, Referat T2 - Klimaschutz, Umweltbeobachtung und -toxikologie, Carsten Linke, Klaus Kaldun,
Dr. Reinhard Standke
E-Mail: carsten.linke@lugv.brandenburg.de,
Tel.: 033201 – 442 322
Fax: 033201 – 442 399

Redaktionelle, technische Umsetzung:

LUGV, Ref. Umweltinformation/Öffentlichkeitsarbeit S5
Potsdam, im Okt. 2013

Die Veröffentlichung als Print und Internetpräsentation erfolgt im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Dritten zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Klimagasinventur 2012 für das Land Brandenburg

Inhaltsverzeichnis:

1. Zusammenfassung
2. Entwicklung der „Kyoto“-Treibhausgase
3. Energiebedingte CO₂-Emissionen (gesamt)
4. Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren
5. Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Energieträgern
6. Energiebedingte CO₂-Emissionen pro Einwohner
7. Effekte des Zertifikatehandels (zweite Handelsperiode 2008 – 2012)
8. Beitrag der Erneuerbaren Energien

Literaturverzeichnis

1. Zusammenfassung

Im Mittelpunkt der vorliegenden Klimagasinventur des Landes Brandenburg stehen die Entwicklungen der drei wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O), auch unter der Bezeichnung Lachgas bekannt. Entsprechend der Datenlage werden ebenfalls die fluorierten Treibhausgase quantitativ bewertet. Der Schwerpunkt der Darstellung liegt bei den energiebedingten CO₂-Emissionen, die die Gesamtheit der Treibhausgase dominieren und aus diesem Grund in der Energie- und Klimaschutzstrategie der Landesregierung unter besonderer Kontrolle stehen.

Die Emissionsdaten basieren bis 2010 auf den Energiebilanzen des Landes und entsprechenden landesspezifischen Berechnungen¹. Die Einschätzungen für die Jahre 2011 und 2012 beruhen auf Hochrechnungen, für die die bereits vorliegenden Abrechnungen der CO₂-Emissionen im Rahmen des Zertifikatehandels nach dem Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) zu Grunde gelegt wurden².

Die Auswertung der Berichte zu den 66 handelspflichtigen Anlagen verdeutlicht, dass der Wiederanstieg der CO₂-Emissionen in Brandenburg auf das Niveau der Jahre 2006 bzw. 2007 maßgeblich durch zunehmende Kohleverstromung begründet ist. Einzelne Industriebereiche, wie die energieintensive Eisen- und Stahlindustrie oder Chemische Industrie, haben verminderte Emissionen zu verzeichnen.

Die energiebedingten CO₂-Emissionen bestimmen die Gesamtheit der Haupttreibhausgase – ausgedrückt in CO₂-Äquivalente - zu circa 90 %. In den im Frühjahr 2012 durch die Landesregierung verabschiedeten Strategiepapieren (Energiestrategie 2030 [1], Katalog der strategischen Maßnahmen [2]) ist als Zielstellung formuliert, die energiebedingten CO₂-Emissionen im Land bis zum Jahr 2030 um 72 % gegenüber dem Jahr 1990 zu senken, d. h. von 91 Mio. t auf 25 Mio. t. Diese Zielstellung schließt das Bekenntnis ein, weiterhin am Einsatz des heimischen Energieträgers Braunkohle als „Brückentechnologie“ festzuhalten. Für die langfristige Braunkohlenutzung werden jedoch die Entwicklung und der Einsatz effizienter und CO₂-armer Kraftwerkstechnologien und Technologien zur sicheren Speicherung von CO₂ (CCS-Technologie) zur Voraussetzung gemacht, ohne dass deren Umsetzung in Aussicht steht.

2012 fallen circa 75 % der energiebedingten CO₂-Emissionen unmittelbar im Energiesektor an. Dazu zählen die Groß- und Industriekraftwerke, Heizkraftwerke und Heizwerke, eine Brikettfabrik sowie die Erdölraffinerie, in denen aus Primärenergieträgern (Steinkohle, Rohbraunkohle, Erdöl, Erdgas) Endenergieträger (Strom, Nah- bzw. Fernwärme, Kraftstoffe, Heizöle, Brikett, Flüssiggas u.a.) 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 6 und 9 % an den energiebedingten CO₂-Gesamtemissionen beteiligt.

Die im Jahr 2011 durch den Bundestag verabschiedete neue Energiestrategie, die die Abschaltung aller Kernkraftwerke bis zum Jahr 2022 vorsieht und mit der Stilllegung von acht älteren Atommeilern zeitgleich eingeleitet wurde, stärkt die energiewirtschaftliche Rolle der kohlegefeuerten konventionellen Kraftwerke zu Lasten des Klima- und Ressourcenschutzes. Die brandenburgischen Braunkohlekraftwerke sind in diesen Prozess voll integriert. Ein deutlicher Emissionszuwachs in den vergangenen zwei Jahren ist das Ergebnis.

Durch den stetigen Ausbau der Erneuerbaren Energie wird ein Großteil des Energiebedarfs des Landes klimafreundlich gedeckt. Die Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren

¹ Die verwendeten Emissionsfaktoren entsprechen den Vorgaben der Zuteilungsverordnung zum Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) und berücksichtigen die tatsächlich verwendeten Faktoren der Unternehmen.

² Für alle Betreiber so genannter TEHG-Anlagen besteht die Pflicht, nach Ablauf jedes Handelsjahres Bericht zu erstatten.

Energien substituiert fossile Energieträger und vermeidet dadurch den Anstieg der CO₂-Emissionen um insgesamt 12,6 Mio. t im Jahr 2012.

Nach Brennstoffen untergliedert ist die Braunkohle mit mehr als 60 Prozent die Hauptquelle der energiebedingten Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg. Im deutlichen Abstand folgen als Emissionsquelle die Mineralölprodukte (ca. 19 %) und Gase (ca. 14 %). Der von der Braunkohle dominierte Energieträgermix führt zu einer bundesweit überdurchschnittlichen Pro-Kopf-Emission. Die gegenwärtigen 24,3 t CO₂ pro Einwohner stellen auch im internationalen Vergleich einen negativen Spitzenwert dar. Davon entfallen allerdings 10 t pro Einwohner auf die Strommenge, die für andere Bundesländer erzeugt wird.

2. Entwicklung der „Kyoto“-Treibhausgase

Laut Protokoll der 3. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto vom 10.12.1997 sind die Industriestaaten verpflichtet, neben den Treibhausgasen CO₂, CH₄ und N₂O, die den Klimawandel bestimmen, auch die tendenziell steigenden Emissionen anderer Gase zu begrenzen. Dabei handelt es sich um die fluorierten Gase HFKW bzw. HFC (wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe), FKW bzw. PFC (perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe) und SF₆ (Schwefelhexafluorid).

Die Haupttreibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O entstehen überwiegend als unerwünschte Nebenprodukte, z. B. bei der Verbrennung fossiler Energieträger, der landwirtschaftlichen Tierproduktion, in Folge der Düngung oder in Abfalldeponien. Dagegen werden HFKW, PFC und SF₆ überwiegend gezielt als chemische Erzeugnisse für verschiedene Anwendungsbereiche produziert. Sie kommen als Treibgas, Feuerlöschmittel, Kältemittel, Schalldämmgas u. a. 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 RATES [3] schrittweise eingeschränkt. In Brandenburg gibt es für fluorierete Treibhausgase keine Produktionsstätte. Die eingeführten und verarbeiteten Mengen werden durch das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (AfS BB) nach wirtschaftlichen Einsatzbereichen und nach Stoffgruppen erfasst und veröffentlicht, zuletzt im Statistischen Bericht Q IV 1 – j / 11[4]. Berichtspflichtig sind Unternehmen, die mehr als 20 kg fluorierete Treibhausgase pro Jahr verarbeiten. Die Statistischen Berichte ab 2006 ermöglichen teilweise eine Abschätzung des Emissionspotenzials in CO₂-Äquivalenten sowie die Beobachtung dessen Entwicklung in Brandenburg.

Die Treibhausgase CH₄, N₂O, HFKW, PFC und SF₆ unterscheiden sich gegenüber dem CO₂ einerseits durch die erheblich geringer anfallende Menge. Andererseits haben sie in Abhängigkeit von der zu Grunde gelegten Verweildauer in der Atmosphäre und den unterschiedlichen molekularen Absorptionskoeffizienten eine vielfach höhere Treibhauswirksamkeit. Bei der in Kyoto als Grundlage vereinbarten Verweildauer von 100 Jahren betragen die Wertigkeiten für CH₄ = 21, N₂O = 310, HFKW bis 12.000, PFC bis 11.900 und SF₆ = 22.200. Hinter den Sammelbezeichnungen für die fluorierten Gase verbirgt sich eine Vielzahl von Stoffen mit erheblich unterschiedlichen Werten hinsichtlich ihrer Treibhauswirksamkeit gegenüber CO₂. Die Ausweisung deren Emissionen als CO₂-Äquivalent in Tab. 1 berücksichtigt diesen Sachverhalt.

