



POSITION // APRIL 2016

Klimaschutz im deutschen Kraftwerkspark

Für Mensch & Umwelt

Umwelt  Bundesamt

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet I 2.2
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Autoren:

David Pfeiffer, Benjamin Lünenbürger, Jan Weiß, Claudia Gibis,
Thomas Klaus, Andreas Burger, Christoph Kühleis, Benno Hain,
Kai Kuhnhen

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-deutschen-kraftwerkspark

Titelbild:

KorayErsin | www.fotolia.com

Stand: April 2016

Klimaschutz im deutschen Kraftwerkspark

Zentrale Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- 1. Gesetzliche Verankerung eines Treibhausgasminderungsziels von 95% bis 2050 und eines gesetzlichen Rahmens für einen langfristigen, verbindlichen Klimaschutz in Deutschland**
Das gesamtwirtschaftliche Minderungsziel von 95% bis 2050 gegenüber 1990 sollte in einer geeigneten gesetzlichen Form verankert werden. Außerdem sollten der Kohleausstieg und die Minderungsbeiträge der Energiewirtschaft gesetzlich festgelegt werden. Auf dieser Grundlage sollte die Bundesregierung ihre langfristig orientierten Klimaschutzpläne aufstellen und fortschreiben.
- 2. Adäquate Zwischenziele für 2030 und 2040 gesetzlich verankern**
Es sollten zudem adäquate Zwischenziele für 2030 und 2040 in Form von Mindestzielen gesetzlich festgelegt werden. Die Zwischenziele sollten die Erreichung einer 95%igen Minderung bis 2050 sicherstellen. Sie dienen als Leitplanken für die wirtschaftliche Entwicklung und sollten Pfadabhängigkeiten bei der Transformation des Energiesystems berücksichtigen. Viele der für den energiebedingten Treibhausgasausstoß entscheidenden Sektoren sind durch sehr langlebige Kapitalstöcke geprägt. Eingeschlagene Entwicklungspfade lassen sich nur nach langen Abschreibungszeiträumen oder mit erheblichen Umstellungskosten korrigieren. Der im Energiekonzept der Bundesregierung vorgegebene Minderungspfad von minus 40% bis 2020, minus 55% bis 2030 und minus 70% bis 2040 sollte aus Sicht des UBA daher auf keinen Fall unterschritten und mit Blick auf das 95%-Ziel überprüft werden.
- 3. Überproportionale THG-Minderungsziele für die Energiewirtschaft festlegen**
Die Dekarbonisierung der Energiewirtschaft und speziell die Dekarbonisierung der Stromerzeugung - als wichtigste Maßnahme innerhalb der Energiewirtschaft - sollte im Vergleich zu anderen Sektoren frühzeitiger und mit stärkeren Minderungsbeiträgen vollzogen werden, weil im fossilen Kraftwerkspark große und kostengünstige Minderungspotenziale bestehen, die kurzfristig verfügbar sind. Die gesetzliche Regelung sollte daher festlegen, dass der gesamtwirtschaftliche Entwicklungspfad nach 2020 durch überproportionale Minderungsbeiträge des Sektors Energiewirtschaft und besonders der Stromerzeugung zu erbringen ist.
- 4. Minderungsbeitrag des fossilen Kraftwerksparks bis 2020 sicherstellen**
Nach Auffassung des UBA sollte die Energiewirtschaft und hier insbesondere die fossile Stromerzeugung bis 2020 einen mindestens proportionalen Beitrag zum Klimaschutzziel leisten, d.h. die Treibhausgasemissionen mindestens um 40% ggü. 1990 mindern. Hierzu sollten die Emissionen der Energiewirtschaft auf ein Niveau von 274 Mio. t CO_{2äq} bis 2020 reduziert werden (entsprechend 60% der Emissionen von 1990). Um dieses Niveau zu erreichen, muss der fossile Kraftwerkspark – in Verbindung mit den im Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) avisierten Stromeinsparungen – einen adäquaten Beitrag leisten. Aus Sicht des UBA ist noch nicht sichergestellt, dass die bereits implementierten Maßnahmen der deutschen und europäischen Energie- und Klimapolitik auch ausreichen, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung für 2020 zu erfüllen. Daher muss durch das Monitoring zum Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 und ggf. durch ergänzende Maßnahmen sichergestellt werden, dass das 40%-Minderungsziel bis 2020 erreicht wird.

5. Langfristige Strategie für den schrittweisen Ausstieg aus der Kohleverstromung in Deutschland entwickeln

Die vom UBA geforderte gesamtwirtschaftliche Treibhausgas-Minderung um 95% bis 2050 bedingt einen vollständigen Ausstieg aus der Kohleverstromung. Aus energiewirtschaftlichen, klimapolitischen und ökologischen Gründen sollte insbesondere die Braunkohleverstromung deutlich vor 2050 enden. Zudem sollten die Emissionen aus der Braun- und Steinkohleverstromung bis spätestens 2030 auf einen Entwicklungspfad einschwenken, der im Einklang mit einem ambitionierten langfristigen Minderungspfad für die Energiewirtschaft steht. Von der Bundesregierung sollte ein nationaler Kohledialog unter Beteiligung aller relevanten gesellschaftlichen Akteure initiiert werden. Auf der Grundlage dieses Dialogs sollten im Klimaschutzplan Entwicklungspfade für die Kohleverstromung und Maßnahmen für einen sozialverträglichen Strukturwandel schnellstmöglich festgelegt und durch einen Monitoringprozess regelmäßig von der Bundesregierung evaluiert werden.

6. Emissionshandel stärken

Aufgrund massiver Marktüberschüsse gehen derzeit vom EU-Emissionshandel (EU-ETS) keine ausreichenden Anreize für die Dekarbonisierung des Kraftwerksparks aus. Die EU und ihre Mitgliedstaaten müssen daher den Emissionshandel als zentrales europäisches Klimaschutzinstrument nachhaltig stärken und das verfügbare Emissionsbudget deutlich kürzen. Damit flankierende nationale Klimaschutzinstrumente auch EU-weit klimawirksam werden und den EU-ETS nicht zusätzlich schwächen, müssen und können Lösungen zur besseren Abstimmung zwischen EU-ETS und nationalen Klimaschutzinstrumenten entwickelt werden.

7. Flankierende Instrumente ergänzend zum EU-ETS einführen oder bestehende stärken

Die aktuell implementierten Instrumente der deutschen und europäischen Energie- und Klimapolitik stellen nicht sicher, dass die kurz-, mittel- und langfristigen nationalen Klimaschutzziele erreicht werden. Die im Aktionsprogramm Klimaschutz beschlossenen Maßnahmen initiieren zudem weder einen nachhaltigen Strukturwandel im deutschen Kraftwerkspark noch leiten sie den erforderlichen Ausstieg aus der Verbrennung von Braun- und Steinkohle ein. Sie müssen daher um zusätzliche Maßnahmen ergänzt werden, die helfen, den notwendigen Minderungspfad der Energiewirtschaft in Deutschland sicher zu erreichen. Um einer strommarktgetriebenen Verlagerung von Emissionen ins Ausland infolge der reduzierten Stromerzeugung aus Kohle in Deutschland zu begegnen, sollte der Umbau des deutschen Kraftwerksparks durch einen verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien und Maßnahmen zur Reduzierung der Stromnachfrage begleitet werden.

Inhalt

Vorbemerkungen	4
1 Einführung.....	4
1.1 Global: Die 2 Grad-Obergrenze	4
1.2 Eine nachhaltige Energieversorgung	5
2 Deutsche und europäische Klimaschutzziele	5
2.1 Deutsche Klimaziele	5
2.2 Deutsche Minderungsziele im Kontext der europäischen Klimapolitik	6
3 Die Rolle der Energiewirtschaft bei der Erreichung der Klimaschutzziele.....	7
3.1 Die Emissionsentwicklung bis 2020: Wie groß ist die Lücke zum Minderungsziel und was soll das Aktionsprogramm Klimaschutz leisten?	8
3.2 Die Emissionsentwicklung bis 2050: Projektionen zeigen deutlichen Handlungsbedarf	12
3.3 Der Beitrag der Energiewirtschaft zu einem langfristigen und ambitionierten Klimaschutzpfad.....	13
3.4 Fazit: Welchen Beitrag sollte die Energiewirtschaft zur Erreichung des langfristigen Klimaziels leisten?.....	16
4 Klimaverträgliche Reduktionspfade der Stein- und Braunkohleverstromung	17
4.1 Reduktion der Braunkohleverstromung in den langfristigen Klimaschuttszenarien .	17
4.2 Reduktion der Steinkohleverstromung in den langfristigen Klimaschuttszenarien ..	19
4.3 Begründung für eine stärkere Reduktion der Braunkohleverstromung	21
5 Auswirkungen einer reduzierten Kohleverstromung in Deutschland auf die europäischen Strommärkte und THG Emissionen.....	23
6 Den Emissionshandel stärken und durch gezielte flankierende Instrumente ergänzen....	25
7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	27

Vorbemerkungen

Mit dem Aktionsprogramm Klimaschutz und dem Klimaschutzplan 2050 sollen die Weichen für den zukünftigen Klimaschutz in Deutschland gestellt werden. Aus Sicht des Umweltbundesamtes (UBA) sollte Deutschland die Treibhausgas (THG)-Emissionen bis 2050 um 95% gegenüber 1990 mindern und seine Klimaschutzpolitik an diesem Langfristziel ausrichten. In unserer Studie „Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050“ haben wir gezeigt, dass eine Minderung der THG-Emissionen um 95% bis 2050 technisch möglich ist.¹

Ein treibhausgasneutrales Deutschland erfordert, dass die Emissionen in allen Sektoren gesenkt werden. Große Bedeutung hat dabei der Sektor Energiewirtschaft. Der Sektor hat gegenwärtig den größten Anteil an den deutschen Gesamtemissionen. Der weitaus größte Teil der Emissionen in diesem Sektor entsteht bei der Stromerzeugung. Das vorliegende Papier enthält Einschätzungen und Vorschläge zu sinnvollen Minderungskorridoren für die Energiewirtschaft und insbesondere für die Stromerzeugung aus Braun- und Steinkohle. Dazu werden zentrale Empfehlungen für die deutsche Klimaschutzpolitik formuliert.

1 Einführung

1.1 Global: Die 2 Grad-Obergrenze

Die Beschlüsse der Pariser Klimakonferenz senden ein eindeutiges Signal an die Gesellschaft und die globale Wirtschaft aus: Die Zukunft muss kohlenstoffarm und klimaresilient sein. Dies bedeutet, dass die 2 Grad-Obergrenze klar eingehalten werden muss und möglichst 1,5°C globale durchschnittliche Temperaturerhöhung nicht überschritten werden. Die Einigung enthält das vertragliche Ziel, die globale Erwärmung deutlich unter 2°C zu halten und Anstrengungen für eine Beschränkung auf 1,5°C zu unternehmen. Die 2 Grad-Obergrenze beschreibt eine Temperaturschwelle, bei deren Überschreitung Klimaforscher erwarten, dass die dann eintretenden Veränderungen voraussichtlich nicht mehr beherrschbare Folgen für Mensch und Umwelt haben werden. Um dies zu verhindern, muss der globale Ausstoß von Treibhausgasen drastisch gesenkt werden.

Im Bericht der Arbeitsgruppe 3 als Teil des 5. IPCC-Sachstandsberichts² wird eine global notwendige THG-Minderung von 40-70% bis zum Jahr 2050 gegenüber 2010 angeführt, um eine 2°C-kompatible Klimastabilisierung³ von 450ppm CO_{2äq} zu erreichen. Es ist weitgehend Konsens, dass die Industrieländer dafür bis 2050 ihre Treibhausgasemissionen um mindestens 80% bis 95% unter den Wert des Jahres 1990 senken müssen. Außerdem belegen Studien, die auch Eingang in den 5. IPCC-Sachstandsbericht fanden, dass ein unverzüglicher, ambitionierter frühzeitiger Klimaschutz kostengünstiger ist als eine verzögerte Klimapolitik.

Der wissenschaftliche Kenntnisstand zur Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 1,5°C und insbesondere die damit verbundenen nationalen Herausforderungen ist derzeit noch ungenügend. Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen jedoch, dass eine Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 1,5 Grad mit höherer Wahrscheinlichkeit erreicht werden kann,

¹ UBA (2014): [Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050](#), Climate Change 07/2014. Dessau-Roßlau, April 2014.

² IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

³ Die Wahrscheinlichkeit der Einhaltung der 2°C-Grenze liegt bei 450 ppm bei 66-100%.

wenn früher und ambitionierter Minderungen umgesetzt werden, im Vergleich zur Begrenzung auf maximal 2 Grad.⁴

Nach Ansicht des Umweltbundesamtes sollte Deutschland eine Minderung der nationalen THG-Emissionen um 95% bis spätestens 2050 gegenüber den Werten von 1990 anstreben.⁵

1.2 Eine nachhaltige Energieversorgung⁶

Dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung hat sich Deutschland - gemeinsam mit vielen anderen Staaten - im Zuge der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung bereits im Jahr 1992 in Rio de Janeiro verpflichtet. Die Bundesrepublik setzt diese Verpflichtung mit der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie um, die unter anderem auch Vorgaben für eine nachhaltige Energieversorgung und damit auch für die Entwicklung der Stromversorgung enthält. Die im Energiewirtschaftsgesetz genannten Anforderungen an die Elektrizitätsversorgung - sicher, wirtschaftlich und umweltfreundlich - werden häufig gleichrangig dargestellt. Die Vernachlässigung der Umweltbelange und das gegenwärtige, stark fossile Energiesystem gefährden jedoch das langfristige Leben der gesamten Menschheit unter lebenswürdigen Bedingungen. Ein Energiesystem, dessen Wirkungen absehbar negative Folgen für das Klima und die von Menschen genutzten Ökosystemdienstleistungen haben, gefährdet auch seine eigene Sicherheit und wirtschaftliche Entwicklung und es widerspricht dem Grundsatz generationenübergreifender Gerechtigkeit. Aus der Tragfähigkeit des Naturhaushalts ergeben sich die Leitplanken für die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems. Nur innerhalb dieses Rahmens können wir andere Nachhaltigkeitsanforderungen wie Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit optimieren.

2 Deutsche und europäische Klimaschutzziele

2.1 Deutsche Klimaziele

Die Bundesregierung hat im Energiekonzept aus dem Jahr 2010 Leitlinien für die Entwicklung und Umsetzung einer bis 2050 reichenden Gesamtstrategie für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung festgelegt⁷. Das Energiekonzept unterstreicht dabei u. a. die Notwendigkeit von klaren Zielen. Für die gesamtwirtschaftliche Minderung der Treibhausgasemissionen bis 2050 wird folgender Zielpfad formuliert (Minderung jeweils ggü. 1990): minus 40% bis 2020, minus 55% bis 2030, minus 70% bis 2040 und minus 80 bis 95% bis 2050. Allerdings enthält das Energiekonzept keine sektorspezifischen Minderungsziele für die Emissionen der Energiewirtschaft oder der Stromerzeugung.

⁴ Rogelj, J.; Luderer, G.; Pietzcker, R.C.; Kriegler, E.; Schaeffer, M.; Krey, V.; Riahi, K. (2015): Energy System transformations for limiting end-of-century warming to below 1,5 °C, nature climate change Vol. 5, 519-527, May 2015. und UBA (2014): Scenarios on the feasibility of emissions reductions consistent with 2°C stabilization, Climate Change 09/2014. Dessau-Roßlau, Juli 2014.

⁵ UBA (2016): Positionspapier zum Klimaschutzplan 2050.

⁶ Siehe auch UBA (2002): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland: Die Zukunft dauerhaft und umweltgerecht gestalten, Erich Schmidt Verlag, Berlin, Mai 2002. und UBA (2009): [Klimaschutz und Versorgungssicherheit - Entwicklung einer nachhaltigen Stromversorgung](#), Climate Change 13/2009. Dessau-Roßlau, September 2009. und UBA (2009): Klimakonzeption des Umweltbundesamtes, Climate Change 14/2009. Dessau-Roßlau, Januar 2009.

