

10 Thesen zur Zukunft der Kohle bis 2040

Kommentar zur Umweltpolitik

Juni 2015

Nr. 14

Der SRU berät die Bundesregierung seit 1972 in Fragen der Umweltpolitik. Die Zusammensetzung des Rates aus sieben Professorinnen und Professoren verschiedener Fachdisziplinen gewährleistet eine wissenschaftlich unabhängige und umfassende Begutachtung, sowohl aus naturwissenschaftlich-technischer als auch aus ökonomischer, rechtlicher und politikwissenschaftlicher Perspektive.

Der Rat besteht derzeit aus folgenden Mitgliedern:

Prof. Dr. Martin Faulstich (Vorsitzender), Technische Universität Clausthal

Prof. Dr. Karin Holm-Müller (stellv. Vorsitzende), Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Prof. Dr. Harald Bradke, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Prof. Dr. Christian Calliess, Freie Universität Berlin

Prof. Dr. Heidi Foth, Universität Halle-Wittenberg

Prof. Dr. Manfred Niekisch, Goethe Universität Frankfurt, Zoologischer Garten Frankfurt

Prof. Dr. Miranda Schreurs, Freie Universität Berlin

Sachverständigenrat für Umweltfragen

Luisenstraße 46

10117 Berlin

Telefon: 030 / 26 36 96-0

Internet: www.umweltrat.de

E-Mail: info@umweltrat.de

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	1
1 Globale Perspektive des Klimaschutzes: Um das Zwei-Grad-Ziel zu erreichen, darf der größte Teil der fossilen Reserven nicht verbrannt werden.....	2
2 Europäische Perspektive: Ambitionierte langfristige Klimaschutzziele, aber unzureichender Rahmen bis 2030.	4
3 Nationale Perspektive: Das Zielsystem der Bundesregierung zur Energiewende bis 2050 ist eine tragfähige und verbindliche Grundlage für die Debatte.....	7
4 Der steigende Anteil erneuerbarer Energien erfordert einen Funktionswandel der konventionellen Kraftwerke von der Grundlast zur Residuallast.	8
5 Ein „gleichzeitiger“ Ausstieg aus Kohle und Atomenergie wird nicht gefordert und wäre auch nicht sinnvoll.	10
6 Die langfristig positiven Effekte des Abbaus von Überkapazitäten überwiegen die kurzfristigen Wirkungen auf den Strompreis.	12
7 Die klimapolitische Wirksamkeit nationaler Maßnahmen erhöht sich mit der Reform des europäischen Emissionshandels.	14
8 Der Klimaschutzbeitrag ist wegweisend, reicht aber noch nicht aus.	18
9 Der notwendige Strukturwandel in den Kohleregionen kann durch flankierende Maßnahmen und einen hinreichend langfristigen Planungshorizont sozialverträglich bewältigt werden.	21
10 Ein nationaler Konsens zur Zukunft der Kohle schafft Planungs- und Investitionssicherheit, stärkt die Glaubwürdigkeit der Energiewende und hat eine wichtige internationale Signalwirkung.	23
Literaturverzeichnis	26

Einleitung

1. In diesem Jahr werden auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene wichtige energie- und klimapolitische Entscheidungen gefällt. Diese Entscheidungen sollten nach Ansicht des SRU auch im Hinblick auf die Langfristziele der Energiewende getroffen werden. Mit diesem Thesenpapier möchte der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) die Bundesregierung ermutigen, noch in dieser Legislaturperiode einen Konsensfindungsprozess zur Zukunft der Kohle zu beginnen.

2. Am 8. Juni 2015 hat der G7-Gipfel der großen Industrieländer unter maßgeblichem Einfluss der Bundesregierung vereinbart, eine „Dekarbonisierung der Weltwirtschaft im Laufe dieses Jahrhunderts“ anzustreben und dabei bis 2050 eine Treibhausgasreduktion „am oberen Ende der jüngsten Empfehlungen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) von 40 bis 70 %“ zu erreichen. Die nationalen Klimaschutzziele und die Ausbauziele für die erneuerbaren Energien gehen noch deutlich darüber hinaus. Wer diese ernst nimmt, muss auch eindeutige Aussagen über die langfristige Entwicklung der Kohleverstromung treffen. Nur so ist Richtungssicherheit und Vertrauen in die Energiewende für Unternehmen und Gesellschaft sowie die Glaubwürdigkeit auf internationaler Ebene zu gewährleisten. Die Bundesregierung vermeidet in dieser Hinsicht bislang jedoch eine klare Positionierung.

3. Die wichtigsten Entscheidungen im Jahr 2015 sind:

- Die Bundesregierung hat durch die Erarbeitung des Klimaprogramms eine Klimaschutzlücke identifiziert. Diese liegt in der Größenordnung von 90 Mio. t CO₂, um das sogenannte 40-Prozent-Ziel erreichen zu können. Davon sollen 22 Mio. t CO₂ nach dem von der Bundesregierung beschlossenen Klimaprogramm durch den Stromerzeugungssektor erzielt werden. Das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) hat im März 2015 einen wegweisenden Vorschlag unterbreitet, der diese Entscheidung umsetzt.
- Mit der Erarbeitung des Klimaschutzplans 2050 soll ein Entwicklungspfad formuliert werden, der die Ziele der Energiewendebeschlüsse von 2010 fortschreibt und weiter konkretisiert.
- Die Bundesregierung wird Entscheidungen zu einem Strommarktdesign treffen, das Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und die Anpassung des Gesamtsystems an wachsende Anteile fluktuierender erneuerbarer Energieträger sicher stellen soll.
- Auf der europäischen Ebene wird der Emissionshandel reformiert und werden Umsetzungsmaßnahmen für die Klima- und Energieziele für 2030 beraten, die im Oktober 2014 vom europäischen Rat beschlossen wurden.
- Ende 2015 werden die neuen Regeln eines Weltklimaabkommens in Paris entschieden. Schon jetzt ist absehbar, dass der Erfolg eines anspruchsvollen Regelsystems auch vom

Verhandlungsgeschick und der Glaubwürdigkeit der treibenden Kräfte, zu denen Deutschland zählt, abhängt.

Diese Prozesse und Entscheidungen setzen auch ökonomische Rahmenbedingungen für die Zukunft der Kohleverstromung. Dennoch hält die Bundesregierung die insoweit notwendigen Grundsatzentscheidungen noch offen. So ist dazu in der Koalitionsvereinbarung zu lesen: „Die konventionellen Kraftwerke (Braunkohle, Steinkohle, Gas) als Teil des nationalen Energiemix sind auf absehbare Zeit unverzichtbar“ (CDU et al. 2013, S. 56).

4. Dringend klärungsbedürftig ist, welche konventionellen Kraftwerke bis wann unverzichtbar erscheinen und mit welchem Zeithorizont der Abbau der Kohleverstromung erforderlich ist, um die Ziele der Energiewende erreichen zu können. Diese Entscheidung ist auch notwendig, um der Branche und deren Arbeitnehmern sowie den betroffenen Regionen eine zeitliche Perspektive zur Planung der notwendigen strukturellen Veränderungen zu bieten. Der gesellschaftliche Dissens um Rolle und Zukunft der Atomkraft hat bis zum Ausstiegskonsens die nationale Energiepolitik über Jahrzehnte gelähmt. Aus diesen Erfahrungen heraus sollte die Bundesregierung nun die Diskussion zur Zukunft der Kohle aktiver gestalten und einem sozial- und wirtschaftsverträglichen Konsens zuführen, der das langfristige Ziel der Klimaneutralität der Stromversorgung im Auge behält. Der SRU hat 2011 und 2013 in seinen beiden Gutachten „Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung“ und „Den Strommarkt der Zukunft gestalten“ deutlich gemacht, dass die nationale Klima- und Energiepolitik der Kohlefrage nicht ausweichen darf: „Eine integrierte Energiepolitik sollte das Auslaufen konventioneller Kapazitäten mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien synchronisieren“ (SRU 2011, Tz. *11; auch: SRU 2013, Tz. 57 und 73 f.).

5. In den folgenden 10 Thesen zur Zukunft der Kohle bis 2040 entwickelt der SRU ein Plädoyer für nationale Maßnahmen, die über den europäischen Emissionshandel hinausgehen. Er wirbt für einen nationalen Kohlekonsens.

1 Globale Perspektive des Klimaschutzes: Um das Zwei-Grad-Ziel zu erreichen, darf der größte Teil der fossilen Reserven nicht verbrannt werden.

6. Wird das Zwei-Grad-Ziel ernsthaft verfolgt, ist unzweifelhaft, dass der Großteil der globalen Kohlereserven und -ressourcen in der Erde verbleiben muss. Aufgabe der Politik ist es daher, der Knappheit des verbleibenden Budgets an Treibhausgasemissionen durch entsprechende politische Rahmenbedingungen Geltung zu verschaffen.

Hintergrund

7. Das Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf maximal 2° Celsius über vorindustriellem Niveau zu begrenzen, ist nach wie vor erreichbar und lässt sich wissenschaftlich gut begründen (EDENHOFER et al. 2015). Die Hoffnung, Klimaschutz und

die geologische Verknappung fossiler Energieträger gingen Hand in Hand, ist dabei leider trügerisch.

In der Diskussion wird zwischen fossilen Reserven und fossilen Ressourcen unterschieden. Reserven sind der relativ kleine Teil der Vorräte, der unter den heutigen technischen Bedingungen wirtschaftlich erschlossen werden kann. Ressourcen sind die nachgewiesenen und vermuteten Vorräte, die derzeit technisch oder wirtschaftlich noch nicht erschließbar sind.

Um das Zwei-Grad-Ziel mit einer Zweidrittel-Wahrscheinlichkeit zu erreichen, darf ein erheblicher Teil der vorhandenen Kohlereserven nicht zur Energieerzeugung genutzt werden. Die vollständige Verbrennung der Reserven würde bereits ein deutliches Überschreiten des mit dem Zwei-Grad-Ziel zu vereinbarenden Restbudgets an CO₂-Emissionen – nahezu um den Faktor 2 – bedeuten. Die Herausforderung besteht also darin, einen Großteil der fossilen Reserven in ihren Lagerstätten zu belassen, selbst wenn dies einen Verzicht auf eine günstige Energiequelle bedeutet.

8. Gemäß dem jüngsten IPCC-Bericht dürfen zur Erreichung des Zwei-Grad-Ziels die kumulierten Emissionen die Menge von 1.000 Gigatonnen Kohlenstoff nicht übersteigen. Unter Berücksichtigung weiterer Treibhausgase – neben CO₂ etwa Methan und Lachgas – sinkt dieser Wert sogar auf 790 Gigatonnen Kohlenstoff (IPCC 2013, S. 25). Bis zum Jahr 2011 wurden bereits 515 Gigatonnen Kohlenstoff emittiert, womit das globale Kohlenstoffbudget schon zu fast zwei Dritteln ausgeschöpft ist. Das verbleibende, mit dem Zwei-Grad-Ziel kompatible Kohlenstoffbudget betrug im Jahr 2011, bei Berücksichtigung weiterer Treibhausgase, mithin noch 275 Gigatonnen Kohlenstoff. Dem stehen globale Kohlereserven mit einem Energiegehalt von über 20.000 Exajoule gegenüber (ANDRULEIT et al. 2014); diese entsprechen einer Menge von etwa 500 Gigatonnen Kohlenstoff. Wird ein kostenoptimierter Extraktionspfad für alle fossilen Energieträger zugrunde gelegt, dürfen gemäß einer aktuellen Studie (McGLADE und EKINS 2015) mindestens 80 % der globalen Kohlereserven (sowie ca. die Hälfte der globalen Gasreserven und ein Drittel der globalen Ölreserven) nicht genutzt werden. Diese Restriktion gilt trotz Annahme eines höheren verbleibenden Emissionsbudgets, das die Einhaltung des Zwei-Grad-Ziels lediglich mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % gewährleistet.

9. Der Befund eines massiven Überangebots gilt noch viel mehr bei Berücksichtigung der deutlich größeren Kohleressourcen. Der in den Kohle- und sonstigen fossilen Ressourcen gebundene Kohlenstoff übersteigt das Emissionsbudget nochmals um ein Vielfaches. Die Diskrepanz zwischen umfangreichen fossilen Kohlenstoffreserven und -ressourcen einerseits und begrenztem Emissionsbudget andererseits ist weitestgehend unumstritten, trotz Detailunterschieden zwischen verschiedenen Analysen (z. B. WBGU 2011, Kap. 4; IEA 2012, Kap. 8; MEINSHAUSEN et al. 2009).

2 Europäische Perspektive: Ambitionierte langfristige Klimaschutzziele, aber unzureichender Rahmen bis 2030.

10. Die Europäische Union strebt eine Energiewende an, die langfristig ähnliche Ziele wie Deutschland verfolgt. Die Beschlüsse des Europäischen Rates vom Oktober 2014 (40 % Treibhausgasreduktion, jeweils 27 %-Ziele für erneuerbare Energien sowie für Energieeffizienz bis 2030) bedeuten jedoch eine Verlangsamung der europäischen Energiewende. Sie fallen hinter die Forderungen der ambitionierteren EU-Staaten zurück und werden höchstwahrscheinlich zu einem Auseinanderdriften der nationalen Politiken beitragen.