Die statistischen Daten weisen ausschließlich den Einsatz von HFKW aus. Für die Abschätzung wurde unterstellt, dass bei der Erstbefüllung von Anlagen Mengenverluste in Höhe von 0,3 % anfallen [5]. Daraus ergeben sich Verlustemissionen zwischen 120 und 165 t/a CO₂-Äquivalent. Bei den in der Instandhaltung von Anlagen eingesetzten Mengen wurde davon ausgegangen, dass es sich um den Ausgleich von Verlusten während der Betriebszeit der Anlagen handelt. Die Emissionen aus diesen Verlusten führen zu Gesamtemissionen zwischen 80.000 und 100.000 t/a CO₂-Äquivalent. Eine tendenzielle Entwicklung ist aus den Ergebnissen noch nicht erkennbar. Gemessen an den HFKW-Emissionen Deutschlands besitzt

Brandenburg (ohne Treibgase aus Spraydosen) einen Anteil von einem Prozent. Weiterhin nicht erfassbar ist neben der Freisetzung von Treibgasen bei Aerosolen (Anwendungsemissionen) deren Freisetzung beim Recycling von verfüllten Erzeugnissen (Entsorgungsemissionen).

Die Tab. 1 verdeutlicht, dass die Gesamtmenge der Treibhausgase in Brandenburg maßgeblich durch das Gas CO₂ bestimmt wird. Deren Entwicklung wird detailliert mittels der Indikatoren zur Entwicklung der energiebedingten Treibhausgase unter den Punkten 3 bis 6 dargestellt.

Tab. 1: Stand und Entwicklung der Treibhausgasemissionen

	Dimension	1990	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012 ¹⁾
CO ₂	Mio. t/a	91	64	65	63	64	61	61	62
CH ₄	kt/a	1034	170	171	167	114	96	99	86
N ₂ O	kt/a	4	3	3	2	3	4	6	5
HFKW	Mio. t/a CO ₂ -Äquiv.	NE	NE	NE	NE	0,1	0,1	0,1	0,1
PFC	Mio. t/a CO ₂ -Äquiv.	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
SF ₆	Mio. t/a CO ₂ -Äquiv.	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Summe in CO ₂ -Äquivalenten	Mio. t/a	114	68	69	67	67	64	65	66

¹⁾ vorläufige Angaben

NE – keine Daten verfügbar

Quelle: LUGV Brandenburg

In Tab. 2 wurden die „Kyoto“-Treibhausgase nach ihren Quellen aufgeschlüsselt. Entsprechend ihrer Entstehung sind die Gase in energiebedingte und nicht energiebedingte Treibhausgase unterteilt. Für das Land Brandenburg können die energiebedingten Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O aus dem Verbrauch fossiler Energieträger ermittelt und im Unterschied zu den nicht energiebedingten Treibhausgasen mit geringer Fehlerquote berechnet werden. Die CO₂-Emissionen aus Industrieprozessen entsprechen den Betreiberangaben für 14 in den CO₂-Emissionshandel einbezogene Anlagen. Sie unterschieden sich allerdings erheblich von entsprechenden Veröffentlichungen des Länderarbeitskreises Energiebilanzen für Brandenburg. So beträgt deren aktuelle Angabe für das Jahr 2010 mit 1,3 Mio. t [6] knapp die Hälfte der in Tab. 2 ausgewiesenen Unternehmensangaben. Die fluorierten Treibhausgase sind unter Industrieprozesse eingeordnet.

Tab. 2: Stand und Entwicklung der CO₂-Emissionen und CO₂-Äquivalente nach sektoralen Quellen

Quellen und Senken von Treibhausgasen	CO ₂								Gesamt-CO ₂ -Äquivalent							
	Mt/a								Mt/a							
	1990	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012 ¹⁾	1990	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012 ¹⁾
Gesamtemissionen	91,0	63,9	64,9	62,7	63,8	60,6	60,8	62,1	114,1	68,3	69,3	67,0	67,1	63,8	64,8	65,6
I Energiebedingte Emissionen	91,0	63,2	64,2	62,0	60,2	57,8	57,8	59,5	94,7	64,2	65,2	62,9	61,2	58,6	58,6	60,3
A Verbrennungsbedingt	90,8	63,1	64,2	62,0	60,2	57,8	57,8	59,5	92,3	63,9	64,9	62,6	60,9	58,4	58,4	60,1
Energiegewinnung und -umwandlung	63,6	46,9	47,7	46,8	45,3	45,0	43,1	44,9	64,3	47,3	48,1	47,3	45,7	45,4	43,5	45,3
2. Industrie	11,5	5,4	5,3	5,1	4,5	3,5	5,3	5,2	11,6	5,5	5,4	5,2	4,6	3,6	5,3	5,3
3. Verkehr	3,3	6,0	5,9	5,4	5,5	5,3	5,4	5,5	3,4	6,3	6,0	5,4	5,5	5,3	5,5	5,5
4. Haushalte, Kleinverbraucher und Gewerbe	12,4	4,8	5,4	4,7	5,0	4,1	4,0	4,0	13,0	4,8	5,4	4,7	5,1	4,1	4,1	4,0
5. Andere	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
6. Verbrennung von Biomasse	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
B Förderung, Aufbereitung und Verteilung von Brennstoffen	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
II Nicht energiebedingte Emissionen	NE	0,7	0,7	0,7	3,6	2,8	3,0	2,6	19,4	4,1	4,1	4,1	5,9	5,4	6,2	5,3
C Industrieprozesse	NE	NE	NE	NE	3,6	2,8	3,0	2,6	NE	NE	NE	NE	3,7	2,9	3,0	2,6
D Lösemittel- und Produktverwendung	NO	NO	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E Landwirtschaft	NO	NO	NO	NO	NO	NE	NE	NE	2,8	1,6	1,6	1,5	1,6	1,8	2,4	2,0
F Änderung von Flächennutzung und Holzbestand	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
G Abfallwirtschaft	NE	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6	2,5	2,5	2,5	0,6	0,7	0,7	0,7
Internationaler Verkehr	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

¹⁾ vorläufige Angaben

NE - keine Daten verfügbar

NO - nicht vorkommend

Quelle: LUGV Brandenburg

Bei den nicht energiebedingten Treibhausgasen, die hauptsächlich bei Industrieprozessen (CO₂, N₂O, fluorierte Gase), in der Landwirtschaft (CH₄, N₂O) und in der Abfallwirtschaft (CO₂, CH₄, N₂O) auftreten, fehlt es teilweise an belastbaren landesspezifischen Daten, so dass eine Vollständigkeit nicht gegeben ist. Eine qualitative Verbesserung gegenüber dem Beginn des letzten Jahrzehnts stellt die Quantifizierung der prozessbedingten CO₂-Emissionen dar, für die die Berichte der in den CO₂-Emissionshandel einbezogenen Unter-

nehmen die Grundlagen bilden, da andere Quellen nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen. Im Bereich der Landwirtschaft wird ab 2008 den N₂O-Emissionen aus Böden besser Rechnung getragen. Diese bezogen sich bis dahin ausschließlich auf den Einsatz mineralischen Düngers. Im Bereich der Abfallwirtschaft finden ebenfalls ab 2008 N₂O-Emissionen aus kommunalem Abwasser Berücksichtigung. Aus den zwischenzeitlichen Ergänzungen der Emissionsdaten lässt sich ableiten, dass auch die noch nicht erfassten Emissionen sehr geringe Fehlbeträge darstellen.

3. Energiebedingte CO₂-Emissionen (gesamt)

Die besondere Aufmerksamkeit gilt im Land Brandenburg den energiebedingten CO₂-Emissionen, deren Anteil mehr als 90 % an den gesamten CO₂-Äquivalenten beträgt. Nach dem Energiekonzept von 1996 und den Energiestrategien 2010 im Jahr 2002 sowie 2020 im Jahr 2008 verabschiedete die Landesregierung im Frühjahr 2012 die Energiestrategie 2030 [1] und den Katalog der strategischen Maßnahmen [2]. Die klimapolitische Zielstellung besteht darin, die energiebedingten CO₂-Emissionen im Land bis zum Jahr 2030 um 72 % gegenüber dem Jahr 1990 zu senken. Damit könnte Brandenburg die Zielstellung der Bundesregierung unterstützen, die deutschen Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 % gegenüber 1990 zu senken [7].