⁷ BMU (2011): Das Energiekonzept der Bundesregierung 2010 und die Energiewende 2011. Berlin, Oktober 2011.

Die im Energiekonzept formulierten Ziele wurden von der gegenwärtigen Bundesregierung bestätigt.⁸ Das im Koalitionsvertrag enthaltende Minderungsziel für 2020 von mindestens 40% gegenüber 1990 wurde zuletzt mit dem Ende 2014 von der Bundesregierung beschlossenen Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 bekräftigt. Im Aktionsprogramm wurden Maßnahmen formuliert, die die Erreichung des 2020-Ziels sicherstellen sollen. Zusätzlich wurde in der Koalitionsvereinbarung der 18. Legislaturperiode festgelegt, einen nationalen Klimaschutzplan 2050 zu erarbeiten, der 2016 im Bundeskabinett verabschiedet werden soll. Der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung soll für den Transformationsprozess zum Erreichen der nationalen Klimaschutzziele bis 2050 inhaltliche Orientierung geben und diesen Prozess als zentrales Handlungsinstrument gestalten.⁹ Der Fokus liegt dabei auf der Darstellung strategischer Maßnahmen und Instrumente für den Zeitraum 2020 bis 2030, die somit unmittelbar an das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung anschließen. Zahlreiche Akteure empfehlen mittlerweile eine Überprüfung und Anhebung der Zwischenziele für 2030 und 2040, damit bis 2050 der obere Rand des Minderungsziels (minus 95%) sicher erreicht werden kann¹⁰.

2.2 Deutsche Minderungsziele im Kontext der europäischen Klimapolitik

Deutschland ist über den europäischen Emissionshandel (EU-ETS) und die Effort-Sharing-Decision (ESD) auf EU-Ebene in Maßnahmen zur Erreichung der EU-Klimaschutzziele eingebunden. Im Gegensatz zu den nationalen, im Energiekonzept formulierten Zielen, sind die Minderungsziele auf europäischer Ebene mit einem verbindlichen Rechtsrahmen hinterlegt. Der 2008 durch das Energie- und Klimapakete gesetzte Rechtsrahmen regelt den gesamteuropäischen Minderungspfad bis 2020. Demnach sollen die gesamtwirtschaftlichen THG-Emissionen in den EU-Staaten bis 2020 um insgesamt 20% gegenüber 1990 sinken. Dieses Ziel ist damit deutlich weniger ambitioniert als das im Energiekonzept formulierte deutsche Minderungsziel von 40 % gegenüber 1990. Außerdem können sowohl im EU-ETS als auch in den Nicht-ETS-Sektoren Projektgutschriften aus dem Ausland (CDM/JI) genutzt werden. Dies hat zur Folge, dass die Emissionsminderungen innerhalb der EU noch geringer ausfallen.

Im Energie- und Klimapakete wurde auch die Aufteilung der Minderungsbeiträge zwischen ETS-Sektor und den übrigen Sektoren (Non-ETS-Sektoren) festgelegt. Demnach wurde für den ETS-Sektor das Ziel formuliert, die Treibhausgasemissionen EU-weit bis zum Jahr 2020 um 21% gegenüber 2005 zu senken.¹¹ In den EU-ETS sind alle bedeutenden Industrie- und Verbrennungsanlagen einbezogen. Für die Non-ETS-Sektoren sollen die Emissionen bis 2020 um 10% gegenüber 2005 zurückgehen. Dabei wurden in der ESD für die Mitgliedstaaten verschiedene Zielpfade in den Nicht-ETS-Sektoren festgelegt (+20% bis -20%). Für Deutschland sieht die ESD einen linearen Minderungspfad der Treibhausgasemissionen um

⁸ [Koalitionsvertrag von CDU/CSU und SPD für die 18. Legislaturperiode](#) (S. 36 ff).

⁹ BMUB (2015): [Klimaschutzplan 2050 – Impulspapier des BMUB für den Auftakt des Beteiligungs- und Dialogprozesses](#). Berlin, Juni 2015.

¹⁰ Eine Übersicht über Studien bzw. Stellungnahmen, die eine Anhebung der Zwischenziele empfehlen, bei IKEM (2015): [Rechtlich-institutionelle Verankerung der Klimaschutzziele der Bundesregierung](#), Studie im Auftrag des BMUB, Berlin, Juni 2015, S. 261.

¹¹ Diese Minderungsvorgabe bezieht sich auf das Cap, das seit dem Jahr 2013 jährlich um 1,74% reduziert wird. Außerdem können in der 3. Handelsperiode Restkontingente für die Nutzung von Projektgutschriften aus den flexiblen Kyoto-Mechanismen (CDM/JI) sowie in der 2. Handelsperiode nicht genutzte und übertragene Emissionsberechtigungen (Überschüsse in Höhe von 1,7 Mrd. EUA) zur Deckung der Emissionen verwendet werden. Es gibt somit keine jährliche fixe Emissionsgrenze, sondern ein zwischen den Jahren flexibel einsetzbares verfügbares Emissionsbudget.

14% bis zum Jahr 2020 gegenüber 2005 vor. Im ETS-Sektor bestehen hingegen keine nationalen Minderungsvorgaben.

Im Oktober 2014 haben die EU-Mitgliedstaaten den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 beschlossen. Für das Jahr 2030 ist eine mindestens 40%ige Minderung der Treibhausgasemissionen innerhalb der EU im Vergleich zu 1990 vorgesehen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen sowohl die Emissionshandels-Richtlinie als auch die Effort-Sharing-Decision fortgeschrieben und angepasst werden. Diese Ziele bestätigte die EU mit der Übersendung der Intended Nationally Determined Contribution (INDC) an das UN-Klimasekretariat im Vorfeld der 21. Vertragsstaatenkonferenz Ende 2015 in Paris.

3 Die Rolle der Energiewirtschaft bei der Erreichung der Klimaschutzziele

Die Frage, welchen Beitrag die Energiewirtschaft zur Erreichung der gesamtwirtschaftlichen Klimaschutzziele leisten soll, ist von großer Bedeutung. Deshalb haben die Bundesregierung, einzelne Fachministerien (BMUB, BMWi) und die Europäische Kommission Studien zur Beantwortung dieser Frage beauftragt¹². **Sämtliche Studien kommen zu dem Ergebnis, dass die Energiewirtschaft die THG-Emissionen frühzeitiger und deutlich stärker als alle übrigen Sektoren senken sollte.**

Der Grund dafür ist, dass die Energiewirtschaft der Sektor mit den größten technisch-wirtschaftlichen Minderungspotenzialen ist. Dies wird sowohl im Aktionsprogramm Klimaschutz¹³ betont als auch von der Expertenkommission zum Energiewendemonitoring. Dies gilt besonders mit Blick auf die kurzfristig erschließbaren Minderungspotentiale zum Erreichen der 2020-Ziele.¹⁴

Ausgehend von dem langfristigen Minderungsziel im Energiekonzept der Bundesregierung (minus 80-95% bis 2050) hat das BMUB im „Klimaschutzszenario 2050“ modellgestützt ermitteln lassen, welche Emissionsminderungen zwischen 2020 und 2050 auf sektoraler Ebene möglich sind. Die Ergebnisse der ersten beiden von insgesamt drei Modellierungsstudien wurden 2014 und 2015 veröffentlicht. Demnach ist eine gesamtwirtschaftliche Minderungsleistung bis 2050 von 80 bis 95% im Vergleich zu 1990 mit überproportionalen Minderungen in der Energiewirtschaft verbunden (92 bis 96%). Bereits eine gesamtwirtschaftliche Minderung um 80% wäre also mit einer fast vollständigen Dekarbonisierung der Energiewirtschaft verknüpft. Die Autoren gehen sogar noch einen Schritt weiter und fordern: Die Stromerzeugung „sollte zuerst dekarbonisiert werden.“ Auch die Europäische Kommission stellte in der Klima-Roadmap für 2050 fest, dass die Stromerzeugung den größten Beitrag an einer Minderung von THG-Emissionen zu leisten hat.¹⁵

¹² UBA (2013): [Politikszenerarien für den Klimaschutz VI](#), Climate Change 04/2013. Dessau-Roßlau, März 2013. Öko Institut/Fraunhofer ISI (2014): [Klimaschutzszenario 2050, 1. Modellierungsrunde](#). Studie im Auftrag des BMUB, Berlin, August 2014. ECF (2010): [Roadmap 2050, Volume 1](#). Brüssel, April 2010. Prognos/EWI/GWS (2014): [Entwicklung der Energiemärkte - Energierferenzprognose](#), Endbericht. Studie im Auftrag des BMWi, Berlin, Juni 2014. Prognos/Öko Institut (2009): [Modell Deutschland - Klimaschutz bis 2050 vom Ziel her denken](#). Studie im Auftrag des WWF, Basel/Berlin, Oktober 2009.

¹³ BMUB (2014): [Aktionsprogramm Klimaschutz 2020](#), Kabinettsbeschluss vom 3. Dezember 2014. Berlin, Dezember 2014.

¹⁴ Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ (2014): [Stellungnahme zum ersten Fortschrittsbericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2013](#). Berlin, Münster, Stuttgart, November 2014.

¹⁵ ECF (2010)

Im Folgenden sollen die hieraus erwachsenden Implikationen für die fossile Stromerzeugung im deutschen Kraftwerkspark untersucht werden.

3.1 Die Emissionsentwicklung bis 2020: Wie groß ist die Lücke zum Minderungsziel und was soll das Aktionsprogramm Klimaschutz leisten?

Der aktuelle Projektionsbericht der Bundesregierung¹⁶ aus dem Jahr 2015 gibt Aufschluss über die projizierte Entwicklung der deutschen Treibhausgasemissionen bis 2020 auf Basis bereits umgesetzter Politikmaßnahmen (Stand 31. August 2014). Abbildung 1 zeigt die sektorale Aufteilung der Emissionen für die Jahre 1990 und 2012 sowie die entsprechenden Projektionen für das Jahr 2020. Demnach wird bis 2020 von einer Minderung um 32,7% gegenüber 1990 ausgegangen. **Somit ergibt sich für 2020 gegenüber der Zielvorgabe des Energiekonzepts eine gesamtwirtschaftliche Minderungslücke von mehr als 7 Prozentpunkten.**

Das Aktionsprogramm Klimaschutz von 2014 soll diese Lücke schließen. Dafür wurden Potentiale in allen Sektoren adressiert, ohne dabei sektorspezifische Ziele festzulegen. Vielmehr sollen zentrale politische Festlegungen zu sektorübergreifenden Minderungen führen. Die Minderungspotentiale der Energiewirtschaft werden im Aktionsprogramm durch direkte und indirekte Maßnahmen in der Stromerzeugung adressiert. Dazu gehören eine Reform des Emissionshandels, der Ausbau erneuerbarer Energien, sowie eine Weiterentwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung und des fossilen Kraftwerksparks. **Die Maßnahmen sollen zusammengenommen die THG-Emissionen in der Stromerzeugung gegenüber dem Projektionsbericht 2015 bis 2020 um zusätzlich 22 Mio. t CO_{2äq} auf 294,7¹⁷ Mio. t CO_{2äq} reduzieren.**

Darüber hinaus sollen Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs aus dem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) zur Minderung der THG-Emissionen aus der Stromerzeugung beitragen. Wie hoch die Minderung der THG-Emissionen in der Energiewirtschaft durch den NAPE tatsächlich ausfallen können, wird im Aktionsprogramm Klimaschutz nicht beziffert. In welchem Umfang ein Rückgang des inländischen Stromverbrauchs tatsächlich zu einer Minderung der nationalen THG-Emissionen führt, hängt wesentlich von der Entwicklung auf den europäischen Strommärkten ab. Durch den Ausbau von Leitungsverbindungen sowie die zunehmende Integration der nationalen Strommärkte wird **die inländische Stromerzeugung zunehmend vom inländischen Stromverbrauch entkoppelt. Trotz Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs kann ein weiterer Anstieg des Exportüberschusses dazu führen, dass die Stromerzeugung aus fossilen Kraftwerken in Deutschland nicht sinkt. In diesem Fall käme es nicht zu einer Minderung der Emissionen in Deutschland (siehe Kapitel 5).**

Aus Sicht des UBA ist noch nicht sichergestellt, dass die bereits implementierten Maßnahmen der deutschen und europäischen Energie- und Klimapolitik auch ausreichen, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung für 2020 zu erfüllen. Daher muss durch das Monitoring zum Aktionsprogramm Klimaschutz und ggf. durch ergänzende Maßnahmen sichergestellt werden, dass das 40%-Minderungsziel bis 2020 sicher erreicht wird.

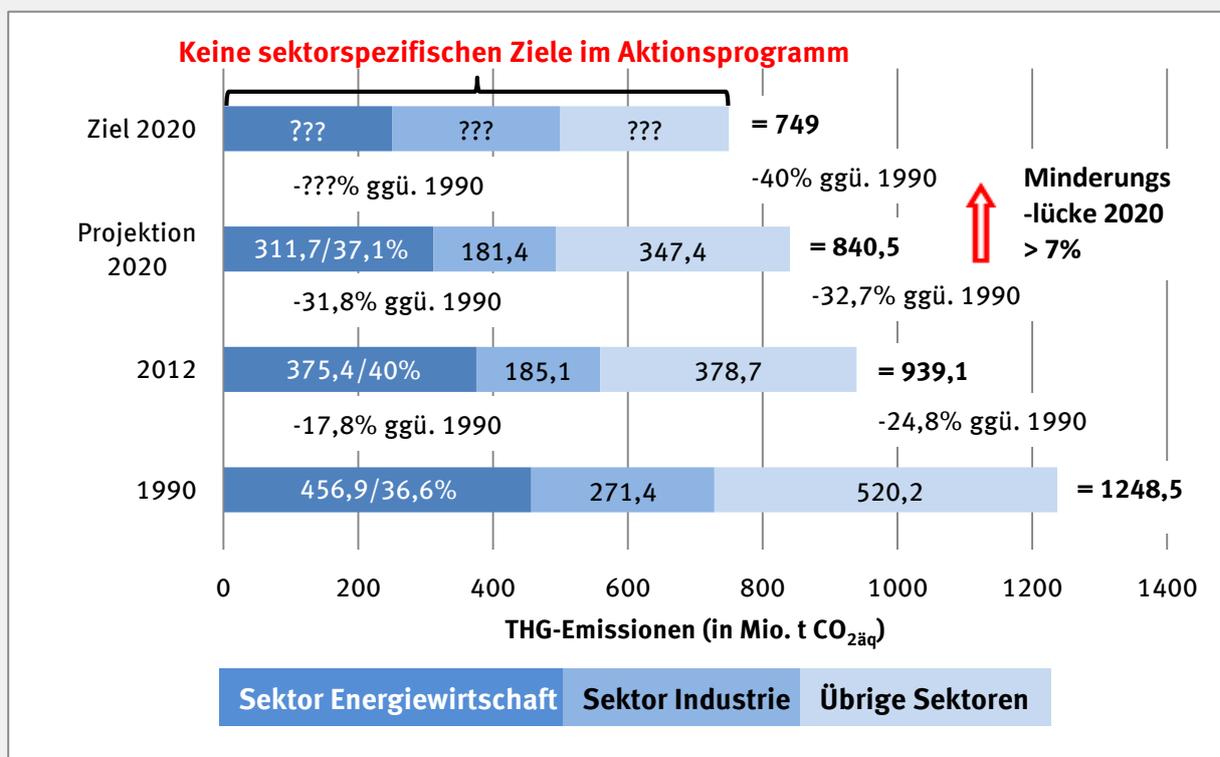
¹⁶ BRD (2015): [Projektionsbericht 2015](#). Berlin, März 2015.

¹⁷ In der Präsentation des BMWi zum Klimabeitrag (BMWi (2015): [Der nationale Klimaschutzbeitrag der deutschen Stromerzeugung](#), Ergebnisse der Task Force „CO₂-Minderung“. Berlin, März 2015.) werden 290 Mio. t CO₂ genannt. Diese beziehen sich allerdings nur auf die CO₂-Emissionen und berücksichtigen nicht die weiteren Treibhausgase.