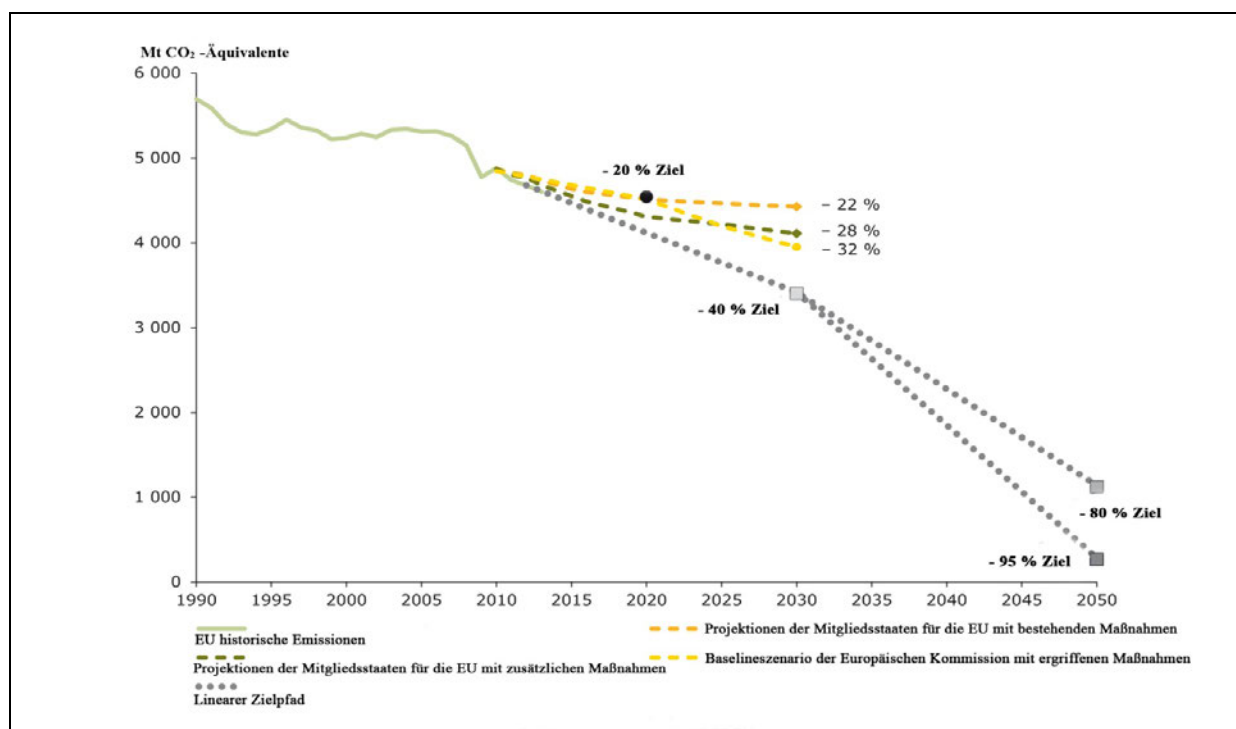
Hintergrund

11. Die Europäische Union hat durch die Ratsbeschlüsse von 2008 und 2009 eine Transformation der Energieerzeugungsstrukturen in den Mitgliedstaaten eingeleitet. Übergreifendes Langfristziel ist eine „emissionsarme Wirtschaft“ mit einer Reduktion der Treibhausgase um 80 bis 95 % bis 2050. Nach überwiegender Meinung bedeutet eine „emissionsarme Wirtschaft“ Klimaneutralität in der Stromversorgung, da die relativen Reduktionspotenziale in anderen Sektoren geringer und nur mit höheren Kosten zu heben sind (vgl. SRU 2011, Tz. 89). Kohle könnte unter Klimagesichtspunkten nach 2050 nur mit Abscheidung und Speicherung von CO₂ (Carbon Capture and Storage, CCS) und aufgrund der begrenzten Speicherkapazitäten nur vorübergehend genutzt werden, und dies auch nur dann, wenn die eingesetzte Technologie dauerhaft Treibhausgasemissionen ausschließt. Zurzeit ist nicht absehbar, ob die CCS-Technologie in Europa eine Entwicklungschance hat. Trotz erheblicher Förderungsangebote für CCS auf EU-Ebene sowie in einigen Mitgliedstaaten sind die allermeisten Demonstrationsprojekte ausgesetzt (OEI et al. 2014a), aktuell wird nur das Projekt „White Rose“ in Großbritannien von der EU gefördert.

Mit den Beschlüssen des europäischen Rates von 2008 und 2014 hat sich die Europäische Union allerdings mittelfristige Ziele für 2020 und 2030 gesetzt, durch die das Langfristziel nur mit sehr großen Anstrengungen nach 2030 noch erreicht werden kann. Wie die Europäische Umweltagentur zeigt, muss der Reduktionspfad ab 2030 deutlich steiler werden (Abb. 1). Die Beschlüsse vom Oktober 2014 (mindestens 40 % Treibhausgasreduktion, jeweils mindestens 27 %-Ziele für erneuerbare Energien sowie für Energieeffizienz bis 2030) führen erwartbar insgesamt zu einer Verlangsamung beim Umbau des Energiesektors, sie fallen hinter die Forderungen der ambitionierteren EU-Länder zurück und können zu einem Auseinanderdriften der nationalen Politiken führen.

Abbildung 1

Entwicklung der Treibhausgasemissionen und Projektionen unter Berücksichtigung der europäischen Zielsetzungen



Quelle: EEA 2014, S. 61

12. Von besonderer Bedeutung für die nationale Kohledebatte sind drei Governance-Elemente der aktuellen nationalen europäischen Klima- und Energiepolitik (FISCHER 2014):

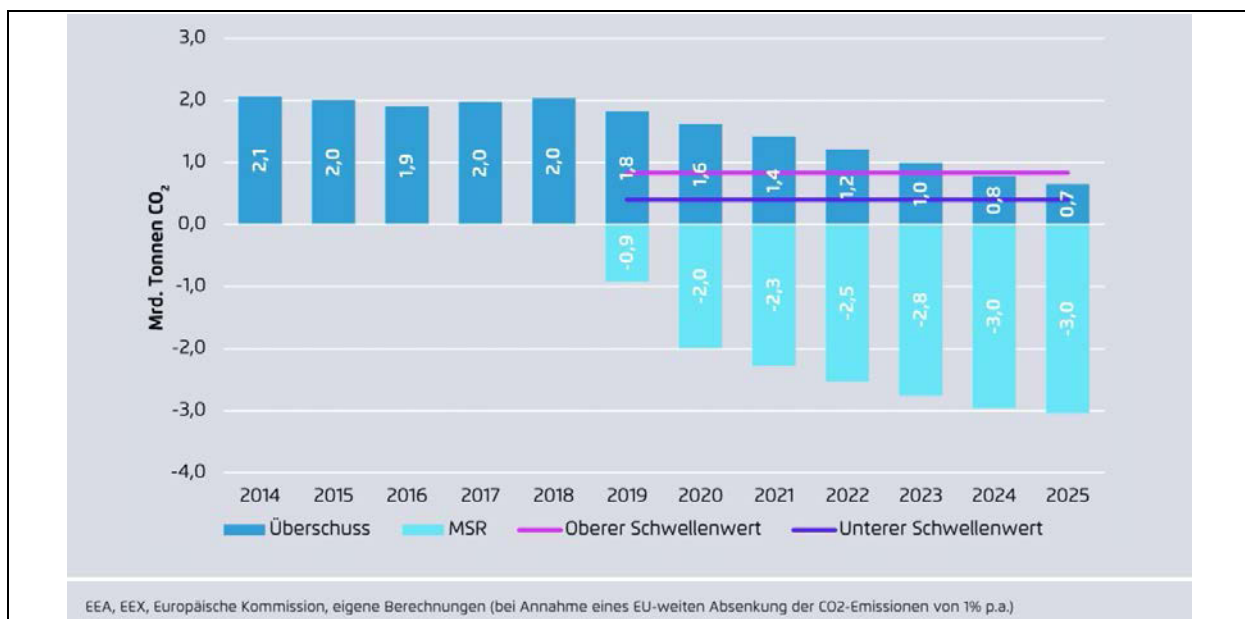
- Es findet eine Bedeutungsverschiebung von der „Gemeinschaftsmethode“ zu einem „intergouvernementalen“ Entscheidungssystem statt: der Europäische Rat beabsichtigt wichtige strategische Orientierungsentscheidungen insbesondere im Hinblick auf den Emissionshandel und die Energieeffizienz nach dem Konsensprinzip zu treffen. Das verleiht den zurückhaltenden Ländern ein besonderes Gewicht. Es gibt Befürchtungen, dass damit die sogenannte Gemeinschaftsmethode, die eine Mitbestimmung des europäischen Parlamentes beinhaltet und der qualifizierten Mehrheit in den Fachministerräten bedarf, geschwächt wird (MEYER-OHLENDORF 2015). Eine von der Wissenschaft und vielen anderen Akteuren geforderte umfassende Reform des europäischen Emissionshandels als effizienteste Option des europäischen Klimaschutzes wird schwieriger, wenn die Rolle von Vetoplayern gestärkt wird (zur Rolle von Vetoplayern allgemein: TSEBELIS 2002).
- Die europäischen Ziele und Instrumente sind so schwach, dass auseinanderdriftende nationale Ausgestaltungen wahrscheinlich werden (HEY 2014). Die Formulierung des Ratsbeschlusses, dass diese Ziele „mindestens“ erreicht werden müssen, deutet auf die Erwartung zusätzlicher Minderungsbeiträge einzelner Mitgliedstaaten hin. Neue zielführende europäische Mechanismen müssen erst entwickelt werden, um das 27%-

Ziel für erneuerbare Energien noch erreichen zu können (HELD et al. 2014). Das Energieeffizienzziel ist rechtlich unverbindlich.

- Die Schwäche der europäischen Vorgaben hat auch Auswirkungen auf die Sektoren, die dem Emissionshandel unterliegen. Im Emissionshandelssystem sind Sonderregelungen für den Energiesektor vor allem der osteuropäischen Staaten erweitert worden. Bis weit in die 2020er-Jahre hinein wird es wegen der absehbaren Überschüsse keine für den Umbau der Energieversorgung ausreichenden Preissignale geben (vgl. Abb. 2 zur absehbaren Überschussentwicklung). Die im Mai 2015 beschlossene Einführung einer Marktstabilitätsreserve im Rahmen der Reform des europäischen Emissionshandels lässt zumindest einen deutlichen Abbau der Überschüsse im Laufe der ersten Hälfte der 2020er-Jahre erwarten (Agora Energiewende 2015b, S. 32; vgl. Abb. 2; vgl. These 7).

Abbildung 2

Überschussentwicklung in Folge der aktuellen Vereinbarung zur Einführung der Marktstabilitätsreserve (Mai 2015)



Quelle: Agora Energiewende 2015b, S. 32

13. Bereits jetzt sind eine Schwächung der europäischen Politiken und ein Bedeutungsgewinn nationaler Politiken für den Klimaschutz erkennbar. So hat Großbritannien bereits 2013 einen Mindestpreis für CO₂-Emissionen und Emissionsgrenzwerte für neue Kohlekraftwerke eingeführt (SRU 2013, Tz. 75). Strategisch steht die europäische Politik damit vor der Entscheidung: Entweder folgt sie dem ökonomischen Idealmodell des „einen CO₂-Preises“, der eine effiziente Emissionsreduktion über alle Sektoren und Länder gewährleistet (SINN 2008), oder sie folgt einem pragmatischen Ansatz, der europaweite Maßnahmen durch weitergehende Schritte auf der nationalen Ebene ergänzt. Der SRU hat sich wiederholt für weitergehende Schritte

ausgesprochen, wenn das Preissignal des europäischen Emissionshandels schwach bleibt (SRU 2011, Tz. 444 f.; 2013, Tz. 75).

3 Nationale Perspektive: Das Zielsystem der Bundesregierung zur Energiewende bis 2050 ist eine tragfähige und verbindliche Grundlage für die Debatte.

14. Die Energiewende in Deutschland enthält klare Etappenziele für den Klimaschutz, den Ausbau der erneuerbaren Energien, die Energieeffizienz und den Atomausstieg. Diese Ziele sind allgemein akzeptiert und damit eine über Wahlperioden hinausreichende robuste Richtschnur für die Politik. Zum Erreichen des Zwei-Grad-Zieles ist darauf zu achten, dass auch das ehrgeizigere Klimaziel einer Reduktion von 95 % (statt lediglich 80%) erreichbar bleibt. Das Klimaprogramm für 2020 ist insoweit ein Durchbruch, als es weiterreichende nationale Maßnahmen im Emissionshandelsbereich vorsieht.

Hintergrund

15. Im Einklang mit den Langfristzielen der Europäischen Union hat Deutschland sich Klimaschutzziele, Ausbauziele für die erneuerbaren Energien und Energieeffizienzziele bis 2050 gesetzt. Für 2050 streben Bundesregierung und EU eine Reduktion der Treibhausgasemissionen von 80 bis 95 % gegenüber 1990 an. Wichtig ist dabei, immer auch das anspruchsvollere Ziel von 95 % im Blick zu behalten, weil möglicherweise nur diese Minderung das Erreichen des internationalen Zwei-Grad-Zieles sichert (SRU 2011, Kap. 2). Hierbei ist auch die internationale Verantwortung der Industrieländer von besonderer Bedeutung: Mittlerweile wird wissenschaftlich ein globales Nullemissionsziel für fossile Energieträger bis 2070 gefordert (WBGU 2014, S. 117 ff.).

Nach Berechnungen der Europäischen Kommission (2011) und verschiedener wissenschaftlicher Institute (MATTHES 2012; JONES 2010; SRU 2011; Öko-Institut und Fraunhofer ISI 2014) kann selbst ein 80 %-Ziel nur erreicht werden, wenn der Stromsektor seine Potenziale zur vollständigen Dekarbonisierung ausschöpft. In anderen Sektoren sind die relativen Potenziale für die Treibhausgasvermeidung geringer und schwerer erreichbar. Eine mittelfristige Beendigung der Kohleverstromung ist die unabwiesbare Voraussetzung dafür, dass Deutschland und die EU ihre Ziele für 2050 erreichen können.

16. Die Bundesregierung hat zum Teil Etappenziele für 2020, 2030 und 2040 formuliert. Diese Etappenziele sind teilweise ehrgeiziger als die europäischen, vor allem das Treibhausgasreduktionsziel für 2020 und 2030. Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 kündigt die Bundesregierung nationale Maßnahmen an, die über die Vorgaben des Emissionshandels hinausgehen. Erste Vorschläge aus dem Bundeswirtschaftsministerium liegen vor (vgl. These 8). Damit hat Deutschland die richtige Grundsatzentscheidung getroffen, der Schwäche der europäischen Klimapolitik zu begegnen. Zudem besteht die

Chance, durch zusätzliche nationale Maßnahmen Impulse für anspruchsvollere europäische Zielvorgaben und Reduktionspflichten zu setzen und nationale Instrumente zu erproben.

