

Timon Wehnert, Ben Best, Tatiana Andreeva

Kurzstudie | April 2017

Kohleausstieg - Analyse von aktuellen Diskussionsvorschlägen und Studien



*Eine Studie im Auftrag des
Naturschutzbund Deutschland (NABU)*



Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde im Auftrag des Naturschutzbund Deutschlands (NABU) durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den AutorInnen.

Projektlaufzeit: Dezember 2016 – März 2017

AutorInnen

Timon Wehnert

Ben Best

Tatiana Andreeva

Unterstützung und weitere Mitwirkung:

Lukas Hermwille, Sascha Samadi, Florian Mersmann und Felix Suerkemper

Impressum

Herausgeber

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

Döppersberg 19

42103 Wuppertal

www.wupperinst.org

Ansprechpartner

Timon Wehnert

Stellvertretender Leiter Büro Berlin

Forschungsgruppe Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik

timon.wehnert@wupperinst.org

Tel. +49 30 / 2887458 19

Stand

April 2017

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung und Hintergrund	4
2 Beschreibung der Ausgangslage zur Kohleverstromung	5
3 Exkurs: Sind 2° und 1,5° Ziel ohne „negative Emissionen“ erreichbar?	10
4 Energiepolitische Betrachtung eines Kohleausstiegs	12
4.1 Positionspapiere	12
4.2 Klimapolitische Studien	14
4.3 Energiewirtschaftliche Studien	15
5 Instrumente für den Kohleausstieg	19
6 Kohleausstieg und europäisches Emissionshandelssystem	22
7 Ökonomische und strukturpolitische Betrachtung des Kohleausstiegs	24
7.1 Makroökonomische Perspektive	24
7.2 Arbeitsplatzeffekte	25
7.3 Regionale & strukturpolitische Gestaltungsoptionen	27
8 Fazit	29
9 Literaturverzeichnis	33

1 Einleitung und Hintergrund

Für das Erreichen des deutschen Klimaschutzziels, die Treibhausgas (THG)- Emissionen bis 2050 um 80-95% gegenüber dem Basisjahr 1990 zu reduzieren, ist eine weitreichende Dekarbonisierung der Energieversorgung und insbesondere der Stromerzeugung erforderlich. Dies führt zu der Notwendigkeit, langfristig aus der Braun- und Steinkohleförderung und -verstromung auszusteigen. Darüber hinaus zeigt der Klimaschutzbericht der Bundesregierung, dass auch zu Erreichung des Klimaschutzzieles 2020 weitere kurzfristige Emissionsminderungen notwendig sind (BMUB 2016).

Vor diesem Hintergrund sind in den letzten drei Jahren explizite Vorschläge in die wissenschaftliche und politische Diskussion eingebracht worden, wie ein Kohleausstieg zu gestalten wäre. Der Naturschutzbund Deutschland (NABU) ist daher an das Wuppertal Institut herangetreten, eine Kurzstudie zur Aufarbeitung dieser Diskussion zum Kohleausstieg durchzuführen. Grundlage der Kurzstudie ist eine vergleichende wissenschaftliche Analyse von Szenarien, Studien und Positionspapieren zum Kohleausstieg, die seit Mitte 2014 bis Januar 2017 veröffentlicht wurden. Im Zentrum der Analysen stehen folgende Papiere, die im Detail analysiert und überblicksartig zusammen gefasst wurden:

Positionspapiere

- BUND-Abschaltplan von 2014
- Erkelenzer Appell - Zukunft statt Braunkohle (2016)
- Unternehmenserklärung zur Diskussion um einen Kohlekonsens - Stiftung 2° (2016)
- Fahrplan Kohleausstieg - Fraktionsbeschluss B90 / Die Grünen (2017)

Wissenschaftliche Studien

- Was bedeutet das Pariser Abkommen für den Klimaschutz in Deutschland? - Greenpeace (2016)
- A Stress Test for Coal in Europe under the Paris Agreement - Climate Analytics (2017)
- Kohleausstieg 2035, vom Ziel her denken - WWF (2017)
- Elf Eckpunkte für einen Kohlekonsens - Agora Energiewende (2016)
- Kraftwerks-Stillegungen zur Emissionsreduzierung und Flexibilisierung des deutschen Kraftwerksparks - IZES, Klinski (2015)
- Klimaschutz im Stromsektor 2030 - Öko Institut, BET, Klinski (2017)

Ausgewählt wurden diese Papiere, weil sie unmittelbare Aussagen zu einem möglichen Kohleausstieg in Deutschland machen und mögliche Ausstiegsfahrpläne skizzieren bzw. Zieljahre für einen vollständigen Kohleausstieg benennen. Darüber hinaus sind Studien im Detail analysiert worden, die sich mit den sozialen und ökonomischen Auswirkungen eines Kohleausstiegs befassen, hierzu gehören: "Sozialverträgliche Ausgestaltung eines Kohlekonsenses" im Auftrag von Verdi (enervis 2016), "Ökonomische Effekte eines deutschen Kohleausstiegs (...)" (ewi 2016), "Strategische Ansätze für die Gestaltung des Strukturwandels in der Lausitz (...)" (WI 2016). Eine Vielzahl von weiteren Studien wurde für spezifische Aspekte und Detailfragen herangezogen (s. Literaturverzeichnis).

2 Beschreibung der Ausgangslage zur Kohleverstromung

Die globale Perspektive – Wie viel Kohle nach Paris?

Wenngleich das Ergebnis der Klimaverhandlungen von Paris allgemein als Erfolg angesehen wird - dieser Erfolg darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die in Paris auf den Tisch gelegten nationalen Minderungsabsichten in der Summe nicht ausreichen - weder zum Einhalten des Ziels einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf weniger als 2°C, geschweige denn auf 1,5°C, wie im Klimaabkommen von Paris gefordert (Abbildung 1).

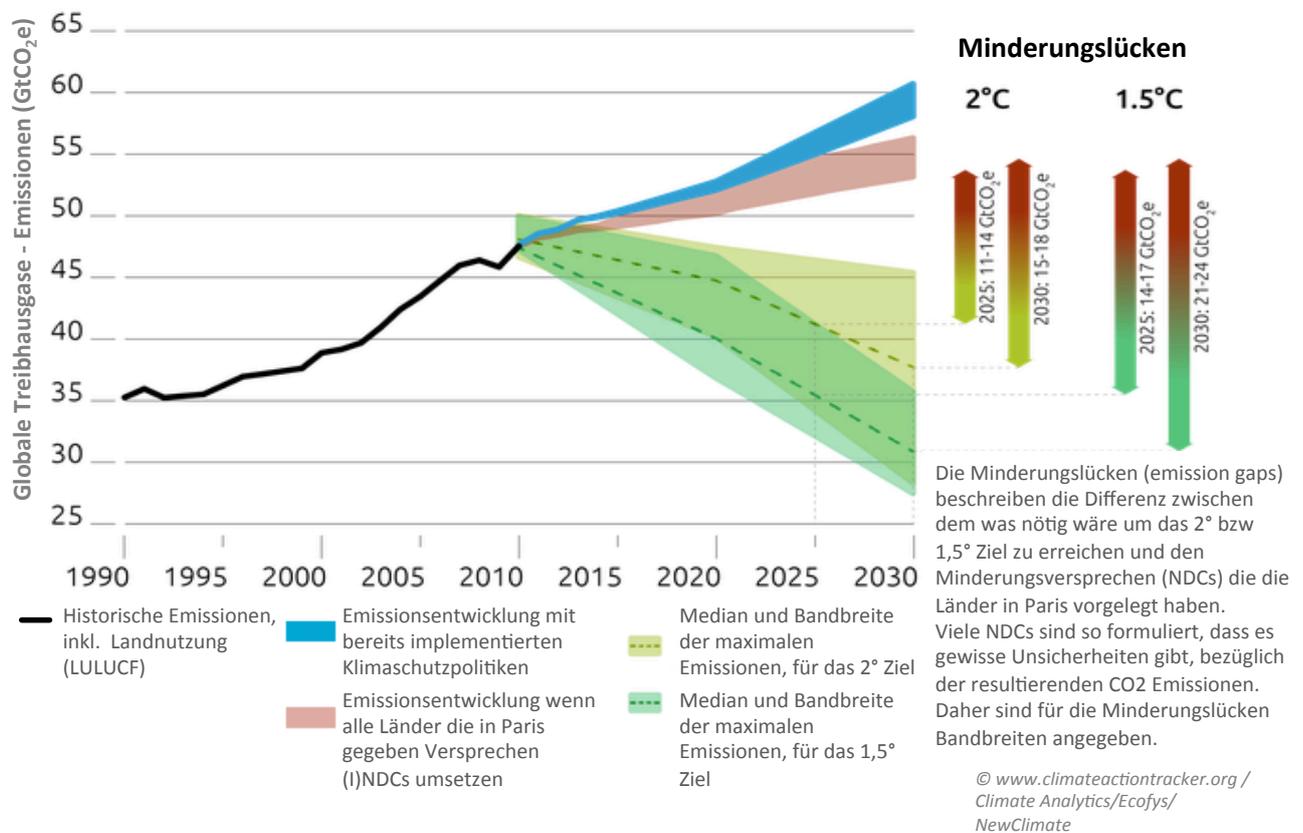


Abbildung 1 Szenarien globaler Treibhausgasemissionen - Die in Paris vorgelegten Ziele führen zu einem Emissionspfad (rot), der weit über der notwendigen Reduktion für das 2°-Ziel (grüngelb) und dem 1,5°-Ziel (grün) liegt. Quelle: Climate Action Tracker (2016)

Würden die heute (global) existierenden Kohlekraftwerke bis zum Ende ihrer jeweiligen Lebensdauer betrieben, so würden allein sie so viel CO₂ emittieren, wie die Weltgemeinschaft insgesamt emittieren darf, um unterhalb einer 1,5°-Klimaerwärmung zu bleiben. Würden darüber hinaus alle in Planung befindlichen Kohlekraftwerke gebaut, so würden bestehende und geplante Kraftwerke zusammen etwa die Hälfte der CO₂-Emissionen erzeugen, die innerhalb der 2° Grenze bis 2100 möglich wären (Edenhofer u. a. 2016). Hinzu kommen Emissionen aus anderen fossilen Quellen (Öl, Gas und Kohlenutzung z.B. in Haushalten, Industrie und Verkehr)

sowie nicht-energiebedingte Emissionen (z. B. aus der Landwirtschaft). Somit ist klar, dass für ein Einhalten der 2°-Grenze die vorwiegend in Entwicklungsländern geplanten neuen Kohlekraftwerke nicht alle gebaut werden dürfen. Darüber hinaus wird es nötig sein, die Laufzeiten existierender Kohlekraftwerke zu begrenzen. Aus Gerechtigkeitsgründen sollten solche Laufzeitverkürzungen stärker / schneller / vornehmlich in den reichen Industrieländern umgesetzt werden (vgl. BUND 2015).