Textbox 1: Erläuterungen zur Aufteilung der Emissionen im Jahr 2012 und entsprechend Projektionsbericht

Abbildung 1 zeigt neben der gesamtwirtschaftlichen Emissionsentwicklung auch die entsprechende Entwicklung nach Sektoren (Energiewirtschaft, Industrie, Übrige) auf Basis der im Projektionsbericht 2015 veröffentlichten Daten¹⁸. Demnach entfielen 2012 rund 40% der deutschen Gesamtemissionen, d.h. 375,4 Mio. t CO_{2äq} auf den Sektor Energiewirtschaft. Seit 1990 sind die Emissionen in diesem Sektor lediglich um 17,8% gesunken, während der Rückgang in allen übrigen Sektoren im gleichen Zeitraum knapp 25% betrug. Obwohl die Energiewirtschaft laut **einheitlicher Empfehlung von Experten einen überproportionalen Minderungsbeitrag leisten sollte, minderte dieser Sektor zwischen 1990 und 2012 sogar weitaus weniger als die anderen Sektoren.**

Abbildung 1: THG-Emissionen der Jahre 1990 und 2012 aus dem nationalen Inventarbericht für 2014¹⁹, sowie die Projektion für 2020 aus dem Projektionsbericht 2015 und das Ziel für 2020 aus dem Energiekonzept 2010/11.

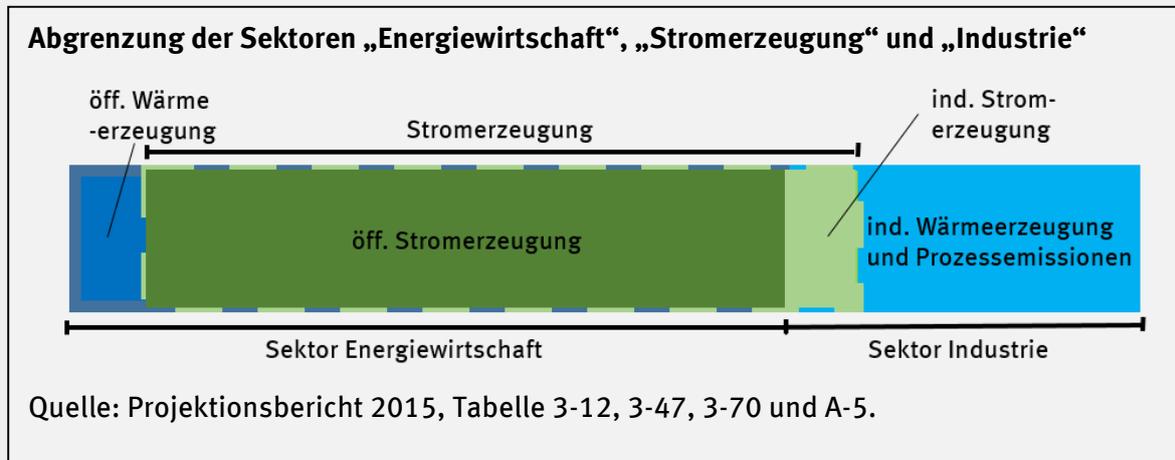


Bis 2020 werden die Emissionen der Energiewirtschaft ohne weitere Politikmaßnahmen laut Projektionsbericht 2015 auf rund 311,7 Mio. t CO_{2äq} zurückgehen. Dieser Rückgang entspräche einer Minderung von etwa 32% ggü. 1990. Die Emissionen in der Energiewirtschaft werden also laut Projektionsbericht 2015 bis 2020 etwa in gleichem Maße gemindert wie die Gesamtemissionen. **Auch bis 2020 ist damit, auf Basis des aktuellen Projektionsberichts, kein überdurchschnittlicher Minderungsbeitrag des Sektors Energiewirtschaft zu erwarten.**

Abbildung 2 zeigt die Abgrenzungen der Bereiche Energiewirtschaft, Stromerzeugung und Industrie. Die beiden Sektoren **Energiewirtschaft** und **Industrie** waren in 2012 zusammen verantwortlich für etwa 561 Mio. t CO_{2äq}. Etwa 90% der Emissionen des Sektors Energiewirtschaft stammen aus der **öffentlichen Stromerzeugung** aus fossilen und nicht-fossilen Kraftwerken. Im Sektor **Industrie** sind es nur 24%, die durch die Bereitstellung von Strom (hauptsächlich aus Steinkohle- und Gaskraftwerken) emittiert werden. Der überwiegende Teil der Emissionen dieses

Sektors stammt aus der **industriellen (Prozess-) Wärmeerzeugung**. Insgesamt lagen die Emissionen der Stromerzeugung 2012 bei etwa 377 Mio. t CO_{2äq}.

Abbildung 2: Erläuterung zur Abgrenzung der relevanten Bereiche laut Projektionsbericht 2015 für das Jahr 2012



Als Ergänzung zu Abbildung 1 ist in Abbildung 3 die Verteilung der THG-Emissionen auf **Energiewirtschaft, Industrie, Stromerzeugung und Kohleverstromung** auf Basis des Projektionsberichts 2015 dargestellt. Demnach entstanden 2012 rund 377 Mio. t CO_{2äq} bei der **Stromerzeugung**²⁰ (grüne Balken). Ungefähr 333 Mio. t CO_{2äq} davon in der Energiewirtschaft. Die Stromerzeugung ist demnach für rund 89% der Emissionen im Sektor Energiewirtschaft verantwortlich. Die übrigen Emissionen der Stromerzeugung von ca. 44 Mio. t CO_{2äq} entfallen auf die Eigenverstromung des produzierenden Gewerbes im Industriesektor (Industriekraftwerke). Bis 2020 wird im Projektionsbericht 2015 von einem Rückgang der strombedingten Gesamtemissionen auf rund 317 Mio. t CO_{2äq} ausgegangen, wovon 272 Mio. t CO_{2äq} im Sektor Energiewirtschaft anfallen. Die Minderung der strombedingten Gesamtemissionen im Sektor Energiewirtschaft läge demnach bei rund 18% gegenüber 2012. Die Emissionen der

¹⁸ Für die Aufteilung der Emissionen auf die Sektoren wurde der Sektorzuschnitt verwendet, welcher unter anderem auch im Projektionsbericht 2015 und den Klimaschutzszenarien des BMUB angewendet wird. Die Daten werden regelmäßig vom UBA erhoben und basieren auf den nationalen Inventarberichten (NIR). Für den Sektor Energiewirtschaft werden gemäß dieses Sektorzuschnitts die Quellkategorien 1.A.1 (Energiewirtschaft) und 1.B (flüchtige Emissionen im Energiesektor), für den Sektor Industrie die Quellkategorien 1.A.2 und 2. aus dem NIR zusammengefasst. Damit ist die Vergleichbarkeit zu den Szenarien gewährleistet. Zu beachten ist, dass dem Sektor Energiewirtschaft im Aktionsprogramm Klimaschutz zusätzlich die Emissionen aus Erdgasverdichtern (1.A.3e) zugerechnet werden – welche allerdings auch nur weniger als 0,4% der Sektoremissionen ausmachen.

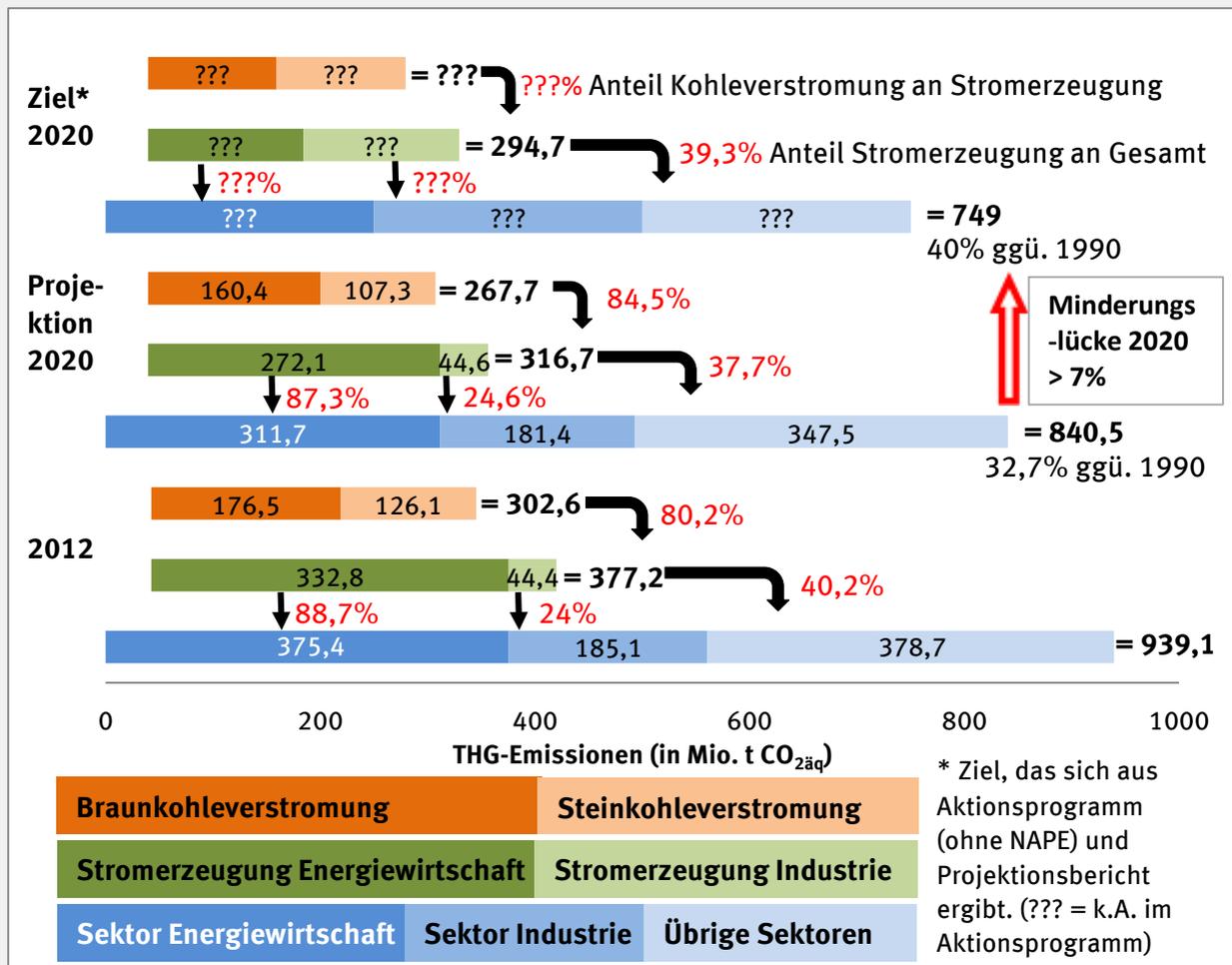
¹⁹ UBA (2013): [Nationale Trendtabelle für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2012](#). Dessau-Roßlau, November 2013.

²⁰ Inklusive der Emissionen aus der Rauchgasentschwefelung (REA). Obwohl davon auszugehen ist, dass die Emissionen der Stromerzeugung weitgehend in Anlagen entstehen, die vom EU-ETS erfasst sind, können die Daten der betrachteten Szenarien (KS 80 und 90, sowie Zielszenario) nicht vollständig mit im Rahmen des EU-ETS erhobenen Daten (z.B. aus den jährlichen Emissionsberichten) verglichen bzw. verifiziert werden, denn die Emissionen aus der Stromerzeugung werden nicht immer separat berichtet. Auch der Sektorzuschnitt ist ein anderer (im EU ETS werden die Raffinerien der Industrie zugerechnet, in einigen betrachteten Szenarien aber der Energiewirtschaft).

Industriestromerzeugung bleiben hingegen mit etwa 44,4 Mio. t CO_{2äq} in 2020 gegenüber 2012 beinahe unverändert.²¹

Die **Kohleverstromung** war im Jahr 2012 für 80% der Treibhausgasemissionen der gesamten Stromerzeugung verantwortlich. Davon entfielen rund 47 Prozentpunkte auf Braun- und rund 33 Prozentpunkte auf Steinkohlen. Bis 2020 wird der Anteil der Kohleverstromung an den Emissionen aus der Stromerzeugung laut Projektionsbericht 2015 auf rund 85% ansteigen. **Trotz der hohen Minderungspotentiale in der Energiewirtschaft nimmt laut Projektionsbericht 2015 der Anteil des Sektors an den Gesamtemissionen bis 2020 gegenüber 2012 nur geringfügig ab.**

Abbildung 3: Aufteilung und Darstellung der Anteile der THG-Emissionen der Sektoren Energiewirtschaft und Industrie, sowie der Stromerzeugung und Kohleverstromung.²²



Quelle: Eigene Berechnungen aus Daten des Projektionsberichts 2015 und des Aktionsprogramms Klimaschutz

²¹ Das Erzeugungsprofil für Strom für industrielle KWK-Anlagen setzt sich im Projektionsbericht aus einer angenommenen Gleichverteilung zusammen. Ein großer Teil der Eigenstromerzeugung des Sektors Industrie unterliegt somit nicht den Optimierungen des Strommarktmodells.

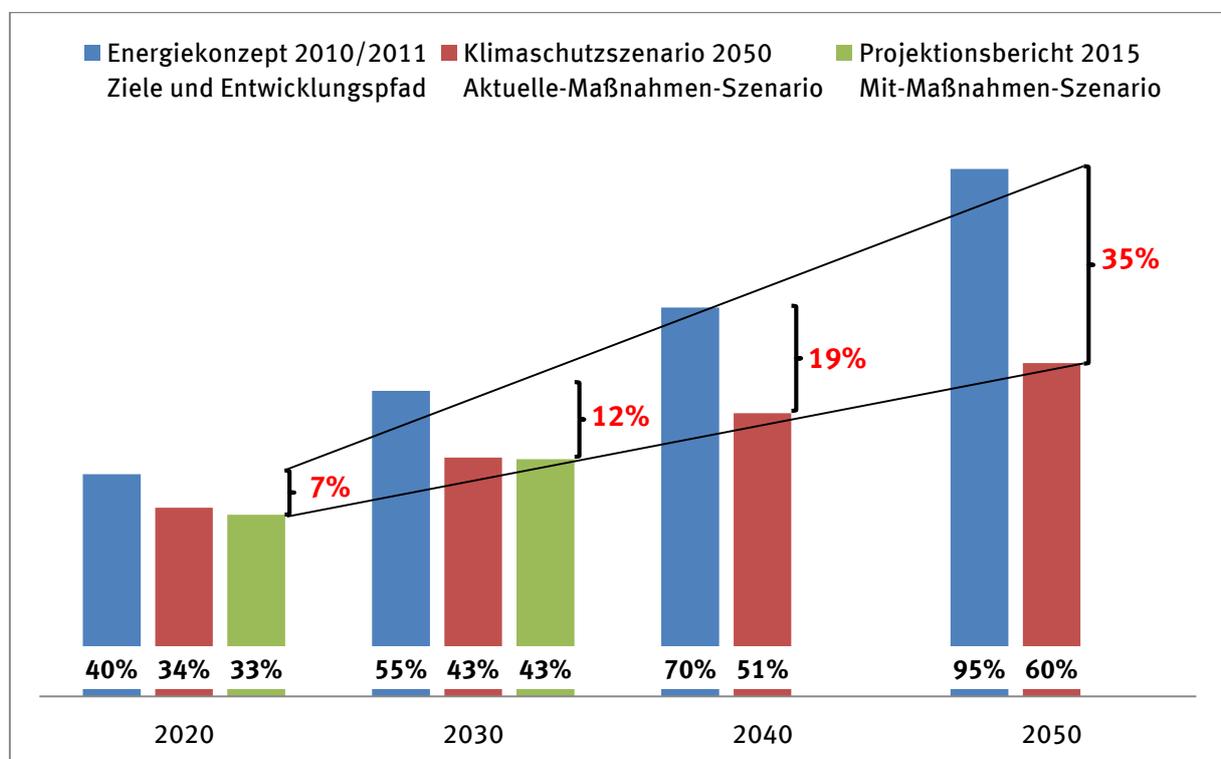
²² Die Aufteilung der Sektoren Energiewirtschaft und Industrie erfolgte nach dem Sektorzuschnitt des BMUB. Zu den übrigen Sektoren wurden hier, zur besseren Übersicht, die Sektoren Haushalte, Verkehr, GHD, Landwirtschaft und Übrige zusammengefasst.