4 Der steigende Anteil erneuerbarer Energien erfordert einen Funktionswandel der konventionellen Kraftwerke von der Grundlast zur Residuallast.

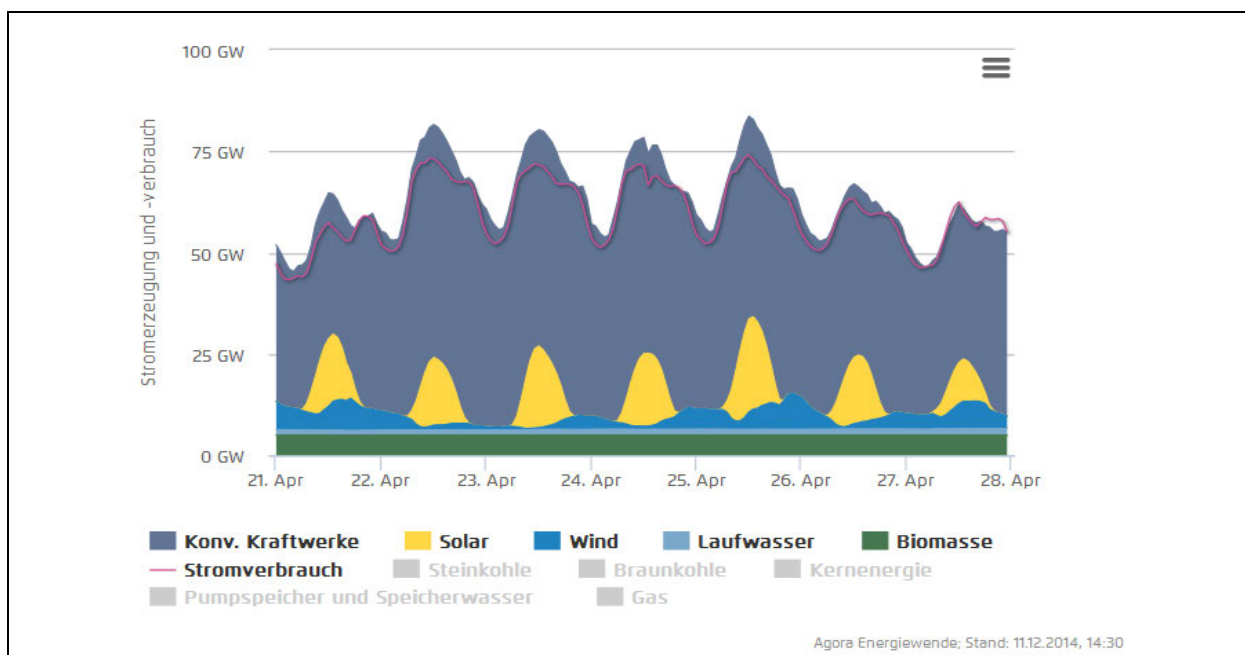
17. Die zentrale Herausforderung der Zukunft ist die Flexibilität: Das Stromsystem muss darauf ausgerichtet werden, große Mengen fluktuierender Erzeugung zu integrieren. Es werden sich Zeiten mit einem großen und Zeiten mit einem geringen Stromangebot aus erneuerbaren Energien abwechseln. In diesem System ist auf Dauer kein Bedarf für Grundlastkraftwerke, also Kraftwerke, die aus technischen oder ökonomischen Gründen im Vollbetrieb gefahren werden sollten. Im Übergang werden flexible Gaskraftwerke von großer Bedeutung sein.

Hintergrund

18. Wind und Photovoltaik als dargebotsabhängige Energien machen zusammen bislang noch einen moderaten Anteil von knapp 16 % der Stromerzeugung in Deutschland aus, regelbare erneuerbare Quellen (Biomasse und Wasserkraft) rund 12 % (BMW 2015c). Dennoch ist die schwankende Einspeisung von erneuerbarem Strom in Abhängigkeit von Wetter, Jahres- und Tageszeit schon heute im Gesamtsystem deutlich sichtbar, wie das Beispiel einer Woche im April 2014 zeigt (s. Abb. 3).

Abbildung 3

Schwankungen der Einspeisung von Strom aus Wind und Photovoltaik in Deutschland im April 2014

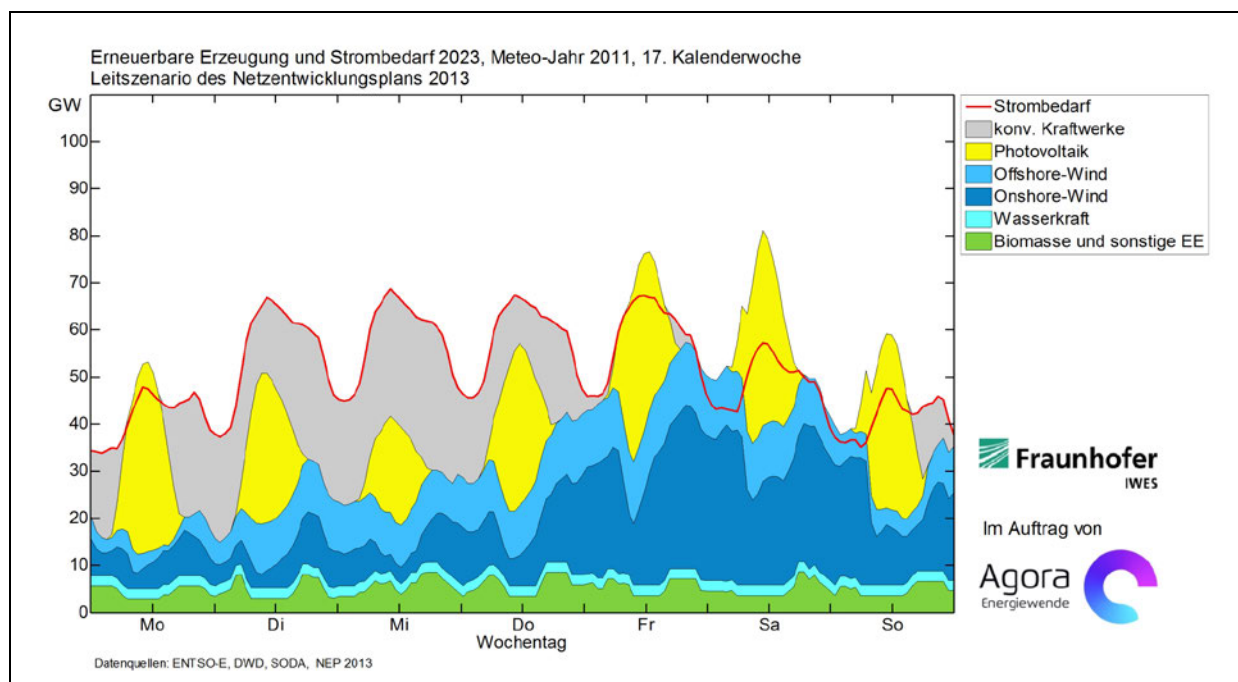


Quelle: Agora Energiewende 2015a

19. In Zukunft werden Wind und Photovoltaik weiter stark ausgebaut werden, weil sie vergleichsweise kostengünstig sind und es weiterhin große Potenziale gibt (vgl. SRU 2011). Biomasse und Wasserkraft haben nur noch relativ geringe nachhaltige Ausbaupotenziale. Simulationen zeigen, dass durch den höheren Anteil dargebotsabhängiger erneuerbarer Energien die Schwankungsbreite schon in der kommenden Dekade massiv zunehmen wird. Dies illustriert die Modellierung einer sonnigen Aprilwoche im Jahr 2023 (s. Abb. 4). Entsprechend den Annahmen des Netzentwicklungsplans 2013 (Leitszenario B 2023) wird dabei davon ausgegangen, dass sich die installierte Leistung von Erneuerbare-Energien-Anlagen gegenüber 2011 etwas mehr als verdoppelt. (50Hertz Transmission et al. 2013b).

Abbildung 4

Mögliche Schwankungen der Einspeisung von Strom aus Wind und Photovoltaik in Deutschland im April 2023 (modelliert)



Quelle: Fraunhofer IWES 2013, S. 53

20. Die zentrale Herausforderung der Zukunft ist daher die Flexibilität: Das Stromsystem muss darauf ausgerichtet werden, große Mengen fluktuierender Erzeugung zu integrieren. Es werden sich Zeiten mit einem großen und Zeiten mit einem geringen Stromangebot aus erneuerbaren Energien abwechseln.

In diesem System ist auf Dauer kein Platz für Grundlastkraftwerke, also Atom- und Kohlekraftwerke, die aus technischen oder ökonomischen Gründen im Vollastbetrieb laufen sollten (SRU 2011, Tz. 234 ff.). Wind und Photovoltaik werden zuerst eingesetzt – nicht nur weil das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) einen Einspeisevorrang festlegt, sondern weil es auch ökonomisch ineffizient wäre, Anlagen ohne Brennstoffkosten abzuregeln und stattdessen fossile Brennstoffe zu verfeuern. Statt der Grundlast wird daher die Residuallast

maßgeblich: also die verbleibende Last nach Einspeisung erneuerbarer Energien, die von konventionellen Kraftwerken und Speichern gedeckt werden muss.

In naher Zukunft werden ausschließlich flexible Spitzenlastkraftwerke benötigt, die zur Deckung einer stark schwankenden Residuallast beitragen können. Bei Neuanlagen wird der Markt mittelfristig den erforderlichen Strukturwandel von Grund- zu Spitzenlastkraftwerken selbst herbeiführen: Wenn absehbar ist, dass zukünftig konventionelle Kraftwerke nur wenige Stunden im Jahr laufen, wird nicht mehr in Grundlastkraftwerke investiert werden, die wegen hoher Kapitalintensität eine starke Auslastung erfordern, um wirtschaftlich erfolgreich zu sein. Komplizierter ist es allerdings beim bestehenden Kraftwerkspark. Hier werden vor allem aufgrund der höheren Brennstoffpreise die flexiblen, emissionsärmeren Gaskraftwerke tendenziell zuerst vom Markt gedrängt, erst dann die Stein- und Braunkohlekraftwerke. Verstärkt wird diese Problematik durch die derzeit sehr niedrigen CO₂-Zertifikatspreise im europäischen Emissionshandel, die emissionsintensive Kraftwerke begünstigen. Die Auslastung von Gaskraftwerken lag im Zeitraum Januar bis September 2014 nur noch bei rund 15 % (BURGER 2015). Dies ist nicht nur aus klimapolitischer Sicht problematisch, sondern auch im Hinblick auf den langfristigen Strukturwandel kontraproduktiv. Gaskraftwerke werden erst nach einem Abbau von Überkapazitäten, bei steigenden CO₂-Preisen und zunehmendem Flexibilitätsbedarf wieder rentabel.

5 Ein „gleichzeitiger“ Ausstieg aus Kohle und Atomenergie wird nicht gefordert und wäre auch nicht sinnvoll.

21. Deutschland hat verbindlich beschlossen, bis 2022 aus der Atomenergie auszusteigen. Die Abnahme der Kohleverstromung dagegen ist die implizite Folge der Energiewendebeschlüsse. Das Abschmelzen der Kapazitäten zur Kohleverstromung wird sich jedoch über einen längerfristigen Zeitraum erstrecken, so dass auch nach dem Ausstieg aus der Atomenergie bis vermutlich 2040 Kohle zur Stromerzeugung eingesetzt wird.

Hintergrund

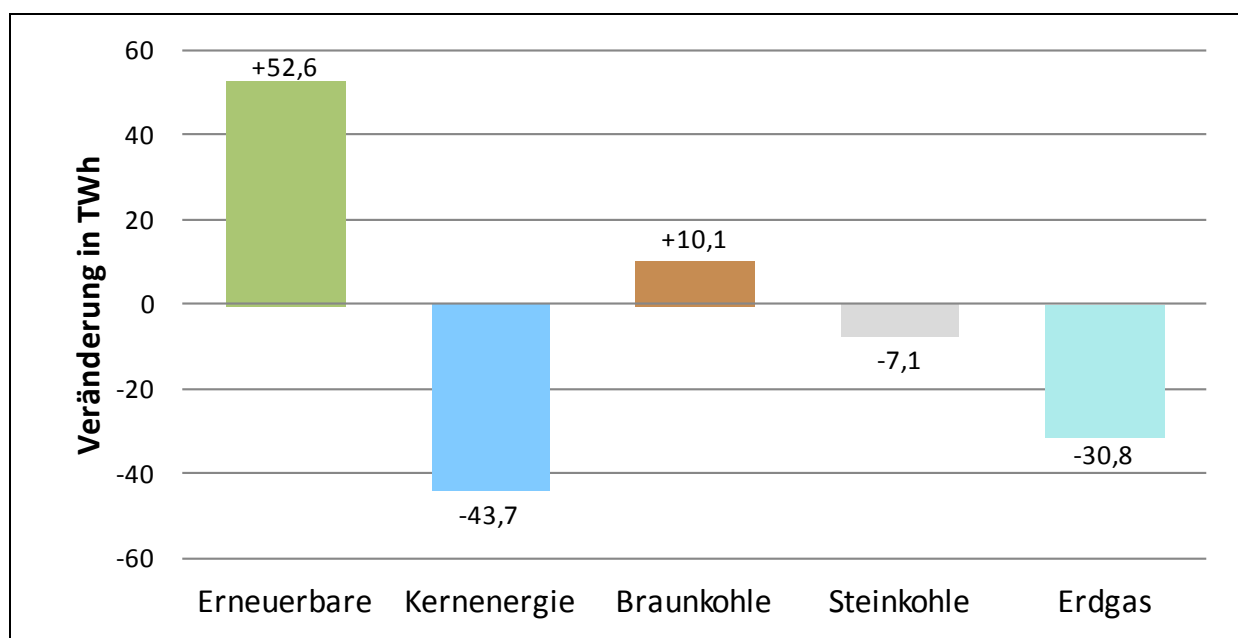
22. Kurzfristig steigt Deutschland zunächst aus der Atomenergie aus: seit 2011 wurden bereits knapp 10 Gigawatt (GW) Kapazität vom Netz genommen, bis 2022 werden weitere Atomkraftwerke mit einer Leistung von etwa 11 GW stillgelegt. Auch das langfristige Abschmelzen der Kapazitäten zur Kohleverstromung ist indirekt bereits jetzt Teil des Regierungsprogramms: Mindestens 80 % des Stroms sollen bis 2050 aus erneuerbaren Energien stammen (BMW i 2014a). Die restliche Strommenge muss dann in flexibel regelbaren Anlagen erzeugt werden und kann daher nicht aus Kohlekraftwerken gewonnen werden (SRU 2011, S. 171–175). Der Einsatz von Kohle wäre darüber hinaus technisch wie ökonomisch ineffizient und liefe zudem den Klimazielen entgegen. Bis spätestens 2040

sollten daher alle Kohlekraftwerke vom Netz gehen, vorzugsweise zunächst solche mit hohen spezifischen Treibhausgasemissionen.