Kohle in Deutschland - Bedrohung für die nationalen Klimaziele

Im Jahr 2016 wurden ca. 40 % des deutschen Stroms aus Kohleverbrennung erzeugt (AGEB 2016). Dabei zeigt die Betrachtung der letzten 20 Jahre, dass der Zubau der Erneuerbaren vor allem den Wegfall von alten Atomkraftwerken kompensiert hat.

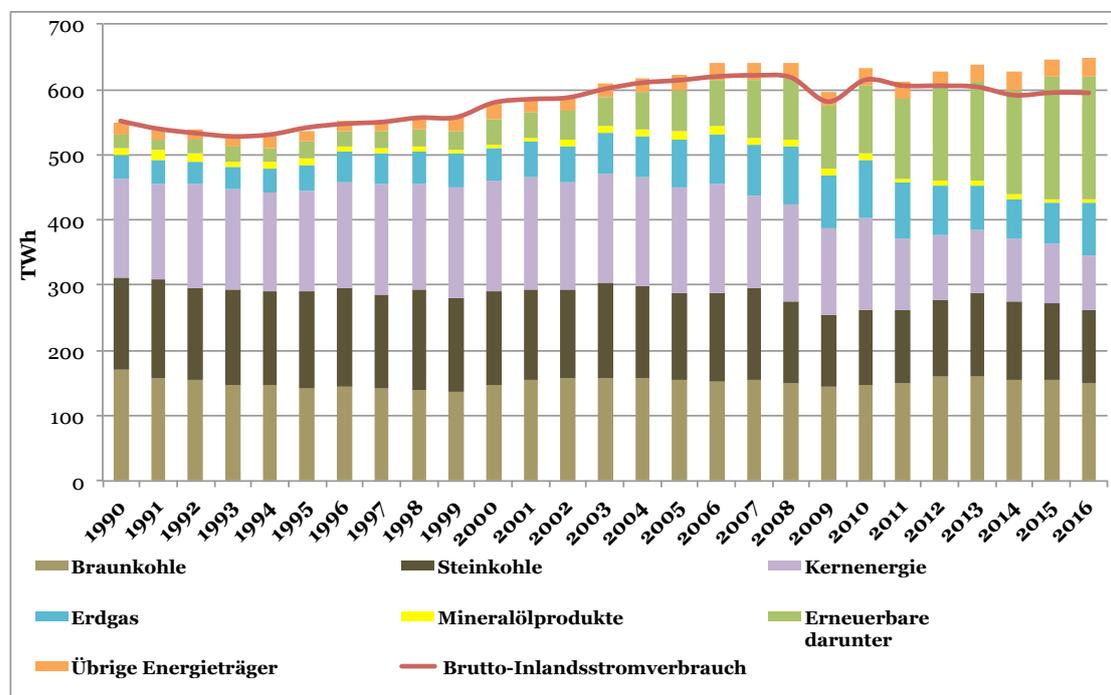


Abbildung 2: Entwicklung der deutschen Bruttostromerzeugung nach Energieträgern (Balken) und des Bruttoinlandsverbrauchs
 Quelle: Eigene Darstellung basierend auf AGEB (2016)

Während über Jahrzehnte hinweg die produzierte Strommenge gleich dem Inlandsstromverbrauch war, hat sich Deutschland in den letzten 10 Jahren zu einem Netto-Exporteur gewandelt (s. Abbildung 2). 2016 wurden knapp 9% der deutschen Stromerzeugung exportiert. Verantwortlich hierfür sind neben technischen Eigenschaften der Kraftwerke vor allem das Design des Strommarkts und die aktuellen Kostenstrukturen - inklusive den niedrigen CO₂-Preisen im Europäischen Emissionshandelssystem. Dies führt u.a. dazu, dass es in Zeiten mit hohen Anteilen von Wind- und Solarstrom für die Kraftwerksbetreiber günstiger ist, überschüssigen Kohlestrom zu niedrigen Preisen ins Ausland zu verkaufen, als die Stromproduktion in den Kohlekraftwerken weiter zu drosseln.

Insgesamt hat Deutschland zwischen 1990 und 2015 seine CO₂-Emissionen um 24,7 %, seine THG-Emissionen insgesamt um 27,9% reduziert (UBA 2016a). Jedoch geht ein signifikanter Teil dieser Emissionsminderungen nicht auf klimapolitische Maßnahmen zurück, sondern auf den Zusammenbruch der ostdeutschen Wirtschaft nach der Wiedervereinigung. In den vergangenen Jahren hat sich die Geschwindigkeit der THG-Emissionsminderung verringert. Um THG-Reduktionen von 80 % bis 95 % bis zum Jahr 2050 zu realisieren, müssten die Emissionen in den folgenden Jahren und Jahrzehnten um durchschnittlich mindestens 3,5 % pro Jahr gesenkt werden. Diese jährliche Minderungsrate entspricht in etwa den höchsten jemals in Deutschland erzielten Werten (WI 2015).

Dass solche Emissionsminderungen prinzipiell möglich sind, zeigen eine Reihe von Analysen und Szenarien, beispielsweise die Metastudie des Wuppertal Instituts „Pathways to Deep Decarbonization in Germany“ (WI 2015). Diese Studie verdeutlicht anhand von drei nationalen Energieszenarien, dass das langfristige THG-Reduktionsziel Deutschlands durch das Zusammenspiel von Energieeffizienzverbesserungen, der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energiequellen und einer Elektrifizierungsstrategie in den Endenergiesektoren möglich ist. Wie Abbildung 3 zeigt, setzen alle drei Szenarien darauf, dass sich die Stromerzeugung aus inländischen erneuerbaren Energiequellen zwischen 2014 und 2030 ungefähr verdoppeln und die Kohleverstromung massiv zurückgehen wird (WI 2015)

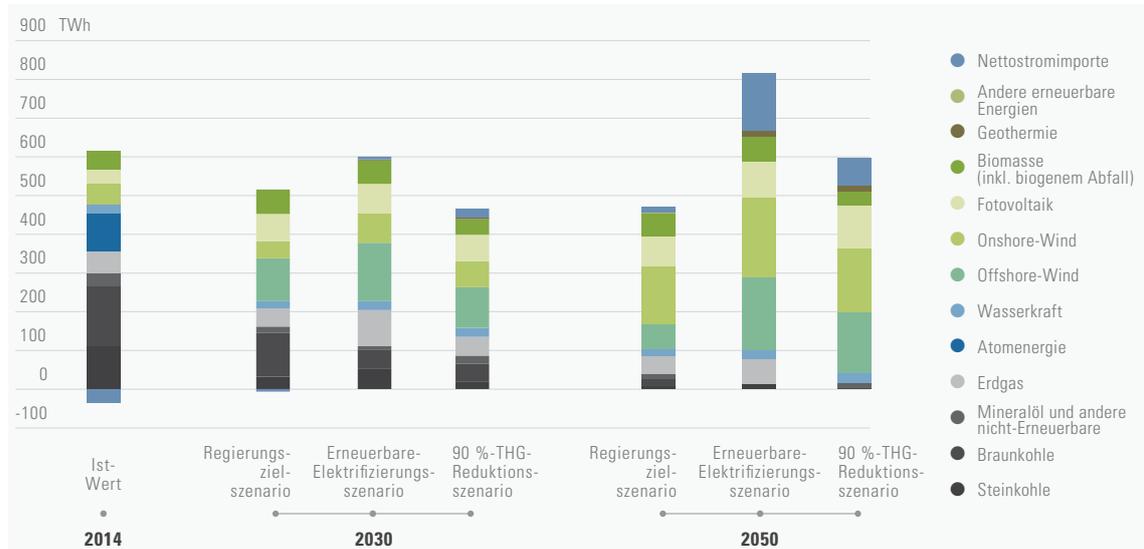


Abbildung 3: Stromerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2014 (Ist-Werte) sowie 2030 und 2050 nach drei Szenarien mit deutlichen Minderungen der THG-Emissionen Quelle: (WI 2015)¹

¹ Die Quellen der drei Energieszenarien im Detail: (1) Das „Zielszenario“ aus der Studie „Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose“ (Prognos u. a. 2014), hier als „Regierungszielszenario“ bezeichnet, (2) das Szenario „100-II“ aus der Studie „GROKO II – Szenarien der deutschen Energieversorgung auf der Basis des EEG-Gesetzentwurfs“ (BEE 2014), hier „Erneuerbare-Elektrifizierungsszenario“ genannt und das Szenario „KS 90“ aus der Studie „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut / Fraunhofer ISI 2014) hier als „90 % TGH- Reduktionsszenario“ bezeichnet. Die Darstellung bezieht sich mit Ausnahme der Werte des Szenarios „90%-THG-Reduktionsszenario“ auf die Bruttostromerzeugung. Für das genannte Szenario wird hingegen die Nettostromerzeugung angegeben, da keine Angaben für die Bruttostromerzeugung vorliegen.

Kohleverstromung in Deutschland - Ein Ausblick

Nach dem deutschen Klimaschutzplan soll der Energiesektor seine Emissionen bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 1990 um 61-62 % senken (BMUB 2016). Dies entspricht etwa einer Halbierung der Emissionen gegenüber 2014 (Öko-Institut 2017). Vor dem Hintergrund, dass mit Braun- und Steinkohle 40 % des deutschen Stroms produziert wird, diese Energieträger aber 80 % der CO₂ Emissionen der Stromerzeugung verursachen, wird deutlich, dass die Klimaziele nur mit einer massiven Reduktion der Kohleverstromung erreichbar sind.

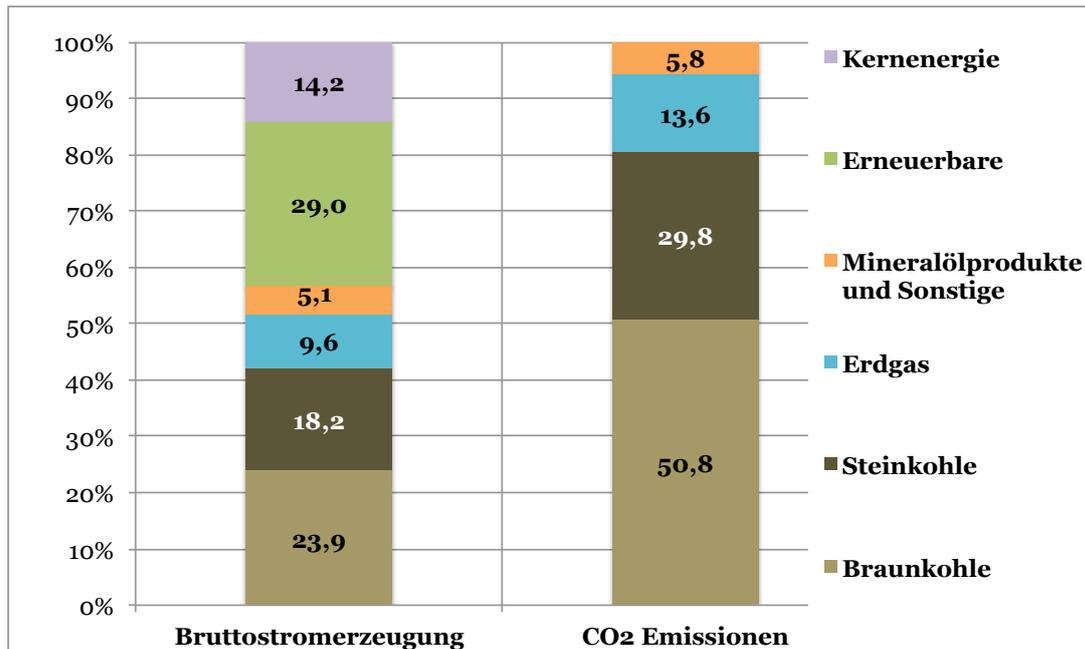


Abbildung 4: Stromerzeugung und deren CO₂-Emissionen nach Energieträger in Deutschland (2015)²

Quellen: AGE B 2016, UBA 2017

Bereits die bisher implementierten Politiken (z. B. EEG und EU-ETS) werden dazu führen, dass der Anteil der Erneuerbaren weiter steigen und der Anteil der Kohleverstromung zurück gehen wird. Nach Analysen von (Öko-Institut 2017) werden durch bereits beschlossene Maßnahmen die Emissionen aus Kohlekraftwerken zwischen 2014 und 2030 um 40 % sinken. Deutlich wird dies etwa auch in dem von (Agora 2016) angenommenen Referenzszenario, in dem die Kapazitäten von Kohlekraftwerken von ca. 50 GW in 2015 auf ca. 20 GW in 2040 zurückgehen (s. Abbildung 5). Über diesen Trend hinaus gehen langfristig (bis 2050) die meisten Klimaschutzszenarien davon aus, dass der Anteil der Kohleverstromung auf Null oder nahezu Null zurückgehen muss (WI 2015). Darauf bezogen ist es offensichtlich, dass die bisher implementierten Politiken nicht ausreichen, die vereinbarten Klimaschutzziele zu erreichen (Öko-Institut / Fraunhofer ISI 2015).

² Erneuerbaren und Kernenergie werden keine CO₂-Emissionen zugeordnet, da nur die direkten Emissionen aus dem Betrieb der Anlagen betrachtet werden. Grundsätzlich könnten für alle Anlagentypen zusätzlich die "versteckten" Emissionen betrachtet werden, die sich aus dem Materialverbrauch ergeben. Dies entspricht aber nicht der Logik der Emissionsinventare und wurde daher hier vernachlässigt.

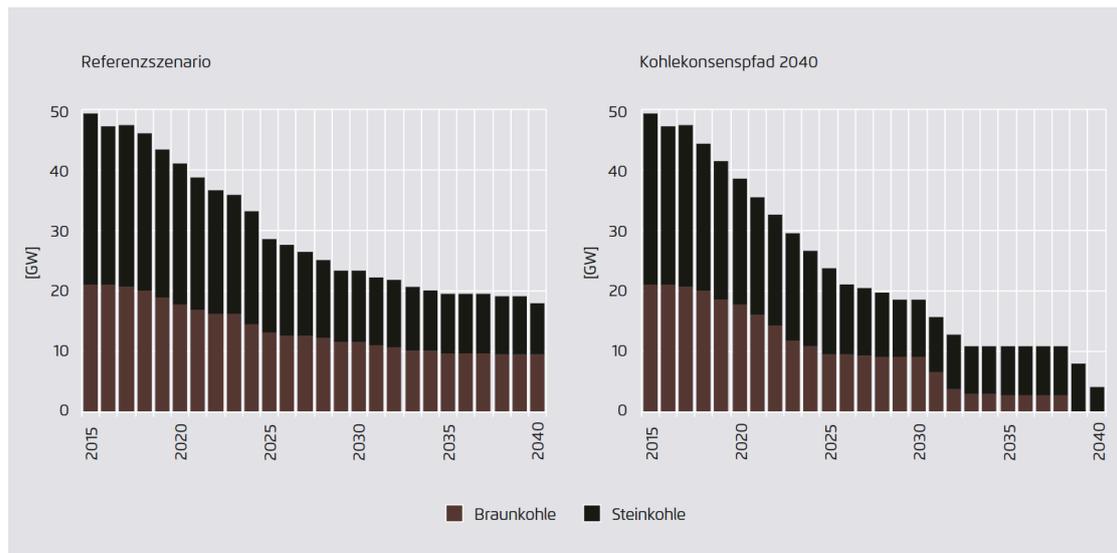


Abbildung 5 Referenzszenario und möglicher "Kohlekonsenspfad 2040". (Agora 2016 S. 36)

Politisch beschlossen wurde 2015 die Einführung einer „Sicherheitsbereitschaft“ aus Braunkohlekraftwerken. Mit der Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes im Jahr 2016 wurde festgelegt, dass zwischen Oktober 2016 und Oktober 2019 acht Braunkohlekraftwerksblöcke mit einer Gesamtleistung von 2,7 GW schrittweise in die Sicherheitsbereitschaft überführt werden müssen. Dies bedeutet, dass die Blöcke nicht mehr am Strommarkt aktiv sein dürfen und nur für den Fall vorgehalten werden, dass die Stromerzeugung zur Bedarfsdeckung einmal nicht ausreicht. Für die Vorhaltung und als Kompensation für die nicht gestattete Teilnahme am Strommarkt erhalten die Anlagenbetreiber eine Vergütung bzw. Entschädigung. Nach jeweils vier Jahren in der Sicherheitsbereitschaft sind die Kraftwerksblöcke dann endgültig stillzulegen. Diese auch „Klimareserve“ genannte „Sicherheitsbereitschaft“ kann als ein erster Schritt eines sukzessiven, politisch geleiteten Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung in Deutschland aufgefasst werden.

Kohleausstieg - eine Begriffsdefinition

Wenn wir in dieser Studie von einem *Kohleausstieg* sprechen, so meinen wir daher einen gegenüber dem bereits vorhandenen Trend *beschleunigten* Kohleausstieg. Dies bedeutet insbesondere:

- Eine durch zusätzliche politische Instrumente forcierte Reduktion der Kohleverstromung über die bestehenden Mechanismen (EU-ETS, Förderung erneuerbarer Energien etc.) hinaus.
- Damit verbunden, in den meisten Szenarien ein Abschalten von Kohlekraftwerken vor dem Ende ihrer technischen Lebensdauer.
- Eine Schließung von Braunkohletagebauen, bevor diese "ausgekohlt" wurden, sowie ein Nicht-Aufschließen neuer Tagebaue.

3 Exkurs: Sind 2° und 1,5° Ziel ohne „negative Emissionen“ erreichbar?

Erkenntnisse aus der Klimafolgenforschung zeigen, dass auch eine Klimaerwärmung um 2° bereits erhebliche Schadenswirkungen hätte (IPCC 2014). Unter diesem Eindruck wurde in Paris beschlossen, dass der Klimawandel auf "weit unter 2°" begrenzt werden soll und Anstrengungen unternommen werden sollen, ihn auf 1,5° zu begrenzen (UNFCCC 2015), um so die negativen Auswirkungen zu minimieren.

Betrachtet man Szenarien, die die notwendigen globalen Emissionsreduktionen beschreiben, die für die Begrenzung der Klimaerwärmung auf maximal 2° bzw. 1,5° notwendig sind, so zeigt sich, dass die meisten Szenarien davon ausgehen, dass zunächst zu viel emittiert wird und dies langfristig durch „negative Emissionen“ kompensiert werden muss. Solche „negativen Emissionen“ wären möglich, wenn in großem Umfang Biomassenutzung in Kombination mit CO₂-Abscheidung und Lagerung (CCS) eingesetzt würde. Bisher stehen die dafür notwendigen Technologien jedoch nicht zur Verfügung. Außerdem erfährt die Einlagerung von CO₂ in vielen Ländern, u. a. in Deutschland, starke Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung.

Die meisten Szenarien (mit negativen Emissionen) gehen davon aus, dass die globalen Treibhausgasemissionen bis spätestens 2100 auf Null sinken müssen (s. Abbildung 6). Da in vielen Bereichen (z. B. in der Landwirtschaft) die Emissionsreduktionen schwieriger sind als bei der Energienutzung, müssten die energiebedingten Emissionen bereits zwischen etwa 2060 und 2080 auf Null sinken, um den Temperaturanstieg unter 2°C zu halten. Will man dieses Ziel erreichen, ohne sich langfristig zu verpflichten, negative Emissionen erlangen zu müssen, so müssten die energiebedingten CO₂-Emissionen sogar bereits zwischen 2050 und 2060 auf Null sinken.

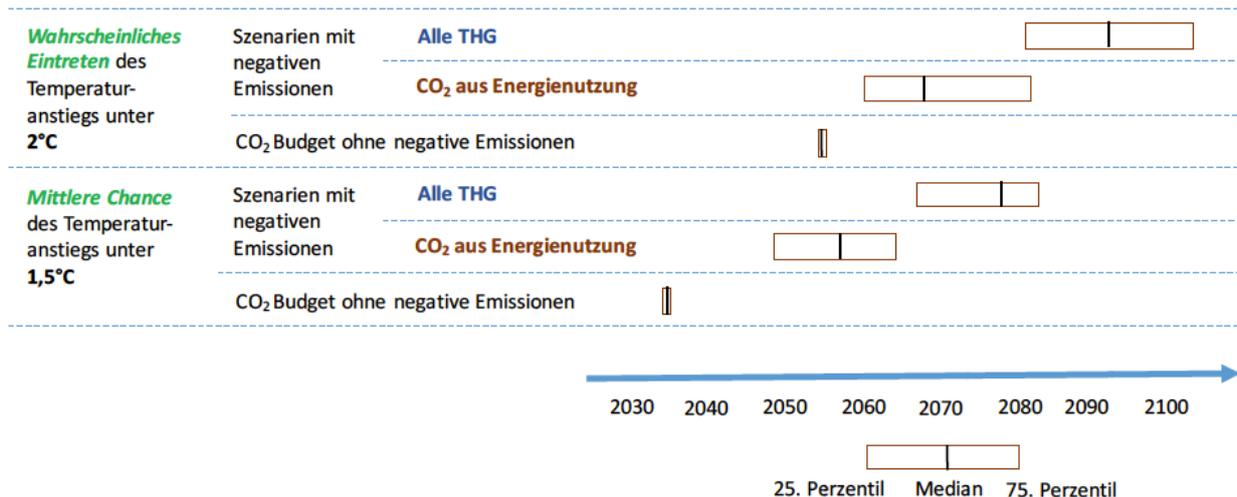


Abbildung 6 Zeiträume, in denen die globalen Emissionen von Treibhausgasen (THG) Null erreichen müssen. Quelle: (Greenpeace 2016)

Zur Begrenzung der Erwärmung auf nicht mehr als 1,5° (ohne negative Emissionen) müssten die globalen CO₂-Emissionen bereits ca. 2035 auf Null sinken. In (WBGU 2016) wird ein 1,5°

Szenario (ohne negative Emissionen) beschrieben, für dessen Erreichung ein vollständiger Ausstieg aus den fossilen Energieträgern bis zum Jahr 2025 auf globaler Ebene notwendig wäre. Solche Entwicklungen sind zwar technisch prinzipiell möglich, aber politisch so unwahrscheinlich, dass nahezu alle Szenarien für 1,5°C die Option von negativen Emissionen mit einbeziehen. Allerdings stehen zentrale Technologien wie CO₂ Abscheidung und Speicherung (CCS) noch nicht zur Verfügung. Es ist daher zu befürchten dass das Erreichen negativer Emissionen sehr teuer werden würde. Eine Umsetzung in großem Umfang kann durchaus als unsicher eingeschätzt werden. Dies bedeutet, dass Szenarien, die mit hohen negativen Emissionen rechnen, mit hohen Unsicherheiten oder/und hohen Kosten behaftet sind. Vor diesem Hintergrund scheint es um so mehr angebracht, die Reduktion von Treibhausgasemissionen so schnell wie möglich zu erreichen, wenn nicht hohe Kostenrisiken in die Zukunft verschoben werden sollen.

4 Energiepolitische Betrachtung eines Kohleausstiegs

Welche Zeithorizonte für einen Kohleausstieg werden diskutiert?

Eine zentrale Frage des Kohleausstiegs ist der zeitliche Fahrplan. Die von uns analysierten Dokumente geben z.T. fixe zeitliche Horizonte an, bis wann der vollständige Ausstieg aus der Kohle- bzw. Braunkohleverstromung in Deutschland erfolgt sein soll. In manchen Studien werden detaillierte Ausstiegsfahrpläne aufgeführt. Dabei unterscheiden sich die Papiere deutlich hinsichtlich des Detailgrads der Pläne, den zu Grunde liegenden Annahmen und hinsichtlich der Komplexität der analytischen Unterfütterung der Ausstiegspläne.

4.1 Positionspapiere

Vier der untersuchten Papiere sind im Wesentlichen kurze Positionspapiere aus Politik und Zivilgesellschaft:

Der BUND Abschaltplan (2014)

Das älteste von uns betrachtete Papier markiert in gewisser Hinsicht den Auftakt für die aktuelle Kohleausstiegsdebatte in Deutschland. Der Titel: "*Der BUND-Abschaltplan: Laufzeitbegrenzung für die ältesten Braunkohleblöcke bis 2020*" zeigt einen spezifischen Fokus: Betrachtet wird im Wesentlichen die Braunkohle, weil es sich um die "klimaschädlichsten Kraftwerke" handelt. Begründet wird der geforderte Kohleausstieg durch das wahrscheinliche Verfehlen des deutschen Klimaschutzziels für 2020 und der Tatsache, dass die Bruttostromerzeugung von Kohlekraftwerken zwischen 2009 und 2013 gestiegen ist (trotz steigenden Anteilen bei den Erneuerbaren und z.T. zu Lasten von Gaskraftwerken). Das Papier fordert auf acht Seiten im Kern (BUND 2014):

- Ein Gesetz für eine **Laufzeitbegrenzung von 35 Jahren für Braunkohlekraftwerke**. Begründet wird dies damit, dass die ältesten Kraftwerke in der Regel die ineffizientesten sind und sich nach 35 Jahren bereits amortisiert hätten. Diese Laufzeitbegrenzung hätte zur Folge, dass bis 2019 ca. 50 % der Braunkohlekraftwerkskapazität abgeschaltet würde (eigene Berechnungen basierend auf UBA 2016b und BUND 2014).
- Weiterhin wird ein **Ausstieg aus der Kohleverstromung insgesamt bis 2030** gefordert. Dies hätte zur Folge, dass auch Kraftwerke abgeschaltet werden müssen, die jünger als 35 Jahre sind. Details werden in diesem Positionspapier nicht spezifiziert.

Erkelenzer Appell - Zukunft statt Braunkohle (2016)

Der Erkelenzer Appell ist ein kurzer (4 seitiger) Forderungskatalog zum Kohleausstieg der durch das Aktionsbündnis "Zukunft statt Braunkohle" initiiert und von verschiedensten (regional-) Verbänden, Umweltorganisationen aber etwa auch kirchli-

chen Institutionen im September 2016 unterschrieben wurde. Gefordert wird im Wesentlichen (BUND 2016):

- Bis **2025 mindestens die Hälfte der Kohlekraftwerksleistung** vom Netz zu nehmen, und
- **keine neuen Tagebaue** mehr aufzuschließen

Fahrplan Kohleausstieg - Fraktionsbeschluss B90 / Die Grünen (2017)

Der Beschluss der Bundestagsfraktion von Bündnis 90 / die Grünen vom 13.01.2017 basiert auf dem Positionspapier der Grünen vom August 2016. Der "Grüne Fahrplan Kohleausstieg" erhebt zehn Forderungen zum Kohleausstieg, die Eckpunkte und vor allem auch ein politisches Verfahren zum Kohleausstieg skizzieren ("Dialog starten", "Kommission Kohleausstieg einsetzen", "Strukturwandel gestalten" etc.). Das Positionspapier bezieht sich auf das 1,5° Ziel und das deutsche Klimaschutzziel 2020. Bezüglich eines Zeitplans und der Umsetzung des Kohleausstiegs sind folgende Forderungen besonders relevant (BÜNDNIS 90 2017):

- Ein **Ende der Kohleverstromung innerhalb der nächsten 20 Jahre** (also bis 2037) wird vorgeschlagen und mit folgenden spezifischen Forderungen untermauert:
- Keine neuen Tagebaue
- **Die 20 schmutzigsten Kohlekraftwerksblöcke** sollen **sofort vom Netz** genommen werden. Welche dies sind, wird nur exemplarisch ausgeführt.

Als zentrales Umsetzungsinstrument wird vorgeschlagen, CO₂-Budgets für fossile Kraftwerke einzuführen (s. auch Diskussion der Instrumente in Kapitel 5). Darüber hinaus wird für den europäischen Emissionshandel (ETS) gefordert, die durch den Kohleausstieg frei werdende Zertifikate vom Markt zu nehmen und generell einen Mindestpreis im ETS einzuführen.

Unternehmenserklärung zur Diskussion um einen Kohlekonsens - Stiftung 2° (2016)

"Transformation ambitioniert, verlässlich und planbar gestalten" ist der Titel der von der 2° Stiftung initiierten und von verschiedenen großen Unternehmen der deutschen Wirtschaft unterschriebenen Unternehmenserklärung zum Kohleausstieg (Stiftung 2° 2016). Die Erklärung unterstreicht die Verantwortung von Unternehmen bei der Umsetzung der Klimaziele von Paris. Sie enthält zwar kein explizites Ausstiegsdatum, stellt aber spezifische Forderungen für einen Kohleausstiegsprozess :

- Sie fordert von der Politik, sich am oberen Rand des Zielkorridors der deutschen Klimapolitik (**95% THG Reduktion bis 2050**) zu orientieren aber zugleich Planungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit für die Wirtschaft zu gewährleisten.
- Betont wird besonders die Notwendigkeit eines **"gestaltenden Dialogs über einen Kohlekonsens"**, um für Unternehmen Investitionssicherheit zu schaffen.
- Gefordert wird außerdem eine "Weiterentwicklung des europäischen Emissionshandels", um "Anreize für klimafreundliche Investitionen zu setzen."