3.2 Die Emissionsentwicklung bis 2050: Projektionen zeigen deutlichen Handlungsbedarf

Im Energiekonzept der Bundesregierung von 2010 wurde ein Minderungspfad zum Erreichen des langfristigen Zielkorridors in 2050 bestimmt. Für 2030 ist eine 55%ige Minderung der THG-Emissionen gegenüber 1990 vorgesehen.

In Abbildung 4 wird deutlich, dass die Lücke zwischen dem von der Bundesregierung im Energiekonzept postulierten Minderungspfad und aktuellen Projektionen zur Emissionsentwicklung eklatant ist und zunehmend größer wird. **Auf Basis der vorliegenden Projektionen kann daher geschlossen werden, dass die aktuell implementierten Maßnahmen der deutschen und europäischen Energie- und Klimapolitik nicht ausreichen, um das Erreichen der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele der Bundesregierung sicherzustellen.**

Abbildung 4: Ziele aus dem Energiekonzept 2010/11 zur Minderung der THG-Emissionen ggü. 1990 und Szenarien des Projektionsberichts 2015 und Klimaschutzszenario 2050.²³



Wird ein Zwischenziel verfehlt, wird es immer schwerer diesen Rückstand in den darauffolgenden Jahren wieder einzuholen und auf einen ambitionierten Klimaschutzpfad zurückzukommen. Denn viele der für den Treibhausgasausstoß entscheidenden Sektoren sind durch sehr langlebige Kapitalstöcke geprägt. Eingeschlagene Entwicklungspfade lassen sich in diesen Sektoren daher nur nach langen Abschreibungszeiträumen oder mit erheblichen Umstellungskosten korrigieren.

²³ Das Aktuelle-Maßnahmen-Szenario im Klimaschutzszenario 2050 berücksichtigt alle Maßnahmen, die bis Oktober 2012 ergriffen worden sind. Der Projektionsbericht 2015 berücksichtigt im Mit-Maßnahmen-Szenario alle Maßnahmen die bis 31. August 2014 ergriffen worden sind. Auf Grund seiner Relevanz als offizieller Bericht der Bundesregierung und der Aktualität wird hier, wenn möglich, der Projektionsbericht als Referenz verwendet. Da der Projektionsbericht nur bis 2035 berichtet, wird für die Langfristperspektive das Klimaschutzszenario 2050 verwendet.

Dies gilt insbesondere für den Sektor Energiewirtschaft: Der Bau und das umfassende Retrofit von Kohlekraftwerken, sowie der Aufschluss neuer Tagebaue sind mit einem hohen Investitionsaufwand verbunden. Das investierte Kapital wird über lange Zeiträume abgeschrieben, d.h. die Investitionskosten müssen über viele Betriebsjahre erwirtschaftet werden. Werden Kohlekraftwerke vor dem Ende eines Abschreibungszeitraumes abgeschaltet oder Tagebaue kurz nach ihrem Aufschluss wieder stillgelegt, geht Kapital verloren, welches an einem anderen Ort effizienter hätte eingesetzt werden können. Zudem entstehen besonders beim Aufschluss neuer Tagebaue Umweltschäden, die nur schwer wieder rückgängig gemacht werden können. Daher ist es sowohl aus Gründen des Klima- und Umweltschutzes als auch wirtschaftlich sinnvoll, den Bau neuer Kohlekraftwerke, den Aufschluss neuer Tagebaue das Erweitern von bestehenden Tagebauen und lebensdauerverlängernde Retrofit-Maßnahmen an Bestandskraftwerken durch das Setzen entsprechender Rahmenbedingungen zu verhindern und den notwendigen Strukturwandel in der Energiewirtschaft frühzeitig einzuleiten.

3.3 Der Beitrag der Energiewirtschaft zu einem langfristigen und ambitionierten Klimaschutzpfad

Sowohl das BMUB als auch das BMWi haben modellgestützte Szenarien zur Erreichung der langfristigen Klimaschutzziele und zu den notwendigen sowie für sinnvoll erachteten sektoralen Minderungsbeiträgen entwickeln lassen²⁴. Sowohl die Klimaschutzzszenarien (KS) 2050 der 1. und 2. Modellierungsrunde des BMUB (KS 80, KS 90 und KS 95) als auch das Zielszenario des BMWi enthalten einen sektoralen Entwicklungspfad für die Energiewirtschaft.

Das KS 95 Szenario erreicht in etwa den aus Sicht des Umweltbundesamts anzustrebenden Zielwert für die Gesamtwirtschaft, einer 95%igen THG-Minderung bis 2050. An diesem Zielwert sollte sich der Minderungspfad für die Energiewirtschaft orientieren. In Tabelle 1 sind die gesamtwirtschaftlichen und energiewirtschaftlichen Minderungspfade der drei modellgestützten Szenarien dargestellt.

Tabelle 1: Minderung der THG-Emissionen in den Zielszenarien des BMUB und BMWi ggü. 1990

	THG-Emissionen*	2020	2030	2040	2050
KS 80	Gesamt	-41,4%	-57,0%	-71,5%	-82,8%
BMUB	Energiewirtschaft	-43,8%	-61,4%	-78,1%	-92,4%
KS 90	Gesamt	-46,5%	-64,0%	-79,1%	-90,0%
BMUB	Energiewirtschaft	-53,0%	-72,5%	-89,6%	-98,5%
KS 95	Gesamt	-46,7%	-67,9%	-83,1%	-94,4%
BMUB	Energiewirtschaft	-52,9%	-76,9%	-83,9%	-95,8%
Zielszenario	Nur energiebedingt ²⁵	-43,0%	-56,0%	-70,0%	-80,0%
BMW i	Energiewirtschaft ²⁶	-45,4%	-56,3%	-71,6%	-83,2%
*Minderung ggü. 1990					

²⁴ Öko Institut/Fraunhofer ISI (2014), Öko Institut/Fraunhofer ISI (2015) und Prognos/EWI/GWS (2014)

²⁵ Nicht enthalten sind unter anderem die Emissionen aus der Landwirtschaft, Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft, sowie die Methan- und Lachgasemissionen aus der Kreislauf- und Wasserwirtschaft.

²⁶ Der Sektor Energiewirtschaft wird in der Energiereferenzprognose des BMWi ohne flüchtige Emissionen angegeben. Zur Vereinheitlichung werden für das Zielszenario die flüchtigen Emissionen aus dem Klima 80 Szenario des BMUB addiert.

Im Zielszenario der BMWi-Energiereferenzprognose werden nicht die gesamtwirtschaftlichen Ziele des Energiekonzepts betrachtet. Die Minderung von 80% bis 2050 bezieht sich lediglich auf die energiebedingten THG-Emissionen. Rund 10% der THG-Emissionen, die nicht energiebedingt auftreten und vergleichsweise schwierig zu verringern sind, werden im Zielszenario nicht erfasst. Vermutlich werden die gesamtwirtschaftlichen Minderungsziele des Energiekonzepts daher nicht vollständig erreicht. Um die Datenbasis zu erweitern wurde das Szenario dennoch in die Analyse mit aufgenommen.

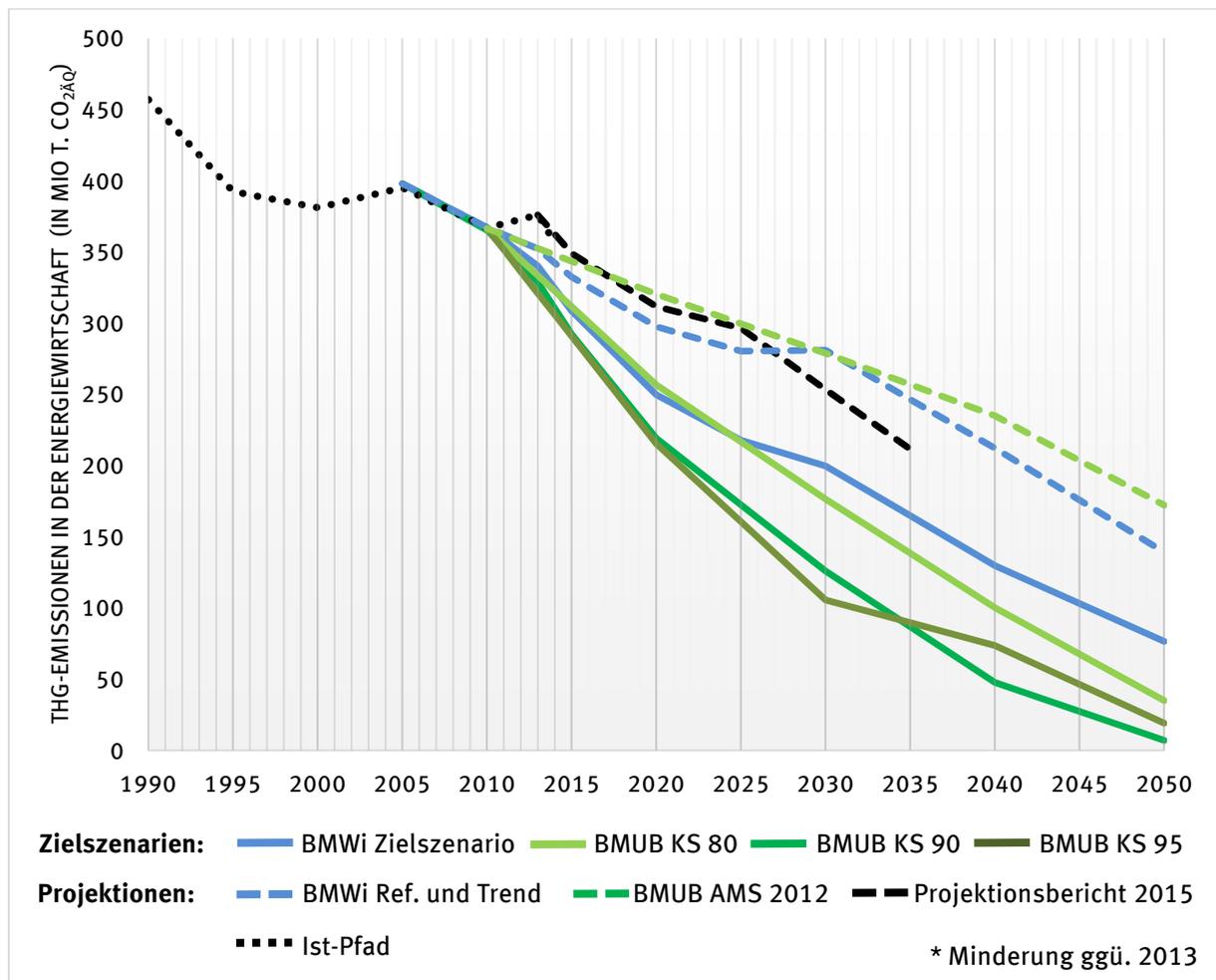
Aus Tabelle 1 lassen sich die drei folgenden Kernergebnisse ableiten:

- 1. Die prozentuale Minderung der Energiewirtschaft fällt in allen Zielszenarien höher aus als die gesamtwirtschaftliche Minderung.**
- 2. Bereits eine 80%ige und umso mehr eine 95%ige Gesamt-minderung bis 2050 erfordert eine fast vollständige Dekarbonisierung der Energiewirtschaft²⁷.** In allen drei betrachteten Klimaschutzszenarien des BMUB, auch im KS 80, erfolgt eine Minderung der THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft um über 90% bis 2050 gegenüber 1990. Bereits eine gesamtwirtschaftliche Minderung um 90% ist in den Klimaschutzszenarien des BMUB verbunden mit THG-Minderungen im Sektor Energiewirtschaft von über 95%.
- 3. Die gesamtwirtschaftlichen Treibhausgas-minderungen für 2020, 2030 und 2040 liegen im BMUB KS 90 und KS 95 deutlich über dem Minderungspfad des Energiekonzepts.** Dies impliziert, dass bei vergleichbaren Langfristzielen für 2050 schneller bzw. frühzeitiger gemindert wird als im Energiekonzept angelegt. So wird im KS 95 für 2020 eine um rund 7%-Punkte höhere (-47% ggü -40%) und für 2030 und 2040 jeweils eine um 13%-Punkte höhere Minderung als im Energiekonzept angegeben (- 68% ggü – 55% und -83% ggü -70%). Dementsprechend ambitioniert sind auch die in den Klimaschutzszenarien ermittelten Minderungsbeiträge der Energiewirtschaft.

Abbildung 5 zeigt den Verlauf der Emissionen des Sektors Energiewirtschaft in den vier Zielszenarien und den vorliegenden Projektionen. Die Minderungslücke zwischen den Projektionen (gestrichelte Linien) und den Zielszenarien (durchgezogene Linien) wächst im Zeitverlauf an.

²⁷ Um eine fast vollständige THG-Minderung bis 2050 zu erreichen, müssten auch die Emissionen aus der Wärmeerzeugung im Sektor Energiewirtschaft weiter reduziert werden. Die Emissionen in der Energiewirtschaft in 2012 entstehen zu ca. 90% bei der Stromerzeugung. Bei der Stromerzeugung wurde die Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung bereits berücksichtigt. Die übrigen 10% entstehen hauptsächlich durch die ineffiziente Wärmeerzeugung in öffentlichen Heizwerken zur Fernwärmeversorgung, Raffinerien und im Bereich flüchtige Emissionen. Die Emissionsentwicklung der flüchtigen Emissionen ist eng an den Endverbrauch von Energieträgern gekoppelt und können zum großen Teil gemeinsam mit der Stromerzeugung gemindert werden.

Abbildung 5: Szenarien für die Entwicklung von THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft



In Tabelle 2 sind die THG-Minderungen und Restemissionen des Sektors Energiewirtschaft in den Zielszenarien aufgeführt. Dabei ist hervorzuheben, dass alle Zielszenarien von einer überproportionalen Minderung²⁸ der Energiewirtschaft bis 2020 und auch in den folgenden Jahrzehnten ausgehen.

Im KS 90 und 95 des BMUB werden die THG-Emissionen in der Energiewirtschaft bis 2050 fast vollständig gemindert. Lediglich 7 bzw. 19 Mio. t CO_{2äq} werden dann noch emittiert. Schon im Jahr 2040 sieht der Minderungspfad in den Klimaschutzszenarien einen weitgehenden Ausstieg der Energiewirtschaft aus der Nutzung fossiler Energien vor. Welche Implikationen dies auf die Kohleverstromung hat, wird in Abschnitt 4 analysiert. Es fällt auf, dass die Energiewirtschaft im KS 95 bis 2030 mehr, bis 2040 und bis 2050 aber weniger mindert als im KS 90. Das liegt vor allem an aktualisierten Datensätzen der zweiten Modellierungsrunde (KS 95) im Vergleich zur ersten Modellierungsrunde (KS 90). In der zweiten Modellierungsrunde wurde daher der Mülleinsatz in der Stromerzeugung höher angesetzt²⁹. Außerdem wurden die Emissionen aus öffentlichen Kraftwerken und Heizwerken deutlich höher angesetzt. Im KS 95

²⁸ Hier ist eine überproportionale Minderung im Vergleich zum Gesamtziel gemeint. Eine proportionale Minderung entspräche beispielsweise einer Minderung von 40% gegenüber 1990 bis 2020.

²⁹ Im Zentralen System für Emissionen (ZSE), das vom UBA herausgegeben wird, ist der Mülleinsatz im Jahr 2011 laut aktualisiertem Datensatz von November 2014 um 24% höher, als noch im November 2013.

wurde zudem auf den Einsatz von Biomasse-CCS an Biogas- und Bioraffinerien verzichtet. Vor allem die höheren Emissionen aus der Müllverstromung bilden im KS 95 einen schwer zu reduzierenden Sockel der bis 2050 Bestand hat.