Intensiv diskutiert wird nun, ob es sinnvoll ist, in den kommenden Jahren – also parallel zum Atomausstieg – die Stromerzeugung aus besonders emissionsintensiven Kohlekraftwerken zu reduzieren. Marktgetrieben findet aufgrund der Kostenstruktur der Kraftwerke derzeit ein „Ausstieg“ aus der effizienten Gasverstromung statt, während Braunkohlekraftwerke fast ständig Strom erzeugen. Die Steinkohle büßt in jüngerer Zeit ebenfalls gewisse Marktanteile ein. Es geht also nicht darum, ob Kraftwerke aus dem Markt gedrängt werden, sondern welche (vgl. Abb. 5).

Abbildung 5

Veränderungen in der Stromerzeugung 2010 – 2014



SRU/KzU Nr. 14–2015/Abb. 5; Datenquelle: AGEB 2014

Selbstverständlich ist, dass nur in einem solchen Umfang Kohlekraftwerke vom Markt genommen werden können, dass die Versorgungssicherheit nicht gefährdet ist. In Deutschland und Europa bestehen derzeit erhebliche Überkapazitäten an gesicherter Leistung. Bei einer rein nationalen Betrachtung der Überkapazitäten handelt es sich nach Abschätzung der Übertragungsnetzbetreiber im Zeitraum bis 2017 um 10 GW (50Hertz Transmission et al. 2013a). Nach Berechnungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) könnten Kohlekraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 9 GW vom Netz genommen werden, ohne dass die Versorgungssicherheit beeinträchtigt wäre. Dazu kommen weitere Überkapazitäten in relevanten Nachbarländern und in Italien im Umfang von 60 GW, die die Versorgungssicherheit hierzulande vergrößern (BMW 2014b).

6 Die langfristig positiven Effekte des Abbaus von Überkapazitäten überwiegen die kurzfristigen Wirkungen auf den Strompreis.

23. Mit Blick auf die langfristigen Klimaziele sollte rechtzeitig mit dem planvollen Umbau des Kraftwerksparks begonnen werden. Werden Kohlekraftwerke beschleunigt aus dem Markt genommen, ist damit zunächst ein Anstieg der Strompreise verbunden. Dieser fällt jedoch moderat aus und kompensiert im Wesentlichen den Verfall der Großhandelsstrompreise der vergangenen Jahre. Eine substantielle Schwächung der deutschen Industrie und des Wirtschaftsstandorts Deutschland ist hierdurch nicht zu erwarten. In längerfristiger Perspektive erweist sich der frühzeitige Abbau von Überkapazitäten in der Kohleverstromung voraussichtlich auch als volkswirtschaftlich vorteilhaft: Er unterstützt die Verstetigung und Planbarkeit der notwendigen Transformation des Kraftwerksparks.

Hintergrund

24. Klimaschutz ist ein maßgebliches Argument für die Verminderung und langfristige Beendigung der Kohleverstromung. Dies gilt auch für die kurz- und mittelfristige Stilllegung einer begrenzten Anzahl von – besonders emissionsintensiven – Kohlekraftwerken. Kurzfristig steigen dabei zunächst die Kosten der Stromerzeugung, da Kohlekraftwerke relativ niedrige variable Kosten aufweisen. Werden sie beschleunigt stillgelegt, kommen Kraftwerke mit höheren variablen Kosten häufiger zum Einsatz, mithin wird eine Verminderung der Kohleverstromung auch mit einem Anstieg des Strompreisniveaus einhergehen.

Dennoch ist ein zeitnahe Abbau von Überkapazitäten im fossilen Kraftwerkspark in einer dynamischen, längerfristigen Perspektive auch aus volkswirtschaftlicher Sicht vorteilhaft. Der Abbau von Überkapazitäten im Grundlastbereich in den kommenden Jahren würde helfen, den erforderlichen Umbau des Stromsystems – hin zu einer flexiblen Bereitstellung zur Deckung der Residuallast – zu verstetigen. Die schrittweise Verminderung der Kohleverstromung sollte dabei im Rahmen eines langfristigen Konzeptes zum Aufbau einer regenerativen, klimaneutralen Stromversorgung angestrebt werden. Wenn der Umbau hierdurch vorhersehbar abläuft, wird die Planungssicherheit für den anstehenden Strukturwandel verbessert. Durch eine möglichst zügige Marktbereinigung können die langfristig für die Energiewende dringend erforderlichen – flexiblen und vergleichsweise emissionsarmen – Gaskraftwerke am Markt gehalten werden. Damit können zielgerichtete Maßnahmen zur Minderung der Kohleverstromungskapazitäten sogenannte „Lock-in-Effekte“ mindern und dadurch starke (und eventuell kostspielige) Friktionen bei der Transformation der Stromversorgung vermeiden.

25. Ein Anstieg der Großhandelspreise im Strommarkt wird mittelfristig ohnehin unvermeidbar sein, um die Kostendeckung des Kraftwerksparks zu gewährleisten. Gegenwärtig können viele noch nicht abgeschriebene Kraftwerke ihre Kapitalkosten nicht decken; selbst die Finanzierung des laufenden Betriebs ist insbesondere bei Gaskraftwerken oftmals gefährdet. Das Ausmaß des Strompreisanstiegs infolge einer Stilllegung von Kohlekraftwerkskapazitäten wird von einer Vielzahl von Faktoren determiniert. Hierzu zählen beispielsweise die Ausbaugeschwindigkeit der erneuerbaren Energien, Fortschritte beim Lastmanagement, Verbrauchsreduktionen durch Energieeffizienzmaßnahmen, die Entwicklung des Stromaußenhandels und natürlich der exakte Reduktionspfad der Kohleverstromung.

Zwei aktuelle Studien (REITZ et al. 2014; r2b energy consulting und HWWI 2014) berechnen für den Fall einer Herausnahme von circa 10 GW Kohlekraftwerkskapazitäten einen Anstieg der Großhandelspreise auf etwa 50 Euro je MWh für das Jahr 2015 bzw. 2020. Dies entspräche einem Anstieg von 7 bis 13 Euro je MWh gegenüber dem jeweiligen Referenzszenario (ebd.). Eine derzeit noch unveröffentlichte Modellierung von enervis im Auftrag von Agora Energiewende ermittelt für ein Szenario mit einer Verringerung der Kohleverstromungskapazitäten in einer Größenordnung von knapp 14 GW bis 2020 einen noch geringeren Strompreisanstieg von 4 Euro je MWh (HERRMANN 2015). Da die Studie des DIW (REITZ et al. 2014) mit Simulationsjahr 2015 die Stromaußenhandelswirkungen einer Reduktion heimischer Kohleverstromungskapazitäten vernachlässigt, ist der errechnete Anstieg eher als Obergrenze für den Preiseffekt anzusehen. All diese Studien gehen in ihrer Eingriffstiefe und den vermiedenen nationalen CO₂-Emissionen über den aktuell vorgeschlagenen Klimaschutzbeitrag des Bundeswirtschaftsministeriums hinaus, der einen Anstieg des Großhandelspreises von lediglich etwa 2 Euro je MWh verursachen würde (BMW 2015a; MATTHES et al. 2015; s. a. These 8).

Zu bedenken ist überdies, dass im Gegenzug zu einem Anstieg der Börsenstrompreise die EEG-Umlage sinken würde. Private Haushalte sowie nicht-privilegierte Stromkunden aus Industrie und Gewerbe wären somit effektiv kaum negativ betroffen. Lediglich für die von der EEG-Umlage weitgehend befreiten Industrien entstünden durch den Börsenpreisanstieg nennenswerte zusätzliche Kosten. Selbst wenn der Großhandelspreis auf circa 50 Euro je MWh stiege, würde dies allerdings lediglich den Preisverfall seit 2011 neutralisieren. Grundsätzlich ist die Stromkostenbelastung in Deutschland für jene Industriebranchen, deren Wettbewerbsfähigkeit aufgrund einer hohen Stromintensität potenziell durch steigende Preise gefährdet sein könnte, im internationalen Vergleich moderat (KÜCHLER und WRONSKI 2014; GRAVE und BREITSCHOPF 2014; KÜCHLER 2013). Diesen Branchen werden umfangreiche Entlastungen von Steuern und Abgaben auf den Energieverbrauch gewährt, sodass sich der von ihnen zu zahlende Strompreis vor allem aus den Kosten für Erzeugung, Transport und Vertrieb ergibt. Angesichts des Verfalls der Großhandelsstrompreise der letzten Jahre liegen die auf dieser Basis errechneten effektiven

Strompreise für diese Branchen inzwischen unterhalb des europäischen Durchschnitts (KÜCHLER und WRONSKI 2014).

26. Die Energiestückkosten vieler Branchen und der deutschen Industrie insgesamt liegen international häufig sogar unterhalb der Kosten der Mitbewerber (GERMESHUSEN und LÖSCHEL 2015; LÖSCHEL et al. 2014). Ferner sind die Energiekosten nur einer von vielen Standortfaktoren. Bei einer durchschnittlichen Energiekostenintensität des verarbeitenden Gewerbes von circa 2 % des Bruttoproduktionswerts sind Energiekosten für die Mehrheit der Branchen von untergeordneter Bedeutung. Das Argument drohender massiver industrieller Abwanderung in Folge eines Anstiegs der Strompreise erscheint daher wenig plausibel. Verschiebungen innerhalb der Industriestruktur und Produktionsverlagerungen bestimmter Industriezweige sind oftmals vielmehr Ausdruck fundamentaler wirtschaftlicher Entwicklungen und eines autonomen Strukturwandels. Hierzu zählen etwa die zunehmende internationale Arbeitsteilung, der beschleunigte wirtschaftliche Aufholprozess der Schwellenländer, die Verlagerung der Absatzschwerpunkte dorthin und ein dadurch bedingter Produktionsnachzug.

Zudem kann und sollte sich Deutschland grundsätzlich nicht in einen Wettbewerb um die günstigsten Strompreise begeben, sondern sollte seine Wettbewerbsfähigkeit durch innovative, hochwertige und klimaverträgliche Produkte und Prozesse stärken. Anstatt eine ambitionierte Energie- und Klimapolitik als Hemmnis für die wirtschaftliche Entwicklung zu sehen, sollte der Fokus auf die Chancen gerichtet werden, die sich hierdurch ergeben. So lassen sich durch eine Steigerung der Energieeffizienz und den Umstieg auf regenerative Energiequellen der Energiekostendruck und die Abhängigkeit von Energieträgerimporten mindern. Die damit verbundene Substitution von Energieträgerimporten durch heimische Wertschöpfung entfaltet wirtschaftliche Multiplikatoreffekte und induzierte Innovationen eröffnen Chancen in stetig wachsenden „grünen“ Märkten (PEHNT et al. 2011; LEHR et al. 2012; WALZ et al. 2008).

7 Die klimapolitische Wirksamkeit nationaler Maßnahmen erhöht sich mit der Reform des europäischen Emissionshandels.

27. Im europäischen Emissionshandel gibt es derzeit einen massiven Überschuss an CO₂-Zertifikaten. Durch die Reform des Emissionshandels werden ab 2019 überschüssige Zertifikate schrittweise in die geplante Marktstabilitätsreserve überführt. Zusätzliche nationale Klimaschutzmaßnahmen werden damit nicht durch einen höheren CO₂-Ausstoß im Ausland kompensiert, sondern erhöhen den Zertifikatsbestand in der Marktstabilitätsreserve. Die klimapolitische Wirksamkeit ehrgeiziger nationaler Schritte wird damit gestärkt. Es findet eine zeitliche Flexibilisierung des europäischen Emissionspfades statt, die zur Reduktion der volkswirtschaftlichen Kosten anspruchsvollerer Zielvorgaben beiträgt. Damit werden

Spielräume geschaffen, um in Zukunft das Ambitionsniveau der europäischen Klimapolitik zu erhöhen.

Hintergrund

28. Eine oftmals geäußerte Kritik an nationalen Maßnahmen zur Minderung der CO₂-Emissionen der Stromproduktion ist deren – vermeintliche – Wirkungslosigkeit. Diese wird auf den sogenannten „Wasserbetteffekt“ (Netherlands Environmental Assessment Agency 2008) im Rahmen des europäischen Emissionshandels zurückgeführt. Sinkt die nationale Kohleverstromung, werden CO₂-Zertifikate frei, die von anderen Emittenten genutzt werden können: Verringerte CO₂-Emissionen aus deutschen Kohlekraftwerken würden folglich vollständig durch einen erhöhten Treibhausgasausstoß in anderen EU-Staaten und Sektoren kompensiert. Die Gesamtemissionen auf europäischer Ebene blieben somit von nationalen Minderungsaktivitäten in den vom europäischen Emissionshandel betroffenen Sektoren unberührt.

