

Fachbeiträge des LUGV

Heft Nr. 131

## **Klimagasinventur 2011 für das Land Brandenburg**

Darstellung der Entwicklung  
der wichtigsten Treibhausgase  
und Analyse zur Minderung  
der energiebedingten CO<sub>2</sub>- Emissionen

**Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz,  
Titelreihe Heft-Nr. 131**

**Klimagasinventur 2011 für das Land Brandenburg**

Darstellung der Entwicklung der wichtigsten Treibhausgase und Analyse zur Minderung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-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.mugv.brandenburg.de/info/lugvpublikationen>

**Bestelladresse:** [infoline@lugv.brandenburg.de](mailto: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](mailto:carsten.linke@lugv.brandenburg.de),  
Tel.: 033201 – 442 322  
Fax: 033201 – 442 399

**Redaktionelle, technische Umsetzung:**

LUGV, Ref. Umweltinformation/Öffentlichkeitsarbeit S5  
Potsdam, im Sept. 2012

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 2011 für das Land Brandenburg**

### Inhaltsverzeichnis:

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

## 1. Zusammenfassung

Im Mittelpunkt der vorliegenden Klimagasinventur des Landes Brandenburg stehen die Entwicklung der drei wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O), auch unter der Bezeichnung Lachgas bekannt, im Zeitraum 2000-2008 gegenüber dem Basisjahr 1990 und die Erwartungen für die Jahre 2009 bis 2011, soweit es bereits Anhaltspunkte gibt. Erstmals werden die fluorierten Treibhausgase quantitativ bewertet. Der Schwerpunkt der Darstellung liegt bei den energiebedingten CO<sub>2</sub>-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 2008 auf den Energiebilanzen des Landes und entsprechenden landesspezifischen Berechnungen<sup>1</sup>. Die Einschätzungen für die Jahre 2009 bis 2011 beruhen auf Hochrechnungen, für die die bereits vorliegenden Abrechnungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Rahmen des Zertifikatehandels nach dem Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) zu Grunde gelegt wurden<sup>2</sup>. Die Auswertung der 67 handelspflichtigen Anlagen macht deutlich, dass der Wiederanstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Brandenburg im Wesentlichen durch zunehmende Kohleverstromung begründet ist. Einzelne Industriebereiche, wie die Eisen- und Stahlindustrie, haben verminderte Emissionen zu verzeichnen.

Die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen bestimmen die Gesamtheit der Haupttreibhausgase – ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalente - zu mehr als 90 %. In den im Frühjahr 2012 durch die Landesregierung verabschiedeten Strategiepapieren (Energiestrategie 2030 [1] und Katalog der strategischen Maßnahmen [2]) ist als Zielstellung formuliert, die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Land bis zum Jahr 2030 um 72 % gegenüber dem Jahr 1990 zu senken. Diese Zielstellung schließt das Bekenntnis ein, zur Sicherung der Energieversorgung in Brandenburg bei der Grundlaststromerzeugung weiterhin am Einsatz des heimischen Energieträgers Braunkohle als sogenannte Brückentechnologie festzuhalten. Für die langfristige Braunkohlennutzung werden jedoch die Entwicklung und der Einsatz effizienter und CO<sub>2</sub>-armer Kraftwerkstechnologien und Technologien zur sicheren Speicherung von CO<sub>2</sub> (CCS-Technologie) zur Voraussetzung gemacht.

2011 entfallen circa 77 % der energiebedingten CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen beteiligt. Bis zum Jahr 2010 zeigt sich nach gegenwärtiger Einschätzung ein positiver Trend bei der Reduzierung dieser CO<sub>2</sub>-Emissionen, der durch das Jahr 2011 anteilig aufgehoben wird.

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 konventionellen Kraftwerke zu Lasten des Klima- und Ressourcenschutzes. Ein erhöhter Beitrag Brandenburgs für die Versorgungssicherheit im West- und Süddeutschen Raum ist technisch nur begrenzt möglich und würde zur weiteren Belastung der Übertragungsnetze und somit zur Behinderung der Erneuerbaren Energien beitragen.

---

<sup>1</sup> Die verwendeten Emissionsfaktoren entsprechen den Vorgaben der Zuteilungsverordnung zum Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG).

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

Durch den stetigen Ausbau der Erneuerbaren Energien wird ein Großteil des Energiebedarfs des Landes klimafreundlich gedeckt. Die Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien substituiert fossile Energieträger und vermeidet dadurch den Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen um insgesamt 11,5 Mio. t im Jahr 2011.

Nach Brennstoffen untergliedert ist die Braunkohle mit 64,6 Prozent die Hauptquelle der energiebedingten Treibhausgasemissionen im Land Brandenburg, mit deutlichem Abstand gefolgt von Mineralölprodukten (21,6 %) und Gasen (10,9 %). Der von der Braunkohle dominierte Energieträgermix führt im Bundesmaßstab zu einer überdurchschnittlichen Pro-Kopf-Emission. Die gegenwärtigen 22,8 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner stellen auch im internationalen Vergleich einen negativen Spitzenwert dar. Davon entfallen allein 9 bis 10 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner auf die Strommenge, die für andere Bundesländer erzeugt wird.

## **2. Entwicklung der „Kyoto“-Treibhausgase**

Das von der 3. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto am 10.12.1997 angenommene Protokoll verpflichtet die Industriestaaten, neben den Klimawandel bestimmenden Treibhausgasen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O auch die tendenziell steigenden Emissionen der fluorierten Gase HFKW (wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe), PFC (perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe) und SF<sub>6</sub> (Schwefelhexafluorid) zu begrenzen.

Während die Haupttreibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O überwiegend als unerwünschte Nebenprodukte, z. B. bei der Verbrennung fossiler Energieträger, der landwirtschaftlichen Tierproduktion, in Folge der Düngung oder in Abfalldeponien entstehen, werden HFKW, PFC und SF<sub>6</sub> 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 SF<sub>6</sub> – wurden inzwischen durch die VERORDNUNG (EG) Nr. 482/2006 des EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES [3] schrittweise eingeschränkt. In Brandenburg gibt es für fluorierte 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 / 10 [4]. Berichtspflichtig sind Unternehmen, die mehr als 20 kg fluorierte Treibhausgase pro Jahr verarbeiten. Die Statistischen Berichte ab 2006 ermöglichen teilweise eine Abschätzung des Emissionspotenzials in CO<sub>2</sub>-Äquivalente sowie die Beobachtung dessen Entwicklung in Brandenburg.

Die Treibhausgase CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFKW, PFC und SF<sub>6</sub> unterscheiden sich gegenüber dem CO<sub>2</sub> einerseits durch die erheblich geringer anfallende Menge, jedoch in Abhängigkeit von der zu Grunde gelegten Verweildauer in der Atmosphäre und den unterschiedlichen molekularen Absorptionskoeffizienten andererseits durch eine vielfach höhere Treibhauswirksamkeit. Bei der in Kyoto als Grundlage vereinbarten Verweildauer von 100 Jahren betragen die Wertigkeiten für CH<sub>4</sub> = 21, N<sub>2</sub>O = 310, HFKW bis 12.000, PFC bis 11.900 und SF<sub>6</sub> = 22.200.