Tabelle 2: Minderungspfade für die THG-Emissionen im Sektor Energiewirtschaft

THG-Emissionen*		2020	2030	2040	2050
Wert 1990	456,9 Mio. t CO_{2äq}				
KS 80	Minderung in %	-43,8%	-61,4%	-78,1%	-92,4%
BMUB	Restemissionen in Mio. t CO _{2äq}	256,7	176,4	100,1	34,8
KS 90	Minderung in %	-53,0%	-72,5%	-89,6%	-98,5%
BMUB	Restemissionen in Mio. t CO _{2äq}	219	125,8	47,7	7
KS 95	Minderung in %	-52,9%	-76,9%	-83,9%	-95,8%
BMUB	Restemissionen in Mio. t CO _{2äq}	215,2	105,6	73,6	19
Zielszenario	Minderung in %	-45,4%	-56,3%	-71,6%	-83,2%
BMWi	Restemissionen in Mio. t CO _{2äq}	249,6	199,7	129,7	76,6
*in Mio. t CO_{2äq} \Minderung gegenüber 1990					

3.4 Fazit: Welchen Beitrag sollte die Energiewirtschaft zur Erreichung des langfristigen Klimaziels leisten?

Die Analyse der Klimaschutzszenarien des BMUB zeigt, dass die gesamtwirtschaftlichen Emissionsminderungen für 2030 und 2040 höher sein sollten als im Energiekonzept vorgegeben, um im Jahr 2050 eine Emissionsminderung von 95% zu erreichen. Dies unterstreicht die Bedeutung eines frühzeitig eingeleiteten Strukturwandels. Denn nur so können Pfadabhängigkeiten und Nachteile eines ungeordneten Strukturwandels vermieden werden. Ein geordneter Strukturwandel schafft mehr Planungssicherheit für Investoren und Beschäftigte und trägt dazu bei, dass Fehlinvestitionen in nicht zukunftsfähige Projekte unterbleiben. Darüber hinaus ist es notwendig, den absehbaren Strukturwandel aktiv zu gestalten, damit er ohne gravierende ökonomische und soziale Verwerfungen erfolgt. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen, etwa durch Anpassungshilfen, Qualifizierungsmaßnahmen für die Beschäftigten und regionale Förderprogramme, die den Aufbau neuer Wertschöpfung in zukunftsträchtigen Bereichen voranbringen.

Die Analyse der aktuellen Klimaszenarien verdeutlicht insbesondere den großen Handlungsbedarf im Sektor Energiewirtschaft. Denn die Minderungslücke zwischen den Zielszenarien und den Projektionen nimmt im Zeitverlauf stetig zu. Die Schließung der Lücke kann auch nicht mit den bisher zur Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz beschlossenen Instrumenten und Maßnahmen sichergestellt werden. Dieser Handlungsbedarf hat sich durch die Entwicklung der letzten Jahre eher noch verschärft - die Emissionen im Sektor Energiewirtschaft sind in den Jahren 2010 bis 2013 sogar angestiegen. Dies lag vor allem an einem Anstieg der Kohleverstromung. Auch die Entwicklung der Jahre 2014 und 2015 reicht nicht aus, um die kurzfristigen Klimaschutzziele zu erreichen.

Der gezielten Reduktion von Braun- und Steinkohleverstromung fällt damit eine zentrale Rolle bei der Erreichung der kurz-, mittel- und langfristigen Klimaschutzziele zu.

4 Klimaverträgliche Reduktionspfade der Stein- und Braunkohleverstromung

Die Kohleverstromung ist in Deutschland zwischen 2011 und 2015 um ca. 4% angestiegen, wobei vor allem der Stromexport erheblich zunahm³⁰. Niedrige Brennstoffkosten und geringe Preise für Emissionszertifikate haben insbesondere zu einem Anstieg der Braunkohleverstromung beigetragen. Zwar war die Stromerzeugung aus Braun- und Steinkohle im Jahr 2014 wie auch die damit verbundenen Emissionen rückläufig³¹, im Jahr 2015 ist der Anteil der Stein- und Braunkohleverstromung aber trotz eines starken Anstiegs der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien (+5,1% ggü. 2014) voraussichtlich beinahe konstant geblieben, während der Exportüberschuss um rund 29% ggü. 2014 zunahm.³² Dies zeigt: **Ein Rückgang der nationalen THG-Emissionen kann durch den Ausbau der erneuerbaren Energien nur erreicht werden, wenn parallel die Erzeugung aus emissionsintensiven Kohlekraftwerken in Deutschland sinkt (siehe Kapitel 5).**

Der Projektionsbericht geht davon aus, dass die Braunkohleverstromung erst 2020 wieder ungefähr auf den Wert von 2011 zurückgegangen sein wird. Die Steinkohleverstromung wird laut Projektionsbericht ab 2015 abnehmen und bis 2020 wieder den bisherigen Tiefstand von 2009 erreichen.

Im Folgenden wird herausgearbeitet, wie ein Reduktionspfad für die Kohleverstromung aussehen sollte, der im Einklang mit dem langfristigen gesamtwirtschaftlichen Treibhausgasemissionspfad steht. Aufgrund der besseren Datenverfügbarkeit werden die folgenden Analysen auf Basis von Strommengen durchgeführt und nicht wie zuvor auf Basis von Emissionen.

Dabei orientiert sich der Entwicklungspfad für die Kohleverstromung in der folgenden Analyse am Verlauf der oben vorgestellten Zielszenarien. Die in den Zielszenarien angenommene Reduktion der Kohleverstromung bewirkt die oben dargestellten THG-Minderungen im Sektor Energiewirtschaft.

4.1 Reduktion der Braunkohleverstromung in den langfristigen Klimaschuttszenarien

In Abbildung 6 und Tabelle 3 sind die Reduktionspfade der Bruttostromerzeugung aus Braunkohle der Zielszenarien des BMUB und BMWi dargestellt (durchgezogene Linien). Die Pfade geben ein sehr differenziertes Bild wider: Das Zielszenario des BMWi geht kurz-, mittel und langfristig von einem deutlich geringeren Rückgang der Braunkohleverstromung aus als das BMUB-KS 80. Auch langfristig nähern sich die Entwicklungspfade für Braunkohle in diesen beiden Zielszenarien nicht an. In den drei Klimaschuttszenarien des BMUB wird die Braunkohleverstromung bis 2050 fast vollständig reduziert, im Zielszenario des BMWi um 87%. Zur Erreichung eines ambitionierteren langfristigen Klimaschuttsziels mit großen Minderungen in der Energiewirtschaft in den Jahren 2030 und 2040 erfolgt im KS 95 des BMUB eine deutlich frühere und stärkere Reduktion des Braunkohleeinsatzes.

³⁰ Zur Einbettung Deutschlands in den europäischen Strommarkt und die daraus resultierenden Wirkungen auf die THG-Emissionen vgl. Abschnitt 5.

³¹ Vgl. DEHSt (2015): [Treibhausgasemissionen 2014. Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland](#). Berlin, Mai 2015. In 2014 gingen die Emissionen der im ETS erfassten Energieanlagen beim Einsatz von Steinkohle um 11%, beim Einsatz von Braunkohle um 4% gegenüber dem Vorjahr zurück.

³² AGE (2015): [Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern](#). Berlin, Dezember 2015.

Abbildung 6: Reduktionspfade für die Bruttostromerzeugung aus Braunkohle³³

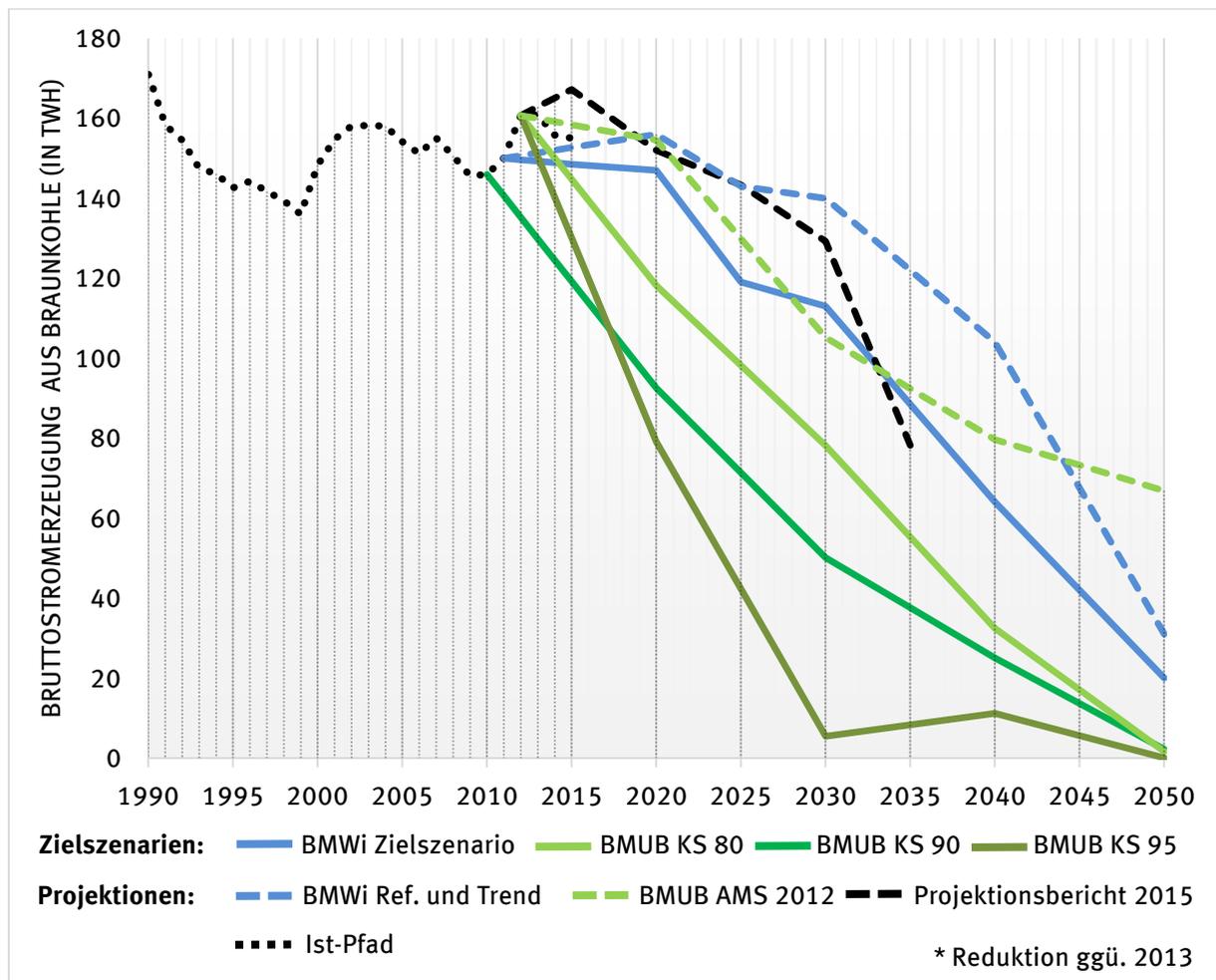


Tabelle 3: Reduktionspfade für die Bruttostromerzeugung aus Braunkohle

Braunkohle	Bruttostromerzeugung	2020	2030	2040	2050
	Wert 2014	155,8 TWh			
KS 80	Reduktion in TWh	-37,6	-77,7	-123,4	-154,2
BMUB	Reduktion in %	-24%	-50%	-79%	-99%
	Bruttostromerzeugung in TWh	118,2	78,1	32,4	1,6
KS 90	Reduktion in TWh	-63,6	-105,7	-130,8	-153,6
BMUB	Reduktion in %	-41%	-68%	-84%	-99%
	Bruttostromerzeugung in TWh	92,5	50,1	25,0	2,2
KS 95	Reduktion in TWh	-76,1	-150,4	-144,6	-155,8
BMUB	Reduktion in %	-49%	-97%	-93% ³⁴	-100%
	Bruttostromerzeugung in TWh	79,1	5,4	11,2	0,0
Zielszenario	Reduktion in TWh	-8,8	-42,8	-91,8	-135,8

³³ Werte für den Ist-Pfad von AGEB. Für die Umrechnung von Netto- auf Bruttostromerzeugung der BMUB Szenarien und des Projektionsberichts wurde der prozentuale Unterschied des Referenzwertes von der AGEB (für BMUB Wert von 2010, Projektionsbericht Wert von 2012) bestimmt und auf die darauffolgenden Werte umgelegt. Fehlende Werte wurden über lineare Interpolation berechnet.

³⁴ Der leichte Anstieg im Jahr 2040 im KS 95 ist bedingt durch eine stark ansteigende Stromnachfrage neuer Stromverbraucher (Elektromobilität, Power-to-Heat, Power to Gas, Power to Liquid).

BMWi	Reduktion in %	-6%	-27%	-59%	-87%
	Bruttostromerzeugung in TWh	147	113	64	20
Reduktion gegenüber 2014					

Die Zielszenarien unterscheiden sich vor allem kurz- und mittelfristig deutlich hinsichtlich der Reduktion der Braunkohleverstromung: Während in den Szenarien des BMUB schon bis 2020 von einer Reduktion um rund 24 bis 49% gegenüber 2014 ausgegangen wird, geht das BMWi in seinem Zielszenario bis 2020 lediglich von einer Reduktion um rund 6% ggü. 2014 aus.³⁵ Mit dieser geringen Reduktion der Braunkohleverstromung können die kurzfristigen Ziele des Energiekonzepts 2010/11 nur durch eine hohe Reduktion der Steinkohleverstromung erreicht werden (siehe Kapitel 4.2). Bis 2030 nimmt die Braunkohleverstromung im BMWi-Szenario vergleichsweise wenig ab, die zur langfristigen Zielerreichung erforderliche deutliche Reduktion erfolgt erst nach 2030. Die Braunkohleverstromung geht aus diesem Grund nach 2030 stark zurück und müsste noch stärker abfallen, wenn eine ambitioniertere Zielerreichung wie im KS 95 angestrebt würde. Obwohl das KS 80 und KS 90 Zielszenario des BMUB bis 2050 eine Emissionsminderung von weniger als 95% gegenüber 1990 erreichen, wird in beiden Szenarien die Braunkohleverstromung bis 2050 fast vollständig reduziert (99%).

Die vom UBA geforderte gesamtwirtschaftliche Minderung um 95% bis 2050 bedingt eine vollständige Reduktion der Braunkohleverstromung. Aus energiewirtschaftlichen, klimapolitischen und sonstigen ökologischen Gründen sollte die Braunkohleverstromung deutlich vor 2050 enden (vgl. Kapitel 4.3).

4.2 Reduktion der Steinkohleverstromung in den langfristigen Klimaschutzszenarien

In Abbildung 7 und Tabelle 4 sind Reduktionspfade der Bruttostromerzeugung aus Steinkohle der Zielszenarien des BMUB und BMWi dargestellt (durchgezogene Linien). Während im KS 80 des BMUB und im Zielszenario des BMWi auch im Jahr 2050 noch Strom aus Steinkohle erzeugt wird, wird die Steinkohleverstromung in den Klimaschutzszenarien 90 und 95 des BMUB bis 2050 vollständig reduziert.

³⁵ Das BMWi geht in seinem Zielszenario von einer weiterhin konstant hohen Wettbewerbsfähigkeit der Braunkohle aus. Sowohl die Preise für Emissionszertifikate (27 €/t CO₂ BMWi und 30 €/t CO₂ BMUB), als auch die variablen Kosten (1,44 €/MWh BMWi und 3,1 €/MWh BMUB) wurden niedriger angesetzt. Die notwendigen THG-Minderungen wurden im BMWi-Szenario somit über einen starken Rückgang der weniger wettbewerbsfähigen Steinkohle erreicht. Zudem fallen, im Vergleich zu den Szenarien des BMUB, die Reduktionen der Steinkohleverstromung im Zielszenario des BMWi am stärksten aus.