Bezogen auf die aktuellen Energiebilanzdaten des Landes Brandenburg für das Jahr 2010 [8] beträgt der Anteil Brandenburgs am Primärenergieverbrauch Deutschlands 4,4 %, an den energiebedingten CO₂-Emissionen jedoch 7,5 %.

Bis zum Jahr 2010 beruhen die Berechnungen der CO₂-Emissionen im Wesentlichen auf den Energiebilanzen des AfS BB. Die CO₂-Emissionen für die Jahre 2011 und 2012 sind Abschätzungen des LUGV auf der Grundlage der Monitoringberichte der am CO₂-Emissionshandel beteiligten brandenburgischen Unternehmen. Deren energiebedingte CO₂-Emissionen betragen in den zurück liegenden Jahren über 75 % der aus den Energiebilanzen des AfS BB ermittelten CO₂-Gesamtemissionen.

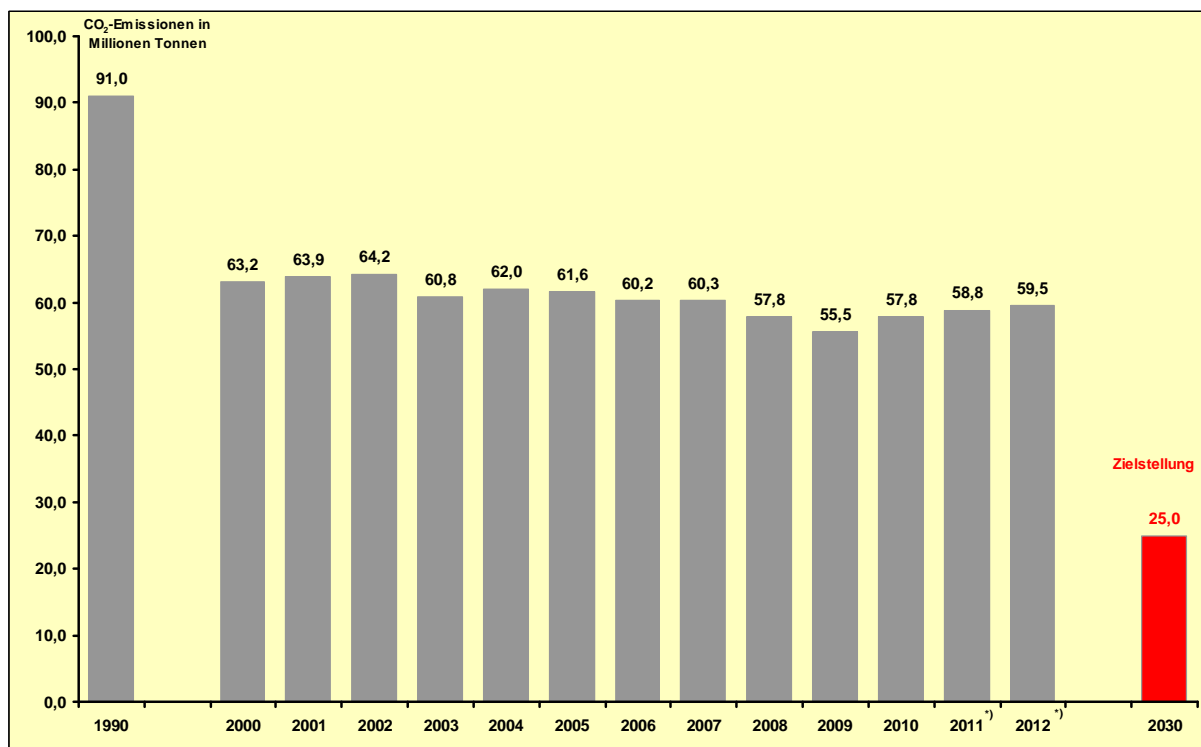
Innerhalb der Produktion der Endenergieträger Strom, Heizöl, Kraftstoffe, Braunkohlebrikett, Fernwärme u. a. verursachte der Anteil der exportierten Energieträger im Jahr 2010 mit 28,3 Mio. t bzw. 49 % nahezu die Hälfte der gesamten energiebedingten CO₂-Emission Brandenburgs. Der Stromexport markierte 2010 mit 29,9 Terawattstunden (TWh) ein neues Rekordergebnis. Dies verursachte allein 25,3 Mio. t an CO₂-Emissionen. Für 2012 wird von einem erneuten Anstieg dieser Emissionen auf mindestens 26,5 Mio. t ausgegangen.

Die Abb. 1 zeigt zwischen den Jahren 2004 und 2012 einen Rückgang der energiebedingten CO₂-Emissionen um 4 %. Den Angaben des AfS BB zu Folge zeichnet sich für 2005-2010 ein Abwärtstrend beim Primärenergieverbrauch (PEV) ab, in dessen Rahmen der Anteil erneuerbarer Energien stetig zunimmt. Für 2011 und 2012 ist pauschal (bis zur Vorlage einer Energiebilanz) mit einem Anstieg des PEV zu rechnen.

Entsprechend des 13. Gesetzes zur Änderung des Atomgesetzes vom 31. Juli 2011 [9] ist die Betriebserlaubnis von acht älteren Kernkraftwerken am 6. August 2011 erloschen. Die bundesweit durch andere Stromerzeuger zu ersetzende Strommenge betrug – bezogen auf die zum Zeitpunkt der Stilllegungen sechs noch aktiven Kernkraftwerke – rund 42.000 GWh (Basis 2010). Dafür kommen neben Brandenburg noch acht weitere Bundesländer mit überwiegend erheblich geringeren Stromüberschüssen in Frage. Entsprechend den statistischen Veröffentlichungen der Bundesländer ist Brandenburg nach Nordrhein-Westfalen (2010: 41,8 TWh) der zweitgrößte Stromexporteur (29,9 TWh). Im Jahr 2010 war das immerhin doppelt so viel wie die Ausfuhren der nachfolgenden Länder Niedersachsen (15,8 TWh) und Sachsen (13,7 TWh). Bereits im Jahr 2011 erhöhten die Kohlekraftwerke Jänschwalde und Schwarze Pumpe ihre Stromproduktion gegenüber 2010 deutlich und steigerten sie im Jahr

2012 nochmals. Vergleicht man deren Situation in den Jahren vor und nach der Verabschiedung des 13. Atomgesetzes stellt sich folgende Entwicklung dar: Der gesamte Energieträgerverbrauch erhöhte sich im Jahr 2012 gegenüber 2010 um 6,2 %, der Rohbraunkohleanteil stieg dabei um 6,3 %. Die CO₂-Emissionen weisen einen Anstieg um 2,3 Mio. t bzw. 6,7 % auf. Mögliche Alternativen zur aktuellen Entwicklung der Braunkohlennutzung wurden im LUGV-Kurzgutachten zu den Klimaeffekten der Energiestrategie 2030 aufgezeigt [10]. Notwendig sind neue rechtliche Rahmensetzungen auf Bundesebene.

Durch Verbrauchsminderungen bei Rohbraunkohle, Mineralölprodukten und Erdgas anderer Großverbraucher schlägt der CO₂-Emissionszuwachs der Braunkohlekraftwerke bei der CO₂-Gesamtemission nicht vollständig durch. Der Rückfall auf das Emissionsniveau der Jahre 2006 und 2007 verdeutlicht jedoch, dass die Auswirkungen energiepolitischer Entscheidungen auf Bundesebene auf die Zielstellungen der Landespolitik niederschlagen.



^{*)} vorläufige Angaben

Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 1: Energiebedingte CO₂-Emissionen (gesamt)

4. Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren

Grundlagen für die Ermittlung der CO₂-Emissionen nach Sektoren bilden bis zum Jahr 2010 die Energie- und CO₂-Bilanzen für das Land Brandenburg. Den Abschätzungen für die Jahre 2011 und 2012 liegen wiederum die Berichte der am CO₂-Emissionshandel beteiligten Unternehmen als Ausgangsbasis zu Grunde. Beim Abgleich mit den statistischen Angaben zeigt sich, dass mit den zum Emissionshandel verpflichteten Anlagen 94 bis 98 % aller Kraftwerksemissionen und 50 bis 65% der Industrieemissionen (je nach Sparte) erfasst sind.