Auf der Grundlage von Regelungen der Europäischen Union (EU) hat der Bundestag das Gesetz zur Einrichtung eines nationalen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters [5] verabschiedet, das die Erfassung von Emissionen aus Fluorverbindungen nach der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 (PRTR – Pollutant Release and Transfer Register) [6] regelt. Das neue Register baut auf dem bereits bestehenden europäischen Schadstoffemissionsregister (EPER) auf. Danach haben die Betreiber von Anlagen mit den in [6] aufgeführten Tätigkeiten seit dem Jahr 2008 jährlich an die nach Landesrecht zuständige Behörde zu melden, wenn der vorgegebene Schwellenwert bei der Schadstofffreisetzung überschritten wurde. Dieser beträgt für HFKW und FKW jeweils 100 kg/Jahr und für SF<sub>6</sub> 50 kg/Jahr. In Brandenburg ist das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) die zuständige Behörde. Für die Jahre 2008 bis 2010 gingen von annähernd 220 Arbeitsstätten Meldungen zu

Überschreitungen vorgegebener Schwellenwerte für unterschiedliche Luftschadstoffe ein. Für die Treibhausgase HFKW, PFC und SF<sub>6</sub> sind bislang keine Meldungen eingegangen. Aus der Sicht des LUGV stellt sich die Erfassung fluorierter Treibhausgase zum Teil noch sehr problembehaftet dar. Während für die Herstellung von Produkten unter Verwendung der Treibhausgase (Herstellungsemissionen) und den Verlust durch Undichtigkeiten (Verlustemissionen) bundesweit bereits Erfahrungswerte existieren, die für die vorliegende Landeseinschätzung übernommen wurden, fehlt es bei der Freisetzung von Treibgasen bei Aerosolen (Anwendungsemissionen) und der Freisetzung beim Recycling von verfüllten Erzeugnissen (Entsorgungsemissionen) an belastbaren Daten.

Für diesen Bericht wurden erstmals Emissionsabschätzungen für die Jahre 2006 bis 2010 aus der Anwendung fluorierter Treibhausgase entsprechend den Statistischen Berichten für Brandenburg vorgenommen. 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 [7]. Daraus ergeben sich (ohne das wirtschaftlich schwache Jahr 2009) Verlustemissionen zwischen 120 und 165 t/a CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Gemessen an den HFKW-Emissionen Deutschlands besitzt Brandenburg (ohne Treibgase von Spraydosen) einen Anteil unter einem Prozent.

Bei der Ausweisung der CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurden neben den Emissionen von CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O rückwirkend bis 2006 ebenfalls die der HFKW berücksichtigt. Die bislang ausgewiesenen Ergebnisse erhöhen sich dadurch um 0,1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent.

Die Tab. 1 verdeutlicht, dass die Gesamtmenge der Treibhausgase in Brandenburg maßgeblich durch das Gas CO<sub>2</sub> 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 <sup>1)</sup>
CO <sub>2</sub>	Mio. t/a	91	64	65	63	64	61	58
CH <sub>4</sub>	kt/a	1034	170	171	167	114	96	98
N <sub>2</sub> O	kt/a	4	3	3	2	3	4	4
HFKW	kt/a	NE	NE	NE	NE	0,1	0,1	0,1
PFC	kt/a	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
SF <sub>6</sub>	kt/a	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Summe in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten	Mio. t/a	114	68	69	67	67	64	62

<sup>1)</sup> 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 Treibhausgase in energiebedingte und nicht energiebedingte Treibhausgase unterteilt. Für das Land Brandenburg können die energiebedingten Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O aus dem Verbrauch fossiler Energieträger ermittelt und im Unterschied zu den nicht energiebedingten Treibhausgasen mit geringer Fehlerquote berechnet werden. Die fluorierten Treibhausgase sind aus Gründen der Vereinfachung unter Industrie-prozesse eingeordnet.

Tab. 2: Stand und Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Äquivalente nach sektoralen Quellen

Quellen und Senken von Treibhausgasen	CO <sub>2</sub>							Gesamt-CO <sub>2</sub> -Äquivalent						
	Mt/a							Mt/a						
	1990	2000	2002	2004	2006	2008	2010 <sup>*)</sup>	1990	2000	2002	2004	2006	2008	2010 <sup>*)</sup>
Gesamtemissionen	91,0	63,9	64,9	62,7	63,8	60,6	58,3	114,1	68,3	69,3	67,0	67,2	63,9	61,7
I Energiebedingte Emissionen	91,0	63,2	64,2	62,0	60,2	57,8	55,9	94,7	64,2	65,2	62,9	61,2	58,6	56,6
A Verbrennungsbedingt	90,8	63,1	64,2	62,0	60,2	57,8	55,9	92,3	63,9	64,9	62,6	60,9	58,4	56,4
1. Energiegewinnung und -umwandlung	63,6	46,9	47,7	46,8	45,3	45,0	42,8	64,3	47,3	48,1	47,3	45,7	45,4	43,2
2. Industrie	11,5	5,4	5,3	5,1	4,5	3,5	3,5	11,6	5,5	5,4	5,2	4,6	3,6	3,5
3. Verkehr	3,3	6,0	5,9	5,4	5,5	5,3	5,4	3,4	6,3	6,0	5,4	5,5	5,3	5,4
4. Haushalte, Kleinverbraucher und Gewerbe	12,4	4,8	5,4	4,7	5,0	4,1	4,2	13,0	4,8	5,4	4,7	5,1	4,1	4,3
5. Andere	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
B Förderung, Aufbereitung und Verteilung von Brennstoffen	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
II Nicht energiebedingte Emissionen	NE	0,7	0,7	0,7	3,6	2,8	2,4	19,4	4,1	4,1	4,1	5,9	5,4	5,1
C Industrieprozesse	NE	NE	NE	NE	3,6	2,8	2,4	NE	NE	NE	NE	3,7	2,9	2,5
D Lösemittel- und	NO	NO	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E Landwirtschaft	NO	NO	NO	NO	NO	NE	NE	2,8	1,6	1,6	1,5	1,6	1,8	1,8
F Änderung von Flächennutzung und Holzbestand	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	16,6	2,5	2,5	2,5	0,6	0,7	0,7
Internationaler Verkehr	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

\*) vorläufige Angaben NE - keine Daten verfügbar NO - nicht vorkommend Quelle: LUGV Brandenburg

Bei den nicht energiebedingten Treibhausgasen, die hauptsächlich bei Industrieprozessen (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, fluorierte Gase), in der Landwirtschaft (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) und in der Abfallwirtschaft (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) auftreten, fehlt es teilweise an belastbaren landesspezifischen Daten, so dass eine Vollständigkeit nicht gegeben ist. Eine qualitative Verbesserung gegenüber dem Beginn dieses Jahrzehnts stellt die Quantifizierung der prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen dar, für die die Berichte der in den CO<sub>2</sub>-Emissionshandel einbezogenen Unternehmen die Grundlagen bilden, da andere Quellen nicht zur Verfügung stehen. Im Bereich der Landwirtschaft wird ab 2008 den N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Böden besser Rechnung getragen. Diese bezogen sich bis dahin ausschließlich auf den Einsatz von mineralischem Dünger. Im Bereich der Abfallwirtschaft finden ebenfalls ab 2008 N<sub>2</sub>O-Emissionen aus kommunalem Abwasser Berücksichtigung. Aus den zwischenzeitlichen Ergänzungen der Emissionsdaten lässt sich ableiten, dass auch die noch nicht erfassten Emissionen sehr geringe Fehlbeiträge darstellen.