29. Der vom Bundeswirtschaftsministerium vorgeschlagene Klimabeitrag (s. These 8) soll nach den Berechnungen der externen Gutachter dazu führen, dass es sowohl zu einem Rückgang der heimischen CO₂-Emissionen als auch zum Löschen von Zertifikaten im Emissionshandel in der gleichen Größenordnung kommt. Insgesamt könnte hierdurch eine Verlagerung von Emissionen weitgehend oder vollständig vermieden werden (MATTHES et al. 2015). Doch selbst wenn durch eine abnehmende nationale Kohleverstromung zusätzliche Zertifikate frei werden, ist die oben genannte Kritik an der Wirkung nationaler Maßnahmen im Kontext der aktuellen Situation und der im Mai 2015 erfolgten Einigung auf die Einführung einer Marktstabilitätsreserve für den europäischen Emissionshandel nicht überzeugend. Derzeit gibt es massive Überschüsse im Zertifikatsmarkt und auch für die nähere Zukunft wird ein weiter wachsender Angebotsüberhang prognostiziert (EEA 2014). Bei zurzeit weit über zwei Milliarden überschüssigen Emissionsrechten hätten die zusätzlich frei werdenden Zertifikate aus einer verminderten Kohleverstromung in Deutschland keinen nennenswerten Effekt auf deren Marktpreis. So entspräche beispielsweise die mit dem Aktionsprogramm Klimaschutz für das Jahr 2020 angestrebte zusätzliche Vermeidung von 22 Mio. t CO₂ im Kraftwerkspark knapp 1 % des gegenwärtigen Überschusses. Selbst bei höheren – zur Erreichung des nationalen Klimaschutzziels voraussichtlich notwendigen – Vermeidungsbeiträgen des Stromsektors ist keine signifikante Reaktion des Zertifikatspreises zu erwarten. Damit ist auch keine zusätzliche Zertifikatsnachfrage aufgrund fallender Preise zu erwarten.

Zukünftig soll die Marktstabilitätsreserve dazu dienen, Ungleichgewichte im Zertifikatsmarkt zu korrigieren, um verlässliche Rahmenbedingungen und Anreize zur Emissionsminderung zu gewährleisten. Dies beinhaltet den Abbau von Zertifikatsüberschüssen, die ein maßgeblicher Treiber des Preisverfalls am Zertifikatsmarkt sind. Übersteigt der kumulierte Zertifikatsüberschuss 833 Mio. t CO_{2eq}, werden – gemäß des Kommissionsvorschlags sowie

der Einigung von europäischem Parlament und Rat – zukünftig jährlich 12 % dieses Überschusses in die Marktstabilitätsreserve überführt („ETS market stability reserve: MEPs strike deal with Council“, Pressemitteilung des Europäischen Parlaments vom 6. Mai 2015).

In der gegenwärtigen und mittelfristig absehbaren Marktsituation würden frei werdende Zertifikate aus der verminderten Kohleverstromung nicht von anderen Emittenten innerhalb des Emissionshandelssystems genutzt, sondern den kumulierten Überschuss weiter erhöhen. Demzufolge würden sie teilweise in die Marktstabilitätsreserve überführt, die Treibhausgasemissionen in der EU würden damit effektiv sinken. Langfristig könnten die Emissionszertifikate aus der Marktstabilitätsreserve in den Markt zurückgeführt werden, dies gilt für den Fall eines relativ knappen Zertifikatsangebotes, das heißt eines kumulierten Überschusses von weniger als 400 Mio. t CO_{2eq}. Auch wenn durch eine solche Rückführung die anfängliche Emissionsminderung – zumindest partiell – kompensiert würde, kann sich die zeitliche Flexibilisierung des Emissionspfades als volkswirtschaftlich effizient erweisen (GILBERT et al. 2014). Werden relativ kostengünstige Vermeidungsoptionen heute verstärkt genutzt, kann der erwartete Anstieg der Vermeidungskosten in der Zukunft abgemildert werden (KNOPF et al. 2013).

30. Ergreift die deutsche (sowie die europäische) Klimapolitik die gegenwärtigen Möglichkeiten für kostengünstige Vermeidungsaktivitäten, so eröffnen sich ihr neue Spielräume. Diese können – und sollten – auch für eine dauerhafte Verminderung der Treibhausgasemissionen genutzt werden: Ein hoher Bestand an Zertifikaten in der Marktstabilitätsreserve erleichtert es, zukünftig anspruchsvollere Zielvorgaben für den europäischen Emissionshandel zu verabschieden bzw. gegebenenfalls die aktuellen Ziele zu verschärfen. Bei vorheriger „Auffüllung“ der Marktstabilitätsreserve könnten die Wirkungen anspruchsvollerer Ziele abgedeckt werden. Wenn aufgrund strengerer Klimaziele die Anzahl der neu ausgegebenen Zertifikate verknappt wird, können zum Ausgleich Zertifikate aus der Marktstabilitätsreserve zurück geführt werden. Hierdurch ließe sich ein starker Anstieg der Emissionsminderungskosten vermeiden, selbst wenn die Klimaschutzziele verschärft würden. Zwar lägen in diesem Fall die tatsächlichen Emissionen oberhalb des verschärften zukünftigen Emissionszielwertes, aber die kumulierten Emissionen würden dennoch sinken, da die „Auffüllung“ der Marktstabilitätsreserve gleichbedeutend mit der „Übererfüllung“ früherer Ziele ist. Die zusätzlichen zukünftigen Emissionsminderungen würden über den Mechanismus der Marktstabilitätsreserve zeitlich vorgezogen, was zu einer kostenmindernden Glättung des Vermeidungspfades führt.

In den nächsten Dekaden werden sich immer wieder Gelegenheiten ergeben, Nachbesserungen der europäischen Klimaschutzziele zu beschließen. Die sich hierdurch bietenden Möglichkeiten sollten genutzt werden. So könnte sich die EU – beispielsweise im Lichte neuer klimatologischer Erkenntnisse oder im Rahmen internationaler Verhandlungen über ein zukünftiges Klimaabkommen – zu anspruchsvolleren Minderungsverpflichtungen

bereit erklären. Überdies wäre denkbar, bei dauerhaft hoher Zertifikatsmenge in der Marktstabilitätsreserve einen Teil des Bestandes – nach festen Regeln – endgültig stillzulegen. Um sich solche Spielräume zu erschließen, wäre jedoch eine ambitioniertere Ausgestaltung der Marktstabilitätsreserve wünschenswert gewesen. Insbesondere wäre es sinnvoll, dass der Anteil des zeitnah in die Marktstabilitätsreserve überführten Zertifikatsüberschusses den aktuell geplanten Wert von 12 % signifikant übersteigt – Vorschläge hierzu finden sich beispielsweise bei GILBERT et al. (2014) und DEHSt (2014).

Diese Argumente gelten auch mit Blick auf eine langfristig angelegte Strategie zum Abbau der Kohleverstromungskapazitäten. Durch eine Vorreiterrolle Deutschlands beim Umbau und der Dekarbonisierung der Stromversorgung werden zusätzliche Spielräume für eine anspruchsvollere europäische Klimapolitik geschaffen. Auch hierbei kann die Marktstabilitätsreserve unterstützend wirken: Planvolle, langfristig angelegte Emissionsminderungsmaßnahmen – über das Jahr 2020 hinaus – senken die nationale Zertifikatsnachfrage und tragen hierdurch dazu bei, dass der in den kommenden Jahren zunächst anwachsende Bestand an Zertifikaten in der Marktstabilitätsreserve in späteren Jahren langsamer abschmilzt. Dies stärkt die Durchsetzbarkeit schärferer europäischer Klimaziele bzw. die Stilllegung von Zertifikaten in der Marktstabilitätsreserve.

31. Für die tatsächliche Klimawirksamkeit einer reduzierten Kohleverstromung in Deutschland sind allerdings nicht allein die Wechselwirkungen mit dem Emissionshandel (über den Zertifikatspreis) von Bedeutung. Auch die unmittelbaren Anpassungsreaktionen innerhalb des Strommarktes müssen beachtet werden. Eine verminderte Stromproduktion aus Kohle kann durch einen Anstieg der Stromgestehung aus anderen Quellen in Deutschland bzw. einen Verbrauchsrückgang ausgeglichen werden. Soweit dies nicht geschieht, nimmt der Stromhandelssaldo Deutschlands ab, wodurch ein Emissionsanstieg im benachbarten Ausland verursacht wird. Klimapolitisch kurzfristig wirkungslos wäre dies insbesondere, wenn eine Veränderung des Stromhandelssaldos Deutschlands zu vermehrter CO₂-intensiver Kohleverstromung im Ausland führte. Zwar gibt es bereits Abschätzungen der Stromaußenhandelseffekte unilateraler klimapolitischer Maßnahmen (r2b energy consulting und HWWI 2014; LORECK et al. 2014; HERRMANN 2015), die eine – allerdings nur partielle – Kompensation der nationalen Emissionsminderung durch verstärkte Emissionen im Ausland berechnen, jedoch bedarf es weiterer wissenschaftlicher Analysen zu den kurzfristigen und langfristigen Effekten am Strommarkt. Für das Szenario einer Herausnahme von 10 bzw. knapp 14 GW Kohleverstromungskapazitäten aus dem deutschen Markt berechnen r2b energy consulting und HWWI (2014) sowie enervis (HERRMANN 2015), dass etwa die Hälfte der nationalen Treibhausgasreduktion auch europaweit wirksam wird.

Grundsätzlich sind zusätzliche nationale Maßnahmen vor allem dann zu rechtfertigen, wenn sie in dynamischer Perspektive den Strukturwandel hin zu einem auf erneuerbaren Energien

basierenden klimaschonenden Energiesystem erleichtern. Dann sind auch kurzfristig ungünstige innereuropäische Treibhausgasbilanzeffekte zu rechtfertigen.

8 Der Klimaschutzbeitrag ist wegweisend, reicht aber noch nicht aus.

32. Der Emissionshandel bleibt das zentrale europäische Klimaschutzinstrument. Sein Preissignal wird jedoch für die Erreichung der anspruchsvolleren nationalen Ziele auch nach der Reform zu schwach bleiben. Der SRU begrüßt daher, dass die Bundesregierung zusätzliche nationale Maßnahmen ergreifen möchte. Der vom Bundeswirtschaftsministerium vorgeschlagene Klimaschutzbeitrag erfolgt unter Berücksichtigung verschiedener bisher diskutierter Alternativen. Er geht in die richtige Richtung, ist mit dem europäischen Emissionshandel vereinbar, fördert den Strukturwandel im Kraftwerkspark und bietet damit eine Chance zu einer effizienten Schließung der Klimaschutzlücke bis 2020. Seine gesamtwirtschaftlichen Folgen sind minimal. Er ersetzt jedoch nicht die Debatte um ein langfristig wirksames Instrument, mit dem die Klimaschutzziele der Bundesregierung bis 2050 treffsicher erreicht werden.

Hintergrund

33. Das zentrale europäische Instrument, um CO₂-Emissionen zu vermindern, ist der europäische Emissionshandel. Allerdings sind wie dargestellt (These 2) die Zertifikatspreise zu niedrig, um die gewünschte Lenkungswirkung zu erzielen. Zudem sind die Ziele und Instrumente der europäischen Klimapolitik insgesamt schwächer als die Ziele der deutschen Klimapolitik. Es stehen aber verschiedene nationale Maßnahmen zur Verfügung, die den Emissionshandel ergänzen könnten. So führt Großbritannien beispielweise absolute Emissionsbudgets für thermische Kraftwerke sowie Mindestpreise für CO₂-Zertifikate ein. Diskutiert wurden in der Vergangenheit auch Mindestwirkungsgrade für Kraftwerke und spezifische Emissionsstandards (CO₂-Grenzwerte) (SRU 2013, Tz. 75; OEI et al. 2014b, S. 603; SCHÄUBLE et al. 2014; VERHEYEN 2013).

34. Unter Berücksichtigung der bisherigen Vorschläge hat das Bundeswirtschaftsministerium am 21. März 2015 ein Eckpunktepapier „Strommarkt“ vorgelegt, in dem es einen instrumentellen Vorschlag für den Stromsektor zur Schließung der Klimaschutzlücke entwickelt (BMWi 2015b). Dieser Vorschlag wird zurzeit politisch kontrovers diskutiert. Es gibt unterschiedliche Kompromiss- und Alternativvorschläge, auf die der SRU aber nicht im Einzelnen eingehen kann. Es findet daher an dieser Stelle nur eine Würdigung des ursprünglichen Vorschlages des Bundeswirtschaftsministeriums und ausgewählter Alternativen statt.

Das Bundeswirtschaftsministerium schlägt einen nationalen Klimaschutzbeitrag vor. Dieser trifft vor allem ältere Kraftwerke mit hohen spezifischen Emissionen. Der Klimaschutzbeitrag ist für Emissionen zu entrichten, die oberhalb einer Freibetragsgrenze liegen. Für diese

Emissionen sind – über die Verpflichtungen im Rahmen des europäischen Emissionshandels hinaus – zusätzliche Zertifikate zu einem festgelegten Marktwert abzugeben, die dauerhaft gelöscht werden. Die Freibetragsgrenze ist so ausgestaltet, dass etwa 90 % der fossilen Stromerzeugung ohne zusätzliche Belastung bleiben. Alle Kraftwerke erhalten einen jährlichen brennstoffneutralen Emissionsfreibetrag. Dieser wird nach Alter des jeweiligen Kraftwerksblocks gestaffelt: Der Emissionsfreibetrag deckt den vollständigen Bedarf aller Kraftwerke, die nicht älter als 20 Jahre sind. Er sinkt dann linear von 7 Mio. t CO₂ je GW Leistung auf 3 Mio. t CO₂ für Kraftwerke zwischen 21 und 40 Jahre und beträgt 3 Mio. t CO₂ für Kraftwerke, die über 40 Jahre alt sind. Damit trifft der nationale Klimaschutzbeitrag vor allem alte Kraftwerke mit besonders hohen Emissionen. Nur für Emissionen oberhalb des Freibetrags sind zusätzliche Emissionszertifikate abzugeben. Deren Wert soll in der Größenordnung von 18 bis 20 Euro je emittierter Tonne CO₂ oberhalb des Freibetrags liegen. Hierdurch soll die errechnete Klimaschutzlücke von 22 Mio. t CO₂ geschlossen werden.