Institutionen und Jahr	Zieljahr für Kohleausstieg	Grundlage
BUND 2014	2030	Positionspapier
"Zukunft statt Braunkohle" 2016	50% der Kohlekraftwerkskapazitäten soll bis maximal 2025 stillgelegt sein	Positionspapier
Bündnis 90 / Die Grünen 2017	2037 (20 Jahre)	Positionspapier

Tabelle 1: Überblick über Positionspapiere, die quantitative Ziele zum Kohleausstieg benennen

4.2 Klimapolitische Studien

Es wurden drei zentrale Studien analysiert, die darauf abzielen, Zeithorizonte für einen Kohleausstieg in Deutschland und Europa direkt aus den Klimazielen von Paris abzuleiten. Dabei gibt es grundsätzliche methodische Schwierigkeiten: einerseits hat eine solche Ableitung immer auch eine normative Komponente (Was ist gerecht - wer soll wie schnell Emissionen reduzieren?) und andererseits ist die Verteilung auf die verschiedenen Sektoren kontrovers diskutierbar (Wo wären Emissionsminderungen am schnellsten / kostengünstigsten umsetzbar?). Trotz dieser Einschränkungen zeigen die jeweiligen Studien sehr deutlich die Notwendigkeit auf, im Stromsektor massiv und schnell die Emissionen zu reduzieren. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Annahmen der Studien werden aus den Klimazielen von Paris Zeithorizonte für einen vollständigen Kohleausstieg in Deutschland abgeleitet, die zwischen 2025 und 2035 liegen:

- **Was bedeutet das Pariser Abkommen für den Klimaschutz in Deutschland? - Greenpeace (2016)**

Die vom New Climate Institute erstellte Studie analysiert die Anforderungen für eine Anpassung der deutschen Klimaschutzziele, wenn das **1,5° Ziel** eingehalten werden soll (IPCC Szenarien mit 50% Wahrscheinlichkeit). Das global zur Verfügung stehende Emissionsbudget wird kostenoptimiert verteilt - Emissionen sollen dort reduziert werden, wo dies am billigsten ist. Aus dem resultierenden Emissionsbudget für Deutschland wird abgeleitet, dass die Emissionen aus der Energienutzung (alle Sektoren) bereits 2035 Null erreichen müssen, als Zieljahr für einen vollständigen Ausstieg aus der Kohle wird 2025 ausgewiesen. (Greenpeace 2016)

- **A Stress Test for Coal in Europe under the Paris Agreement - Climate Analytics (2017)**

Ausgegangen wird von einem globalen **Emissionsszenario, das zu 85% das 2° Ziel erreicht und zu 50% sogar unter 1,5° Erwärmung bleibt**. Das abgeleitete Emissionsbudget wird kostenoptimiert auf die Länder verteilt. Hieraus werden Zeithorizonte für einen Kohleausstieg der EU Staaten und einzelner Mitgliedsländer abgeleitet. Danach müssten ca. drei Viertel der europäischen Kohlekraftwerke bis 2025 abgeschaltet werden, die restlichen bis 2030. Einige europäische Länder haben bereits Kohleausstiegspläne (England, Frankreich, Finnland) und planen ihre Kraftwerke bereits vor 2030 abzuschalten. Somit würden Deutschland und Polen in den von (Climate Analytics 2017) entwickelten Szenarien zu den

letzten Ländern der EU gehören, die ihre Kohlkraftwerke abschalten müssten.

■ **Kohleausstieg 2035, vom Ziel her denken - WWF (2017)**

Die vom Öko-Institut und Prognos erstellte Studie leitet aus dem **2° Ziel** ein Emissionsbudget für den deutschen Stromsektor von 4 bis 4,2 Gt CO₂ bis 2050 ab. Annahmen sind eine globale pro-Kopf Gleichverteilung der Emissionen nach 2015 und eine sektorale Aufteilung wie 2015. Diese Studie untersucht weiterhin die Energiewirtschaftliche Umsetzung im Detail (s.u.). Das abgeleitete Zieljahr für einen vollständigen Kohleausstieg ist 2035. (WWF 2017)

Institutionen und Jahr	Zieljahr für Kohleausstieg	Grundlage: Globale Emissionsbudgets, abgeleitet aus Szenario mit x% Wahrscheinlichkeit und 1,5° oder 2° Ziel zu bleiben
Greenpeace 2016	2025	50% unter 1,5° Ziel
Climate Analytics 2016	2030	85% unter 2° Ziel und gleichzeitig 50% unter 1,5° Ziel
WWF 2017	2035	66% unter 2° Ziel

Tabelle 2: Klimapolitische Szenarien - Zieljahre für Kohleausstieg in Deutschland basierend auf Wahrscheinlichkeiten innerhalb des 1,5° bzw. 2° Ziels zu bleiben.

4.3 Energiewirtschaftliche Studien

Elf Eckpunkte für einen Kohlekonsens - Agora Energiewende (2016)

Im Januar 2016 hat die Agora Energiewende ihre "Elf Eckpunkte für einen Kohlekonsens" veröffentlicht und damit einen wichtigen Impuls in der Kohleausstiegsdebatte gegeben - eine Reihe weiterer Studien beziehen sich auf die dargestellten Eckpunkte bzw. das vorgeschlagene Ausstiegsszenario. Das Papier enthält einen prägnant formulierten Forderungskatalog (elf Eckpunkte), wie ein Kohleausstieg in Deutschland zu gestalten sei, unter anderem (Agora 2016):

- **Ausstieg aus Kohleverstromung bis 2040**
- Forderungen zum Prozess: **Runder Tisch und gesetzlich geregelter Ausstieg**
- Ein **spezifischer Abschaltplan** für die deutschen Braun- und Steinkohlekraftwerke
- Empfehlungen für die **Gestaltung des Kohleausstiegs in den Braunkohleregionen**. Darin ist die Forderung nach ein Strukturwandelfonds zur finanziellen Absicherung des Strukturwandels in den Braunkohleregionen enthalten.
- Forderungen bezüglich einer **Industriepolitik**, die den Kohleausstieg unterstützt und nach einer **Stärkung des europäischen Emissionshandels** (durch Kohleausstieg frei werdende CO₂-Zertifikate stilllegen).

Das Eckpunktepapier basiert auf umfangreichen energiewirtschaftlichen Hintergrundanalysen. Es wurden drei Kohleausstiegsszenarien (2035, 2040, 2045) und ein Referenzszenario modelliert. Nach diesen Rechnungen wäre nur ein Kohleausstieg bis 2040 (oder früher) geeignet, um die deutschen Klimaziele zu erreichen.

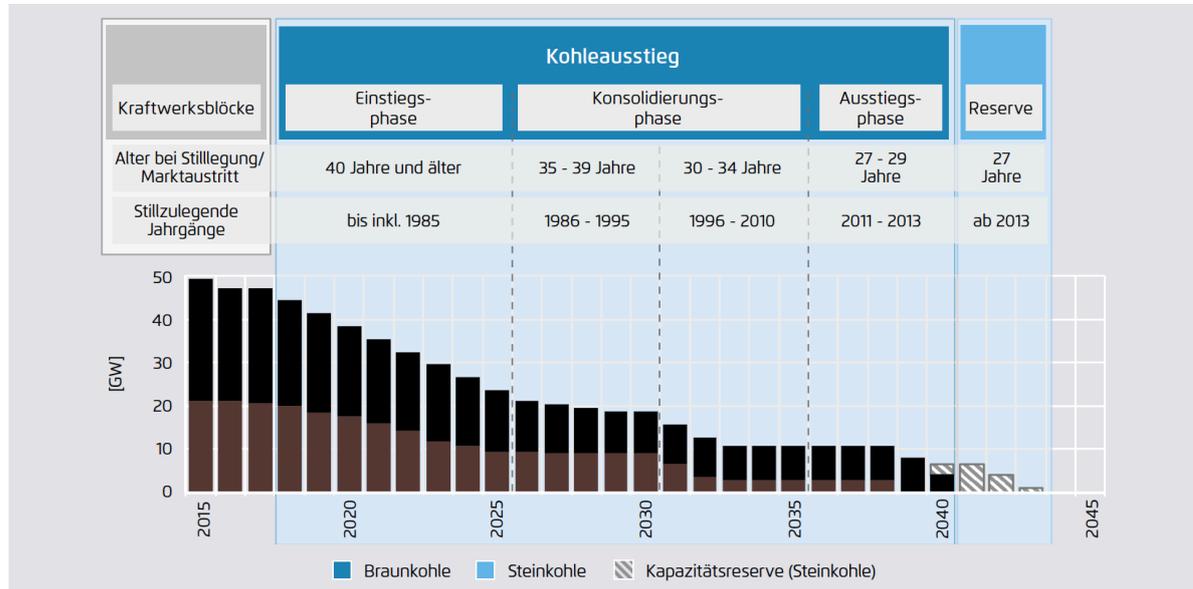


Abbildung 7: Kohleausstiegsplan bis 2040 vorgeschlagen im elf Eckpunktepapier der Agora
Quelle: (Agora 2016 S 35)

Kohleausstieg 2035, vom Ziel her denken - WWF (2017)

Die vom Öko Institut und Prognos erstellte und im Januar 2017 veröffentlichte Studie leitet nicht nur ein Emissionsbudget für den Stromsektor ab (s. klimapolitische Studien oben), sie entwickelt auch einen detaillierten Kohleausstiegspfad und analysiert dessen energiewirtschaftliche Umsetzung (WWF 2017):

- **Ausgangspunkt ist das 2° Ziel.** Hieraus wird ein Emissionsbudget für Deutschland und spezifisch den deutschen Stromsektor abgeleitet (s.o.).
- Es werden mehrere Szenarien für einen Kohleausstieg entwickelt - mit Zieljahren für den vollständigen Ausstieg zwischen 2025 und 2050. Dabei zeigt sich, dass ein **Ausstieg aus Kohleverstromung bis 2035** sowohl innerhalb der klimapolitischen Anforderungen bliebe als auch aus energiewirtschaftlicher Sicht mit vertretbarem Aufwand umsetzbar wäre.
- Ein **früherer Kohleausstieg** (vor 2035) würde zur Notwendigkeit führen, **zusätzliche Gaskraftwerke** zu bauen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, was zu hohen Kosten führen würde.

Kraftwerks-Stilllegungen zur Emissionsreduzierung und Flexibilisierung des deutschen Kraftwerksparks - IZES, Klinski (2015)

Ausgangspunkt der bereits 2015 erschienenen Studie ist die Frage, wie die Klimaziele 2020 noch eingehalten werden können (izes 2015). Vor dem Hintergrund einer er-

warteten "Deckungslücke" (durch zu hohen Emissionen in diversen Sektoren), werden drei Szenarien entwickelt, diese Lücke durch Stilllegungen von Kohlekraftwerken auszugleichen.

- Die **Deckungslücke 2020 kann durch vorzeitige Stilllegung von Kohlekraftwerken kompensiert** werden, ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden.
- Das Szenario, das auf die Minderungsziele optimiert wurde (40 % Minderungsziels bis 2020 und von 55 % bis 2030 gegenüber 1990), weist bereits große Ähnlichkeiten zu dem Szenario auf, das einen **Kohleausstieg bis 2040** abbildet.
- Die Studie analysiert Aspekte der Versorgungssicherheit, Kosten und rechtlichen Machbarkeit eines Kohleausstiegs (s. Kapitel 5 und 7)

Klimaschutz im Stromsektor 2030 - Öko Institut, BET, Klinski (2017)

Ausgangspunkt der Studie (Öko-Institut 2017) sind die Sektorziele des Klimaschutzplans 2050 mit dem spezifischen Ziel, im Stromsektor die Emissionen bis 2030 um 50% zu reduzieren (gegenüber 2014).

- Um dieses Ziel zu erreichen, muss die **Stromerzeugung aus Braun- und Steinkohlekraftwerken bis 2030 um mehr als 50% reduziert werden**. Wegen absehbarer Stilllegungen alter Anlagen ist davon auszugehen, dass die Emissionen der Kohlekraftwerke bis 2030 ohnehin um 40% zurückgehen (Referenzszenario). Um die Ziele des Klimaschutzplans 2050 zu erreichen, müssten zusätzlich bis 2030 nur die Kohlekraftwerke stillgelegt werden, die vor 1990 errichtet wurden.
- Die Studie macht Aussagen zu erwarteten Kosten (2€ / MWh - s. Kapitel 7) und den möglichen Instrumenten, mit denen ein Kohleausstieg umgesetzt werden kann (s. Kapitel 5). Außerdem werden Optionen der Braunkohleabbau analysiert. Vor diesem Hintergrund wird das Instrument des Kapazitätsmanagements für Kohlekraftwerke aus strukturpolitischer Sicht als am geeignetsten angesehen, um eine Reduktion der Kohlekraftwerkskapazitäten herbei zu führen.

Institutionen und Jahr	Zieljahr für Kohleausstieg	Grundlage
WWF 2017	2035	Strommarktmodell
Agora 2016	2040	Strommarktmodell
IZES 2015	2040	Strommarktmodell
Öko Institut 2017	Kapazitätsreduktion Kohlekraftwerke um 55 - 60% bis 2030 (Ref. 2014)	Strommarktmodell

Tabelle 3: Energiewirtschaftliche Studien, mit Zielen für einen Kohleausstieg, die sowohl als klimapolitisch zielführend, als auch energiewirtschaftlich umsetzbar eingestuft werden.

Zukünftige Entwicklung des Stromverbrauchs

Die analysierten energiewirtschaftlichen Studien enthalten Szenarien, in denen die Entwicklung des Stromverbrauchs in Deutschland ein wichtiger Parameter ist. Dabei gehen die verschiedenen Klimaschutzszenarien z.T. von sehr unterschiedlichen Entwicklungen des zukünftigen Stromverbrauchs aus (vgl. auch Abbildung 3). Im Rahmen einer Diskussion zum Kohleausstieg halten wir zwei Aspekte für besonders hervorhebenswert:

■ **Sektorkopplung: Elektromobilität und Wärmepumpen**

Viele Klimaschutzszenarien gingen bisher davon aus, dass der Gesamtstromverbrauch konstant bleiben wird oder sogar dezent fallen kann. Steigende Bedürfnisse können durch Energieeffizienz ausgeglichen werden. Manche neuere Energieszenarien gehen jedoch mittel- bis langfristig (2030 - 2030) von einem massiven Anstieg des Stromverbrauchs aus (WWF 2017). Ein wichtiger Grund hierfür ist die Annahme, dass Sektoren, die bisher andere Energieträger verwendet haben, in Zukunft auch vorwiegend Strom als Energiequelle nutzen werden (Stichwort "Sektorkopplung", s. etwa Grünbuch Energieeffizienz (BMWi 2016)). Dies gilt z.B. für die Nutzung von Wärmepumpen zur Bereitstellung von Wärme für Haushalte und Industrie. Insbesondere wenn man davon ausgeht, dass sich im Verkehrssektor die Elektromobilität durchsetzen wird, ist von einem starken Anstieg des Gesamtstromverbrauchs auszugehen. Damit durch den Wechsel zur Elektromobilität auch wirklich CO₂ Emissionen reduziert werden können, ist es notwendig, den Strommix entsprechend schnell zu dekarbonisieren. Ein Kohleausstieg müsste also bereits weitgehend vollzogen sein, bevor der Gesamtstromverbrauch durch Elektromobilität, Wärmepumpen etc. wieder ansteigt.

■ **Effizienz- und Suffizienzpolitiken**

Das Ersetzen von Kohlekraftwerkskapazitäten durch Erneuerbare hat nicht nur ökonomische Implikationen, sondern wird zunehmend auch mit steigendem Ressourceneinsatz und Flächenverbrauch einhergehen. Um hier Interessenskonflikte zwischen lokalem Naturschutz und globalem Klimaschutz zu minimieren, ist es notwendig, den Gesamtstromverbrauch möglichst gering zu halten. Vor diesem Hintergrund muss betont werden, dass es in Deutschland große, ungenutzte Effizienzpotenziale gibt (Ringel u. a. 2016). Darüber hinaus zeigen Analysen von Energieszenarien generell, dass Energiesparpotenziale durch Suffizienz³ und Lebensstiländerungen kaum abgebildet werden (Samadi u. a. 2016).

Zusammenfassend scheint es daher für eine erfolgreiche Umsetzung eines frühzeitigen Kohleausstiegs notwendig, dass dieser durch gezielte Effizienz- und Suffizienzpolitiken begleitet werden muss.

³ Der Begriff der Effizienz ist darüber definiert, das Gleiche mit weniger Aufwand zu erreichen. Im Gegensatz dazu geht das Konzept der Suffizienz von einem geringeren Verbrauch insgesamt oder Nutzungsänderungen aus (zu möglichen Definitionen von Suffizienz s.a. xxx). Dabei muss es sich nicht um einen nachteiligen Verzicht handeln (Beispiel: *Wenn ich schlafe, mache ich in der Küche das Licht aus.*) Häufig wird das Konzept der Suffizienz mit einem Wandel von Lebensstilen verbunden. Dennoch kann Suffizienz auch durch politische Rahmensetzung herbeigeführt. Viele denkbare Suffizienzpolitiken werden bereits diskutiert (obwohl sie oft nicht so genannt werden) (Linz 2015). Viele Gestaltungsansätze können Beiträge zur Energiesuffizienz leisten, auch wenn sie eigentlich wegen anderer Vorteile eingeführt wurden (z.B. Fußgängerzonen).

5 Instrumente für den Kohleausstieg

Welche Instrumente wären geeignet, einen Kohleausstieg politisch umzusetzen?

Eine zentrale Frage für die Umsetzung eines möglichen Kohleausstiegs ist, wie dieser politisch/rechtlich implementiert werden kann. Dabei ist es denkbar, dass eine Art Kohlekonsens zwischen Regierung und wichtigen Stakeholdern verhandelt wird - analog zum Atomausstieg. Die im Klimaschutzplan 2050 angekündigte Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Regionalentwicklung“ könnte hierfür ein Forum sein.

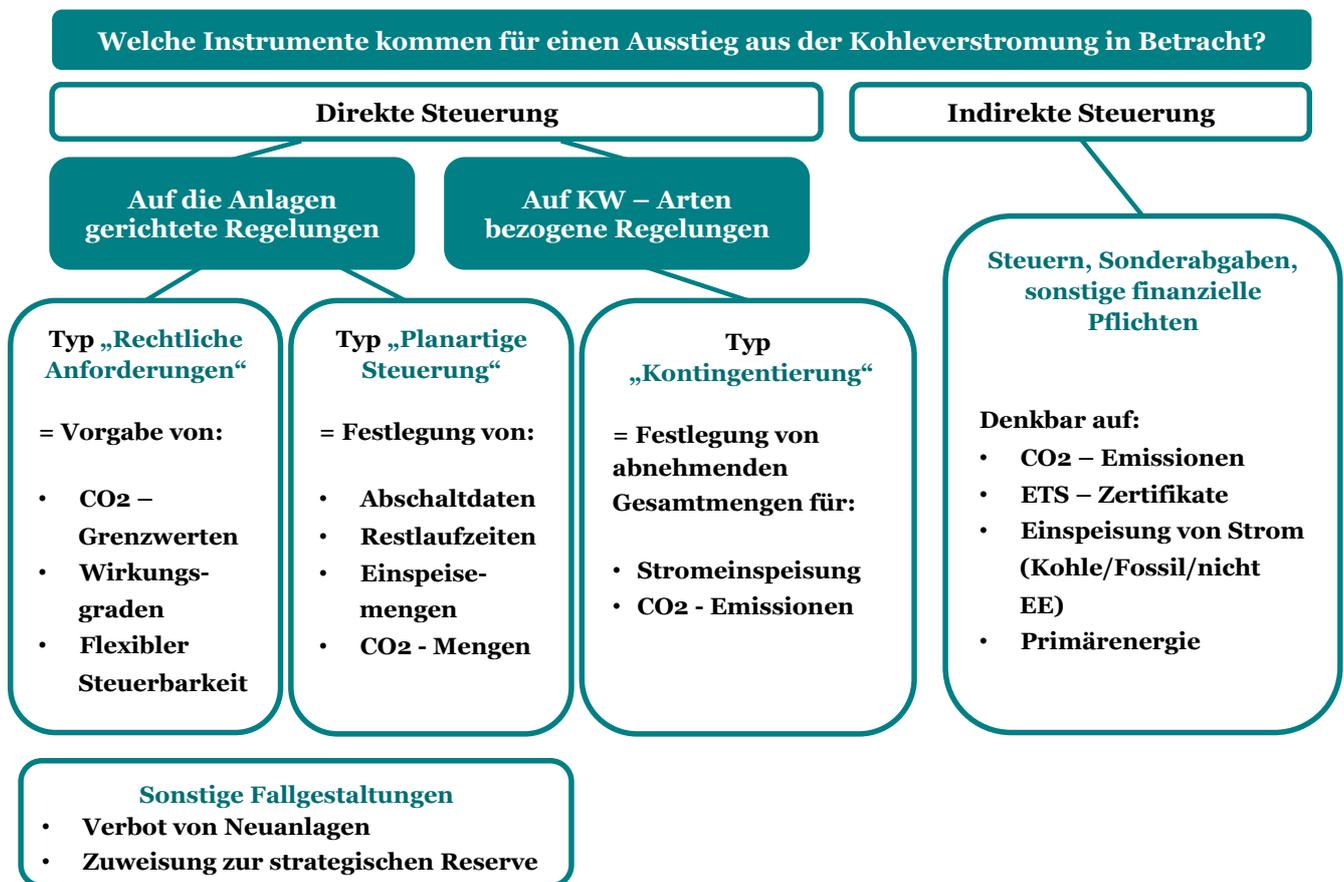


Abbildung 8: Übersicht möglicher Instrumente für einen Ausstieg aus der Kohleverstromung (vgl. izes 2015 S. 141).

Alternativ oder flankierend könnte ein Kohleausstieg aber auch durch eine Vielzahl von ordnungspolitischen Maßnahmen, Anreiz- bzw. Sanktionsmechanismen umgesetzt werden. Im Rahmen des Projekts „Kraftwerks-Stilllegungen zur Emissionsreduzierung und Flexibilisierung des deutschen Kraftwerksparks: Möglichkeiten und Auswirkungen“ (izes 2015) wurde ein juristischer Analyseteil angegliedert, welcher den verfassungs- und europarechtlichen Rahmen für nationale Rechtsinstrumente zum Ausstieg aus der Kohleverstromung umfassend analysiert hat. Diese Analyse wurde von Prof. Dr. jur. Stefan Klinski (Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin

/ HWR) erstellt und umfasst eine Systematisierung der unterschiedlichen Instrumente.

Das Gutachten unterscheidet **direkt** oder **indirekt** ansetzende Instrumente sowie sonstige Fallgestaltungen. Direkt ansetzende Instrumente operieren sachbezogen, etwa durch anlagenbezogene emissionsschutzrechtliche oder energierechtliche Steuerungsmöglichkeiten, indirekt ansetzende Instrumente basieren auf finanziellen Anreizen, z.B. durch Steuern oder nicht-steuerliche Abgaben.

Direkte Steuerung

- **Rechtliche Anforderungen:** Dies sind nachträgliche Anforderungen, die ab bestimmten Zeitpunkten von bestehenden Kraftwerken/Anlagen eingehalten werden müssen, z.B. bezogen auf CO₂-Emissionen (Emissionsgrenzwerte), Energieeffizienz oder Einsatzflexibilität. Vorgaben mit Bezug auf Energieeffizienz und an eine flexible Fahrweise sind nach dem Rechtsgutachten ohne weiteres zulässig. Unsicherheiten bestehen demgegenüber bei direkten anlagenbezogenen CO₂-Grenzwerten, u.a. weil das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) seit 2004 eine Anpassungsklausel an den Emissionshandel enthält, die zum Ausdruck bringt, dass es solche Werte nicht geben wird (vgl. izes 2015 S. 155).
- **Planartige Steuerung:** Dieses Instrumentenbündel kann für einzelne Kraftwerke/Anlagen geltende mengen- und/oder zeitbezogene Festlegungen (u.U. mit Tausch/Handelskomponente) umfassen: Restlaufzeiten/Abschaltdaten, Reststrommengen oder zeitlich begrenzte Strombudgets, Restemissionsmengen oder zeitlich begrenzte Emissionsbudgets. Das Rechtsgutachten schätzt diese energierechtlichen Regelungen als verfassungs- und EU-rechtlich unproblematisch ein und präzisiert, dass grundsätzlich keine Entschädigungen nötig seien. Dies gilt auch bei anlagenbezogenen Emissionsbudgets, wenn sie als Mittel des langfristigen energiepolitischen Umbaus eingesetzt werden. Jedoch besteht dabei ein etwas höheres rechtliches Risiko wegen der Nähe zu Emissionsgrenzwerten (vgl. izes 2015 S. 155–156).
- **Kontingentierung:** In diesen Bereich fallen solche Instrumente, die in ihrer Art eine Festlegung auf bestimmte Gruppen von Kraftwerken (z.B. auf fossile Kraftwerke, Kohlekraftwerke oder einen Teil der Kohlekraftwerke) gerichtet sind und mengen- und/oder zeitbezogene Begrenzungen umfassen. Kontingentregelungen sind ähnlich wie die planartige Steuerung, im Verhältnis zu ihr jedoch weniger eingriffsintensiv, da sie den betroffenen Unternehmen die Möglichkeit geben, unter sich auszuhandeln, wer welche Anteile der jeweils zur Verfügung stehenden Kontingente in Anspruch nehmen kann. Aus verfassungs- und EU-rechtlicher Sicht sind auch die Kontingentregelungen nach Auffassung des Rechtsgutachtens unproblematisch (vgl. izes 2015 S. 157).

Sonstige Fallgestaltung:

- Verbote oder Zulassungsbeschränkungen für kohlebetriebene Neuanlagen sind grundsätzlich zulässig. Zulässig sind ebenfalls Anforderungen an Energieeffizienz und flexible Fahrweise von neuen Kohlekraftwerken (vgl. izes 2015 S. 154).

- Zuweisung von bestimmten Kraftwerken zu einer strategischen Reserve: Dieses Instrument nimmt eine Sonderstellung ein, da das IZES-Gutachten in diesem Modell einen möglichen Eingriff in das Eigentumsgrundrecht sieht, da den Eigentümern ihre Verfügungsbefugnis entzogen würde, um die Kraftwerkskapazitäten einer öffentlichen Aufgabe zuzuführen. Für die Eigentumsentschädigung sind unterschiedliche Modelle vorstellbar, z.B. eine einmalige Geldleistung, ein Entgelt für die Bereitstellung der Kapazitäten und der Verzicht auf die Entschädigung (vgl. izes 2015 S. 158).

Indirekte Steuerung

- Steuern, Sonderabgaben, sonstige finanzielle Pflichten: In diesen Instrumentenbereich fallen neue Steuern (z.B. CO₂-Steuer, Emissionszertifikatesteuer). Nach dem IZES-Gutachten sind diese neuen Steuerarten dem Gesetzgeber jedoch nicht erlaubt (vgl. izes 2015 S. 158). Keine rechtlichen Bedenken bestehen hingegen bei Änderungen an bestehenden Steuern (z.B. Energiesteuer, Stromsteuer). Diese Instrumente seien kostengünstig, wirksam und kämen einem „CO₂-Mindestpreis“ nahe (vgl. ebd. S. 159). Die Einführung einer neuen nichtsteuerlichen Abgabe in Form einer Sonderabgabe empfehle sich nicht. Die Entgeltspflicht unter Privaten – bei der keine staatlichen Einnahmen generiert werden – sei demgegenüber möglich. Der Gutachter zieht hier das Instrument einer Energiewende-Umlage in Erwägung, durch die private Kraftwerksbetreiber zur Finanzierung des Gemeinwohls der Energiewende herangezogen würden (vgl. ebd. S. 159).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ein beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung grundsätzlich durch europa- und verfassungsrechtlich robuste Instrumente umgesetzt werden könnte.

In den von uns analysierten Studien präferiert nur eine Minderheit das Instrumentarium der „indirekten Steuerung“ durch Steuern und Abgaben (vgl. DIW 2015; ewi 2016). Diese Empfehlung wird vor allem mit ökonomischen Argumenten begründet. Die Präferenz des überwiegenden Teiles von Positionspapieren und Studien liegt hingegen auf den Instrumenten der planartigen Steuerung oder der Kontingentierung (vgl. Agora 2016; BUND 2014; Enervis 2016; WWF 2017; Öko-Institut 2017). Diese scheinbar eingriffsintensiven Instrumente („Kohleausstiegspläne“) umfassen Abschaltzeiten und Restlaufzeiten, Restmengenbegrenzungen sowie insgesamt auf Strommengen bezogene Regelungen und emissionsbezogene Regelungen für Einzelkraftwerke bzw. für Gruppen von Kraftwerken. Kohleausstiegspläne bergen nach der IZES-Studie nur relativ geringe verfassungs- und EU-rechtliche Risiken, sie lassen sich darüber hinaus gut auf die lokalen und regionalen Bedingungen zuschneiden und erlauben, flankierende Maßnahmen zur Bewältigung von sozio-ökonomischen Folgeproblemen zu ergreifen (vgl. izes 2015 S. 97f.). So ist es im Rahmen eines Ausstiegsplans auch möglich, verschiedenste Kriterien mit zu berücksichtigen, wie etwa eine überregionale Verteilungsgerechtigkeit bei der Abschaltung von Kraftwerken in den deutschen Braunkohlerevieren. Schließlich sind solche Ausstiegspläne gut kombinierbar mit dem eingangs erwähnten möglichen politischen Aushandlungsprozess zu einem „Kohlekonsens“.

6 Kohleausstieg und europäisches Emissionshandelssystem

Sinken durch einen deutschen Kohleausstieg die europäischen CO₂-Emissionen?

Um die Optionen für einen möglichen Kohleausstieg in Deutschland aus klimapolitischer Sicht bewerten zu können, ist es notwendig, kurz den Zusammenhang zum europäischen Emissionshandelssystem zu skizzieren.