Abbildung 7: Reduktionspfade für die Bruttostromerzeugung aus Steinkohle

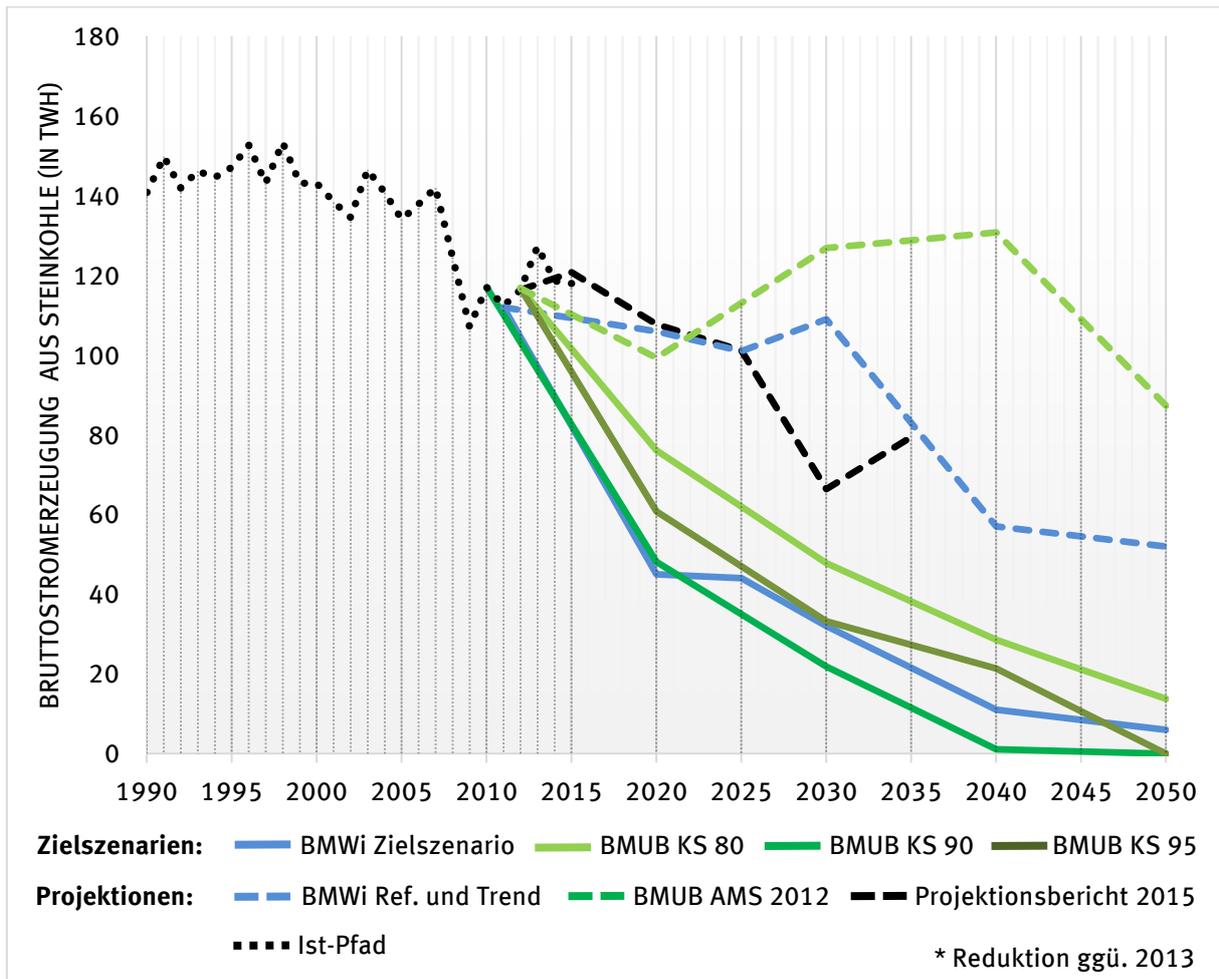


Tabelle 4: Reduktionspfade für die Bruttostromerzeugung aus Steinkohle

Steinkohle	Bruttostromerzeugung	2020	2030	2040	2050
Wert 2014	118,6 TWh				
KS 80	Reduktion in TWh	-42,5	-70,8	-90,1	-104,8
BMUB	Reduktion in %	-36%	-60%	-76%	-88%
	Bruttostromerzeugung in TWh	76,1	47,8	28,5	13,8
KS 90	Reduktion in TWh	-70,5	-96,7	-117,5	-118,6
BMUB	Reduktion in %	-60%	-82%	-99%	-100%
	Bruttostromerzeugung in TWh	48,1	21,9	1,1	0,0
KS 95 BMUB	Reduktion in TWh	-57,8	-85,4	-97,3	-118,6
	Reduktion in %	-49%	-72%	-82%	-100%
	Bruttostromerzeugung in TWh	60,8	33,2	21,3	0,0
Zielszenario	Reduktion in TWh	-73,6	-86,6	-107,6	-112,6
BMWi	Reduktion in %	-62%	-73%	-91%	-95%
	Bruttostromerzeugung in TWh	45	32	11	6
Reduktion gegenüber 2014					

Um das 40%-Ziel für 2020 nicht zu verfehlen, wird im KS 80 Zielszenario davon ausgegangen, dass die Steinkohleverstromung bis 2020 um 36% gegenüber 2014 reduziert wird. Voraussichtlich blieb die Steinkohleverstromung im Jahr 2015 auf dem Niveau von 2014. Die

Reduktion der Steinkohleverstromung um 36% aus dem KS 80 müsste also innerhalb von vier Jahren erfolgen. Im KS 90, 95 und im BMWi Zielszenario fällt die Reduktion bis 2020 noch einmal deutlich höher aus als im KS 80. Von 2020 bis 2030 nimmt die Steinkohleverstromung in allen Zielszenarien etwas weniger stark ab als in den Jahren zuvor. Bereits im Jahr 2040 wird im KS 90 fast kein Strom mehr aus Steinkohle erzeugt. Im KS 95 und 90 findet eine vollständige Reduktion der Steinkohleverstromung bis 2050 statt.

Die vom UBA geforderte gesamtwirtschaftliche Minderung um 95% bis 2050 bedingt eine vollständige Reduktion der Steinkohleverstromung.

4.3 Begründung für eine stärkere Reduktion der Braunkohleverstromung

Das KS 95 des BMUB geht von 2020 bis 2040 von einer relativ stärkeren Reduktion der Braunkohleverstromung im Vergleich zur Reduktion der Steinkohleverstromung aus. Bis zum Jahr 2020 erfolgt relativ eine gleich große Reduktion der Braun- und Steinkohleverstromung. Das KS 90 des BMUB geht hingegen davon aus, dass die Stromerzeugung aus Steinkohle bis 2030 relativ schneller sinkt als die Stromerzeugung aus Braunkohle. Langfristig, d.h. bis 2050 werden beide Brennstoffe im KS 90 und KS 95 praktisch nicht mehr für die Stromerzeugung genutzt.³⁶ Die unterschiedliche Geschwindigkeit der Reduzierung von Braun- und Steinkohle in den Klimaschutzszenarien bis 2030 zeigt, dass THG-Minderungen in der Energiewirtschaft mit unterschiedlichen Verhältnissen der Reduzierung von Braun- und Steinkohleverstromung erreicht werden können.

Bei gesetzten gesamtwirtschaftlichen Zwischenzielen für die Emissionsminderung könnten (betriebs-) wirtschaftliche Gründe dafür sprechen, länger an der Verstromung von Braunkohle festzuhalten und dafür die Stromerzeugung aus Steinkohle frühzeitiger und stärker zu reduzieren. Denn die niedrigen variablen Kosten unter dem aktuell niedrigen Preisniveau auf dem CO₂-Markt ermöglichen eine vergleichsweise günstige Stromerzeugung³⁷. Zudem ist die Braunkohle ein heimischer Brennstoff, der Deutschland unabhängig von Importen aus dem Ausland und von der Entwicklung der Weltmarktpreise macht. Die Förderung der Braunkohle trägt, anders als bei importierten fossilen Energieträgern, zur regionalen Wertschöpfung bei und bietet in den betroffenen Regionen Arbeitsplätze und Steuereinnahmen.

Energiewirtschaftliche, klimapolitische und ökologische Gründe sprechen allerdings dafür, die Stromerzeugung aus Braunkohle frühzeitiger und stärker zu reduzieren als die Stromerzeugung aus Steinkohle:

- 1. Energiewirtschaftlich gesehen** führt der weiterhin hohe Anteil der Braunkohleverstromung bei gleichzeitigem Anstieg der Stromerzeugung aus fluktuierenden erneuerbaren Energien zu einem Systemkonflikt. Der konventionelle Kraftwerkspark müsste bereits heute - und in der Zukunft noch stärker - flexibilisiert sein, um eine optimale Integration von erneuerbaren Energien zu gewährleisten. Flexible Kraftwerke sollten dabei eine geringe Mindestteillast, kurze Anfahrzeiten und eine hohe Leistungsänderungsgeschwindigkeit aufweisen.³⁸ In Zeiten hoher Einspeisung aus Erneuerbaren Energien hat sich gezeigt, dass besonders Braunkohlekraftwerke relative unflexibel reagieren. Schon heute kommt es zu Situationen,

³⁷ Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Braunkohle-Industrie zahlreiche Subventionen bezieht, siehe z.B. FÖS (2010): [Staatliche Förderungen der Stein- und Braunkohle im Zeitraum 1950-2008](#). Studie im Auftrag von Greenpeace, Berlin, Juni 2010.

³⁸ UBA (2009): [Klimaschutz und Versorgungssicherheit - Entwicklung einer nachhaltigen Stromversorgung](#), Climate Change 13/2009. Dessau-Roßlau, September 2009.

in denen Braunkohlekraftwerke trotz negativer Strompreise weiterhin am Netz sind. So liefen Braunkohlekraftwerke beispielsweise im Jahr 2013 trotz negativer Börsenstrompreise mit einer Auslastung von 42 bis 73% weiter. Steinkohlekraftwerke reagieren in diesen Situationen deutlich flexibler.³⁹ Flexible Gaskraftwerke, die am besten geeignet wären, die fluktuierende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auszugleichen, haben höhere betriebswirtschaftliche Grenzkosten als Braunkohle und werden zunehmend aus dem Markt gedrängt. Im Zeitraum 2011 bis 2015 hat die Bruttostromerzeugung aus Erdgas um über 33% abgenommen.⁴⁰ Der Effekt könnte sich bei gleichbleibender Stromerzeugung aus Braunkohle und einem weiteren Anstieg der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien noch verstärken.

2. Auch **aus klimapolitischer Sicht** sollte der Ausstieg aus der Braunkohle mindestens so schnell wie der Ausstieg aus der Steinkohle eingeleitet werden. Eine stärkere Reduktion der Stromproduktion aus Braunkohle wäre mit größeren realen (europäischen) Minderungseffekten verbunden, weil die induzierte höhere Stromproduktion im Ausland geringere spezifische Emissionen aufweist als die wegfallende Stromproduktion in deutschen Braunkohlekraftwerken (siehe auch Kapitel 5). Aus globaler Sicht ist außerdem entscheidend, dass bekannte fossile Lagerstätten nicht mehr ausgebeutet werden dürften.⁴¹ Die Braunkohle ist dabei der einzige Energieträger, für den Deutschland dies gewährleisten kann. Dabei muss natürlich auch sichergestellt werden, dass deutsche Braunkohle nicht ins Ausland exportiert wird⁴².
3. Zudem sprechen **ökologische Gründe, wie Naturzerstörung, Luftschadstoffe und Beeinträchtigungen des Wasserhaushaltes**, für eine frühe Reduktion der Braunkohleverstromung. Die Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen ist mit erheblichen Umweltkosten verbunden. Dabei hat die Braunkohleverstromung die höchsten Umweltkosten pro erzeugte Einheit. Sie betragen gegenwärtig (Stand 2010) 10,75 €-Cent₂₀₁₀ / kWh_{el} und liegen über denen von Steinkohle und Erdgas mit 8,94 und 4,91 €-Cent₂₀₁₀ / kWh_{el}.⁴³ Bisher wird durch die Umweltpolitik nur ein sehr geringer Teil dieser Umweltkosten den Verursachern angelastet und damit internalisiert. Bereits heute sind die verursachten Umweltkosten vor allem auf THG-Emissionen und zu einem deutlich geringeren Teil auf Luftschadstoffe oder die Auswirkungen des Braunkohletagebaus zurückzuführen. Dabei betragen die Klimakosten der Braunkohle 8,68 €-Cent₂₀₁₀ / kWh_{el} und die der Steinkohle 7,38 €-Cent₂₀₁₀ / kWh_{el}. Bei diesen Klimakosten (Stand 2010) sind gemäß UBA-Empfehlung 80 Euro für eine Tonne CO_{2äq} veranschlagt. Für das Jahr 2030 empfiehlt das UBA einen höheren Wert von 145 Euro. Dies würde die Umweltkosten der Braunkohle sowohl absolut als auch im Vergleich zu anderen Energieträgern in der Zukunft weiter erhöhen.

³⁹ Fraunhofer ISE (2013): [Kohleverstromung zu Zeiten niedriger Börsenstrompreise](#), Kurzstudie. Freiburg, August 2013.

⁴⁰ AGEB (2015): [Stromerzeugung nach Energieträgern 1990-2014](#). Berlin, Februar 2015.

⁴¹ Um das 2 Grad Ziel zu erreichen, müssen bis 2050 fast 90% der verbleibenden globalen und auch der europäischen Kohlevorkommen im Boden bleiben. Siehe Christophe McGlade und Paul Ekins (2014): The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 °C. Nature 570, 187-190, Januar 2015.

⁴² In den vergangenen Jahren gab es Exporte vom Tagebau Profen nach Tschechien. Im Zusammenhang mit dem geplanten Verkauf der Braunkohle-Sparte von Vattenfall gibt es Befürchtungen, dass diese Exporte zunehmen könnten. Vgl. [Kleine Anfrage 319 der Grünen an den Landtag Brandenburg](#).

⁴³ UBA (2012): [Best-Practice-Kostensätze für Luftschadstoffe](#), Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung Anhang B der „Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten“. Dessau-Roßlau, August 2012. Umweltkosten in den Vorketten (d.h. in Folge von Abbau und Transport der Kohle zum Kraftwerk) sind dabei noch nicht berücksichtigt.