Instrumentell ist der Vorschlag wegweisend und innovativ, weil er auf dem europäischen Emissionshandel aufbaut und den Strukturwandel im Kraftwerkspark fördert. Die weitergehende nationale Maßnahme erhöht nicht notwendigerweise den Überschuss an europäischen Emissionszertifikaten, sondern senkt ihn möglicherweise sogar. Damit wird der befürchtete sogenannte Wasserbetteffekt (s. a. These 7) zumindest kompensiert. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich Kraftwerksbetreiber dafür entscheiden, ihre Kraftwerke so weiter zu betreiben, dass mehr Treibhausgase emittiert werden als durch den jeweiligen Freibetrag gedeckt sind. Für jede emittierte Tonne CO₂ oberhalb des Emissionsfreibetrags müssen – bei derzeitigem Zertifikatspreis – zusätzliche Emissionsberechtigungen für circa 3 t CO₂ entrichtet werden. Aber auch bei einer Kraftwerksstilllegung sind mit der Einführung der Marktstabilitätsreserve keine signifikanten Verlagerungseffekte zu erwarten, da in Zukunft überschüssige Emissionsberechtigungen schrittweise in die Reserve überführt werden (vgl. These 7). Insoweit findet eine Schutzverstärkung statt (SRU 2011, Tz. 449 zur Bedeutung der Schutzverstärkung).

Als marktwirtschaftliches Instrument eröffnet der Klimabeitrag den Kraftwerksbetreibern vielfältige Möglichkeiten, auf das Preissignal zu reagieren. Diese reichen vom Erwerb zusätzlicher Emissionsrechte über eine flexiblere Fahrweise bis hin zur Stilllegung besonders alter Kraftwerke. Zu beachten ist aber, dass durch eine preisliche Steuerung in einem dynamischen Markt Mengenziele nicht präzise erreicht werden können. Ändern sich Marktdaten fundamental, wird eine Nachjustierung der Mengen- und Preisparameter des Vorschlages (Abgabenhöhe, Freibetragskurve, Altersstufen) notwendig, um das Klimaschutzziel der Bundesregierung erreichen zu können.

35. Von verschiedenen Akteuren wird befürchtet, dass der Klimaschutzbeitrag massive Auswirkungen auf den deutschen Kraftwerkspark, Arbeitsplätze oder die energieintensive

Industrie haben könnte (s. a. These 6). Ersten Studien zufolge sind die Effekte des Instruments auf den europäischen Emissionshandel, auf die Börsenstrompreise und damit auf die Wettbewerbsfähigkeit jedoch insgesamt als extrem gering einzustufen (GRAICHEN et al. 2015; HILMES et al. 2015; KÜCHLER und WRONSKI 2015; BMWi 2015d; MATTHES et al. 2015).

Alle bisher in der Diskussion befindlichen Vorschläge, etwa der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE), des Bundesverbandes Emissionshandel und Klimaschutz (BVEK) oder aus der CDU-Bundestagsfraktion haben zum Ziel, die emissionsintensiven Braunkohlekraftwerke vom Klimabeitrag zu befreien. Aufgrund der bestehenden Überkapazitäten wird dies jedoch dazu führen, dass stattdessen flexible Gaskraftwerke aus der Nutzung gehen (s. These 5). Damit führen alle diese Vorschläge in die falsche Richtung. Der Vorschlag, dass die Bundesregierung CO₂-Emissionszertifikate aufkauft (Reuters 2015), wird zwar zusätzliche Kosten für den Staatshaushalt verursachen, aber faktisch nur einen Bruchteil der überschüssigen Zertifikate im europäischen Emissionshandel vermindern und ohne eine Wirkung auf die realen Emissionen in Deutschland bleiben. Andere Vorschläge verlagern die Minderungsverpflichtungen auf andere Sektoren (Verkehr, Wärme) (BVEK 2015; IG BCE 2015). Zu beachten ist, dass in diesen Sektoren ebenfalls erhebliche Reduktionen geplant und erforderlich sind und es nicht zu einer Doppelbuchung von Reduktionen kommen sollte. Ein Überführung von Kohlekraftwerken in eine Kraftwerksreserve (Frontier Economics 2015a; BDI und IG BCE 2015) war ebenfalls bereits im Eckpunktepapier des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi 2015b) vorgesehen und ist insofern keine zusätzliche Maßnahme. Schließlich wird eine Aufstockung der Förderung für Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) empfohlen (Frontier Economics 2015b). Unabhängig von der Frage, ob eine zusätzliche Förderung der KWK ökonomisch, ökologisch und mit Blick auf die Flexibilisierung des Kraftwerksparks sinnvoll ist, wird die Aufstockung nicht ausreichen, um die selbstgesteckten Klimaziele zu erreichen. Zudem könnte eine verstärkte KWK-Förderung zu einem weiteren Anstieg der Stromexporte beitragen.

36. Insgesamt sollte in der Diskussion der weit über die zurzeit diskutierten 22 Mio. t CO₂ hinausgehende Verminderungsbedarf stärker beachtet werden. Dem Projektionsbericht 2015 zufolge sind bis 2020 ohne weitere Maßnahmen Treibhausgasreduktionen je nach Szenarioannahme von 31,9 bis 35 % zu erwarten (BMUB 2015, S. 20) Dies bedeutet im Referenzszenario eine Klimaschuttlücke von 91 Mio. t CO₂-Äquivalent (CO_{2eq}). gegenüber dem Ziel von 749 Mio. t CO_{2eq} (ebd., S. 171). Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 wurden Maßnahmen in einer Größenordnung von 40 bis 56 Mio. t außerhalb des Stromsektors und von 22 Mio. t durch weitere Maßnahmen insbesondere im Stromsektor identifiziert (BMUB 2014, S. 20). Ungelöst ist noch die Frage, wie der fehlende Minderungsbetrag von circa 22 bis 38 Mio. t CO_{2eq} erreicht werden kann. Es ist aber offensichtlich, dass Deutschland sein Klimaschutzziel für 2020 kaum erreichen kann, wenn

es nicht auch Maßnahmen ergreift, die die Kohleverstromung betreffen (GRAICHEN 2014; s. a. Thesen 7 und 10).

Auch mit dem Klimaschutzbeitrag von 22 Mio. t CO₂ bleibt eine substanzielle Lücke zur Erreichung des Ziels einer Treibhausgasreduktion von 40 %, die geschlossen werden sollte. Die Bundesregierung sollte aus Sicht des SRU daher bedenken, dass über den vorgeschlagenen Klimaschutzbeitrag hinaus erheblicher kurz- und mittelfristiger Handlungsbedarf besteht.

37. Als ein ausdrücklich kurzfristig angelegtes Instrument kann der nationale Klimaschutzbeitrag die notwendige politische und gesellschaftliche Debatte um die Zukunft der Kohle nicht ersetzen. Die aktuellen heftigen politischen Reaktionen einzelner Bundesländer und der betroffenen Branche auf einen behutsamen und kurzfristig ausgerichteten Vorschlag zeigen vielmehr die Notwendigkeit, einen langfristig orientierten Konsensprozess anzustoßen. Ohne einen langfristig angelegten Plan zum Auslaufen der Kohleverstromung wird die Energiewende nicht gelingen können.

9 Der notwendige Strukturwandel in den Kohleregionen kann durch flankierende Maßnahmen und einen hinreichend langfristigen Planungshorizont sozialverträglich bewältigt werden.

38. Die Abnahme der Kohleverstromung führt regional konzentriert zu einem Strukturwandel, der auch mit Arbeitsplatzverlusten in der betroffenen Branche einhergeht. Dieser kann aber sozialverträglich gestaltet und durch neue Arbeitsplätze in anderen Branchen mindestens zum Teil kompensiert werden. Ein solcher Strukturwandel ist in seiner Größenordnung nicht außergewöhnlich. Deutschland hat bereits gravierendere Strukturbrüche erfolgreich bewältigen können. Zur Flankierung des Strukturwandels sollte ein hinreichend ausgestattetes Bund-Länderprogramm entwickelt werden.

Hintergrund

39. Ein geordnetes Auslaufen der Kohleverstromung in mehreren Jahrzehnten wird mit Arbeitsplatzverlusten entlang der Wertschöpfungskette dieses Sektors verbunden sein. In der Energiewirtschaft hat die Zahl der Beschäftigten in den letzten zehn Jahren insgesamt zugenommen. Dies ist vor allem auf den Ausbau der erneuerbaren Energien infolge der Energiewende zurückzuführen (BMWi 2014a, S. 93). Die Arbeitsplätze in der Kohleverstromung liegen in der Verfeuerung wie im Tagebau und sind regional konzentriert, so dass es zu konzentrierten Betroffenheiten eines Strukturwandels kommt. Das Ausmaß der Betroffenheit ist aber im Vergleich zu anderen Prozessen des industriellen Strukturwandels nicht außergewöhnlich. Gerade durch einen langfristig und frühzeitig geplanten Prozess und flankierende regionalpolitische Maßnahmen können soziale Härten vermieden werden.

Einer Studie im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) zufolge sind im Braunkohletagebau zurzeit circa 15.000 Menschen beschäftigt, in der Braunkohleverstromung circa 9.000 (vgl. r2b energy consulting und HWWI 2014, S. 38). Die Arbeitsplätze im ohnehin auslaufenden Steinkohlebergbau und in der Steinkohleverstromung werden in einer ähnlichen Größenordnung geschätzt. Nach verschiedenen Analysen liegen die Beschäftigungseffekte der unmittelbar vor- und nachgelagerten Bereiche der Braunkohleverstromung in Deutschland bei 40.000 bis 86.000 Beschäftigten. Viele dieser Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sind in vor- und nachgelagerten Bereichen beschäftigt, die nicht explizit auf Stromerzeugung aus Kohle ausgerichtet sind, etwa in den kundenbezogenen Servicebereichen der Energieversorger. Sie werden sicher auch eingesetzt werden können, wenn Strom auf Basis erneuerbarer Energien erzeugt wird. Der Studie nach beträfe eine kurzfristige Abschaltung von circa 7 GW Braunkohle circa 7.000 Arbeitsplätze.

40. Eine solche Größenordnung ist im Vergleich zu den großen Strukturbrüchen der jüngeren deutschen Industriegeschichte gering. So sind in der Solarindustrie zwischen 2012 und 2013 über 45.000 Arbeitsplätze verloren gegangen, insgesamt fiel die Beschäftigung bei den erneuerbaren Energien von 400.000 Arbeitsplätzen auf 371.000 (BMWi 2014a, S. 93). Zum Teil waren auch hier die Betroffenheiten regional konzentriert. Zwischen 1970 und 1984 gingen in Deutschland in der Textilindustrie 500.000 Arbeitsplätze (FRÖBEL et al. 1986, S. 58) und im Zeitraum von 1975 bis 1984 fast 300.000 Arbeitsplätze in der Stahlindustrie verloren (SCHUCHT 1998; BINDER und SCHUCHT 2001). Durch die Arbeitsplatzverluste in der Stahlindustrie stieg die Arbeitslosigkeit regional im Saarland und Nordrhein-Westfalen auf Werte weit über den Bundesdurchschnitt und ist auch heute noch überdurchschnittlich.

Ursächlich für diese Strukturbrüche waren wirtschaftspolitische Entscheidungen (v. a. Deregulierung, Subventionsabbau, Handelsliberalisierung) und veränderte Weltmarktbedingungen. Bewährt hat sich vor allem eine Kombination folgender Instrumente um diesen Strukturwandel sozialpolitisch zu flankieren:

- Sozialpläne, insbesondere um die Einkommensverluste bei vorzeitigen Entlassungen zu kompensieren.
- Vermeidung betriebsbedingter Kündigungen, Ersatzarbeitsplatz- und Einkommensgarantie.
- Frühverrentung mit weitgehender Lohnkompensation.
- Aktive Arbeitsmarktpolitik – zum Teil sogar mit Beschäftigungsangeboten im öffentlichen Dienst.
- Umschulungs- und Qualifizierungsmaßnahmen.
- Regionale Wirtschaftsförderung (z. B. im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der regionalen Infrastruktur) und ergänzende Länderprogramme.

Die vielfältigen Möglichkeiten für einen sozialverträglichen Strukturwandel sollten für die Entwicklung eines flankierenden Bund-Länderprogramms „Kohlewende“ genutzt werden. Ein solches Programm sollte finanziell hinreichend ausgestattet werden. Es sollte verschiedene, für eine sozialverträgliche Flankierung einsetzbare, Förderprogramme bündeln und koordinieren und es sollte gemeinsam mit allen betroffenen Akteuren entwickelt und konsentiert werden. Teil dieses Programms könnten auch gezielte Zukunftsinvestitionen, etwa in Regionen mit stillgelegtem Tage- und Bergbau, sein.

10 Ein nationaler Konsens zur Zukunft der Kohle schafft Planungs- und Investitionssicherheit, stärkt die Glaubwürdigkeit der Energiewende und hat eine wichtige internationale Signalwirkung.

41. Die Diskussion um die Rolle der Kohleverstromung in Deutschland spiegelt einen neuen politischen und gesellschaftlichen Konflikt ähnlich der Debatte um den Atomausstieg wider. Daher sollte ein Konzept zum Auslaufen der Kohleverstromung Erfahrungen aus dem Atomkonsens einbeziehen. Ein langfristig angelegter Kohlekonsens fördert das Vertrauen in die Energiewende als glaubwürdigen Prozess und schafft Planungssicherheit für alle Akteure. Ein Kohlekonsens ermöglicht das frühzeitige Abfedern sozialer Folgen für Arbeitnehmer und Verbraucher und leistet einen wichtigen Beitrag zu einer zielgerichteten Ausgestaltung des Strommarktes.