Die Abb. 2 zeigt die Relationen zwischen den einzelnen Sektoren an der Gesamtemission. Der Energiebereich ist der Sektor mit den größten Emissionsanteilen. Hierzu gehören vor allem die Groß- und Industriekraftwerke, Heizkraftwerke und Heizwerke, eine Brikettfabrik sowie die Erdölraffinerie, in denen aus Primärenergieträgern (Steinkohle, Rohbraunkohle, Erdöl, Erdgas) Endenergieträger (Strom, Wärme, Kraftstoffe, Heizöle, Brikett, Flüssiggas u.

a.) produziert werden. Im Jahr 2010 entfielen mit 43,1 Mio. t rund 75 % des Emissionsvolumens auf diesen Sektor. Bei den Großkraftwerken sowie Heizkraftwerken und Heizwerken fallen die Emissionen vollständig bei der Strom- und Wärmeerzeugung an. In der Raffinerie fällt nur ein vergleichsweise geringer Teil bei der Verwertung der Restprodukte aus der Erdölpaltung an. Der maßgebliche Anteil der Emissionen entsteht beim Einsatz der Mineralölprodukte durch die Verbraucher.

Ersten Abschätzungen entsprechend verursachte die Stromerzeugung ca. 70 % der energiebedingten CO₂-Gesamtemissionen im Jahr 2012. Im Jahr 2010 waren es 66,3 % (38,3 Mio. t). Der Anteil der Stromausfuhr ist dabei ein erheblicher Einflussfaktor. Auf ihn entfielen mit 25,3 Mio. t knapp 44 % der energiebedingten CO₂-Gesamtemission Brandenburgs bzw. 66,1 % der Erzeugungsemissionen. Kein anderes Bundesland führt mehr Strom aus, als es selbst verbraucht!

Von besonderem Gewicht ist trotz wachsendem Anteil von Wind- und Solarstrom sowie Biomasse der nach wie vor hohe Braunkohleanteil. Dieser betrug 2010 71 %, bestimmte das Niveau der CO₂-Emission jedoch zu annähernd 90 %.

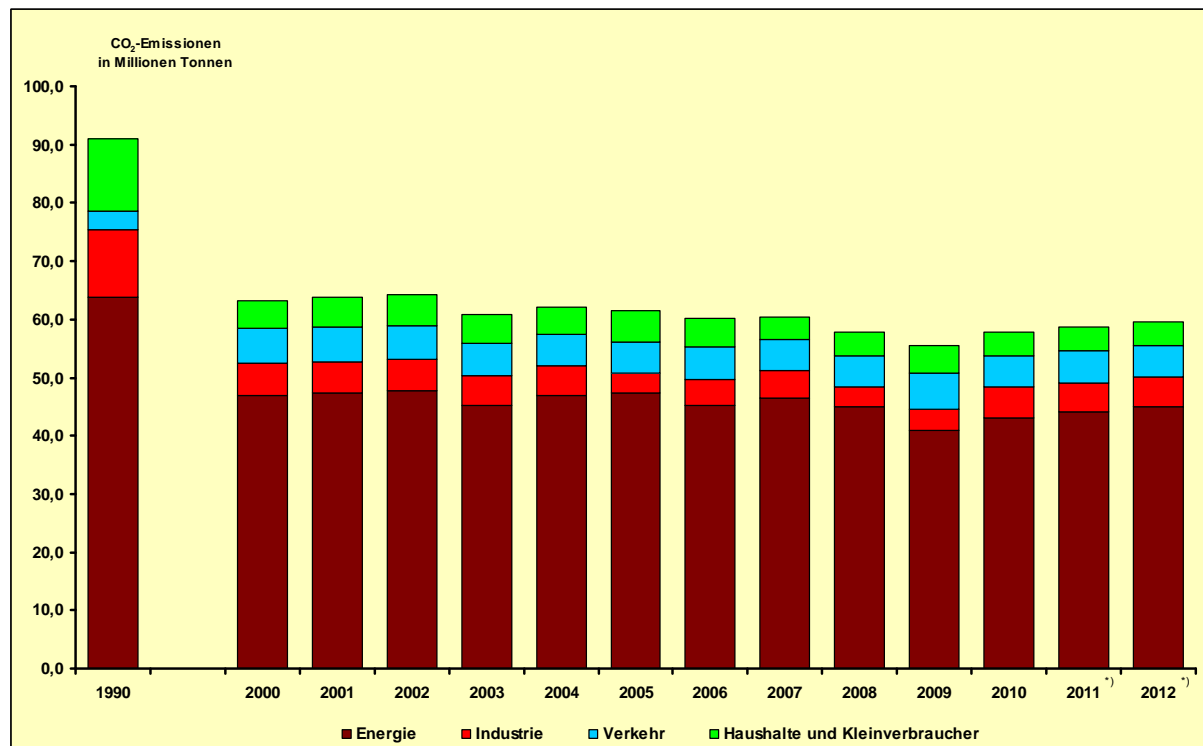
Die spezifische CO₂-Emission pro erzeugter Kilowattstunde (kWh) Bruttostrom hat sich durch den Modernisierungsprozess im Kraftwerksbereich und die zunehmende Nutzung Erneuerbarer Energien im Landesdurchschnitt von 1,26 kg CO₂/kWh im Jahr 1991 auf 0,78 kg CO₂/kWh im Jahr 2010 erheblich verbessert. Innerhalb dieser Struktur sind die Großkraftwerke Jänschwalde und Schwarze Pumpe als Grundlast-Kraftwerke mit rund 73 % der gesamten Stromerzeugung bestimmend. Mit knapp 1,0 kg CO₂/kWh Strom lag im Jahr 2010 deren Emission aufgrund des hohen Anteils von Braunkohle deutlich über dem ausgewiesenen Landesdurchschnitt.

Der Verlauf der CO₂-Gesamtemissionen der Sektoren Industrie, Verkehr, Haushalte und Kleinverbraucher entspricht dem derzeitigen Trend bei der Energieverbrauchsminderung, trotz teilweise deutlicher Schwankungen in den Sektoren Industrie sowie Haushalte und Kleinverbraucher. Weitgehend ausgeglichen verläuft das Verbrauchsverhalten im Sektor Verkehr. Ein besonders positiver Aspekt ist, dass sich sowohl bei der Industrie als auch bei den Haushalten und Kleinverbrauchern die auf den Energieverbrauch bezogene spezifische CO₂-Emission positiv entwickelt. Begründet ist dies u. a. durch zunehmende Energie-/Kosteneffizienz in den Unternehmen und stetig steigende Sanierungsraten bei den Gebäuden und deren Heizungen/Heizungsanlagen. Die Höhe der CO₂-Emissionen zeigt auch dann noch einen Abwärtstrend, wenn die durch den Strombedarf bei den Kraftwerken verursachten CO₂-Emissionen berücksichtigt werden.

Innerhalb des Sektors Verkehr dominierte im Jahr 2010 der Straßenverkehr den gesamten Energieträgerverbrauch (Kraftstoffe und Strom) zu 86 %. An den CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs sind die Dieselfahrzeuge zu 57 % und die Benzinfahrzeuge zu 36 % beteiligt. Die übrigen Antriebsarten mittels Flüssiggas und Erdgas bleiben noch deutlich unterrepräsentiert. Dies betrifft auch die Nachfrage an Biokraftstoffen trotz einer leichten Steigerung. Am gesamten Dieserverbrauch betrug der Anteil Biodiesel im Jahr 2010 knapp 7 %. Bei Bioethanol sind es lediglich 4 %. Grundlage für die Bilanzierung bildet in Brandenburg die Erhebung der abgesetzten Kraftstoffe. Durch den Transitverkehr aus den osteuropäischen Ländern und den Tanktourismus mit Polen fallen die tatsächlichen Emissionen des Straßenverkehrs in Brandenburg um ca. 7 % höher aus.

Der Sektor Haushalte und Kleinverbraucher zeigt den Energiebilanzen zu Folge in den Jahren 2008 bis 2010 einen ausgeglichenen Energieverbrauch, nach zuvor z. T. sprunghaften Veränderungen in aufeinander folgenden Kalenderjahren. Das LUGV und die Zukunftsagentur Brandenburg GmbH (ZAB) teilen die Auffassung, dass der Energieverbrauch insbesondere der Haushalte überbewertet ist. Auf Grund einer methodischen Festlegung im Länderarbeitskreis Energiebilanzen wird für die Jahre ab 2006 ein im Verhältnis zur bestehenden An-

lagenzahl deutlich zu hoher Verbrauch von Biomasse in Hausheizungsanlagen ausgewiesen. Dies hat erhebliche Auswirkungen auf die Größenordnungen des Endenergie- und Primärenergieverbrauches. Auf die CO₂-Bilanzierung haben diese Unstimmigkeiten keinen Einfluss, da der Biomasseverbrauch als CO₂-neutral betrachtet wird. Von den emissionswirksamen Energieträgern dominieren erwartungsgemäß Erdgas mit 60 % und Heizöl mit 24 % den gesamten Energieverbrauch des Sektors.



¹⁾ vorläufige Angaben

Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 2: Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Sektoren

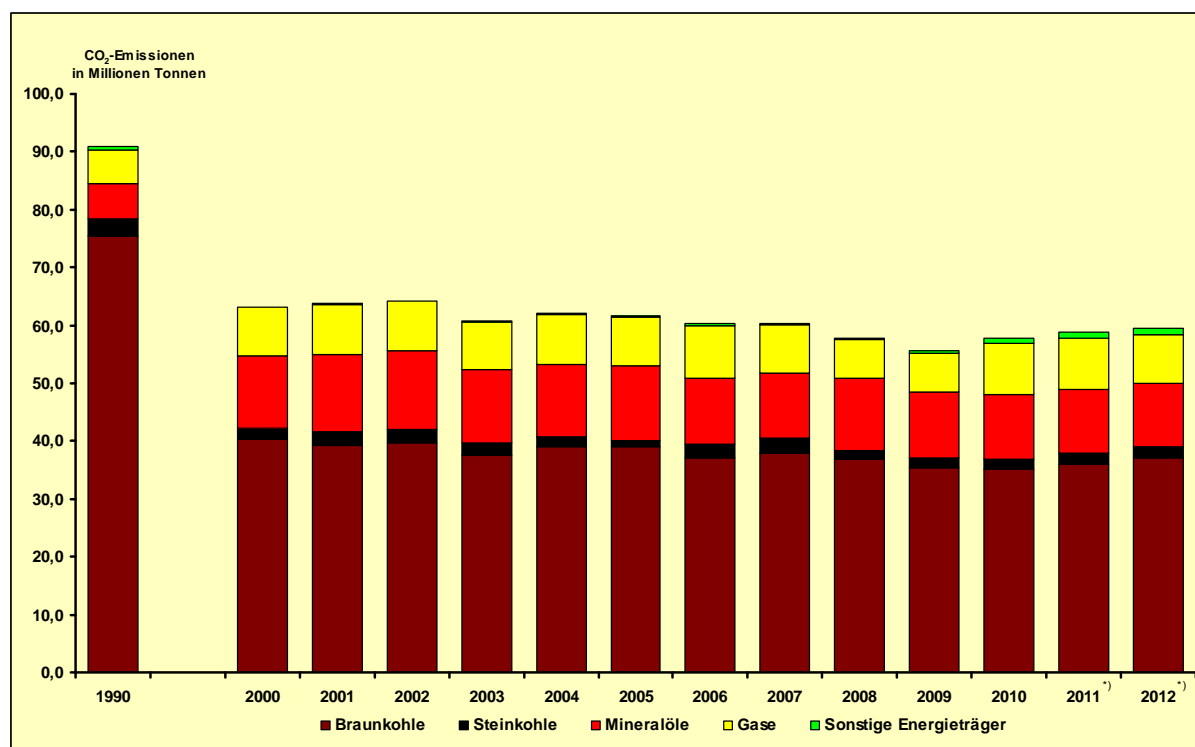
5. Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Energieträgern

Die Anteile der einzelnen Energieträger an der CO₂-Gesamtemission sind in Abb. 3 dargestellt. Auf Basis der Energiebilanzen des AfS BB entfällt der Hauptanteil der Emissionen auf die Braunkohle. Deren CO₂-Emissionen bewegten sich zwischen 2000 und 2008 tendenziell fallend von 40 Mio. t/a auf 37 Mio. t/a. In den Jahren 2009 und 2010 wurden mit 35 Mio. t die bisherigen Tiefpunkte erreicht. Entsprechend den Angaben der am CO₂-Emissionshandel beteiligten Unternehmen betrug im Jahr 2012 das Emissionsniveau wieder annähernd 37 Mio. t. Damit bestimmt die Braunkohlenutzung zu 61 bis 64 % das jeweilige Jahresniveau der CO₂-Gesamtemissionen in Brandenburg. Mit überwiegend zwischen 11 und 13 Mio. t der Gesamtemissionen, das entspricht in den einzelnen Jahren zwischen 18 und 22 %, folgt der Verbrauch von Mineralölprodukten mit deutlichem Abstand. Hier bestimmen erwartungsgemäß vor allem der Heizöleinsatz und der Kraftstoffverbrauch die Höhe der Emissionen. Der Verbrauch von Gasen, insbesondere Erdgas und Gichtgas, ist mit 12 bis 15 % bzw. 7 bis 9 Mio. t an den Gesamtemissionen beteiligt. Der Emissionsanteil aus dem Einsatz von Steinkohleprodukten pendelt laut Energiebilanz [8] seit mehr als 10 Jahren um 2 Mio. t und liegt

damit bei 2 bis 4 %. Der Emissionsanteil von Ersatzbrennstoffen lag in den Jahren bis 2009 um 0,5 % bzw. darunter. Im Jahr 2010 sind dies mit rund einer Million Tonnen knapp 2 %.³

Die Rückgänge und Schwankungen der CO₂-Emissionen sind differenziert zu betrachten. Zu den Hauptursachen gehören sektorübergreifend die zunehmende Einflussnahme Erneuerbarer Energien auf den Energieträgermix, die inzwischen zu allen Jahreszeiten auftretenden witterungsbedingten Veränderungen und die kostenbedingten Verhaltensänderungen im Umgang mit Energieträgern.

Im Energiesektor und der Industrie werden die maßgeblichen Akzente durch die z. Z. 66 emissionsintensivsten brandenburgischen Unternehmen gesetzt, durch deren Einbeziehung in den CO₂-Emissionshandel eine direkte ökonomische Beziehung zwischen Energieträgerverbrauch und Klimaschutz besteht. Innerhalb einer breiten Palette zum Einsatz kommender konventioneller Energieträger und Ersatzbrennstoffe überwiegen die Braunkohleprodukte bei den Kraftwerken und das Erdgas bei der Industrie sowie den privaten Haushalten. Bei einzelnen Unternehmen – Beispiele dafür finden sich im Kraftwerksbereich, der Zementindustrie, bei der Raffinerie und in der Holzverarbeitenden Industrie - bilden Ersatzbrennstoffe, Reststoffe und feste Biomasse spezielle Einsatzschwerpunkte.



¹⁾ vorläufige Angaben

Quelle: LUGV Brandenburg

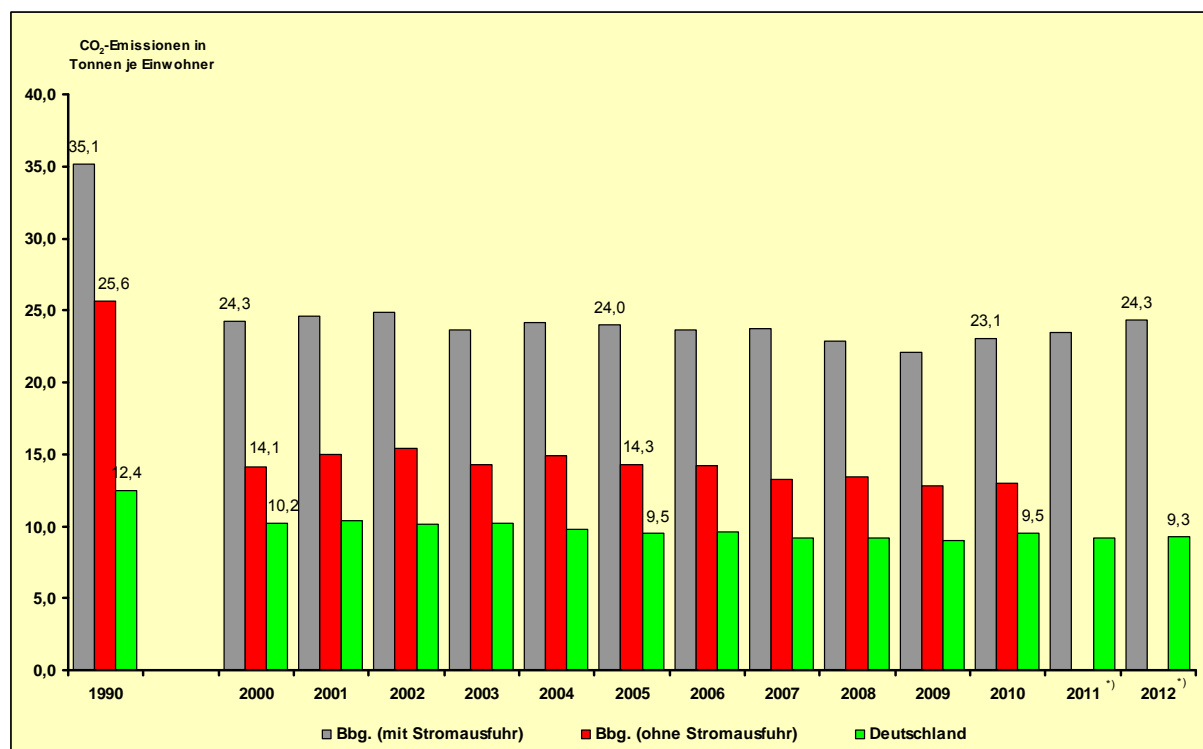
Abb. 3: Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Energieträgern

³ Ein Vergleich mit den Angaben in den Monitoringberichten der am CO₂-Emissionshandel beteiligten Unternehmen verdeutlicht bei Steinkohle und Ersatzbrennstoffen sehr starke Unterschiede zu den Angaben in der Energiebilanz 2010. In den Unternehmensangaben spielen Steinkohle und Steinkohleprodukte für den energetischen Einsatz keine nennenswerte Rolle. Dagegen erreichen die CO₂-Emissionen aus Ersatzbrennstoffen mit rund 3 Mio. t das Dreifache des Wertes nach der Energiebilanz. In diese Betrachtung sind die Restprodukte aus der Raffinerie Schwedt/O. nicht einbezogen. Lt. Unternehmensangaben bleiben die Größenordnungen bei beiden Energieträgerarten auch in den Jahren 2011 und 2012 konstant.

6. Energiebedingte CO₂-Emissionen pro Einwohner

Dieser Umweltindikator dient vorrangig dem bundesweiten Vergleich. Der Unterschied zwischen der erheblich höheren Pro-Kopf-Emission Brandenburgs von 22 bis 25 t CO₂ pro Einwohner und dem Bundesdurchschnitt von ca. 9 t CO₂ pro Einwohner beruht vor allem auf dem von der Braunkohle dominierten Energieträgermix und der Exportintensität von Energieprodukten. Auf den deutlich über den Eigenbedarf hinausgehenden hohen Stromexport wurde bereits unter Punkt 4 hingewiesen. Bei Mineralölprodukten waren es 70 %. Aber auch unter Abzug des beträchtlichen Exportanteils lag das Land Brandenburg mit 13 t CO₂ je Einwohner noch deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Es wird erwartet, dass sich infolge zentraler energiepolitischer Entscheidungen zu Gunsten der Erneuerbaren Energien und zu Lasten der traditionellen Grundlastkraftwerke dieser Abstand in Brandenburg stufenweise verringert.

Den beständig hohen CO₂-Emissionen des Energiesektors und aus dem Energieverbrauch steht ein anhaltender Rückgang der Einwohnerzahl in Brandenburg gegenüber. Dadurch wird die Entwicklung bei der Pro-Kopf-Emission im Land Brandenburg nachteilig beeinflusst.



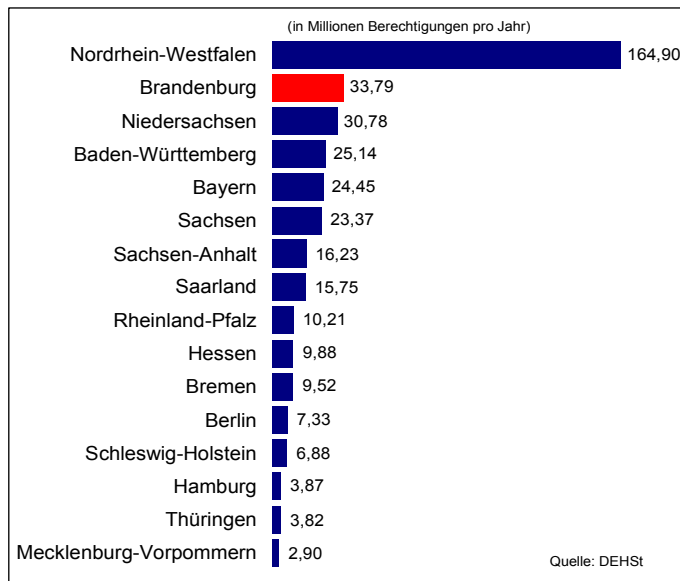
^{*)} vorläufige Angaben

Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 4: Energiebedingte CO₂-Emissionen pro Einwohner

7. Effekte des Zertifikatehandels (zweite Handelsperiode 2008 – 2012)

Am 1. Januar 2005 startete der auf der Klimaschutzkonferenz 1997 in Kyoto beschlossene internationale (CO₂-)Emissionshandel. Ziel dieses Handels mit Rechten zur Emission von Treibhausgasen ist es, Klimaschutz dort zu betreiben, wo er zu den geringsten Kosten verwirklicht werden kann. Es soll damit gleichermaßen ökologisch wirksames und ökonomisch effizientes Handeln ermöglicht werden. Für die Europäische Union, welche die Reduktionsverpflichtungen des Kyoto-Protokolls als Staatengruppe zu erfüllen hat, begann 2008 die zweite Handelsperiode, nachdem innerhalb der EU von 2005 - 2007 eine erste Handelsperiode stattgefunden hatte.



Zum Start der zweiten Handelsperiode 2008 - 2012 am 1. Januar 2008 nahmen im Land Brandenburg 64 Anlagen am Emissionshandel teil. Diese Anlagen verfügten im Ergebnis des für den gesamten Zeitraum durchgeführten Zuteilungsverfahrens über ein Emissionszertifikate-Volumen von 33,8 Millionen Tonnen CO₂. Im Laufe der Jahre 2008 – 2012 änderte sich die Zahl der emissionshandlungspflichtigen Anlagen geringfügig.

Bei bundesweit über 1.600 emissionshandlungspflichtigen Anlagen liegt damit das Land Brandenburg auf Platz 9 in der Länderstatistik der emissionshandlungspflichtigen Anlagen. In Bezug auf das Gesamtvolumen der zugeteilten Emissionsberechtigungen liegt das Land Brandenburg weiterhin an zweiter

Abb. 5: Verteilung der Emissionszertifikate in Deutschland nach Bundesländern zu Beginn der Handelsperiode 2008 - 2012

Stelle (Abb. 5), was in dem vergleichsweise hohen Anteil der CO₂-intensiven Braunkohle am Primärenergieeinsatz des Landes seine Ursache findet. Das traditionelle Energieexportland Brandenburg, ca. zwei Drittel der erzeugten Elektroenergie werden für andere Bundesländer bereitgestellt, verfügt mit den beiden südbrandenburgischen Braunkohlenkraftwerken Schwarze Pumpe und Jänschwalde über zwei der zehn größten CO₂-Emittenten in Deutschland. Sie emittieren drei Viertel der Emissionen aller emissionshandlungspflichtigen Anlagen im Land Brandenburg.

Tabelle 3: Anlagenübersicht zum Zertifikatehandel

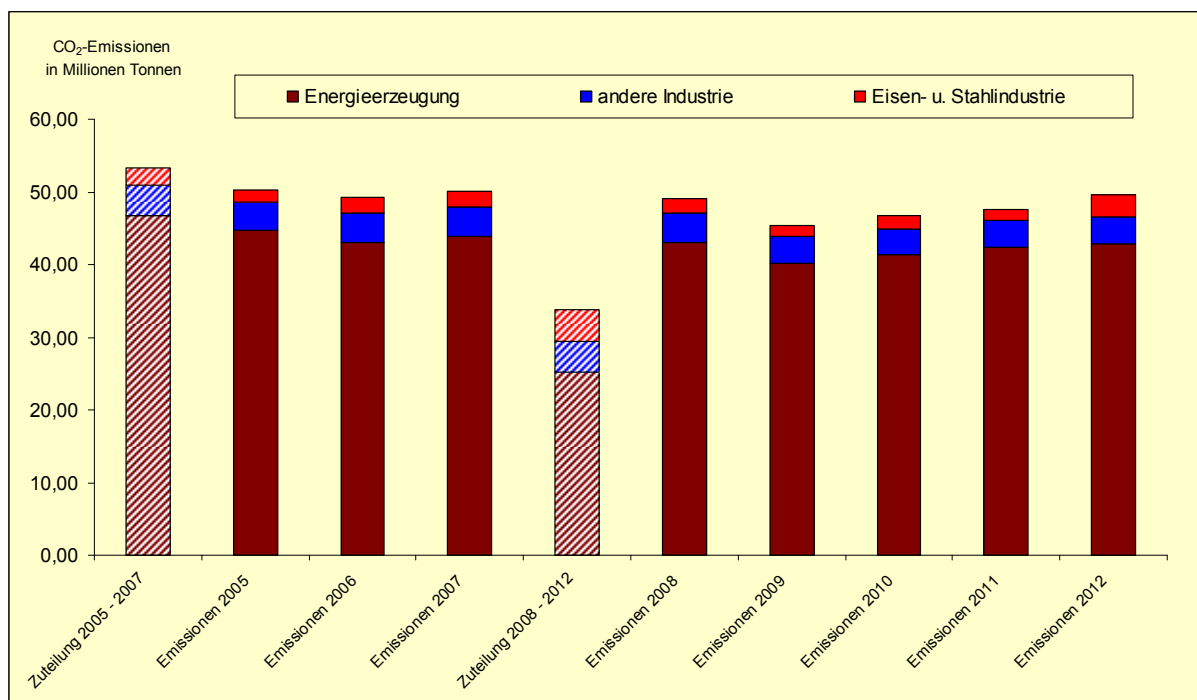
Anlagenarten (entspr. TEHG)		Zuteilung 2008 - 2012	Emissionen (in Mio. t CO ₂)					Anlagen- zahl 2012
			2008	2009	2010	2011	2012	
I	Energie > 50 MW	24,70	42,45	39,59	40,74	41,80	42,53	21
II,III,V	Energie < 50 MW	0,54	0,57	0,55	0,56	0,53	0,54	25
IX,IXb	Eisen- u. Stahl- industrie	4,40	2,03	1,49	1,70	1,42	1,15	4
VI	Erdölverarbeitung	1,92	1,78	1,91	1,76	1,84	1,76	2
X,XI	Kalk & Zement	1,84	1,80	1,51	1,62	1,65	1,61	4
XII,XIII, XV	Glas, Keramik, Papier	0,39	0,38	0,36	0,28	0,43	0,35	8
Gesamt		33,79	49,01	45,41	46,66	47,68	47,95	64

Quelle: DEHST/LUGV Brandenburg

Wie in der Tabelle 3 erkennbar, werden die CO₂-Emissionen des Landes vorwiegend von großen Energieanlagen verursacht. Mit über 20 Anlagen (jeweils Feuerungswärmeleistung von über 50 MW) emittierten im vergangenen Jahr nicht mal ein Drittel aller emissionshandlungspflichtigen Anlagen ca. 42,53 Millionen Tonnen CO₂. Das entspricht einem Anteil von 88,7 Prozent der bilanzierten Emissionen (47,95 Mio. t). **Die Emissionsfracht der großen Energieerzeugungsanlagen liegt zum Ende der Handelsperiode höher als zu Beginn.**

Im Gegensatz zur ersten Handelsperiode, in welcher die meisten Emittenten auf Grund der damaligen Zuteilungsregeln über eine recht komfortable Ausstattung mit kostenlosen Emissionsrechten verfügten, sollte mit dem Zuteilungsgesetz für die Handelsperiode 2008 - 2012 auf diese emissionsintensive Branche ein deutlich verstärkter Emissionsminderungsdruck ausgeübt werden (Abb. 6).

Die gestiegenen Emissionen der Energieerzeugungsanlagen sind ein deutliches Zeichen dafür, dass das aktuelle Marktdesign des Emissionshandlungssystems (EHS) nicht zur Emissionsminderung beiträgt. Insbesondere kohlebefeuerte Anlagen erhielten in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der Stromerzeugung deutlich niedrigere kostenlose Zuteilungsmengen. Diese liegen bis zu 50 % unterhalb des sich aus den Emissionen der zurückliegenden Jahre ergebenden Bedarfes. Durch den Zwang, die zusätzlich benötigten Emissionsrechte (Zertifikate) an den entsprechenden Handelsplätzen zu erwerben, soll mit der Verknappung der für den Handel zur Verfügung stehenden Zertifikate und damit steigender Handelspreise ein Anreiz zu Investitionen in Neubau bzw. Umrüstung auf emissionsärmere Verfahren (Brennstoffwechsel, Effizienzsteigerung) geschaffen werden. Allerdings zeigt sich, dass dieser Impuls mit der in 2008/09 ausgelösten Wirtschaftskrise deutlich verringert wurde.



Quelle: DEHST/LUGV Brandenburg

Abb. 6: Kostenlos zugeteilte Emissionsrechte und Emissionen im Zeitraum 2005 bis 2012

Die Ursache des aktuell niedrigen Zertifikatspreises liegt nicht allein in der Wirtschaftskrise um 2009 und den damit freigesetzten Zertifikaten. Das EHS hat insgesamt versagt, weil es nicht im gewünschten Maß zur Klimagasreduzierung in Europa beigetragen hat. Grund dafür ist u.a., dass über viele Jahre großzügig kostenlos Zertifikate (auch über den realen Bedarf hinaus) verteilt wurden und es somit zu einem erheblichen Zertifikatsüberschuss gekommen

ist. Zusätzlich wurden Millionen Zertifikate aus internationalen CDM- und JI-Projekten⁴ in das System eingespeist, hinter denen keine reale Emissionsminderung in Europa steht. Nach Auffassung zahlreicher Gutachter (z.B. Öko-Institut) reichen diese saldierten Überschussmengen aus, den Emissionshandel bis über 2020 hinaus nahezu zum Erliegen zu bringen. Seitens der Anlagenbetreiber sind bis dato in Summe keine Emissionsminderungen in Europa notwendig. In Anbetracht dessen kann sehr wohl vom Versagen des EHS gesprochen und davon ausgegangen werden, dass die EU-Politik Veränderungen vornehmen wird.

8. Beitrag der Erneuerbaren Energien

Die Landesregierung hat das energie- und klimapolitische Ziel formuliert, dass bis 2030 der Anteil der Erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch 32 % (mindestens 170 PJ) betragen soll [1]. Bezogen auf den künftigen Endenergieverbrauch sollen folgende Teilziele erreicht werden:

- Anteil am Stromverbrauch: 100 %
- Anteil am Wärmeverbrauch: 39 %
- Anteil am Verkehr (inkl. Flugverkehr): 8 %.

Insgesamt wären damit 44 % (88 PJ) des prognostizierten Endenergieverbrauchs für 2030 durch Erneuerbare Energien gedeckt.

Dieser teilweise bereits realisierte Ausbau ist kein Selbstzweck. Damit verbunden sind bedeutende Klimaschutzeffekte und die Grundlagen für die zukünftige Energiewirtschaft. Mittlerweile entspricht die durch Windkraftanlagen in Brandenburg erzeugte Strommenge über 30 % des Stromverbrauchs in Berlin und Brandenburg. Bis zum Jahr 2030 sollen die Erneuerbaren Energien den gesamten Strombedarf in Brandenburg und Berlin theoretisch decken können⁵. Die Windkraft wird daran einen Anteil von 80 % haben [11]. Dadurch werden klassische kohlenstoffintensive Grundlastkraftwerke überflüssig und der Bedarf an flexibleren Kraftwerken bzw. Speichertechnologien wird wachsen.

Zur Bewertung der Energiewirtschafts- und Klimaschutzeffekte ist die geleistete Jahresarbeit der Erneuerbaren-Energie-Anlagen relevant. Die elektrische Jahresarbeit hat sich in den Jahren 2004 bis 2010 mehr als verdreifacht und stieg auf 12.590 GWh (12,59 Mio. kWh) an. Die thermische Jahresarbeit hat einen Beitrag von 2.750 GWh erreicht. Wären diese Energiemengen in konventionellen Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen produziert worden, hätte das Land Brandenburg im Jahr 2012 über 12 Mio. t CO₂ mehr emittiert.

In den Jahren 2004 bis 2012 stieg die Zahl der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien von etwa 18.000 auf fast 72.000 an. Damit verbunden war eine Verdreifachung der elektrischen Leistung auf 7.515 MW_{el}. Vor allem ist diese Entwicklung durch den Ausbau der Windkraftnutzung von 2.195 auf 4.848 MW_{el} geprägt. Die PV-Leistung hat sich in den letzten vier Jahren mehr als verzehnfacht und 2.275 MW_{el} erreicht. Die Wärmeleistung ist gekennzeichnet durch die Biomassenutzung in Heizkraftwerken und stieg seit 2004 um das 1,5-fache auf 779 MW_{th}.

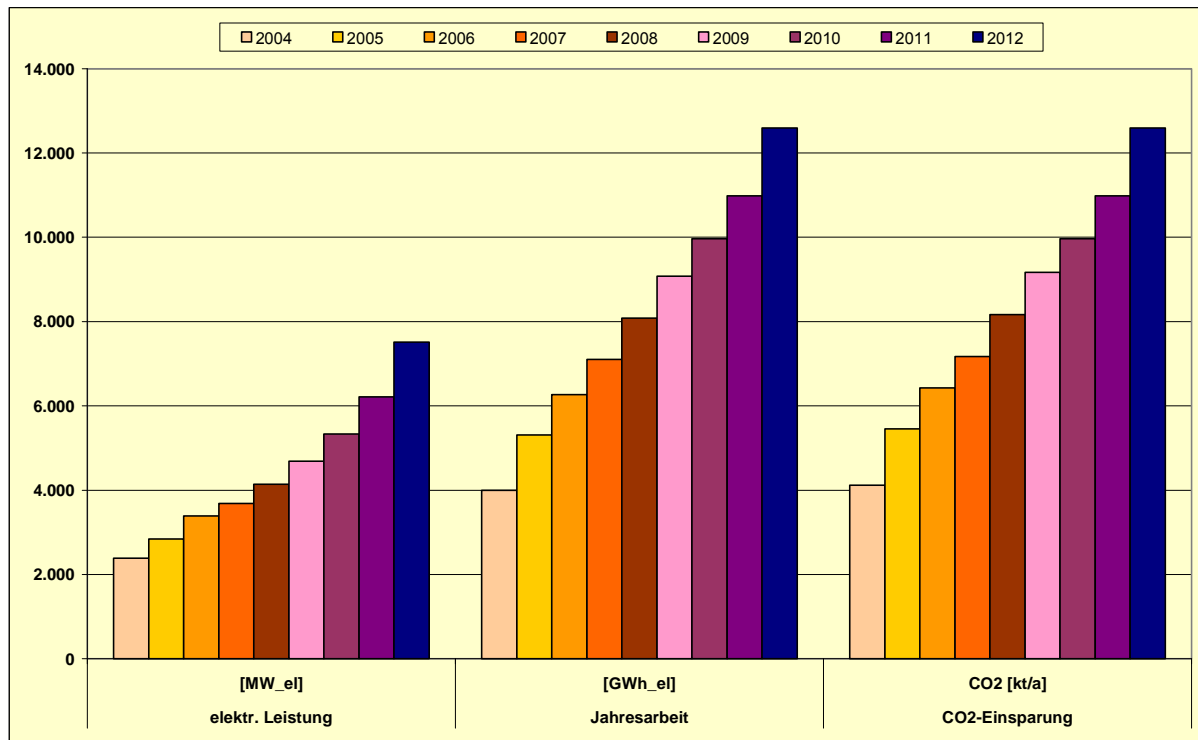
Zu den in Abb. 7 und 8 bilanzierten Erneuerbaren Energien gehören Solaranlagen zur Strom- oder Wärmeerzeugung, Windkraft- und Wasserkraftanlagen, Biomasseheizanlagen,

⁴ CDM- und JI-Projekte: Die Mechanismen für „umweltverträgliche Entwicklung“ oder englisch „Clean Development Mechanism“ (CDM) und „Gemeinschaftsreduktion“ (GR) bzw. englisch „Joint Implementation“ (JI) bezeichnen flexible Mechanismen zur Reduktion von Emissionen nach dem Kyoto-Protokoll. Ziel des CD-Mechanismus ist es, Entwicklungsländer zu unterstützen und so global zum Klimaschutz beizutragen. JI-Projekte ermöglichen einen Transfer von Reduktionszertifikaten innerhalb der Gemeinschaft.

⁵ Strombedarf BB lt. Energiestrategie 2030: 47,5 PJ; Strombedarf BE lt. Energiekonzept 2020 mit Fortschreibung für 2030 durch LUGV: 43,2 PJ; Stromerzeugung 2030 aus EE in BB lt. Leitszenario 2030 [11]: 100,59 PJ (entspricht 27.943 GWh).

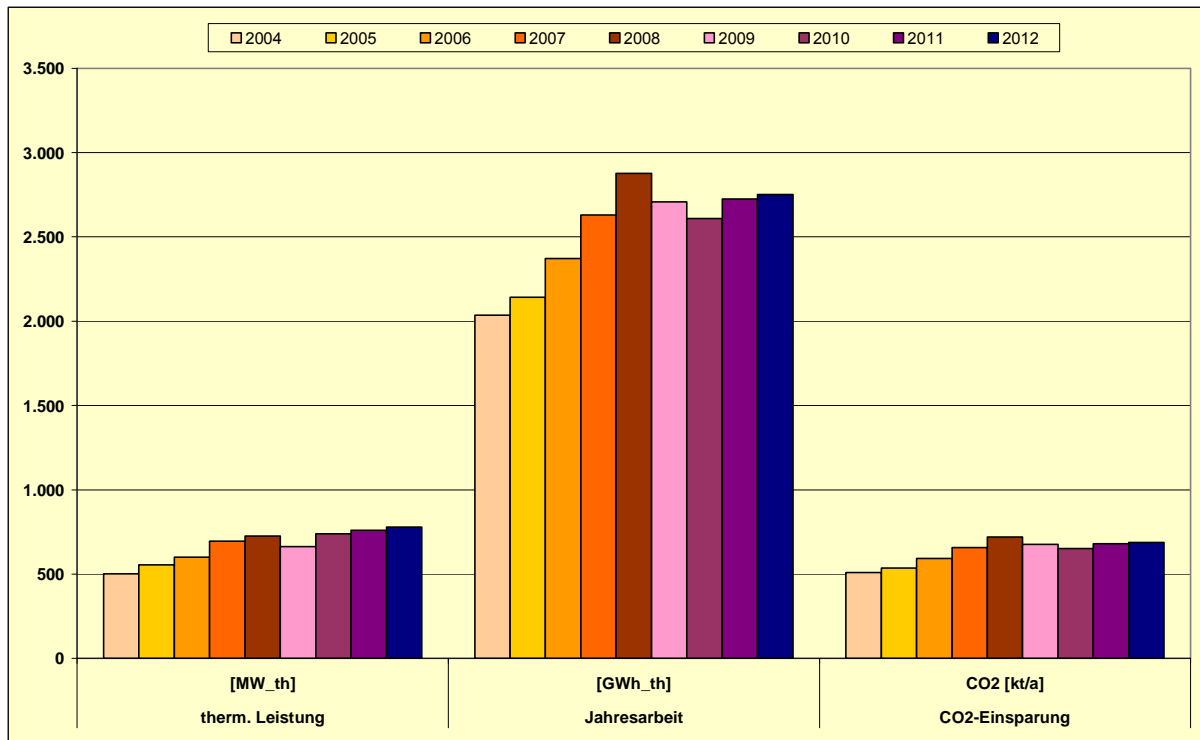
Biomasseheizwerke und Biomasseheizkraftwerke, Wärmepumpen, Tiefengeothermie-Anlagen sowie Anlagen zur Nutzung von Bio-, Klär- oder Deponiegas.

Nicht dargestellt sind Anlagen zur Biodiesel- und Bioethanolherstellung sowie die Kraft- und Heizwerke, die Biomasse mitverbrennen, d.h. Biomasse konventionellen Brennstoffen beimischen. Deren Beitrag zur CO₂-Minderung ist nicht unwesentlich, findet sich aber mehrheitlich bei den emissionshandlungspflichtigen Unternehmen wieder, da dadurch der Bedarf an Emissionszertifikaten gesenkt wird.



Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 7: Effekte der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (Zeitraum 2004 bis 2012)



Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 8: Effekte der Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien (Zeitraum 2004 bis 2012)

Literaturverzeichnis

- [1] Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg, Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg, Potsdam, 21. Februar 2012
- [2] Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg, Katalog der strategischen Maßnahmen, Potsdam, 21. Februar 2012
- [3] VERORDNUNG (EG) Nr. 482/2006 des EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. Mai 2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase
- [4] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Statistischer Bericht Q IV 1 – j / 11 - Klimawirksame Stoffe im Land Brandenburg 2011, erschienen im Dezember 2012
- [5] Umweltbundesamt, Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012 - Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgaspotenzial 1990-2010, Dessau, 15.01.2012
- [6] www.lak-energiebilanzen.de, Stand: 05.09.2013
- [7] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Das Energiekonzept und seine beschleunigte Umsetzung, Oktober 2011
- [8] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Statistischer Bericht E IV 4 – j / 10 Energie- und CO₂-Bilanz im Land Brandenburg 2010, Potsdam, Mai 2013
- [9] 13. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31. Juli 2011, BGBl. I Nr. 43, S. 1704
- [10] Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Fachbeiträge des LUGV, Heft Nr. 121, Kurzgutachten zu Klimaschutzeffekten möglicher Varianten der Energiestrategie 2030, Potsdam, Dez. 2011
- [11] Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg, Ableitung der Ziele für ein Leitszenario 2030 unter Berücksichtigung dynamischer Analysen, Potsdam, den 17. Februar 2012

**Ministerium für Umwelt,
Gesundheit und Verbraucherschutz
des Landes Brandenburg**

**Landesamt für Umwelt,
Gesundheit und Verbraucherschutz
des Landes Brandenburg**

Referat Umweltinformation/Öffentlichkeitsarbeit

Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam OT Groß Glienicke
Tel. 033201 442 171
Fax 033201 43678
E-Mail infoline@lugv.brandenburg.de
www.lugv.brandenburg.de