5 Auswirkungen einer reduzierten Kohleverstromung in Deutschland auf die europäischen Strommärkte und THG Emissionen

Der aus Klimaschutzsicht notwendige Strukturwandel im deutschen Kraftwerkspark muss auch im europäischen Kontext betrachtet werden, denn der EU-Binnenmarkt für Strom ist bereits weitgehend liberalisiert und die nationalen Teilmärkte sind bereits weitgehend gekoppelt, d.h. im Rahmen der entsprechenden Leitungsverbindungen (Grenzkuppelstellen) finden signifikante grenzüberschreitende Stromlieferungen statt. Aufgrund seiner zentralen geographischen Lage innerhalb Europas ist dies für Deutschland von besonderer Bedeutung. Der deutsche Strommarkt ist derzeit mit den Strommärkten von 15 Nachbarstaaten direkt gekoppelt. Durch den Ausbau von grenzüberschreitenden Leitungsverbindungen gemäß dem europäischen Netzentwicklungsplan (TYNDP), die teilweise auch durch Nord- und Ostsee geplant sind, sowie die zunehmende Kopplung der nationalen Strommärkte werden sich die Voraussetzungen für den grenzüberschreitenden Stromhandel künftig weiter verbessern. Der Börsenstrompreis im nordwesteuropäischen Marktgebiet beeinflusst somit den Kraftwerkseinsatz in den angeschlossenen Regionen: Die Stromnachfrage wird im Rahmen der Übertragungskapazitäten, d.h. bis die Grenzkuppelstellen ausgelastet sind, mit dem günstigsten Stromangebot aus der Marktzone bedient.⁴⁴ **Anders ausgedrückt: Die inländische Stromerzeugung wird zunehmend von der inländischen Stromnachfrage entkoppelt.**

Aufgrund niedriger Börsenstrompreise (d.h. niedrigen Grenzkosten bei der Stromerzeugung) hat Deutschland in den vergangenen Jahren deutlich mehr Strom exportiert als importiert. Der Exportüberschuss betrug 2014 rund 36 TWh, das Jahr 2015 zeigt eine nochmalige Steigerung der Exporte auf rund 50 TWh. Die Exporte entstehen v.a. in Stunden mit geringer inländischer Nachfrage und hoher Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien⁴⁵. Dies liegt hauptsächlich daran, dass Braunkohle- und Kernkraftwerke ihre Produktion in diesen Phasen nicht reduzieren, sondern weitgehend stabil halten (siehe Kapitel 4.3) und damit hohe Strommengen mit sehr geringen Grenzkosten im nordwesteuropäischen Marktgebiet anbieten. Zudem hat sich in den vergangenen Jahren die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Steinkohlekraftwerke (insbesondere infolge der gegenläufigen Preisentwicklung der beiden Brennstoffe, aber auch infolge der gesunkenen Preise für Emissionsberechtigungen) gegenüber in- und ausländischen Gaskraftwerken entscheidend verbessert. **Folge dieser Entwicklung war die zunehmende Verdrängung ausländischer Gas- und Steinkohle-Kraftwerke durch deutsche Braun- und Steinkohlekraftwerke innerhalb der Merit-Order des nordwesteuropäischen Marktgebiets.**

Der Projektionsbericht 2015 geht von einem weiteren Anstieg der Stromexportüberschüsse auf 53 TWh in 2020 aus.⁴⁶ Auch bis 2030 gehen einige Studien von weiter wachsenden Stromexporten aus.⁴⁷ Dies liegt im Wesentlichen an der – wegen des zunehmenden Ausbaus der erneuerbaren Energien – abnehmenden Residualnachfrage nach Strom (Last minus Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien). **Eine Reduktion der Stromerzeugung aus deutschen Braun- und Steinkohle-Kraftwerken in Größenordnung des Exportüberschusses (kurzfristig etwa bis 50 TWh, mittelfristig auch mehr) könnte also zu einer ausgeglichenen deutschen Stromhandelsbilanz führen.**

⁴⁴ Vgl. BMWi (2014): [Ein Strommarkt für die Energiewende – Diskussionspapier des BMWi](#) (Grünbuch). Berlin, Oktober 2014.

⁴⁵ BMWi (2014) und Agora (2015): [Stromexport und Klimaschutz in der Energiewende](#). Berlin, Juni 2015.

⁴⁶ Ein Wert dieser Größenordnung wurde voraussichtlich bereits im Jahr 2015 erreicht (50 TWh). Im Projektionsbericht wurde noch von einem Exportüberschuss von 34 TWh im Jahr 2015 ausgegangen.

⁴⁷ Agora (2015)

Sofern die Stromnachfrage im In- und Ausland weitgehend gleich bleibt, würde die ausländische Nachfrage dann nicht mehr aus deutschen Kraftwerken, sondern aus Kraftwerken in den betreffenden Ländern gedeckt werden. Es ist davon auszugehen, dass ein Teil des dort zusätzlich erzeugten Stroms teilweise aus Steinkohlekraftwerken⁴⁸ und teilweise aus Erdgaskraftwerken stammen würde.⁴⁹ Per Saldo würde sich daher auf europäischer Ebene ein niedrigerer Gesamtminderungseffekt einstellen als auf deutscher Ebene, da die in Deutschland wegfallenden Strommengen zum Teil durch emissionsärmere Kraftwerke im europäischen Ausland kompensiert werden. **Aufgrund dieser Substitutionseffekte im europäischen Strommarkt ist der europäische Minderungseffekt geringer als die national geminderten Emissionen.** Ohne weitere Maßnahmen ist die effektive Minderung grundsätzlich umso größer, je mehr die Stromerzeugung aus deutschen Braunkohlekraftwerken reduziert wird, d.h. je mehr (deutscher) Braunkohlestrom durch (ausländischen) Steinkohle- oder Erdgasstrom ersetzt wird. **Um einer strommarktgetriebenen Verlagerung von Emissionen ins Ausland infolge der reduzierten Stromerzeugung aus Kohle in Deutschland zu begegnen, sollte der Umbau des deutschen Kraftwerksparks durch einen verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien und Maßnahmen zur Reduktion der Stromnachfrage begleitet werden.**

Bei einer Reduktion der Kohleverstromung in Deutschland, die über den Abbau des Exportüberschusses hinausgeht, dürfte es – neben einer stärkeren Auslastung von Gaskraftwerken – zu verstärkten Stromimporten aus dem Ausland und damit zu einer Netto-Verlagerung von Emissionen aus Deutschland ins europäische Ausland kommen. Die deutsche CO₂-Bilanz würde sich zwar weiter verbessern – ob, oder inwieweit es dabei zu einem europäischen Gesamtminderungseffekt kommt, hängt wesentlich von den Substitutionseffekten auf dem Strommarkt ab, also z.B. in welchem Maße emissionsärmere Kraftwerke im Ausland anstelle emissionsintensiver Kraftwerke in Deutschland zur Deckung der inländischen Nachfrage eingesetzt werden. Auch hier sollte eine Verlagerung von Emissionen ins Ausland infolge zunehmender Stromimporte durch einen verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien und Maßnahmen zur Reduktion der Stromnachfrage verhindert werden.

Andererseits führen allein Maßnahmen zur Reduktion der Stromnachfrage aufgrund des europäischen Stromhandels (zunehmende Entkopplung der inländische Stromerzeugung von der inländischen Stromnachfrage) noch nicht zu einer Verringerung der nationalen THG-Emissionen. Der Projektionsbericht 2015 geht bis 2020 nur von einem geringfügigen Rückgang der Stromnachfrage aus (-5% ggü. 2008⁵⁰). Tatsächlich ist der Brutto-Inlandsstromverbrauch seit 2008 bis zum Jahr 2015 trotz positiver Wirtschaftsentwicklung um -3,4% zurückgegangen.⁵¹ Das Aktionsprogramm Klimaschutz und der NAPE sehen verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz vor. **Sollte der Brutto-Inlandsstromverbrauch weiter zurückgehen, ist eine Flankierung durch eine Reduktion der Kohleverstromung in Deutschland umso nötiger, um durch eine Verringerung der nationalen THG-Emissionen die Exportüberschüsse nicht weiter anwachsen zu lassen.**

⁴⁸ Vgl. r2b/HWWI (2014): [Aktionsprogramm Klimaschutz 2020: Konsequenzen potenzieller Kraftwerksstilllegungen](#). Köln/Hamburg, November 2014 und WWF/ÖI (2014): [Den Europäischen Emissionshandel flankieren. Chancen und Grenzen unilateraler CO₂-Mindestpreise](#), Berlin, Oktober 2014.

⁴⁹ Vgl. Agora (2015) Vor allem in den Niederlanden dürfte ein wesentlicher Teil des Strombedarfes, der in den letzten Jahren aus Deutschland importiert wurde, bei einem Wegfall der Importe durch Strom aus Gaskraftwerken ersetzt werden.

⁵⁰ Projektionsbericht 2015 Tab. 3-65

⁵¹ AGEB (2015)

6 Den Emissionshandel stärken und durch gezielte flankierende Instrumente ergänzen

Der EU-Emissionshandel (EU-ETS) ist das zentrale europäische Klimaschutzinstrument. Aufgrund massiver Marktüberschüsse gehen vom EU-ETS aber derzeit keine ausreichenden Anreize für die Dekarbonisierung des Kraftwerksparks aus. Die Stärkung des EU-ETS ist damit eine der zentralen Herausforderungen für die deutsche und europäische Klimapolitik. Hierbei ist neben einer deutlichen Ambitionssteigerung durch Verschärfung des verfügbaren ETS-Budgets die bessere Abstimmung zwischen EU-ETS und flankierenden Klimaschutzinstrumenten von entscheidender Bedeutung. **Flankierende Instrumente dürfen den EU-ETS nicht weiter schwächen, sondern müssen ihn sinnvoll ergänzen.** Die Einführung einer Marktstabilitätsreserve (MSR) im EU-ETS ist hierfür ein erster wichtiger Schritt, der aber bei weitem noch nicht ausreichend, um zukünftig eine Instrumentenabstimmung sicherzustellen.

In der Stromwirtschaft kann das CO₂-Preissignal Veränderungen in der Einsatzreihenfolge der Kraftwerke (merit order) bewirken. Denn für die Einsatzreihenfolge sind die Grenzkosten entscheidend, die im Wesentlichen von den Brennstoff- und CO₂-Kosten, sowie vom Wirkungsgrad der Anlage abhängig sind. Vorne in der Merit-Order stehen die erneuerbaren Energien mit Grenzkosten nahe Null, gefolgt von der Atomenergie mit ebenfalls sehr niedrigen Grenzkosten. Diese Anlagen produzieren (sofern verfügbar) immer Strom, weitgehend unabhängig davon wie hoch die Nachfrage ist. Im gegenwärtigen Marktumfeld folgen Braunkohle-Kraftwerke in der Merit-Order, die aufgrund ihrer geringen Brennstoffkosten ebenso wie Atomkraftwerke besonders häufig zum Einsatz kommen und somit sehr hohe Auslastungen erzielen. Steinkohle-Kraftwerke mit vergleichsweise höheren Grenzkosten kommen hingegen nur phasenweise zum Einsatz und drosseln ihre Erzeugung z.B. bei hoher Einspeisung erneuerbarer Energien und/oder geringer Stromnachfrage. Erdgas-Kraftwerke mit den gegenwärtig höchsten Grenzkosten liefen in den letzten Jahren nur in Zeiten mit geringer Einspeisung erneuerbarer Energien bei gleichzeitig hoher Stromnachfrage.

Der Emissionshandel erhöht die Grenzkosten emissionsintensiver Kohle-Kraftwerke pro MWh zwar im Vergleich zu emissionsärmeren Erdgas-Kraftwerken. Beim gegenwärtigen Preisniveau für CO₂ (5-8 Euro) ist dies aber nicht mit einer relevanten Verschiebung innerhalb der Merit-Order verbunden. Analysten gehen davon aus, dass bei derzeit gegebenen Brennstoffpreisen ab einem CO₂-Preisniveau von etwa 12-25 Euro⁵² erste Verschiebungen in der Einsatzreihenfolge eintreten können: Oberhalb dieser Schwelle werden neue Gas-Kraftwerke (elektr. Wirkungsgrad 55 Prozent) erstmals wirtschaftlicher als alte Steinkohle-Kraftwerke (elektr. Wirkungsgrad 36 Prozent). Damit dürfte ab diesem Preisniveau der Einsatz alter Steinkohle-Kraftwerke zugunsten von Erdgas-Kraftwerken reduziert werden. Ein zweiter Sprung innerhalb der Merit-Order ist ab einem CO₂-Preis von ca. 32-50 € zu erwarten. Ab dieser Schwelle würden einzelne ineffiziente Braunkohle-Kraftwerke (elektr. Wirkungsgrad 35 Prozent) in der Merit-Order zumindest rechnerisch durch effiziente Erdgas-Kraftwerke ersetzt und damit aus dem Markt gedrängt.

⁵² Der sog. Fuel Switch (oder CO₂ Switching) Preis ist ein Indikator, ab welchem CO₂ Preis ein Wechsel von Kohle zu Erdgas oder von Erdgas zu Kohle für den Stromerzeuger wirtschaftlich ist. Er wird von den relativen Brennstoffpreisen, dem Wirkungsgrad und den Preisen für Emissionsberechtigungen bestimmt und unterliegt somit häufigen und relativ großen Schwankungen. Die angegebenen Preise spiegeln die Situation mit den Brennstoffpreisen der letzten 12 Monate und dem existierenden Kraftwerkspark wider. Die genannten Spannbreiten bilden den niedrigsten und den durchschnittlichen CO₂ Switch Preis ab. Quelle: Thomson Reuters (Februar 2016).

Die CO₂-Kosten beeinflussen neben der Einsatzreihenfolge am Strommarkt auch die Höhe der Deckungsbeiträge je MWh. Da der Strompreis vom preissetzenden Grenzkraftwerk (i.d.R. Steinkohle- oder Erdgas-Kraftwerke) bestimmt wird, enthält er nur die CO₂-Kosten des preissetzenden Kraftwerks. Dadurch reduzieren sich die Deckungsbeiträge von Braunkohle-Kraftwerken, die relativ höhere CO₂-Kosten haben. Die Deckungsbeiträge sind erforderlich, um die fixen Betriebskosten der Anlagen zu decken. Niedrigere Deckungsbeiträge führen dazu, dass die Wirtschaftlichkeit alter ineffizienter Braunkohle-Kraftwerke sinkt und größere Anreize bestehen, einzelne Blöcke stillzulegen.

Seit Mitte 2011 sind die Preise für Emissionsberechtigungen von deutlich über 15 € pro Tonne auf unter 10 € gefallen und verharren seitdem auf niedrigem Niveau. Dies ist überwiegend auf die im Markt befindlichen Überschüsse zurückzuführen. Ende 2014 belief sich der Marktüberschuss auf rund 2,1 Milliarden Emissionsberechtigungen⁵³. Ursächlich waren neben wenig ambitionierten Caps auch die Auswirkungen der Wirtschafts- und Finanzkrise sowie die Möglichkeit der Unternehmen in großem Maß günstige Projektgutschriften aus Klimaschutzprojekten (CDM/JI-Projekten) zu nutzen, ohne dass die Caps entsprechend angepasst wurden.

Ein wichtiger erster Schritt zur Reform des Emissionshandels wurde im Sommer 2015 mit dem Beschluss zur Einführung einer Marktstabilitätsreserve (MSR) getan. Dieses Instrument soll ab 1.1.2019 die Überschüsse durch Kürzung der Auktionsmengen abbauen und außerdem künftige Marktungleichgewichte verhindern. Auch die bereits in 2014-2016 von den Versteigerungen zurückgehaltenen Backloading-Mengen (900 Millionen Berechtigungen) sowie die bis 2020 nicht zugeteilten Restmengen (ca. 500-800 Millionen Berechtigungen) werden in die MSR überführt, so dass bereits vor 2020 in signifikantem Umfang Überschüsse abgebaut werden.

Der schrittweise Überschussabbau dürfte zu spürbar steigenden CO₂-Preisen im EU-ETS führen. Aber auch das kurz- und mittelfristig zu erwartende Preissignal wird voraussichtlich nicht genügen, um einen Rückgang der Braunkohleverstromung zu bewirken und ausreichende Minderungsbeiträge der fossilen Stromerzeugung anzureizen. Daher muss der EU-ETS auf europäischer Ebene konsequent weiterentwickelt und mit ambitionierten Obergrenzen (Caps) ausgestattet werden. Die von der EU-Kommission vorgeschlagene Anhebung des Linearen Kürzungsfaktors auf 2,2% p.a. reicht dafür bei weitem nicht aus. Außerdem müssen flankierende Instrumente ergänzend zum EU-ETS eingeführt oder gestärkt werden, um den Umbau des deutschen Kraftwerksparks sicherzustellen und so die erforderlichen Minderungsbeiträge zu erreichen.

Auch andere EU-Mitgliedstaaten planen nationale Maßnahmen und Instrumente, um nationale Dekarbonisierungsziele zu erreichen: In UK müssen Stromerzeuger bereits seit 2013 eine Klimaabgabe („Climate Change Levy“) zum Zertifikatspreis leisten, außerdem hat die Regierung einen Kohleausstieg bis 2025 angekündigt. Auch die Niederlande diskutieren energiepolitische Maßnahmen, um anspruchsvolle Klimaschutzziele zu erreichen. In Dänemark und Österreich ist ebenfalls die Schließung von Kohlekraftwerken geplant.