Hintergrund

42. Energiepolitisch war Deutschland in früheren Jahrzehnten wegen grundlegender politischer Konflikte um die Atomenergie nur begrenzt handlungsfähig (SARETZKI 2001). Dies hat sich mit dem Atomkonsens von 2000 und den Entscheidungen für die Energiewende grundlegend geändert. Nunmehr werden die Konflikte um die Rolle der Kohleverstromung im Energiemix immer intensiver: Die Ziele der Energiewende stehen in einem offensichtlichen Gegensatz zu Bestandsgarantien für die Kohleverstromung. Bestandsgarantien gefährden die klimapolitische Glaubwürdigkeit und führen erkennbar zur Polarisierung der Gesellschaft. Nach aktuellen Umfragen plädiert eine sehr deutliche Mehrheit der Deutschen für einen Kohleausstieg bis zum Jahre 2040 (TNS Emnid 2015; NIPPA et al. 2013).

Das im Dezember 2014 beschlossene Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 (BMUB 2014) ist in diesem Zusammenhang ein Durchbruch. Der SRU begrüßt, dass hierdurch die Position, dass Klimaschutz im Hinblick auf die Verstromung nur durch den europäischen Emissionshandel erfolgen sollte, aufgegeben wird.

Wichtig ist nun, dass im Rahmen des Kohlekonsenses auch solche Instrumente diskutiert werden, die mit Blick auf einen längeren Zeithorizont weiterentwickelt werden können. Dies ist auch für den für 2016 vorgesehenen nationalen Klimaschutzplan 2050 erforderlich.

Letztlich sollte die Entscheidung für ein Instrument fallen, das effektiv auf das Klimaschutzziel ausgerichtet ist und zeitnah möglichst einfach umgesetzt werden kann.

Eine öffentliche Debatte über einen geordneten, langfristig ausgerichteten Kohlekonsens bietet insbesondere folgende Vorteile:

- Je länger der Vorlauf ist, desto kontinuierlicher, kostengünstiger sowie sozial- und unternehmensverträglicher kann der notwendige Kapazitätsabbau erfolgen.
- Ein stark polarisierender Konflikt kann rechtzeitig entschärft werden. Politisches und gesellschaftliches Vertrauen in die Ernsthaftigkeit der Energiewende wird geschaffen.
- Ein Konsens schafft stabile Planungsgrundlagen für alle wirtschaftlichen Akteure und damit Investitionssicherheit.
- Ein Konsens kann zur Verbesserung der Funktion des Strommarktes beitragen und damit riskante und teure Marktinterventionen entbehrlich machen.
- Ein Konsens erleichtert die politische Entscheidungsfindung für zahlreiche Maßnahmen, die für die Fortentwicklung der Energiewende notwendig sind (Strommarktdesign, Netzausbau, Ausbaurridor).

Der Kohlekonsens sollte im Rahmen einer Plattform aus Vertretern der Energiewirtschaft (einschließlich der Akteure der erneuerbaren Energien), von Bund und Ländern, Verbänden (einschließlich Umweltverbänden und Gewerkschaften) sowie der Wissenschaft organisiert werden. Vorbild könnte die Ethikkommission zum „Gemeinschaftswerk Energiewende“ sein. Der Prozess sollte hochrangig (Bundeskanzleramt, Bundeswirtschaftsministerium, Ministerpräsidenten der Länder) aufgehängt und gesteuert werden. Er sollte aktiv durch Bundesbehörden, Ministerien und auch wissenschaftliche Untersuchungen gestützt werden.

Wichtige Leitfragen könnten sein:

- Wie sieht ein Entwicklungspfad aus, der am besten mit den Zielen Versorgungssicherheit, Klimaschutz, Ausbau der erneuerbaren Energien und vertretbaren gesamtwirtschaftlichen Energiekosten vereinbar ist?
- Welche ökonomischen, energie- und klimapolitischen Vor- und Nachteile bringen verschiedene Handlungsoptionen mit sich? Wie kann eine tragfähige Balance zwischen den verschiedenen Zielen aussehen?
- Welche Instrumente können eingesetzt werden, um einen solchen Entwicklungspfad erreichen zu können?
- Wie passen die diskutierten Instrumente und der letztliche Konsens in die europäische Klima- und Energiepolitik, welche flankierenden europäischen Politiken sollten angestrebt werden?

- Welche sozialen und regionalwirtschaftlichen Probleme sind zu erwarten, wie können sie am besten abgedeckt und vermieden werden?

Ziel des Konsensprozesses sollte ein möglichst gemeinsam getragenes Eckpunktepapier zur Kohlewende sein, dessen Umsetzung von Bundesregierung, Bundesländern, Verbänden und Unternehmen aktiv betrieben wird.

Literaturverzeichnis

50Hertz Transmission, Amprion, TenneT TSO, TransnetBW (2013a): Bericht der deutschen Übertragungsnetzbetreiber zur Leistungsbilanz 2013 nach EnWG § 12 Abs. 4 und 5. Stand: 30.09.2013. Berlin, Dortmund, Bayreuth, Stuttgart: 50Hertz Transmission, Amprion, TenneT TSO, TransnetBW.

50Hertz Transmission, Amprion, TenneT TSO, TransnetBW (2013b): Netzentwicklungsplan Strom 2013. Zweiter Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. Berlin, Dortmund, Bayreuth, Stuttgart: 50Hertz Transmission, Amprion, TenneT TSO, TransnetBW. http://www.netzentwicklungsplan.de/NEP_2013_2_Entwurf_Teil_1_Kap_1_bis_9.pdf. http://www.netzentwicklungsplan.de/NEP_2013_2_Entwurf_Teil_2_Kap_10.pdf (16.06.2015).

AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (2014): Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern. Stand: 12.12.2014. Berlin, Köln: AGEB. http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=20141216_brd_stromerzeugung1990-2014.pdf (04.03.2015).

Agora Energiewende (2015a): Agorameter. Berlin: Agora Energiewende. [http://www.agora-energiewende.de/service/aktuelle-stromdaten/?tx_agoragraphs_agoragraphs\[initialGraph\]=powerGeneration&tx_agoragraphs_agoragraphs\[controller\]=Graph](http://www.agora-energiewende.de/service/aktuelle-stromdaten/?tx_agoragraphs_agoragraphs[initialGraph]=powerGeneration&tx_agoragraphs_agoragraphs[controller]=Graph) (13.03.2015).

Agora Energiewende (2015b): Stromexport und Klimaschutz in der Energiewende. Analyse der Wechselwirkungen von Stromhandel und Emissionsentwicklung im fortgeschrittenen europäischen Strommarkt. Hintergrund. Berlin: Agora Energiewende.

Andrleit, H., Bahr, A., Babies, H. G., Hesse, B., Meßner, J., Rebscher, D., Schauer, M., Schmidt, S., Schulz, P., Goerne, G. von (2014): Energiestudie 2014. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen (18). Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie), IG BCE (Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie) (2015): Kapazitätsreserve für Versorgungssicherheit und Klimaschutz und KWK-Ausbau sind dem Klimabeitrag überlegen – Klimabeitrag viermal so teuer wie Alternativvorschläge. Ergebnisse der Vergleichsstudie von Frontier Economics – Anmerkungen aus industrie-, energie- und klimapolitischer Sicht des BDI und der IG BCE. Berlin, Hannover: BDI, IG BCE. <http://www.igbce.de/download/224-106954/3/vergleichsstudie-synopse.pdf> (11.06.2015).

Binder, M., Schucht, S. (2001): Coal and Steel in Western Europe. In: Binder, M., Jänicke, M., Petschow, U. (Hrsg.): Green Industrial Restructuring. International Case Studies and Theoretical Interpretations. Berlin: Springer, S. 243–286.

BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) (2015): Projektionsbericht 2015 gemäß Verordnung 525/2013/EU. Berlin: BMUB.

BMUB (2014): Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. Berlin: BMUB.

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2015a): Antworten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie auf die Fragen der CDU/CSU-Fraktion im Deutschen Bundestag vom 27. März 2015 zu den energiepolitischen Vorschlägen des BMWi vom März 2015. Berlin: BMWi. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/S-T/strommarkt-fragenkatalog-cdu-csu,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (15.04.2015).

BMWi (2015b): Eckpunkte-Papier „Strommarkt“ für die Energieklausur mit den Koalitionsfraktionen am 21. März 2015. Berlin: BMWi. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/eckpunkte-papier-strommarkt,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (15.04.2015).

BMWi (2015c): Erneuerbare Energien im Jahr 2014. Erste Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland auf Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik. Berlin: BMWi.

BMWi (2015d): Der nationale Klimaschutzbeitrag der deutschen Stromerzeugung. Ergebnisse der Task Force „CO₂-Minderung“. Berlin: BMWi. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/C-D/der-nationale-klimaschutzbeitrag-der-deutschen-stromerzeugung,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (15.04.2015).

BMWi (2014a): Die Energie der Zukunft. Ein gutes Stück Arbeit. Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende. Berlin: BMWi.

BMWi (2014b): Ein Strommarkt für die Energiewende. Diskussionspapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Grünbuch). Berlin: BMWi.

Burger, B. (2015): Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2014. Freiburg: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE. <http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/data-nivc-/stromproduktion-aus-solar-und-windenergie-2014.pdf> (05.03.2015).

Bürger, V., Hermann, A., Keimeyer, F., Brunn, C., Haus, D., Menge, J., Klinski, S. (2013): Konzepte für die Beseitigung rechtlicher Hemmnisse des Klimaschutzes im Gebäudebereich. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Climate Change 11/2013. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/climate_change_11_2013_konzepte_fuer_die_beseitigung_rechtlicher_hemmnisse_des_klimaschutzes_im_gebaeudebereich_bf_0_0_0.pdf (06.03.2015).

BVEK (Bundesverband Emissionshandel und Klimaschutz) (2015): Vorschlag zur Lösung des Koalitionsstreites zur Einhaltung des nationalen deutschen Klimaschutzzieles von 40 % bis 2020 gegenüber 1990. Berlin: BVEK. http://www.bvek.de/downloads/bvek-Loesungsvorschlag_zum_40_Prozent-Ziel.pdf (11.06.2015).

CDU (Christlich Demokratische Union Deutschlands), CSU (Christlich-Soziale Union in Bayern), SPD (Sozialdemokratische Partei Deutschlands) (2013): Deutschlands Zukunft gestalten. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 18. Legislaturperiode. Berlin: CDU, CSU, SPD. http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2013/2013-12-17-koalitionsvertrag.pdf;jsessionid=C0E966A76B061A5F03E4553FC28C816C.s2t1?__blob=publicationFile&v=2 (17.06.2014).

DEHSt (Deutsche Emissionshandelsstelle) (2014): Stärkung des Emissionshandels. Diskussionsbeitrag zur Ausgestaltung der Marktstabilitätsreserve (MSR). Berlin: DEHSt im Umweltbundesamt.

Deutscher Bundestag (2014): Gesetzentwurf der Abgeordneten Bärbel Höhn, Annalena Baerbock, Sylvia Kotting-Uhl, Oliver Krischer, Christian Kühn (Tübingen), Steffi Lemke, Peter Meiwald, Dr. Julia Verlinden, Harald Ebner, Matthias Gastel, Kai Gehring, Stephan Kühn (Dresden), Nicole Maisch, Friedrich Ostendorff, Markus Tressel, Dr. Valerie Wilms und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Entwurf eines Gesetzes zur Festlegung nationaler Klimaschutzziele und zur Förderung des Klimaschutzes (Klimaschutzgesetz – KlimaSchG). Berlin: Deutscher Bundestag. Bundestagsdrucksache 18/1612.

Edenhofer, O., Kadner, S., Minx, J. (2015): Ist das Zwei-Grad-Ziel wünschenswert und ist es noch erreichbar? Der Beitrag der Wissenschaft zu einer politischen Debatte. In: Marotzke, J., Stratmann, M. (Hrsg.): Die Zukunft des Klimas – Neue Erkenntnisse, neue Herausforderungen. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft München: Beck. Beck'sche Reihe 6168, S. 69–92.

EEA (European Environment Agency) (2014): Trends and projections in Europe 2014. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets for 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union. EEA Report 6/2014.

Europäische Kommission (2014): Vorschlag für einen Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einrichtung und Anwendung einer Marktstabilitätsreserve für das EU-System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten und zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG. COM(2014) 20 final. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission (2011): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft bis 2050. KOM(2011) 112 endg. Brüssel: Europäische Kommission.

Fischer, S. (2014): Der neue EU-Rahmen für die Energie- und Klimapolitik bis 2030. Handlungsoptionen für die deutsche Energiewende-Politik. Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik. SWP-Aktuell 73/2014. http://www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/aktuell/2014A73_fis.pdf (02.03.2015).

Fraunhofer IWES (Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik) (2013): Erzeugung aus Erneuerbaren Energien und Stromnachfrage in 2023 und 2033. Eine Illustration der Herausforderungen des Stromsystems der Zukunft. Ergebnispräsentation Teil 1/4: Jahr 2023, ganz Deutschland. Berlin: Agora Energiewende. <http://www.agora-energie-wende.de/service/publikationen/publikation/pub-action/show/pub-title/teil-14-erzeugung-aus-erneuerbaren-energien-und-stromnachfrage-in-2023-und-2033-2023-ganz-deuts/> (05.03.2015).

Fröbel, F., Heinrichs, J., Kreye, O. (1986): Umbruch in der Weltwirtschaft. Die globale Strategie: Verbilligung der Arbeitskraft, Flexibilisierung der Arbeit, neue Technologien. Reinbek: Rowohlt. Rororo 5744.

Frontier Economics (2015a): Energiewirtschaftliche Effekte einer Kapazitätsreserve für Versorgungssicherheit und Klimaschutz (KVK). London: Frontier Economics. <http://www.igbce.de/download/224-106960/3/vergleichsstudie-klimaschutzreserve.pdf> (11.06.2015).

Frontier Economics (2015b): Energiewirtschaftliche Effekte eines höheren KWK-Ausbauziels. Berechnungen im Auftrag von IG BCE und BDI. London: Frontier Economics. www.igbce.de/download/224-106958/1/vergleichsstudie-kwk-kurzpapier.pdf (10.06.2015).

Germeshausen, R., Löschel, A. (2015): Energiestückkosten als Indikator für Wettbewerbsfähigkeit. Wirtschaftsdienst 95 (1), S. 46–50.

Gilbert, A., Lam, L., Sachweh, C., Smith, M., Taschini, L., Kollenberg, S. (2014): Assessing design options for a market stability reserve in the EU ETS. London: Ecofys. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/391793/Assessing_design_options_for_a_market_stability_reserve_in_the_EU_ETS_Final_report.pdf (05.03.2015).

Graichen, P. (2014): Klimaschutz und Energiewende: Welchen Beitrag muss die Energiewirtschaft zum Klimaschutzaktionsplan 2020 leisten? Oktober 2014. Berlin: Agora Energiewende. Hintergrundpapier. http://www.agora-energie-wende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Hintergrund/VA_Klimaluecke/Agora_Energiewende_Klimaschutz_und_Energiewende_Veranstaltungstext_web.pdf (02.03.2015).

Graichen, P., Rosenkranz, G., Litz, P. (2015): Zehn Fragen und Antworten zum Beitrag der Stromerzeugung zum Klimaschutzziel 2020. Hintergrundpapier. Berlin: Agora Energiewende. <http://www.agora-energie-wende.de/service/publikationen/publikation/pub-action/show/pub-title/zehn-fragen-und-antworten-zum-beitrag-der-stromerzeugung-zum-klimaschutzziel-2020/> (09.04.2015).

Grave, K., Breitschopf, B. (2014): Strompreise und ihre Komponenten. Ein internationaler Vergleich. Berlin, Karlsruhe: Ecofys, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI.

Held, A., Ragwitz, M., Resch, G., Liebmann, L., Genoese, F. (2014): Implementing the EU 2030 Climate and Energy Framework – a closer look at renewables and opportunities for an Energy Union. Vienna: Vienna University of Technology, Institute of Energy Systems and Electric Drives, Energy Economics Group. Issue Paper 2. <http://www.ceps.eu/system/files/Towards2030-dialogue%20Issue%20Paper%20on%20Implementing%20the%20EU%202030%20Climate%20and%20Energy%20Framework%20-%20a%20closer%20look%20at%20renewables%20and%20opportunities%20for%20an%20Energy%20Union.pdf> (10.03.2015).

Herrmann, N. (2015): Ein Kraftwerkspark im Einklang mit den Klimazielen 2020. Erste Ergebnisse einer Untersuchung im Auftrag von Agora Energiewende. Vortrag, Energiewende und Klimaschutz: Wie sieht der Klimaschutzbeitrag des Stromsektors zum -40%-Ziel bis 2020 aus?, 16.04.2015, Berlin.

Hey, C. (2014): Die Bremser von Brüssel. Zeitenwende in der Europäischen Klimapolitik. In: oekom (Verein für ökologische Kommunikation) (Hrsg.): Klimaschutz. Neues globales Abkommen in Sichtweite? München: oekom. Politische Ökologie 139, S. 44–50.

Hilmes, U., Ecke, J., Schlossarczyk, M., Herrmann, N. (2015): The cat is in the sack? Nationaler Klimaschutzbeitrag der deutschen Stromerzeugung nach der Vorstellung des BMWi. Berlin: enervis energy advisors. http://www.enervis.de/images/stories/enervis/pdf/publikationen/gutachten/enerviews2014/enerviews_2015_Maerz_Klimaschutzbeitrag.pdf (09.04.2015).

HMRC (Her Majesty's Revenue & Customs) (2013): Carbon price floor. London: HMRC. <http://www.hmrc.gov.uk/climate-change-levy/carbon-pf.htm#3> (23.05.2013).

IEA (International Energy Agency) (2012): World Energy Outlook 2012. Paris: IEA.

IG BCE (Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie) (2015): Klimaschutz durch Investition in Effizienz und Versorgungssicherheit. Hannover: IG BCE. <https://www.igbce.de/download/106350-106512/1/ig-bce-vorschlaege-klimaschutz.pdf> (16.06.2015).

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013): Summary for Policymakers. In: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M. M. B., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P. M. (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press, S. 3–29.

Jones, C. (2010): A zero carbon energy policy for Europe: The only viable solution. In: Fouquet, D., Hellner, C., Hoos, E., Johansson, T. B., Jones, C., Sampaio Nunes, P. de, Berge, H. ten, Cross, S. (Hrsg.): EU Energy Law. Vol. 3,3: The European Renewable Energy Yearbook. Leuven: Claeys & Casteels, S. 21–101.

Knopf, B., Chen, Y.-H. H., De Cian, E., Förster, H., Kanudia, A., Karkatsouli, I., Keppo, I., Koljonen, T., Schumacher, K., Vuuren, D. P. van (2013): Beyond 2020 – Strategies and Costs for Transforming the European Energy System. Climate Change Economics 4 (Suppl. 1), 1340001.

Küchler, S. (2013): Strompreise in Europa und Wettbewerbsfähigkeit der stromintensiven Industrie. Kurzanalyse im Auftrag der Bundestagsfraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Berlin: Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft. FÖS-Paper 01/2013.

Küchler, S., Wronski, R. (2015): Der nationale Klimabeitrag – ökonomisch vernünftig und ökologisch notwendig. Kurzbewertung zum Vorschlag des Bundeswirtschaftsministers. Berlin: Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft. FÖS-Hintergrundpapier 03/2015. <http://www.foes.de/pdf/2015-03-FOES-Hintergrundpapier-Klimabeitrag.pdf> (09.04.2015).

Küchler, S., Wronski, R. (2014): Industriestrompreise in Deutschland und den USA: Überblick über Preisniveau, Preiszusammensetzung und Erhebungsmethodik. Kurzanalyse

im Auftrag des Bundesverbands Erneuerbare Energie (BEE). Berlin: Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft. FÖS-Paper 05/2014.

Lehr, U., Lutz, C., Pehnt, M. (2012): Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Osnabrück, Heidelberg: Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung.

Loreck, C., Koch, M., Hermann, H., Matthes, F. C. (2014): Den Europäischen Emissionshandel flankieren. Chancen und Grenzen unilateraler CO₂-Mindestpreise. Berlin: WWF Deutschland.

Löschel, A., Erdmann, G., Staiß, F., Ziesing, H.-J. (2014): Stellungnahme zum ersten Fortschrittsbericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2013. Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“. Berlin, Münster, Stuttgart: Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“.

Matthes, F. C. (2012): Langfristperspektiven der europäischen Energiepolitik – Die Energy Roadmap 2050 der Europäischen Union. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 62 (1–2), S. 50–53.

Matthes, F. C., Loreck, C., Hermann, H., Peter, F., Wunsch, M., Ziegenhagen, I. (2015): Das CO₂-Instrument für den Stromsektor: Modellbasierte Hintergrundanalysen. Berlin: Öko-Institut, Prognos. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/S-T/strommarkt-praesentation-das-co2-instrument-fuer-den-stromsektor,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (15.04.2015).

McGlade, C., Ekins, P. (2015): The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C. *Nature* 517 (7533), S. 187–190.

Meinshausen, M., Meinshausen, N., Hare, W., Raper, S. C. B., Frieler, K., Knutti, R., Frame, D. J., Allen, M. R. (2009): Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C. *Nature* 458 (7242), S. 1158–1162.

Meyer-Ohlendorf, N. (2015): Can the European Council impose consensus on EU climate policies? Discussion Paper. Berlin: Ecologic Institute. <http://www.ecologic.eu/sites/files/publication/2015/cover-ec-climate-policy.jpg> (09.04.2015).

Netherlands Environmental Assessment Agency (2008): Consequences of the European Policy Package on Climate and Energy. Initial assessment of the consequences for the Netherlands and other Member States. Slightly ed. version. Bilthoven: Netherlands Environmental Assessment Agency. <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/500094009.pdf> (16.06.2015).

Nippa, M., Lee, R. P., Gloaguen, S., Meschke, S., Hanebuth, A. (2013): Kohle – Akzeptanzdiskussionen im Zeichen der Energiewende. Denkanstöße aus der Wissenschaft. 2. Aufl. Freiberg: Technische Universität Bergakademie Freiberg, Deutsches EnergieRohstoff-Zentrum. <http://energierohstoffzentrum.com/assets/Uploads/Media/Studien/Studie-Kohle-Akzeptanzdiskussionen-Auflage-2.pdf> (09.04.2015).

Oei, P.-Y., Kemfert, C., Reitz, F., Hirschhausen, C. von (2014a): Braunkohleausstieg – Gestaltungsoptionen im Rahmen der Energiewende. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Politikberatung kompakt 84. http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.471589.de/diwkompakt_2014-084.pdf (06.03.2015).

Oei, P.-Y., Kemfert, C., Reitz, F., Hirschhausen, C. von (2014b): Kohleverstromung gefährdet Klimaschutzziele: Der Handlungsbedarf ist hoch. DIW Wochenenbericht 81 (26), S. 603–612.

Öko-Institut, Fraunhofer ISI (Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung) (2014): Klimaschutzzszenario 2050. 1. Modellierungsrunde. Berlin, Karlsruhe: Öko-Institut, Fraunhofer ISI.

Pehnt, M., Arens, M., Duscha, M., Eichhammer, W., Fleiter, T., Gerspacher, A., Idrissova, F., Jessing, D., Jochem, E., Kutzner, F., Lambrecht, U., Lehr, U., Lutz, C., Paar, A., Reitze, F., Schlomann, B., Seefeld, F., Thampling, N., Toro, F., Vogt, R., Wenzel, B., Wunsch, M. (2011): Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative. Endbericht. Heidelberg, Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Freiburg: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Prognos AG, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH.

r2b energy consulting, HWWI (Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut) (2014): Aktionsprogramm Klimaschutz 2020: Konsequenzen potenzieller Kraftwerksstilllegungen. Köln, Hamburg: r2b energy consulting, HWWI. http://www.bdi.eu/download_content/EnergieUndRohstoffe/2014_11_19_r2b_HWWI_Gutachten_BDI_Klimaschutz.pdf (02.03.2015).

Reitz, F., Gerbaulet, C., Hirschhausen, C. von, Kemfert, C., Lorenz, C., Oei, P.-Y. (2014): Verminderte Kohleverstromung könnte zeitnah einen relevanten Beitrag zum deutschen Klimaschutzziel leisten. DIW Wochenbericht 81 (47), S. 1219–1229.

Reuters (2015): Erstmals Gegenvorschlag zu Gabriels Klimaplan aus Union. Frankfurt am Main: Reuters. <http://de.reuters.com/article/domesticNews/idDEKBN0NC1F920150421> (16.06.2015)

Sandbag (2013): The UK Carbon Floor Price. Sandbag briefing. London: Sandbag. http://www.sandbag.org.uk/site_media/pdfs/reports/Sandbag_Carbon_Floor_Price_2013_final.pdf (28.05.2013).

Saretzki, T. (2001): Energiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland 1949 – 1999. Ein Politikfeld zwischen Wirtschafts-, Technologie- und Umweltpolitik. In: Willems, U. (Hrsg.): Demokratie und Politik in der Bundesrepublik 1949 – 1999. Opladen: Leske + Budrich, S. 195–221.

Schäuble, D., Volkert, D., Jacobs, D., Töpfer, K. (2014): CO₂-Emissionsgrenzwerte für Kraftwerke – Ausgestaltungsansätze und Bewertung einer möglichen Einführung auf nationaler Ebene. Potsdam: Institute for Advanced Sustainability Studies. IASS Working Paper.

Schucht, S. (1998): Ökologische Modernisierung und Strukturwandel in der deutschen Stahlindustrie. Berlin: Forschungsstelle für Umweltpolitik. FFU-Report 99-3. <http://userpage.fu-berlin.de/~ffu/download/rep-99-3.PDF> (02.03.2015).

Sinn, H.-W. (2008): Das Grüne Paradoxon. Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik. Berlin: Econ.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2013): Den Strommarkt der Zukunft gestalten. Sondergutachten. Berlin: Erich Schmidt.

SRU (2011): Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten. Berlin: Erich Schmidt.

Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen (2013): LEP NRW. Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen. Entwurf. Stand: 26.06.2013. Düsseldorf: Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen.

TNS Emnid (2015): Gesundheitsrisiken durch Kohlekraftwerke werden deutlich unterschätzt. Representative Umfrage bei 1184 Deutschen zwischen dem 12.02. und 03.03.2015. Bielefeld: TNS Emnid. <http://gpurl.de/Y9U61> (09.04.2015).

Tsebelis, G. (2002): Veto players. How political institutions work. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Verheyen, R. (2013): Rechtliche Instrumente zur Verhinderung neuer Kohlekraftwerke und Braunkohletagebaue in Deutschland. Rechtsgutachten. Berlin: Bund für Umwelt und

Naturschutz Deutschland, Deutsche Umwelthilfe. http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima_und_energie/130514_bund_klima_energie_rechtsgutachten_kohlekraftwerke.pdf (13.06.2013).

Walz, R., Ostertag, K., Doll, C., Eichhammer, W., Frietsch, R., Helfrich, N., Marscheider-Weidemann, F., Sartorius, C., Fichter, K., Beucker, S., Schug, H., Eickenbusch, H., Zweck, A., Grimm, V., Luther, W. (2008): Innovationsdynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in grünen Zukunftsmärkten. Dessau-Roßlau, Berlin: Umweltbundesamt, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Umwelt, Innovation, Beschäftigung 03/08.

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2014): Klimaschutz als Weltbürgerbewegung. Berlin: WBGU. Sondergutachten.

WBGU (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Hauptgutachten. Berlin: WBGU.

Ziehm, C. (2014): Wie lässt sich der Kohleausstieg einleiten? Neue rechtliche Vorgaben für Bau und Betrieb von Kohlekraftwerken. Gutachten im Auftrag von Bündnis 90/Die Grünen Bundestagsfraktion vom April 2014. Berlin: Bündnis 90/Die Grünen, Bundestagsfraktion.

Sachverständigenrat für Umweltfragen
Luisenstr. 46, 10117 Berlin
Telefon 030 / 26 36 96-0, Fax 030 / 26 36 96-109
Internet: www.umweltrat.de, E-Mail: info@umweltrat.de