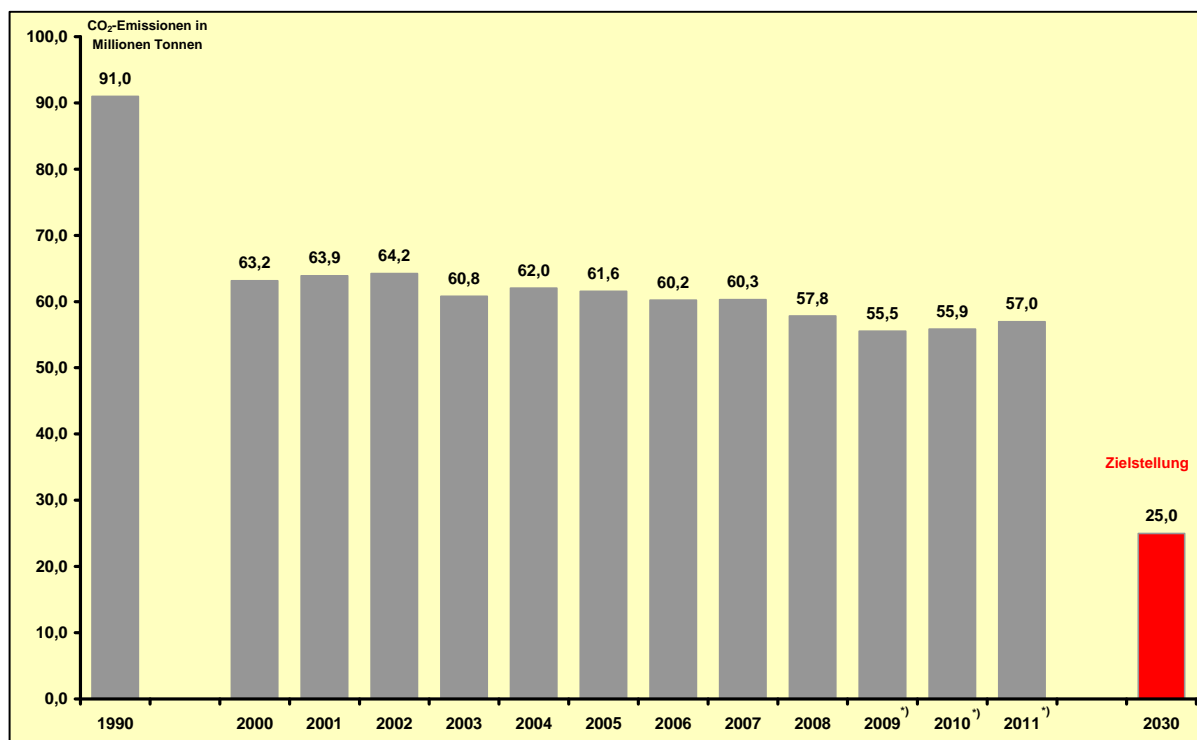
### 3. Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen (gesamt)

Die besondere Aufmerksamkeit gilt im Land Brandenburg den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen, deren Anteil mehr als 90 % an den gesamten CO<sub>2</sub>-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 und den Katalog der strategischen Maßnahmen u. a. mit der Zielstellung, die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Land bis zum Jahr 2030 um 72 % gegenüber dem Jahr 1990 zu senken [1][2]. Damit unterstützt Brandenburg die Zielstellung der Bundesregierung, die deutschen Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 % gegenüber 1990 zu senken [8].

Bezogen auf die aktuellen Energiebilanzdaten des Landes Brandenburg für das Jahr 2008 [9] beträgt der Anteil Brandenburgs am Primärenergieverbrauch Deutschlands 4,5 %, an den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen jedoch 7,7 %. An diesen Verhältnissen wird sich nach gegenwärtiger Einschätzung vorerst nichts grundlegend ändern. Korrekturbedürftig ist dagegen noch der nach Ansicht des LUGV zu hoch bewertete Biomasseverbrauch im Sektor Haushalte und Kleinverbraucher Brandenburgs, der sowohl eine Verringerung der ausgewiesenen Höhe des Primärenergie- als auch Endenergieverbrauches nach sich zieht. Danach wird mit einem Primärenergieverbrauch Brandenburgs um 630 PJ gerechnet. Dieser würde den Anteil am Primärenergieverbrauch Deutschlands allerdings nur unwesentlich auf 4,4 % verringern.

Bis zum Jahr 2008 beruhen die Berechnungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wesentlichen auf den Energiebilanzen des AfS BB. Die zunehmend vergrößerte Anzahl nicht veröffentlichter Daten im Sektor Energie in den Jahren 2006 bis 2008 musste durch andere offizielle Quellen ergänzt werden. Dabei offenbarte sich eine Reihe von Unstimmigkeiten zu den betreffenden Angaben in den Energiebilanzen, die nur durch das AfS BB erklärt werden können. Die Angaben für die Jahre 2009 bis 2011 in den nachfolgenden Grafiken beruhen auf Abschätzungen des LUGV. Grundlagen hierfür bildeten die Berichte der am CO<sub>2</sub>-Emissionshandel beteiligten Unternehmen. Analysen in den zurück liegenden Jahren haben zu dem Ergebnis geführt, dass die Anteile der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandel an den auf die Energiebilanzen des Landes bezogenen CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen um die 80 %-Marke schwanken.

Die Abb. 1 zeigt zwischen den Jahren 2005 und 2011 einen Rückgang der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 7,5 Prozentpunkte. Den Angaben des AfS BB zu Folge zeichnet sich nach 2005 wieder ein Abwärtstrend beim Primärenergieverbrauch ab, in dessen Rahmen der Anteil Erneuerbarer Energien stetig zunimmt. Die Abbildung verdeutlicht den für Brandenburg gewünschten positiven Trend bei der Reduzierung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die energiepolitische Entwicklung im Jahr 2011, die die Abschaltung aller Kernkraftwerke bis zum Jahr 2022 vorsieht, kann kurzfristig eine höhere Auslastung der Braunkohlekraftwerke Jänschwalde und Schwarze Pumpe zur Folge haben und den dargestellten positiven Trend aufhalten. Aus den Emissionserklärungen der am CO<sub>2</sub>-Emissionshandel beteiligten Kraftwerksbetreiber geht hervor, dass deren Emissionen seit dem Jahr 2009 einen Aufwärtstrend verzeichnen. Die energiebedingten Emissionen für das Jahr 2011 liegen jedoch auf dem Niveau der Jahre 2007 und 2008 – dem Zeitraum vor der Energiewende in der Atomenergiepolitik. Die Stilllegung der acht älteren Kernkraftwerke im Sommer 2011 hat sich bei den brandenburgischen Kraftwerken kurzfristig bemerkbar gemacht. Eine bessere Beurteilung des gegenwärtigen Anteils Brandenburgs sollten nach einem vollen Kalenderjahr die Ergebnisse des Jahres 2012 ermöglichen.



<sup>1)</sup> vorläufige Angaben

Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 1: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen (gesamt)



#### 4. Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

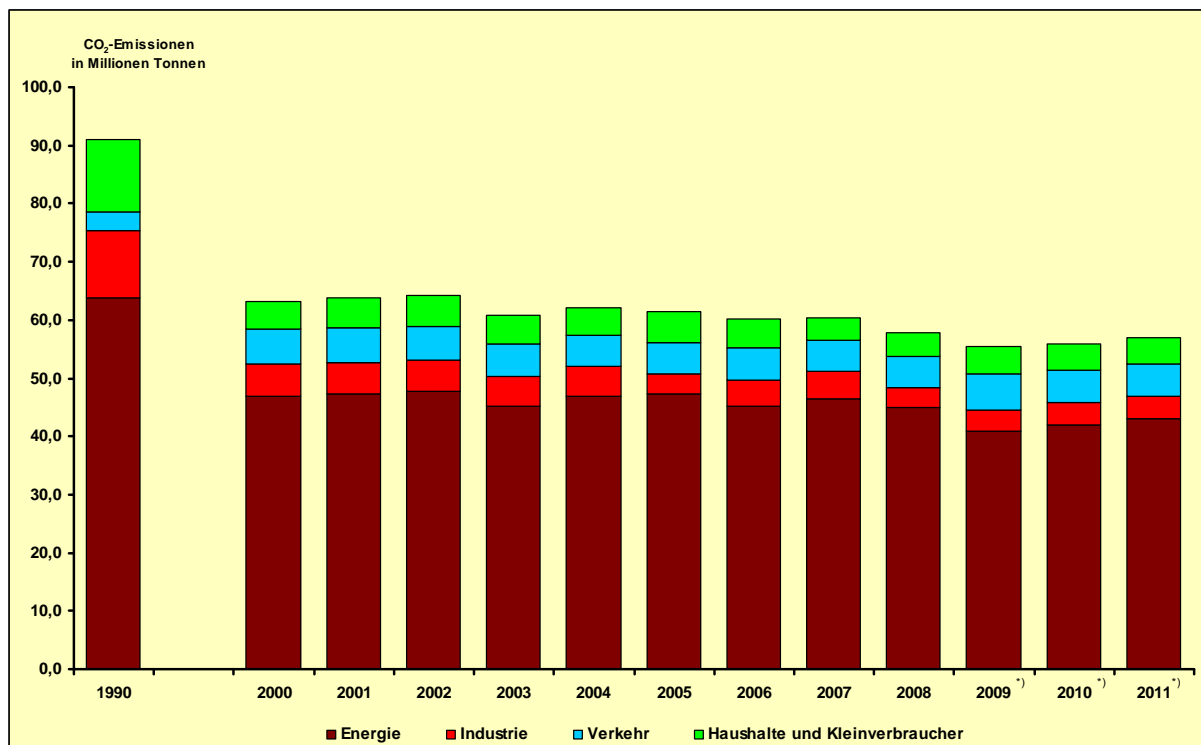
Grundlagen für die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren bilden bis zum Jahr 2008 die vom AfS BB heraus gegebenen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen für das Land Brandenburg. Den Abschätzungen für die Jahre 2009 bis 2011 liegen wiederum die Berichte der am CO<sub>2</sub>-Emissionshandel beteiligten Unternehmen als Ausgangsbasis zu Grunde. Entsprechend vorangegangener Abgleiche mit den statistischen Angaben wird deutlich, dass mit den im Emissionshandel erfassten Anlagen, 98 % aller Kraftwerksemissionen und 60 bis 65 % der Industrieemissionen 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 2008 entfielen mit zirka 42 Mio. t/a rund 77 % 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 Erdölspaltung an. Der maßgebliche Anteil der Emissionen entsteht beim Einsatz der Mineralölprodukte durch die Verbraucher. Zwischen 57 und 70 % der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen entfielen in den zurück liegenden Jahren auf die Stromerzeugung. Der Anteil der Stromausfuhr, der 55 bis 64 % der CO<sub>2</sub>-Emission der Stromerzeugung verursachte, ist dabei ein erheblicher Einflussfaktor. Von besonderem Gewicht ist der hohe Braunkohleanteil an der Stromerzeugung. Dieser beträgt nahezu 80 %, bestimmte das Niveau der CO<sub>2</sub>-Emission jedoch zu annähernd 90 %. Mögliche Entwicklungen der Braunkohlennutzung werden im LUGV-Kurzgutachten zu den Klimaeffekten der Energiestrategie 2030 aufgezeigt [10].

Die spezifische CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>/kWh im Jahr 1991 auf 0,80 kg CO<sub>2</sub>/kWh im Jahr 2008 erheblich verbessert. Innerhalb dieser Struktur sind die Großkraftwerke Jänschwalde und Schwarze Pumpe als Grundlast-Kraftwerke mit knapp 75 % der gesamten Stromerzeugung bestimmend. Mit 1,0 kg CO<sub>2</sub>/kWh Strom lag im Jahr 2008 deren Emission aufgrund des 94%igen Anteils von Braunkohle deutlich über dem ausgewiesenen Landesdurchschnitt.

Der Verlauf der CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen der Sektoren Industrie, Verkehr, Haushalte und Kleinverbraucher deckt sich mit dem derzeitigen Trend bei der Energieverbrauchsminderung, trotz teilweise deutlicher Schwankungen insbesondere in den Sektoren Industrie sowie Haushalte und Kleinverbraucher. Weitgehend ausgeglichen verläuft das Verbrauchsverhalten im Sektor Verkehr. Hervorhebenswert ist, dass sich sowohl bei der Industrie als auch bei den Haushalten/Kleinverbrauchern die auf den Energieverbrauch bezogene spezifische CO<sub>2</sub>-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/Heizanlagen. Die Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigt auch dann noch einen Abwärtstrend, wenn die durch den Eigenstrombedarf bei den Kraftwerken verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt werden.

Innerhalb des Sektors Verkehr dominierte im Jahr 2008 der Straßenverkehr den gesamten Energieträgerverbrauch (Kraftstoffe und Strom) zu 90 %. An den CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs sind die Dieselfahrzeuge zu 54 % und die Benzinfahrzeuge zu 37 % beteiligt. 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 höher aus.



<sup>\*)</sup> vorläufige Angaben

Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 2: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

Der Sektor Haushalte/Kleinverbraucher ist den Energiebilanzen zu Folge ein Sektor mit jährlich schwankendem Energieverbrauch. Die z. T. sprunghaften Veränderungen zwischen benachbarten Kalenderjahren können nur durch das AfS BB anhand ihrer Erfassungsmethoden erklärt werden. Das LUGV hatte für die Jahre 2006 bis 2008 einen im Verhältnis zur bestehenden Anlagenzahl deutlich überbewerteten Verbrauch von Biomasse in Hausheizungsanlagen festgestellt. Auf die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung haben diese Unstimmigkeiten keinen Einfluss, da der Biomasseverbrauch als CO<sub>2</sub>-neutral betrachtet wird. Von den emissionswirksamen Energieträgern dominieren erwartungsgemäß Erdgas mit 52 % und Heizöl mit 24 % den gesamten Energieverbrauch des Sektors.

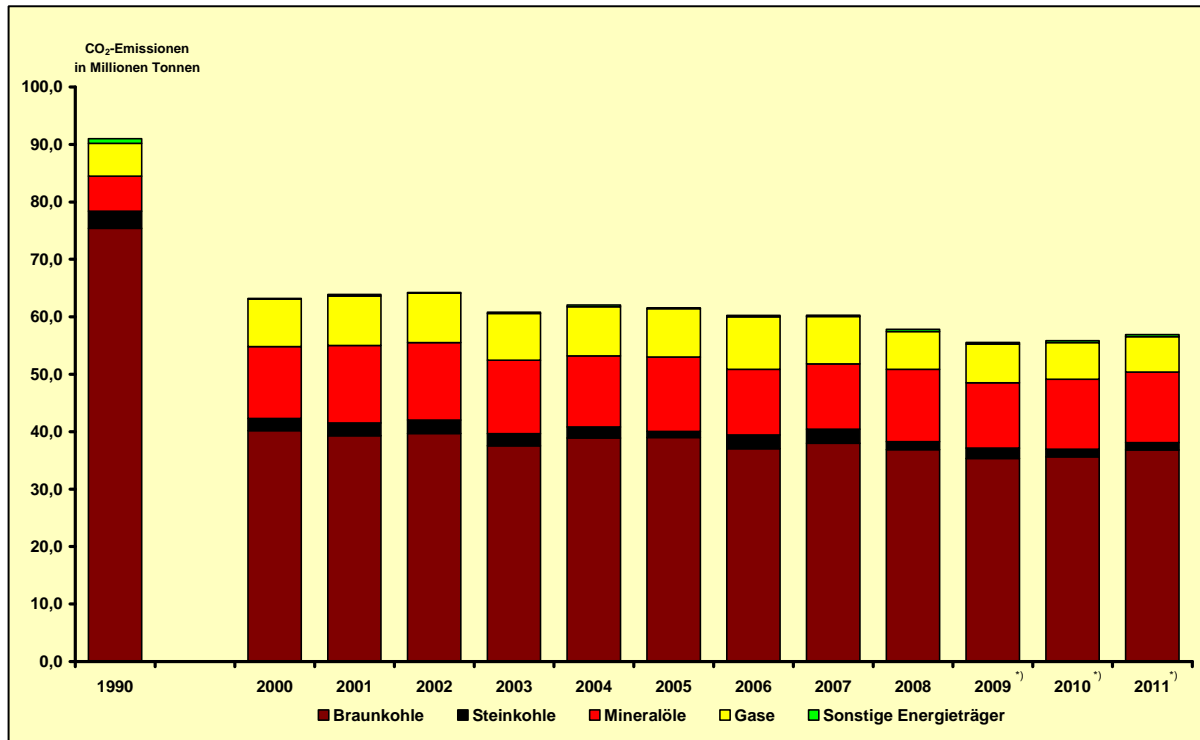
## 5. Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern

Die Anteile der einzelnen Energieträger an der CO<sub>2</sub>-Gesamtemission sind in Abb. 3 dargestellt. Der Hauptanteil der Emissionen entfällt auf die Braunkohle. Deren CO<sub>2</sub>-Emissionen bewegen sich seit 2003 zwischen 35 und 39 Mio. t/a, nach zuvor rd. 40 Mio. t/a. Dies sind 61 bis 65 % der Gesamtemissionen. Mit überwiegend zwischen 11 und 13 Mio. t der Gesamtemissionen, das entspricht in den einzelnen Jahren bis zu 22 %, folgt der Verbrauch von Mineralölprodukten mit deutlichem Abstand. Hier bestimmen erwartungsgemäß vor allem der Heizöleinsatz und der Kraftstoffverbrauch das Niveau der Emissionen. Der Verbrauch von Gasen, insbesondere Erdgas und Gichtgas, ist mit 10 bis 14 % bzw. 6 bis 9 Mio. t an den Gesamtemissionen beteiligt. Der Emissionsanteil aus dem Einsatz von Steinkohleprodukten pendelt seit mehr als 10 Jahren um 2 Mio. t und liegt damit bei 2 bis 4 %. Der Emissionsanteil von Ersatzbrennstoffen blieb in den zurückliegenden Jahren unter 0,5 %.

Die Rückgänge und Schwankungen der CO<sub>2</sub>-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. 67 emissionsintensivsten brandenburgischen Unternehmen gesetzt, durch deren Einbeziehung in den CO<sub>2</sub>-Emissionshandel eine direkte ökonomische Beziehung zwischen Energieträgerverbrauch und Klimaschutz besteht. Innerhalb einer breiten Palette zum Einsatz kommender konventioneller Energieträger und Ersatzbrennstoffe überwiegen bei den Kraftwerken die Braunkohleprodukte und bei der Industrie das Erdgas. Innerhalb einzelner Branchen dominieren Steinkohleprodukte und feste Biomasse.

Hauptursache für den Anstieg der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1,1 Mio. t zum Vorjahr ist die zunehmende Braunkohleverstromung in 2011, welche ihren Emissionsanteil von 35,6 Mio. t auf 36,8 Mio. t (um 1,2 Mio. t) steigerte.



<sup>1)</sup> vorläufige Angaben

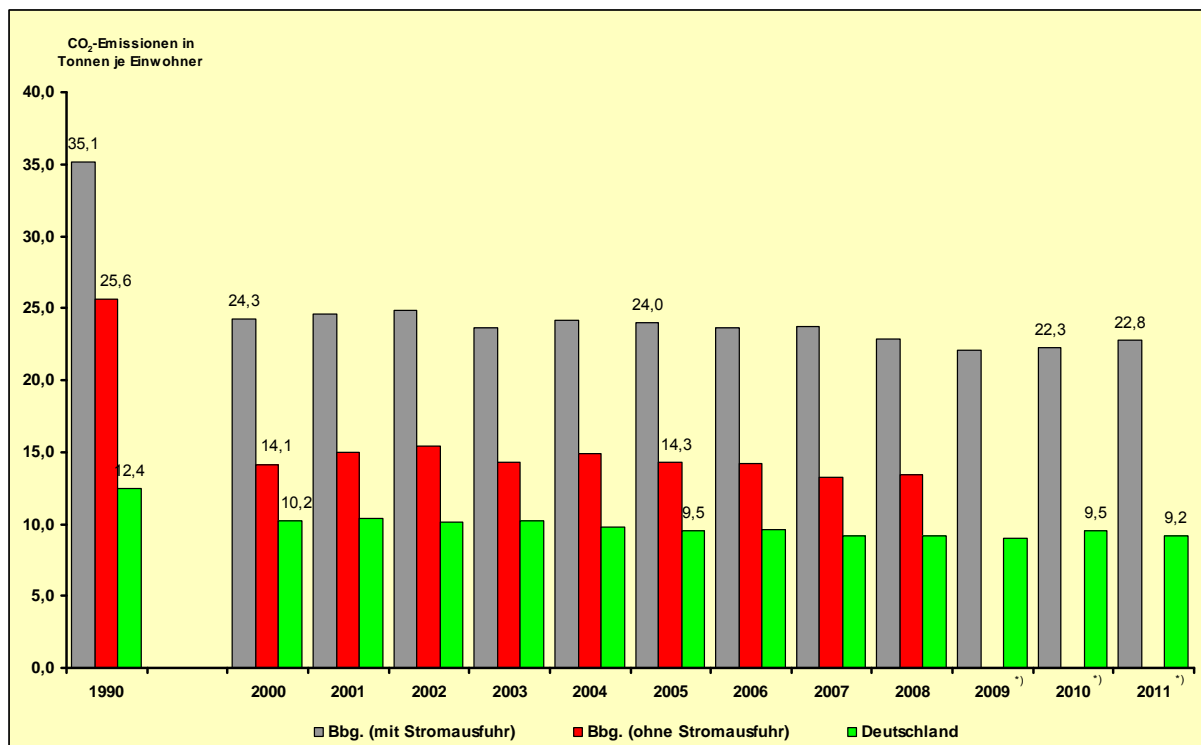
Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 3: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern

## 6. Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner

Dieser Umweltindikator dient vorrangig dem bundesweiten Vergleich. Der Unterschied zwischen der erheblich höheren Pro-Kopf-Emission Brandenburgs von fast 23 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner und dem Bundesdurchschnitt von ca. 9 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner beruht vor allem auf dem Energieträgermix und der Exportintensität von Energieprodukten. Der Energieträgermix wird von der wirtschaftlichen Nutzung des heimischen Energieträgers Braunkohle dominiert. Brandenburg führte im Jahr 2008 rund 65 % des erzeugten Stromes aus; Tendenz steigend. Bei Mineralölprodukten waren es über 70 %. Aber auch unter Abzug des beträchtlichen Exportanteils (von Raffinerieprodukten und Strom) lag das Land Brandenburg mit 13,4 t CO<sub>2</sub> je Einwohner noch deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Es wird erwartet, dass sich infolge der energiepolitischen Entscheidungen zu Gunsten der Erneuerbaren Energien und zu Lasten der traditionellen Grundlastkraftwerke dieser Abstand stufenweise in Brandenburg verringert.

Den beständig hohen CO<sub>2</sub>-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.



<sup>\*)</sup> vorläufige Angaben

Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 4: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-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 (CO<sub>2</sub>-)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.

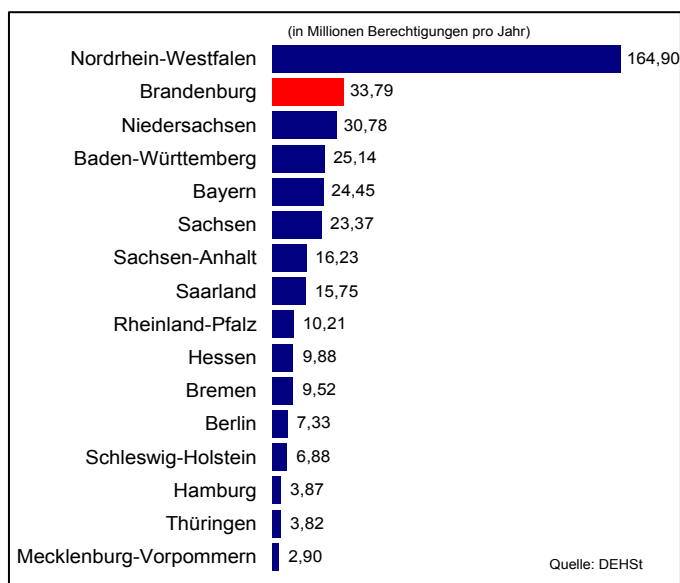


Abb. 5: Verteilung der Emissionszertifikate in Deutschland nach Bundesländern zu Beginn der Handelsperiode 2008 - 2012

Zum Start der zweiten Handelsperiode 2008 - 2012 am 1. Januar 2008 nahmen im Land Brandenburg 64 Anlagen am Emissionshandel teil (die Zuteilung von Emissionsrechten erfolgte für 63 Anlagen). Diese Anlagen verfügten im Ergebnis des für den gesamten Zeitraum durchgeführten Zuteilungsverfahrens über ein Emissionszertifikate-Volumen von 33,8 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Seit dem Jahr 2008 veränderte sich die Zahl der emissionshandelspflichtigen Anlagen nur geringfügig. Aktuell sind 67 emissionshandelspflichtige Anlagen am Handel im Land Brandenburg beteiligt, wobei die Energieanlagen das Gesamtbild dominieren.

Bei bundesweit über 1.600 emissionshandelspflichtigen Anlagen liegt damit

das Land Brandenburg auf Platz 9 in der Länderstatistik der emissionshandelspflichtigen Anlagen. In Bezug auf das Gesamtvolumen der zugeteilten Emissionsberechtigungen liegt das Land Brandenburg weiterhin an zweiter Stelle (Abb. 5), was in dem vergleichsweise hohen Anteil der CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Emittenten in Deutschland. Die beiden Kraftwerke emittieren drei Viertel der Emissionen aller emissionshandelspflichtigen Anlagen im Land Brandenburg.

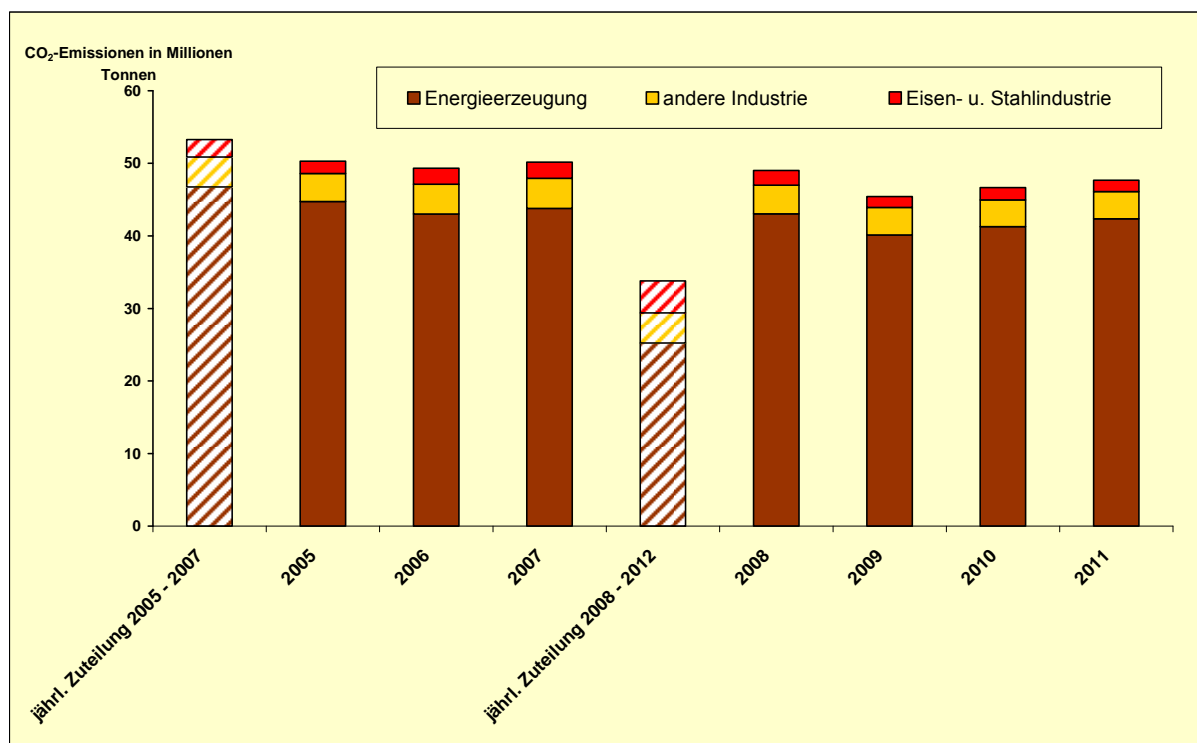
Tab. 3: Anlagenübersicht zum Zertifikatehandel

Anlagenarten (entspr. TEHG)	Zuteilung 2008 - 2012	Emissionen (in Mio. t CO <sub>2</sub> )				Anlagenzahl 2011	
		2008	2009	2010	2011		
I	Energie > 50 MW	24,70	42,45	39,59	40,74	41,79	21
II,III,V	Energie < 50 MW	0,54	0,57	0,55	0,56	0,54	26
IX,IXb	Eisen- u. Stahlindustrie	4,40	2,03	1,49	1,71	1,58	6
VI	Erdölverarbeitung	1,92	1,78	1,91	1,76	1,84	2
X,XI	Kalk & Zement	1,84	1,80	1,51	1,62	1,65	4
XII,XIII,XV	Glas, Keramik, Papier	0,39	0,38	0,36	0,28	0,27	8
	<b>Gesamt</b>	<b>33,79</b>	<b>49,01</b>	<b>45,41</b>	<b>46,66</b>	<b>47,64</b>	<b>67</b>

Quelle: DEHST/LUGV Brandenburg

Wie in der Tab. 3 erkennbar, werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Landes vorwiegend von großen Energieanlagen verursacht. Mit 21 Anlagen (jeweils Feuerungswärmeleistung von über 50 MW) emittierte 2011 ein Drittel aller emissionshandlungspflichtigen Anlagen ca. 42 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>, das entspricht einem Anteil von 88 Prozent der bilanzierten Emissionen (47,6 Mio. t). Im Gegensatz zur ersten Handelsperiode, in welcher die meisten Emittenten auf Grund der damaligen Zuteilungsregeln über eine recht komfortable Ausstattung mit kostenlosen Emissionsrechten verfügten, wird mit dem Zuteilungsgesetz für die zweite Handelsperiode 2008 - 2012 auf diese emissionsintensivste Branche ein deutlich verstärkter Emissionsminderungsdruck ausgeübt (Abb. 6). Innerhalb der zweiten Handelsperiode wurde bisher eine CO<sub>2</sub>-Minderung von 1,37 Mio. t erzielt. Dies entspricht gegenüber 2008 einer Minderung um weniger als 3 Prozent.

Insbesondere kohlebefeuerte Anlagen erhielten in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der Stromerzeugung deutlich niedrigere kostenlose Zuteilungsmengen, die bis zu 50 % unterhalb des sich aus den Emissionen der zurückliegenden Jahre ergebenden Bedarfes liegen. 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, da sich mit sinkenden Produktionszahlen auch die Nachfrage nach Emissionszertifikaten verringerte, infolge dessen ein Preisverfall für Emissionsrechte einherging.



Quelle: DEHST/LUGV Brandenburg

Abb. 6: Kostenlos zugeteilte Emissionsrechte und Emissionen im Zeitraum 2005 bis 2011

## 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 Ausbau, von dem bereits ein Teil realisiert ist, ist kein Selbstzweck. Mit dem Ausbau sind ein bedeutender Klimaschutzeffekt und die Grundlagen für die zukünftige Energiewirtschaft verbunden. Mittlerweile wird 30 % des Stromverbrauchs in Berlin und Brandenburg durch Windkraftanlagen gedeckt. Bis zum Jahr 2030 sollen die Erneuerbaren Energien den gesamten Strombedarf in Brandenburg und Berlin decken können<sup>3</sup>. 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 Effekte ist die geleistete Jahresarbeit der Erneuerbaren-Energie-Anlagen relevant. Die elektrische Jahresarbeit hat sich in den Jahren 2004 bis 2011 mehr als verdoppelt und stieg auf 10.985 GWh (rd. 11 Mio. kWh) an. Die thermische Jahresarbeit hat einen Beitrag von 2.724 GWh erreicht. Wären diese Energiemengen in konventionellen Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen produziert worden, hätte diese Anlagen über 11,5 Mio. t mehr CO<sub>2</sub> im Jahr 2011 emittiert.

In den Jahren 2004 bis 2011 stieg die Zahl der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien von etwa 18.000 auf über 63.000 an. Damit ist eine Erhöhung der elektrischen Leistung um das 2,6-fache auf 6.217 MW<sub>el</sub> verbunden. Vor allem ist diese Entwicklung durch den Ausbau der Windkraftnutzung von 2.179 auf 4.601 MW<sub>el</sub> geprägt. Die Wärmeleistung ist gekennzeichnet durch die Biomassenutzung und stieg um das 1,5-fache auf 759 MW<sub>th</sub>.

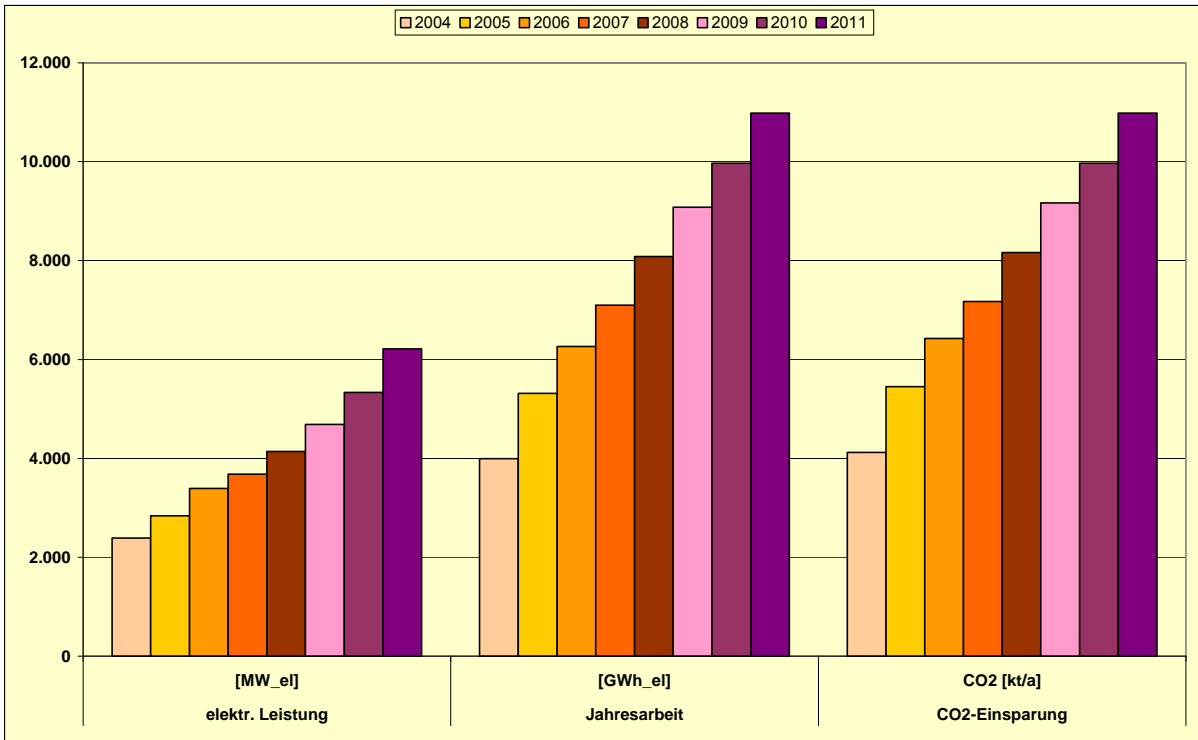
Zu den bilanzierten Erneuerbaren Energien gehören Solaranlagen zur Strom- oder Wärme-erzeugung, Windkraft- und Wasserkraftanlagen, Biomasseheizkraftwerke, -heizwerke und -heizanlagen, Wärmepumpen, Geothermieanlagen sowie Anlagen zur Nutzung von Bio-, Klär- oder Deponiegas.

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 CO<sub>2</sub>-Minderung ist nicht unwesentlich, findet sich aber mehrheitlich bei den emissionshandlungspflichtigen Unternehmen wieder, da dadurch der Bedarf an Zertifikaten gesenkt wird.

Neben den Klimateffekten sind mit dem Ausbau und der Nutzung der Erneuerbaren Energien deutliche Arbeitplatzeffekte und regionalwirtschaftliche Effekte verbunden. Im Bereich der Windkraft-, Photovoltaik- und Biomassenutzung sind 2011 im Land Brandenburg knapp 9.700 Beschäftigte direkt in der Produktion und indirekt in den Bereichen Installation und Wartung tätig [1]. Hinzu kommen zahlreiche Beschäftigte im Wärmemarkt (z.B. Wärmepumpen) und in der Kraftstoffbranche (z.B. Biokraftstoffe).

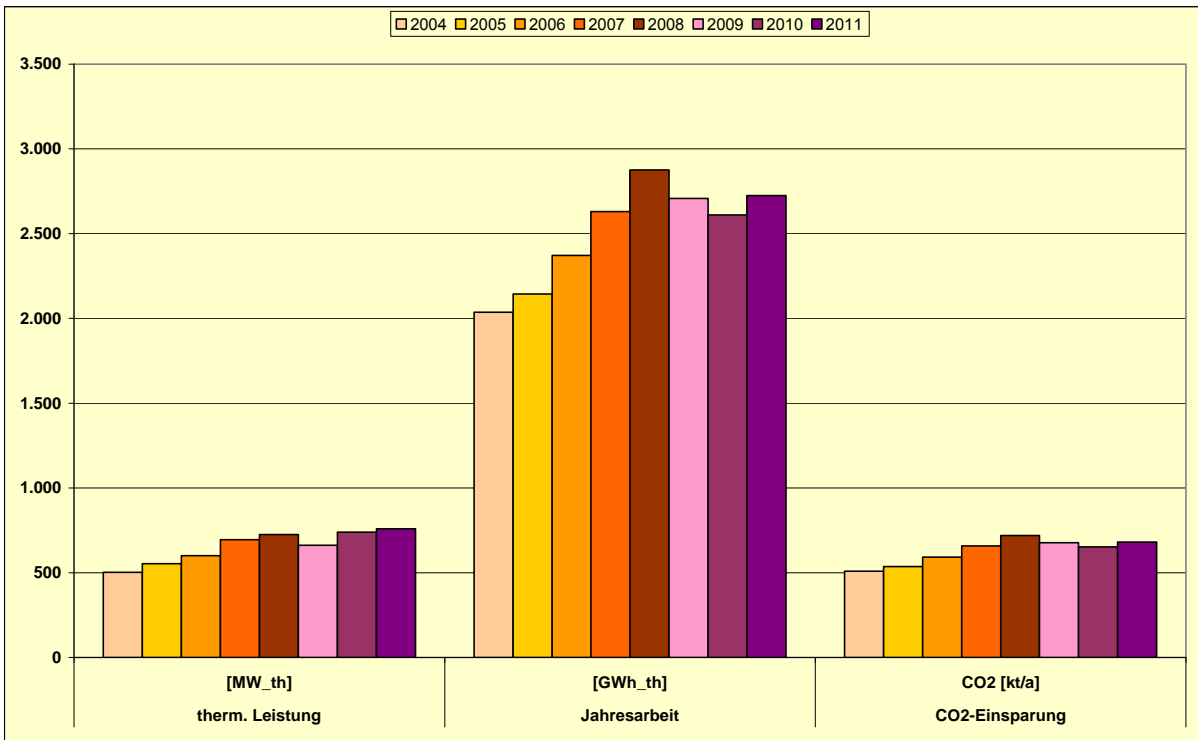
---

<sup>3</sup> 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).



Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 7: Effekte der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (Zeitraum 2004 bis 2011)



Quelle: LUGV Brandenburg

Abb. 8: Effekte der Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien (Zeitraum 2004 bis 2011)



## 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 / 10 - Klimawirksame Stoffe im Land Brandenburg 2010, erschienen im März 2012
- [5] Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister vom 21. Mai 2003 sowie zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 vom 6. Juni 2007 (BGBl. I S. 1002)
- [6] Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen und Emissionsberichte – 11. BImSchV) vom 29. April 2004 (BGBl. I S. 694)
- [7] Umweltbundesamt, Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012 - Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgaspotenzial 1990-2010, Dessau, 15.01.2012
- [8] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Das Energiekonzept und seine beschleunigte Umsetzung, Oktober 2011
- [9] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Statistischer Bericht E IV 4 – j / 08 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz im Land Brandenburg 2008, Potsdam, November 2011
- [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](mailto:infoline@lugv.brandenburg.de)  
[www.lugv.brandenburg.de](http://www.lugv.brandenburg.de)