So sinnvoll solche nationalen Maßnahmen und Instrumente für den Umbau des jeweiligen Kraftwerksparks sind, können sie das CO₂-Preissignal im EU-ETS schwächen, indem sie die Nachfrage nach Emissionsberechtigungen reduzieren. Die MSR kann diese Problematik in ihrer gegenwärtigen Ausgestaltung lediglich entschärfen. Sie ist aber nicht darauf ausgelegt, langfristige, strukturelle Nachfrageausfälle auszugleichen. Hinzu kommt, dass die in der MSR gebundenen Berechtigungen in Phasen geringer Überschüsse wieder in den Markt

⁵³ Aktualisierte Überschusszahlen werden Mitte 2016 durch die Europäische Kommission veröffentlicht.

zurückgeführt werden können und damit lediglich zu einer zeitlichen Verschiebung von Emissionen führen. Zusätzliche nationale Instrumente laufen daher Gefahr, der preisstabilisierenden Wirkung der MSR entgegenzuwirken und dazu beizutragen, dass vom EU-ETS weiterhin keine bzw. nur sehr geringe Anreize ausgehen.

Es ist daher eine der zentralen Herausforderungen in der Klima- und Energiepolitik, europäische und nationale Instrumente so aufeinander abzustimmen, dass sie in vollem Umfang zu mehr Klimaschutz führen. Hierzu müssen ein Mechanismus oder andere – möglichst europäisch abgestimmte – Lösungen entwickelt werden, die die Kompatibilität nationaler Instrumente mit dem EU-ETS sicherstellen, indem sie den jeweils induzierten Nachfragerückgang durch eine Senkung des Angebots an Emissionsberechtigungen ausgleichen.

Daher muss sichergestellt werden, dass ergänzende nationale Klimaschutzinstrumente entsprechend ihrer zusätzlichen Emissionsminderung im EU-ETS berücksichtigt werden, um so eine ambitionierte nationale Klimapolitik zu ermöglichen, ohne die Anreizwirkung des EU-ETS zu schwächen.

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Aus Sicht des Umweltbundesamtes sind noch in dieser Legislaturperiode sieben zentrale Weichenstellungen erforderlich, damit Deutschland sein langfristiges Klimaschutzziel erreichen kann:

I. Gesetzlichen Rahmen für einen langfristigen und verbindlichen Klimaschutz in Deutschland schaffen

Das gesamtwirtschaftliche Treibhausgasemissions-Minderungsziel bis 2050 sollte in einer geeigneten gesetzlichen Form verankert werden. Denn um das Vertrauen in die deutsche Klimapolitik zu stärken und diese unabhängig vom politischen Tagesgeschäft zu machen, ist aus Sicht des UBA ein verbindlicher und damit berechenbarer gesamtwirtschaftlicher Orientierungsrahmen für den Zeitraum bis 2050 erforderlich. Auf dieser Grundlage kann die Bundesregierung ihre langfristig orientierten Klimaschutzpläne aufstellen und fortschreiben. Eine gesetzliche Regelung zum Klimaschutz sollte auch Berichtspflichten der Bundesregierung festlegen. So ist die Einhaltung der Minderungsvorgaben überprüfbar und ein Gegensteuern möglich. **Als übergeordnetes Ziel empfiehlt das UBA eine verbindliche Minderung aller Treibhausgasemissionen bis 2050 um 95% ggü. 1990.**

Neben einer gesetzlichen Festlegung der deutschen Klimaschutzziele sollte außerdem gesetzlich geregelt werden, dass die Energiewirtschaft und speziell die fossile Stromproduktion nach 2020 einen überproportionalen Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Minderung leisten sollte, wobei dies im Rahmen des Klimaschutzplans zu konkretisieren wäre. Außerdem sollte als Langfristziel gesetzlich festgelegt werden, vollständig aus der Braun- und Steinkohleverstromung auszusteigen.

II. Adäquate Zwischenziele für 2030 und 2040 gesetzlich verankern

Es sollten zudem adäquate Zwischenziele für 2030 und 2040 in Form von Mindestzielen gesetzlich festgelegt werden. Die Zwischenziele sollten die Erreichung einer 95%igen Minderung bis 2050 sicherstellen. Sie dienen als Leitplanken für eine wirtschaftliche Entwicklung und sollten Pfadabhängigkeiten im Energiesystem bei der Transformation

berücksichtigen. Viele der für den energiebedingten Treibhausgasausstoß entscheidenden Sektoren sind durch sehr langlebige Kapitalstöcke geprägt. Eingeschlagene Entwicklungspfade lassen sich nur nach langen Abschreibungszeiträumen oder mit erheblichen Umstellungskosten korrigieren. Der im Energiekonzept der Bundesregierung vorgegebene Minderungspfad von minus 40% bis 2020, minus 55% bis 2030 und minus 70% bis 2040 sollte aus Sicht des UBA daher auf keinen Fall unterschritten und mit Blick auf das 95%-Ziel überprüft werden. Denn in allen betrachteten Zielszenarien des BMUB werden die gesamtwirtschaftlichen Emissionen stärker gemindert, als es der Minderungspfad des Energiekonzepts vorsieht. Bemerkenswert ist, dass die Szenarien, die von einer ambitionierteren langfristigen Minderung ausgehen (KS 90 und KS95), mit deutlich stärkeren Minderungen für 2020, 2030 und 2040 verbunden sind als im Energiekonzept vorgesehen.

III. Überproportionale THG-Minderungsziele für die Energiewirtschaft festlegen

Die Energiewirtschaft sollte nach 2020 einen überproportionalen Beitrag zur Erreichung der gesamtwirtschaftlichen Minderungsziele leisten. Die Energiewirtschaft, hier vor allem die fossile Stromerzeugung, ist der Schlüsselsektor für eine langfristige gesamtwirtschaftliche Dekarbonisierung. Insbesondere im fossilen Kraftwerkspark bestehen große und kostengünstige Minderungspotentiale, die kurzfristig verfügbar sind. Daher sollte die Dekarbonisierung der Energiewirtschaft im Vergleich zu anderen Sektoren frühzeitiger und mit stärkeren Minderungsbeiträgen vollzogen werden. Aufgrund sehr langlebiger Kapitalstöcke bei der fossilen Stromerzeugung sind zudem Pfadabhängigkeiten besonders stark ausgeprägt, was insbesondere bei möglichen neuen Kohlekraftwerken zu beachten ist. **Der Bau neuer Kohlekraftwerke, der Aufschluss neuer Tagebaue, das Erweitern von bestehenden Tagebauen und lebensdauerverlängernde Retrofitmaßnahmen sind daher zu vermeiden.**

IV. Minderungsbeitrag des fossilen Kraftwerksparks bis 2020 sicherstellen

Nach Auffassung des UBA sollte die Energiewirtschaft und hier insbesondere die fossile Stromerzeugung bis 2020 einen mindestens proportionalen Beitrag zum Klimaschutzziel leisten, d.h. die Treibhausgasemissionen um mindestens 40% ggü. 1990 mindern. Hierzu sollten die Emissionen der Energiewirtschaft auf ein Niveau von 274 Mio. t CO_{2äq} bis 2020 reduziert werden (entsprechend 60% der Emissionen von 1990). Damit wäre zwar noch kein überproportionaler Minderungspfad erreicht, angesichts der aktuellen politischen Diskussion erscheint dies erst nach 2020 realistisch.

Das implizit im Aktionsprogramm formulierte Minderungsziel für die Energiewirtschaft im Jahr 2020 ist nur mit unterproportionalen Beiträgen dieses Sektors zum gesamtwirtschaftlichen 40%-Ziel verbunden: Der zusätzliche Minderungsbeitrag des fossilen Kraftwerksparks von 22 Millionen Tonnen gegenüber der im Projektionsbericht 2015 beschriebenen Entwicklung entspricht einem unterproportionalen Emissionsrückgang in der Energiewirtschaft von lediglich 36,6% ggü. 1990. Inwiefern die Maßnahmen des NAPE über einen reduzierten inländischen Stromverbrauch und THG-Emissionsminderungen auf europäischer Ebene hinaus, auch zu einer Minderung auf nationaler Ebene führen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Eine tatsächliche Minderung der nationalen THG-Emissionen in der Stromerzeugung kann nur erreicht werden, wenn die Stromerzeugung aus fossilen Kraftwerken in Deutschland sinkt. **Um also bis 2020 einen mindestens proportionalen Beitrag zum Klimaschutzziel mit einem Niveau**

von 274 Mio. t CO_{2äq} zu erreichen muss der fossile Kraftwerkspark – in Verbindung mit den im Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) avisierten Stromeinsparungen – einen adäquaten Beitrag leisten.

Aus Sicht des UBA ist noch nicht sichergestellt, dass die bereits implementierten Maßnahmen der deutschen und europäischen Energie- und Klimapolitik auch ausreichen, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung für 2020 zu erfüllen. Daher muss durch das Monitoring zum Aktionsprogramm Klimaschutz und ggf. durch ergänzende Maßnahmen sichergestellt werden, dass das 40%-Minderungsziel bis 2020 erreicht wird.

V. Langfristige Strategie für schrittweisen Ausstieg aus der Kohleverstromung in Deutschland entwickeln

Zentral für die Dekarbonisierung der Stromerzeugung sind klare Ausstiegspfade für die Verbrennung von Braun- und Steinkohle. Die vom UBA geforderte gesamtwirtschaftliche Treibhausgas-Minderung um 95% bis 2050 bedingt eine vollständige Reduktion der Kohleverstromung. Aus energiewirtschaftlichen, klimapolitischen und ökologischen Gründen sollte insbesondere die Braunkohleverstromung deutlich vor 2050 enden. Denn insbesondere bei den relativ unflexiblen Braunkohlekraftwerken besteht ein Systemkonflikt zu den (fluktuierenden) erneuerbaren Energien und die Emissionen sowie die Umweltkosten der Braunkohleverstromung sind besonders hoch. Zudem sollten die Emissionen aus der Braun- und Steinkohleverstromung bis spätestens 2030 auf einen Entwicklungspfad einschwenken, der im Einklang mit einem ambitionierten langfristigen Minderungspfad für die Energiewirtschaft steht.

Von der Bundesregierung sollte ein nationaler Kohledialog unter Beteiligung aller relevanten gesellschaftlichen Akteure initiiert werden. Nötig ist ein nachhaltiger Strukturwandel, der neben dem Klimaschutz auch den wirtschaftlichen Transformationsprozess und die gesellschaftlichen Folgewirkungen im Blick hat. Der Kohleausstieg sollte deshalb kontinuierlich erfolgen und Planungssicherheit für die betroffenen Akteure bieten. Auf der Grundlage des Kohledialogs sollten im Klimaschutzplan Entwicklungspfade für die Kohleverstromung und Maßnahmen für einen sozialverträglichen Strukturwandel festgelegt und durch einen Monitoringprozess regelmäßig evaluiert werden.

VI. Den Emissionshandel stärken

Aufgrund massiver Marktüberschüsse gehen derzeit vom EU-Emissionshandel (EU-ETS) keine ausreichenden Anreize für die Dekarbonisierung des Kraftwerksparks aus. Die EU und ihre Mitgliedstaaten müssen daher den Emissionshandel als zentrales europäisches Klimaschutzinstrument nachhaltig stärken und das verfügbare Emissionsbudget deutlich kürzen. Das Preissignal aus dem Emissionshandel wird trotz Einführung der Marktstabilitätsreserve (MSR) vermutlich bis 2030 nicht ausreichen, um die Dekarbonisierung des deutschen Kraftwerksparks und die damit verbundene substanzielle Reduzierung der Kohle-, insbesondere der Braunkohleverstromung anzureizen.

Der Emissionshandel kann seine Lenkungswirkung nur dann entfalten, wenn er mit ambitionierten Obergrenzen (Cap) ausgestattet ist. Dies ist gegenwärtig nicht der Fall. Auch die Vorschläge der EU-Kommission für den Zeitraum 2021-2030 (vierte Handelsperiode) sind aus unserer Sicht unzureichend. Das Emissionshandels-Cap sollte daher spätestens nach der Überprüfung der gesamtwirtschaftlichen Ziele der EU für 2030 (Global Stocktake in 2018)

überprüft und verschärft werden. Das Ausgangsniveau des Caps nach 2020 sollte im Hinblick auf die zu erwartende Emissionsentwicklung kritisch überprüft werden. Im Jahr 2014 lagen die europäischen ETS-Emissionen bereits unter dem Cap-Wert für das Jahr 2020.

Außerdem muss der Umgang mit den bis 2020 im EU-ETS aufgelaufenen Überschüssen auf den Prüfstand: Die INDC der EU bezieht sich explizit auf den Zeitraum 2021-2030. Nicht genutzte Zertifikate aus vorherigen Handelsperioden dürfen die INDC der EU nicht verwässern, sonst wird die europäische Klimapolitik unglaubwürdig. Obwohl die MSR grundsätzlich ein geeignetes Instrument für den Überschussabbau ist, müssen Überschüsse in signifikantem Umfang dauerhaft stillgelegt werden.

Damit flankierende nationale Klimaschutzinstrumente auch EU-weit klimawirksam werden und den EU-ETS nicht zusätzlich schwächen, müssen und können Lösungen zur besseren Abstimmung zwischen EU-ETS und nationalen Klimaschutzinstrumenten entwickelt werden.

VII. Flankierende Instrumente ergänzend zum EU-ETS einführen oder bestehende stärken

Die aktuell implementierten Instrumente der deutschen und europäischen Energie- und Klimapolitik stellen nicht sicher, dass die kurz-, mittel- und langfristigen nationalen Klimaschutzziele erreicht werden. Der Europäische Emissionshandel muss hierfür als Kerninstrument der europäischen Klimapolitik weiterentwickelt und gestärkt, aber auch durch ergänzende Instrumente flankiert werden. Auch die zur Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 beschlossenen Instrumente und Maßnahmen⁵⁴ initiieren bisher weder einen nachhaltigen Strukturwandel im deutschen Kraftwerkspark noch leiten sie hinreichend schnell den Ausstieg aus der Verbrennung von Braun- und Steinkohle ein.

Die gesetzliche Verankerung von langfristigen THG-Minderungspfaden und die Entwicklung einer langfristigen Strategie für den Ausstieg aus der Kohleverstromung müssen daher rasch durch zusätzliche geeignete und konsequente klimapolitische Maßnahmen unterlegt werden, die den notwendigen Minderungspfad der Energiewirtschaft in Deutschland sicher zu erreichen helfen. Diese Instrumente müssen den Besonderheiten der Kohlewirtschaft gerecht werden. Neben der langen Kapitalbindung und den hohen Investitionskosten ist vor allem bei der Braunkohle das Verbundsystem von Abbau, Transport und Erzeugung als Ganzes in den Blick zu nehmen.

Für einen kohärenten Instrumenten-Mix müssen die verschiedenen Instrumente hinsichtlich ihrer Wirkung für den Klimaschutz aufeinander abgestimmt sein. Es ist daher eine der zentralen Herausforderungen in der Klima- und Energiepolitik, europäische und nationale Instrumente so zu gestalten, dass sie in vollem Umfang zu mehr Klimaschutz führen. Hierfür müssen – möglichst europäisch abgestimmte – Lösungen entwickelt werden, die sicherstellen, dass Klimaschutzmaßnahmen entsprechend ihrer zusätzlichen Emissionsminderung im ETS berücksichtigt werden. In dieser Hinsicht wäre der vom BMWi im März 2015 vorgeschlagene Klimabeitrag ein Schritt in die richtige Richtung gewesen.

Um einer strommarktgetriebenen Verlagerung von Emissionen ins Ausland infolge der reduzierten Stromerzeugung aus Kohle in Deutschland zu begegnen, sollte der Umbau des deutschen Kraftwerksparks durch einen verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien und Maßnahmen zur Reduzierung der Stromnachfrage begleitet werden.

⁵⁴ U.a. Beschluss zur Überführung von 2,7 GW Braunkohle-Kapazitäten in eine Sicherheitsbereitschaft, s. Kabinettsentwurf für Strommarktgesetz vom November 2015.



► **Diese Broschüre als Download**
Kurzlink: <http://bit.ly/1Nkjaxg>

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt