

Resümee des Kurzgutachtens

CO₂-Emissionen aus der Braunkohleverstromung im Lausitzer Revier und deren Verträglichkeit mit den deutschen Klimazielen

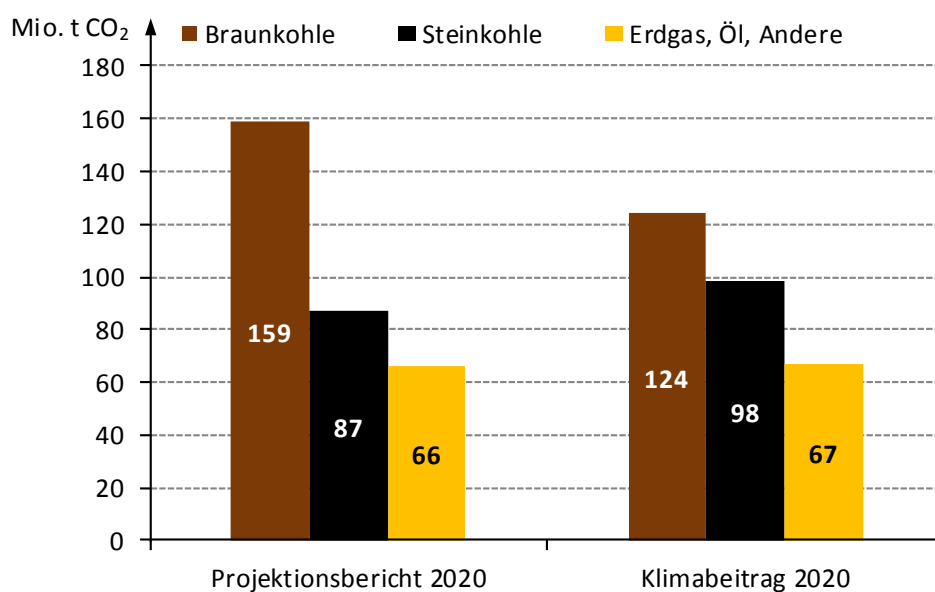
Prof. Dr. Georg Erdmann

Dem ersten Fortschrittsbericht der Bundesregierung aus Dezember 2014 zufolge dürfte das nationale Treibhausgasreduktionsziel von 40 Prozent bis 2020 gegenüber 1990 verfehlt werden. Bundeswirtschaftsminister Gabriel formulierte am 26. März 2015 im Deutschen Bundestag:

„Der Beitrag Europas und Deutschlands zum Klimaschutz bemisst sich nicht in der Frage, ob das 35, 38 oder 41 Prozent (Senkung) sind, sondern dass ein hochindustrialisiertes Land zeigt, dass ambitionierter Klimaschutz möglich ist und dabei die wirtschaftliche und industrielle Entwicklung nicht gefährdet, sondern ausgebaut wird“

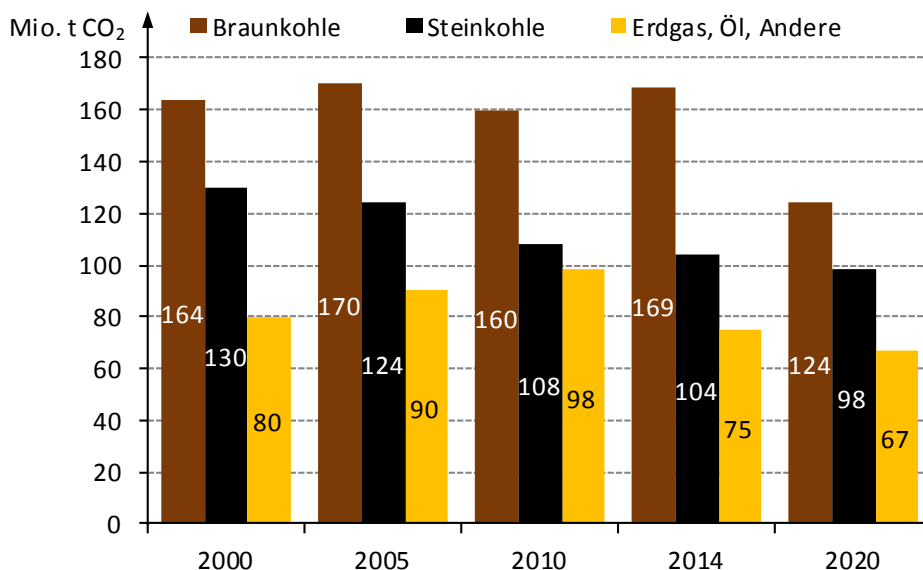
Entsprechend arbeitet die Bundesregierung an einem Paket von neuen Maßnahmen, mit denen das nationale 40-Prozent Ziel im Jahr 2020 doch noch erreicht werden kann. Soweit die geplanten Maßnahmen den Strommarkt betreffen, wurden sie im Eckpunktepapier vom 27. März 2015 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Zentrales Element soll die Einführung eines neuen „Klimabeitrages“ für fossile Kraftwerke sein, mit dessen Hilfe weitere 22 Mio. t CO₂ im Elektrizitätssektor eingespart werden sollen (zusätzlich zu den Emissionen entsprechend dem Projektionsbericht von Öko-Institut und Prognos vom 13. April 2015). Dieser Klimabeitrag soll nicht nur das Klimaziel für das Jahr 2020 unterstützen, sondern auch einen Anreiz schaffen, damit fossile Kraftwerke in Zeiten hoher Einspeisung erneuerbarer Energien heruntergefahren werden.

Laut Projektionsbericht soll mit dem „Klimabeitrag“ erreicht werden, dass die CO₂-Emissionen der deutschen Braunkohlekraftwerke im Jahr 2020 statt 159 Mio. Tonnen („Projektionsbericht“) nur noch 124 Mio. Tonnen („Klimabeitrag 18 Euro/t“) betragen (Abbildung 1). Das wäre eine Reduktion von 35 Mio. Tonnen CO₂ und damit deutlich mehr als die angestrebten 22 Mio. Tonnen. Das könnte fast den Eindruck entstehen lassen, als ginge es beim „Klimabeitrag“ nicht um den Klimaschutz, sondern eine gezielte politische Maßregelung gegen die Braunkohleverstromung und die entsprechenden Standort-Regionen.



Datenquelle: Öko-Institut und Prognos 2015

Abbildung 1: Abschätzung der Auswirkungen des Klimabeitrags auf die CO₂-Emissionen der Kraftwerke in Deutschland im Jahr 2020



Datenquelle: Öko-Institut und Prognos 2015

Abbildung 2: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Kraftwerke in Deutschland unter Berücksichtigung des „Klimabeitrags“ im Jahr 2020

Abbildung 2 zeigt den mit dem „Klimabeitrag“ angestrebten Verlauf der elektrizitätsbedingten CO₂-Emissionen in Deutschland im Vergleich zur Emissionsentwicklung seit dem Jahr 2000 mit dem ziemlich abrupten Strukturbruch bei der

Braunkohleverstromung zwischen 2015 und 2020. Glaubt man den Berechnungen der Gutachter, würde innerhalb von kürzester Zeit rund ein Fünftel der deutschen Braunkohle vom Markt verdrängt. Vor diesem Hintergrund wurde der Unterzeichner von der Sächsischen Staatskanzlei mit der Erarbeitung eines Gutachtens beauftragt, welches die folgenden Fragestellungen beantworten soll:

1. Welchen Beitrag hat die Braunkohleverstromung im Lausitzer Revier (insbesondere durch die Modernisierung des Kraftwerksparks) zur Erreichung der deutschen Klimaziele geleistet?
2. Wie wird sich der Braunkohleeinsatz im Lausitzer Revier einschließlich des Aufschlusses der Abbaugebiete Nochten 2 und Welzow Süd, Teil II, bis zum Jahr 2050 voraussichtlich entwickeln?
3. Steht das Ziel der Bundesregierung, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2050 um 80 Prozent gegenüber dem Wert von 1990 zu reduzieren, dieser voraussichtlichen Entwicklung des Braunkohleeinsatzes im Lausitzer Revier entgegen?

Zu 1): Geleisteter Klimabeitrag der Braunkohleverstromung in den neuen Bundesländern

Zwischen 1990 und 2014 sanken die CO₂-Emissionen der Braunkohlekraftwerke in den neuen Bundesländern um 45 Mio. Tonnen oder 40 Prozent.¹ Ohne diesen Reduktionsbeitrag derjenigen Kraftwerke, die heute dem Vattenfall-Konzern zuzurechnen sind, hätte Deutschland die Kyoto-Ziele für den Zeitraum 2008–2012 nicht erfüllen können.

Der beachtliche Beitrag zur Emissionsminderung ist auf das umfassende Sanierungs- und Modernisierungsprogramm nach der Wende zurückzuführen. Seit 1990 wurden in der Lausitz insgesamt 8.750 MW Braunkohlenkraftwerksleistung stillgelegt und 4.095 MW effiziente Braunkohlenkraftwerksleistung neu errichtet. Darüber hinaus wurden rund 4.000 MW Braunkohlenkraftwerksleistung mit moderner Umwelttechnik nachgerüstet und aufgewertet.

Von Beginn an unterstützte die Bundespolitik dieses Investitionsprogramm im Interesse der ökonomischen und sozialen Stabilisierung der Braunkohle-Regionen in den neuen Bundesländern.

¹ Es gilt zu berücksichtigen, dass 1990 für die damals noch existierende DDR ein außergewöhnliches Krisenjahr war. Entsprechend wäre es angemessen, hier die Emissionsentwicklung seit dem Jahr 1989 zu betrachten.

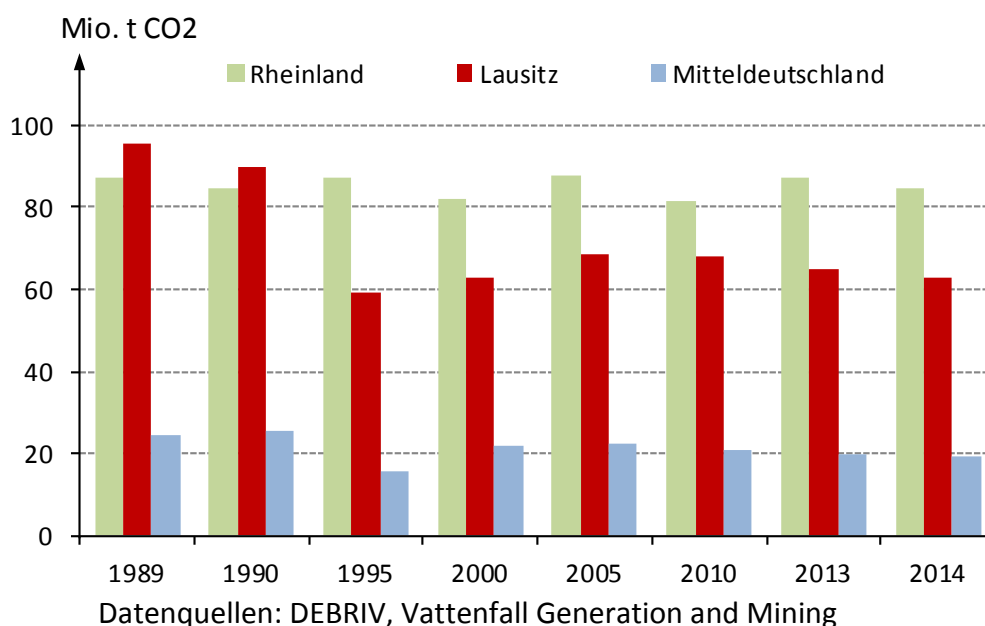


Abbildung 3: CO₂-Emissionen der Braunkohleverstromung

Zu 2): Voraussichtliche Entwicklung der Braunkohle in den neuen Bundesländern bis zum Jahr 2050

Alle Aussagen zur Entwicklung der Braunkohle in den neuen Bundesländern beruhen auf einer Reihe von Annahmen, die hier komprimiert dargestellt seien.

- Einsatz von Stromerzeugungskapazitäten entsprechend der *Merit Order*: Dabei sind Erzeugungsanlagen mit tiefen Grenzkosten begünstigt. Das gilt insbesondere für Braunkohlekraftwerke. Dies drückt sich entsprechend auch in den Erzeugungstatistiken aus. Nach ersten Berechnungen des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW 2015) ist der Anteil der Braunkohle an der Stromerzeugung zwischen 2010 und 2014 von 23,2 % auf 25,46 % leicht angestiegen, eine Entwicklung, die auch durch den Kernenergieausstieg begünstigt wurde. Im Gegensatz dazu hat sich der Stromerzeugungsanteil von Erdgas in diesem Zeitraum auf etwa 10 Prozent praktisch halbiert

Tabelle 1: Erneuerbare Erzeugungskapazitäten in Deutschland

	2010	2020	2030	2040
	GW			
Windkraft onshore	27	45	64	64
Windkraft offshore	0	5	10	35
Photovoltaik	18	54	65	65
Biomasse	5	8	9	10

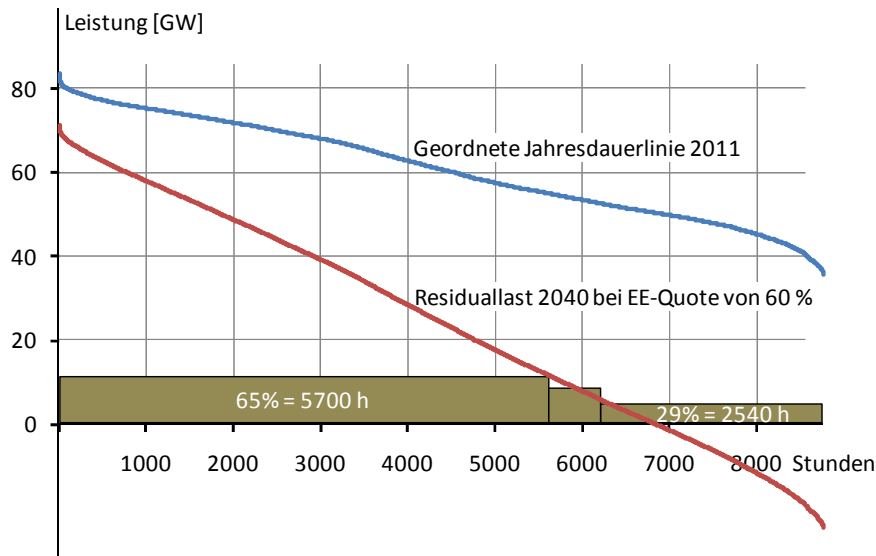
Quelle: Eigene Abschätzungen auf Basis des überarbeiteten Netzentwicklungsplans vom 26. November 2012

- Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten: Die nachfolgenden Berechnungen stützen sich auf die Ziele des Energiekonzepts 2010, den Koalitionsvertrag aus 2013 sowie die Aussagen des aktuellsten Netzentwicklungsplans. Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Entwicklungen
- Entwicklung der CO₂-Preise: Damit moderne Braunkohlekraftwerke in der *Merit Order* von CO₂-ärmeren Erzeugungsanlagen, etwa GuD-Kraftwerken, verdrängt werden, müsste der Preis der europäischen CO₂-Emissionsrechte auf mehr als 50 Euro/t steigen. Dies gilt für die aktuellen Weltmarktpreise für Erdgas und Steinkohle. Würden sich die Erdgaspreise um 30 Prozent erhöhen, würden moderne Braunkohlekraftwerke selbst bei einem CO₂-Preisanstieg von bis zu 75 Euro/t in der *Merit Order* vor den GuD-Kraftwerken verbleiben. Für ein solch aggressives CO₂-Preisniveau gibt es unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen des CO₂-Emissionshandels allerdings keine Anhaltspunkte
- Investitionen in steuerbare Stromerzeugungskapazitäten: Den aktuellen Rahmenbedingungen auf den europäischen Elektrizitätsmärkten zufolge ist es unwahrscheinlich, dass in absehbarer Zeit Investitionen in steuerbare Stromerzeugungskapazitäten erfolgen, die mit Grenzkosten unterhalb der Grenzkosten moderner Braunkohleblöcke verbunden sind. Dies wäre nur durch neue politische Eingriffe (Klimabeitrag, Kapazitätsmarkt, ...) möglich. Nachfolgend soll die Entwicklung der Braunkohle bedingten CO₂-Emissionen in den neuen Bundesländern analysiert werden unter der Annahme, dass keine zusätzlichen politischen Maßnahmen ergriffen werden. Entsprechend werden keine zusätzlichen Maßnahmen unterstellt

Ein wichtiger Aspekt für die CO₂-Emissionen von Braunkohlekraftwerken ist die Entwicklung der Volllaststunden. Für die Lausitz schwankten sie in den letzten Jahren betriebsbedingt zwischen 7300 und 8100 Stunden pro Jahr. Die Einschätzung der weiteren Entwicklung erfolgt nach dem in Abbildung 4 skizzierten Vorgehen. Hier sind exemplarisch die für das Jahr 2040 erwartete Jahresdauerlinie sowie die Residuallastlinie dargestellt. Die Differenz zwischen beiden entspricht der regenerativen Elektrizitätserzeugung, die – dem Energiekonzept zufolge – zu diesem Zeitpunkt einen Anteil von 60 Prozent erreichen soll.

Damit verbunden dürfte die Residuallast im Jahr 2040 an rund 2000 Stunden negativ werden. In diesen Stunden könnte mehr regenerative Elektrizität in das deutsche Stromnetz eingespeist werden als zeitgleich von den Stromkunden in Deutschland nachgefragt wird. Bei Vorhandensein entsprechender Infrastrukturen werden die überschüssigen Mengen durch Stromexporte oder durch die Beladung von Stromspeichern genutzt.

Auf der anderen Seite müssen die unterhalb der Residuallastlinie nachgefragten Elektrizitätsmengen durch konventionelle Kraftwerke bereitgestellt werden. Dies gilt jedenfalls für diejenigen Elektrizitätsmengen, die nicht aus Stromspeichern entnommen werden können.



Quelle: Eigene Berechnungen wie erläutert

Abbildung 4: Simuliertes Einsatzprofil moderner Braunkohleblöcke im Jahr 2040

Dank ihrer Stellung in der *Merit order* ist zu erwarten, dass moderne Braunkohlekraftwerke auch im Jahr 2040 noch in vielen Betriebsstunden eingesetzt werden, um die nach Abzug der regenerativen Erzeugung noch verbleibende Residualnachfrage zu decken. Doch wie bei den meisten anderen thermischen Kraftwerken können auch sie bei Stromüberschüssen nicht vollständig abgestellt werden, sondern werden zu diesen Zeiten in Minimallast betrieben. Entsprechend Abbildung 5 gelangt man für 2040 auf

- 5700 Stunden pro Jahr (65 %) mit Volllastbetrieb
- 2540 Stunden pro Jahr (29 %) mit Minimallastbetrieb von 40 %
- 520 Stunden pro Jahr (6 %) mit Teillastbetrieb zwischen 40 und 100 %, im Mittel 70 %

Die effektiven Betriebsstunden der Braunkohleblöcke reduzieren sich durch Unterbrechzeiten, insbesondere für Wartungs- und Unterhaltsarbeiten. Wird dafür eine Zeitspanne von durchschnittlich einem Monat pro Jahr angenommen, so errechnen sich für das Jahr 2040 die folgende Struktur der effektiven Jahresbetriebsstunden:

8030 h/a	100%	Einsatzbereitschaft (11 Monate)
5220 h/a	65%	Volllastbetrieb
2330 h/a	29%	Teillastbetrieb 40 %
480 h/a	6%	Teillastbetrieb 70%

Aus diesen Überlegungen folgt, dass bei modernen Braunkohleblöcken auch mittelfristig mit hohen Betriebszeiten gerechnet werden kann. Wegen des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Elektrizitätserzeugung werden die Kraftwerksblöcke jedoch zunehmend im Teillastbetrieb gefahren, womit sich der effektive Kraft-

werkseinsatz sowie die jährlichen CO₂-Emissionen bis zum endgültigen Betriebsende schrittweise verringern.

Werden die jeweiligen Betriebsstunden mit ihren zugehörigen Teillasten gewichtet, so errechnen sich für das Jahr 2040 rund 6490 Braunkohle-Jahresvolllaststunden. Für den Zeitraum bis 2040 kann ein stetiger Rückgang der Jahresvolllaststunden unterstellt werden, wobei dieser Rückgang erst ab dem Jahr 2022 beginnt – dem endgültigen Ende der Kernenergienutzung in Deutschland. Tabelle 2 präsentiert weitere Aussagen zu diesem Komplex.

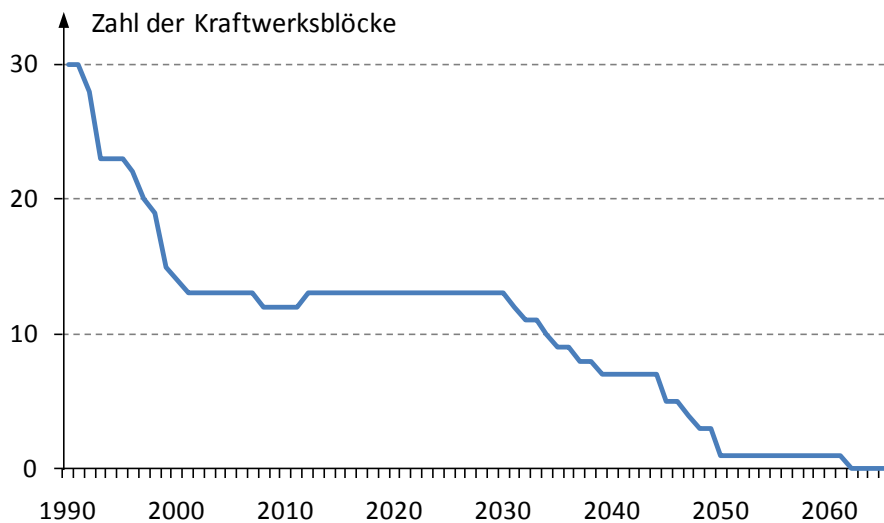
Tabelle 2: Volllaststunden der Kraftwerke in der Lausitz

Zeitraum von ... bis	Anteil Volllast %	Volllaststunden h/a
2012 - 2015	90%	7595
2016 - 2020	90%	7595
2021 - 2025	85%	7374
2026 - 2030	80%	7154
2031 - 2035	75%	6933
2036 - 2040	70%	6713
2041 - 2045	65%	6492
2046 - 2050	60%	6272

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis vorstehender Annahmen

Schließlich braucht es eine Annahme über die erwarteten endgültigen Stilllegungsjahre der Braunkohleblöcke. Nach Abschluss des Kraftwerke-Erneuerungsprogramms ist der entsprechende Kraftwerkspark heute in den neuen Bundesländern vergleichsweise modern. Unterstellt man Laufzeiten von durchschnittlich 55 Betriebsjahren, kommt es in den neuen Bundesländern erst wieder in den 2030er Jahren zur Stilllegung von Braunkohleblöcken. Abbildung 5 verdeutlicht dies.

Der letzte Braunkohleblock (Boxberg Block R) wird voraussichtlich erst im Jahr 2062 vom Netz genommen, womit die Braunkohleverstromung in den neuen Bundesländern dann beendet wäre, sofern es bis dahin keine Investitionen in neue Kraftwerksblöcke und Tagebaue geben wird.



Quelle: Eigene Berechnungen

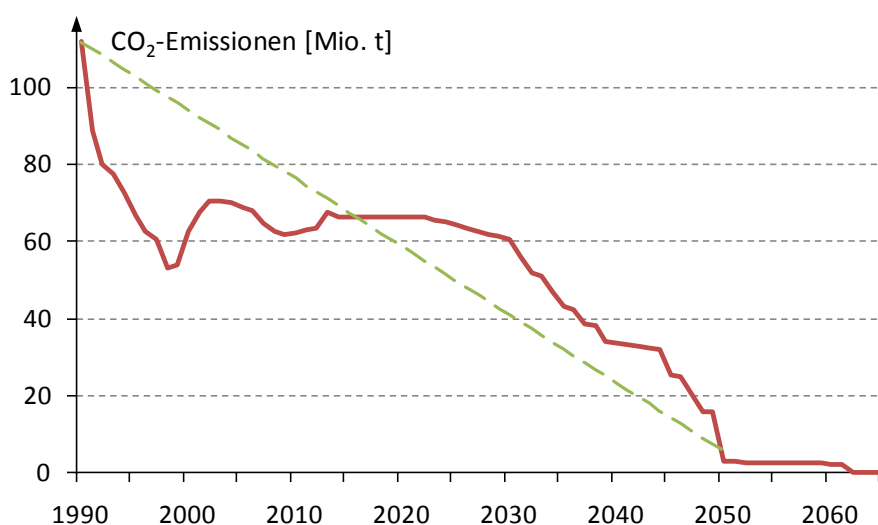
Abbildung 5: Zahl der Kraftwerksblöcke des Vattenfall-Konzerns

Zu 3) Entwicklung der CO₂-Emissionen von Braunkohlekraftwerken in den neuen Bundesländern

Ist unter diesen Annahmen und Überlegungen durch die Braunkohleverstromung in den neuen Bundesländern das Ziel der Bundesregierung gefährdet, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2050 um mindestens 80 Prozent gegenüber dem Wert von 1990 zu reduzieren? Diese Frage kann an Hand von Abbildung 6 gutachterlich beantwortet werden.

Die Abbildung zeigt die Entwicklung der CO₂-Emissionen, die mit der absehbaren Braunkohleverstromung in den neuen Bundesländern verbunden ist. In den Jahren unmittelbar nach der Wende erfolgte ein erster kräftiger Emissionsrückgang. Derzeit befinden wir uns in einer Plateau-Phase mit nur leicht sinkenden Emissionen als Folge perspektivisch sinkender Volllaststunden. Ab 2030 wird es dann wieder zu einem beschleunigten Absinken der CO₂-Emissionen kommen.

Bis zur endgültigen Stilllegung von Braunkohleblöcken müssen Wirtschaft und Bevölkerung in den Braunkohlerevieren neue Wertschöpfungspotentiale und Arbeitsplätze aufbauen, um den Übergang in das Zeitalter nach der Braunkohleverstromung sozialverträglich zu bewältigen.



Quelle: Eigene Berechnungen wie erläutert

Abbildung 6: CO₂-Emissionen der Braunkohlekraftwerke des Vattenfall-Konzerns

Abbildung 6 zeigt außerdem eine gestrichelte Trendlinie. Sie entspricht einem Rückgang der CO₂-Emissionen um 95 Prozent gegenüber dem Ausgangsjahr 1990. Das ehrgeizige Treibhausgasziel für 2050 von mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 wird im Bereich der ostdeutschen Braunkohlekraftwerke erreicht und sogar übertroffen, und zwar selbst dann, wenn die CO₂-Preise niedrig bleiben und der Braunkohle keine weiteren Lasten aufgebürdet werden.

Allerdings ist der Reduktionspfad nichtlinear. Vorübergehend, nämlich zwischen 2020 und 2040, dürften die CO₂-Emissionen oberhalb des linearen Trends liegen. Dies ist letzten Endes bedingt ist durch das derzeit geringe Alter der vorhandenen Braunkohleblöcke.

Temporäre Abweichungen von einem linearen Zielpfad müssen als kompatibel mit dem Energiekonzept 2010 der Bundesregierung angesehen werden. Dort heißt es nämlich zur Einordnung der quantitativen Ziele für den Zeitraum bis 2050 (Seite 4):

„Damit soll nicht eine Punktlandung angestrebt werden. Das wäre mit den erwartbaren vielfältigen wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen nicht zu vereinbaren. Vielmehr gibt der Entwicklungspfad allgemein und in den verschiedenen Sektoren Auskunft darüber, ob im Verlauf der tatsächlichen Entwicklung die Ziele erreicht werden“.

Ansichts der Tatsache, dass die Braunkohleverstromung in den neuen Bundesländern kein Hemmnis für das Erreichen der langfristigen CO₂-Reduktionsziele ist, gibt es aus gutachterlicher Sicht keinen erkennbaren Grund für neue politische Interventionen zulasten der Betreiber von Braunkohlekraftwerken und ihren

Mitarbeitern, Zulieferern und der Standortgemeinden. Allein die Tatsache, dass in den kommenden Jahren ein vorübergehend unterproportionaler Emissionsrückgang zu erwarten ist, kann keine ausreichende Begründung dafür sein, einer vom Strukturwandel gezeichneten Region eine heute noch wesentliche ökonomische Grundlage zu entziehen.

Potsdam, den 28. Mai 2015

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Erdmann', with a stylized, flowing script.

Prof. Dr. Georg Erdmann