Im Rahmen des Europäischen Emissionshandelssystems (ETS - "emissions trading system") werden insbesondere der Elektrizitätswirtschaft Emissionsrechte zugewiesen. Dies bedeutet:

- Das ETS legt auf EU-Ebene Obergrenzen für Emissionen aus der Stromproduktion fest.
- Nationale Klimaschutzmaßnahmen im Stromsektor führen also nicht notwendigerweise zu direkten Emissionsreduktionen - prinzipiell können andere Marktteilnehmer nicht gebrauchte Emissionsrechte kaufen. Klimaschutzmaßnahmen in einem Land könnten durch Mehremissionen in anderen Ländern kompensiert werden.
- Zunächst scheint es also naheliegend zu sein, dass ein Kohleausstieg in Deutschland zwar national zu Emissionsminderungen führen würde, die europäischen Emissionen jedoch davon unberührt wären. Diese wären allein durch die Vorgaben des EU-ETS bestimmt.

Von den untersuchten Dokumenten nehmen vier Studien und zwei Positionspapiere explizit Bezug auf den europäischen Emissionshandel. Sie vertreten folgende Argumentationen:

- Vor dem oben genannten Hintergrund fordert (Agora 2016), dass sich die Bundesregierung im Rahmen eines Kohleausstiegs für eine Stilllegung frei werdender CO₂-Zertifikate einsetzen sollte. Auch der Fraktionsbeschluss der Grünen (BÜNDNIS 90 2017) und das von der Stiftung 2° initiierte Positionspapier (Stiftung 2° 2016) fordern eine Stärkung des Europäischen Emissionshandels.
- ewi (2016) geht davon aus, dass aufgrund von Kompensationseffekten im EU-ETS ein nationaler Kohleausstieg Deutschlands europaweit keine CO₂-Emissionen reduzieren würde. Dies wird aber generell postuliert und in der Studie nicht analysiert (Gegenstand der Studie ist eine Referenzkostenabschätzung eines Kohleausstiegs).
- WWF (2017 S. 105 f) argumentiert, dass ein nationaler Kohleausstieg Deutschlands zu Emissionsminderungen führen würde. Es werden hierfür folgende Argumente gebracht (vereinfacht):
 - Da aktuell ein Überschuss von > 2 Mrd. Emissionsrechten besteht, erfolgen Emissionen / Nichtemissionen offensichtlich nicht wegen einer Knappheit von Zertifikaten. Im Umkehrschluss würden Emissionsminderungen zwar zu weiteren Emissionsrechten im Markt führen – da für sie aber kein Bedarf besteht, würden sie nicht ausgeschöpft. Dies gilt mindestens kurzfristig bis 2020.

- Mittelfristig (2020 - 2030) würden überschüssige Emissionsrechte durch den Lademechanismus der Marktstabilitätsreserve (MSR) aus dem Markt genommen.
- Langfristig müssten diese Zertifikate gelöscht werden, um dauerhafte Emissionsreduktionen zu gewährleisten. Noch ist dies in der MSR nicht vorgesehen. (WWF 2017) geht davon aus, dass dies in Zukunft politisch umsetzbar und vor dem Hintergrund des Paris Abkommens auch wahrscheinlich ist.
- Die Szenarioanalyse (Öko-Institut 2017) kommt zu dem Schluss, dass die europäische Minderungswirkung eines deutschen Kohleausstiegs geringer wäre als die in Deutschland vermiedenen Emissionen. Dabei zeigen sich Unterschiede in Abhängigkeit der verwendeten Maßnahmen, mit denen ein solcher Kohleausstieg implementiert würde. Die Einführung eines deutschen CO₂-Preises (etwa in Form einer erhöhten Energiesteuer) würde zu geringeren Emissionsminderungen auf europäischer Ebene führen als ein gezieltes Abschalten (Kapazitätsmanagement) von Braun- und Steinkohlekraftwerken.

Insgesamt ist es naheliegend, dass beim derzeitigen Stand des EU-ETS (Überschuss an Emissionszertifikaten, Marktstabilitätsreserve) ein nationaler Kohleausstieg kurz- bis mittelfristig zu Emissionsreduktionen in Europa und somit auch global führen würde – wenngleich vielleicht nicht im vollem Umfang der in Deutschland damit erzielten Emissionsreduktionen.⁴

Zur langfristigen Absicherung der erzielten Emissionsreduktionen ist es notwendig, eine entsprechende Menge an Emissionszertifikaten aus dem EU ETS zu löschen. Hier scheint es plausibel, dass ein deutscher Kohleausstieg politische Optionen eröffnet, um zu ambitionierten Klimazielen in Europa zu gelangen bzw. um den europäischen Emissionshandel klimapolitisch zu schärfen (etwa durch eine Stilllegung der Überschusszertifikate in der MSR). Vereinfacht gesagt hätte die deutsche Regierung ein zusätzliches Argument, um weniger ambitionierte EU-Mitgliedsstaaten zu einer Zustimmung zu weitreichenderen Zielen und Minderungsmaßnahmen zu bewegen.

Dies geht konform mit dem in Paris beschlossenen dynamischen Klimaschutzmechanismus: alle fünf Jahre müssen neue Klimaschutzziele (NDCs) vorgelegt oder die bestehenden überarbeitet werden. Dabei wurde verankert, dass das Ambitionsniveau bei jeder Überarbeitung steigen muss und Staaten nicht hinter einmal gemachten Zielen zurückfallen dürfen. Auch hier werden die Staaten insgesamt eher geneigt sein, ambitioniertere Klimaziele einzugehen, wenn es Beispiele gibt, die zeigen, wie Klimaschutz erfolgreich umgesetzt werden kann.

⁴ Scheinbar paradoxer Weise, könnte ein deutscher Kohleausstieg auch dazu führen, dass die Kohlenstoffpreise kurzfristig sogar steigen. Denn schon jetzt ist der Kohlenstoffpreis wegen des vorhandenen Überschusses an Zertifikaten kein Indikator der aktuellen Knappheit an Zertifikaten, sondern spiegelt lediglich die Erwartungen der europäischen Industrie zum zukünftigen Ambitionsniveau des Europäischen Klimaschutzes wieder. Geht man davon aus, dass ein erfolgreicher beschleunigter Kohleausstieg in Deutschland die Erwartungen dahingehend verändert, dass auch auf europäischer Ebene mittel- und langfristig die Ambition der Klimaschutzziele über das bereits erwartete Maß hinaus erhöht wird, könnte der Kohlenstoffpreis kurzfristig sogar steigen. Entscheidend dabei ist, welcher Effekt überwiegt, der statische Überschusseffekt oder der dynamische Erwartungseffekt des deutschen Kohleausstiegs.

7 Ökonomische und strukturpolitische Betrachtung des Kohleausstiegs

Welche ökonomischen Auswirkungen hätte ein Kohleausstieg?

7.1 Makroökonomische Perspektive

Eine tiefergehende makroökonomische Bewertung des Kohleausstiegs übersteigt den Rahmen dieser Studie. Auch wird in vorhandenen Studien explizit darauf hingewiesen, dass hier noch Forschungsbedarf besteht, um Systemkosten des Kohleausstiegs seriös quantifizieren zu könnten (WWF 2017). Daher werden hier insbesondere zwei Aspekte kurz beleuchtet.

Auswirkung auf Strompreise und Systemkosten

Es ist offensichtlich und sofort plausibel, dass die Substitution von alten, abgeschriebenen Kraftwerken durch neue Kraftwerke in der Regel zumindest kurzfristig zu höheren Kosten führen wird. Dies würde auch gelten, wenn Kohlekraftwerke durch andere fossile oder nukleare Kraftwerke ersetzt würden. Dies gilt aber insbesondere auch durch eine Substitution mit erneuerbaren Energien. Die langfristige Kostenentwicklung hängt von den Energieträgerpreisen ab. Aufgrund unterschiedlicher Annahmen kommen die verschiedenen Studien zu unterschiedlichen Abschätzungen der Mehrkosten und makroökonomischen Auswirkung. So schätzt (r2b / HWWI 2014) den Anstieg des Großhandelsstrompreises in 2020 auf 7€/MWh. In Abhängigkeit der gewählten Instrumente erwartet (Öko-Institut 2017) einen Preisanstieg von 2€/MWh. Eine ähnliche Größenordnung erwartet auch (enervis 2016). In (WWF 2017) werden Mehrkosten für unterschiedliche Ausstiegstempi modelliert, die in 2025 zwischen 3 und 10€/MWh liegen. Bezogen auf Stromkosten für Haushalte geht (Pao-Yu 2016) von einer zusätzlichen Belastung in Höhe von 1 bis 2 % aus.

Die höheren Kosten eines Kohleausstiegs resultieren im Wesentlichen aus der Notwendigkeit des intensivierten Zubaus von erneuerbaren Energien. Für ambitionierte (schnelle) Kohleausstiegspläne sind ggf. Kosten für weitere Maßnahmen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit enthalten, wie etwa der Bau zusätzlicher Gaskraftwerke.

Geringere Kosten durch alternative Maßnahmen zur Emissionsminderung?

Ein Kohleausstieg kann zumindest kurz- bis mittelfristig zu höheren Stromkosten führen. Daher stellt sich die Frage, ob nicht durch andere Maßnahmen Emissionsminderungen zu niedrigeren Kosten erreicht werden könnten. Es ist anzunehmen, dass zumindest im Energieeffizienzbereich Maßnahmen mit deutlich geringeren Kosten, ggf. sogar positiven wirtschaftlichen Effekten möglich sind. Die zentrale Frage wäre, mit welchen Instrumenten und in welchen Zeiträumen entsprechend große Emissionsminderungen zu erzielen sind.

Auch hier ist im begrenzten Umfang dieser Kurzstudie keine eingehende Bewertung von alternativen Maßnahmen zur Emissionsminderung möglich. An dieser Stelle soll lediglich auf einen Ansatz eingegangen werden, der in der Diskussion um den Kohleausstieg recht prominent auftaucht: Wäre es nicht effizienter, die Emissionsrechte im ETS zu reduzieren und es dem Markt zu überlassen, die günstigste Lösung für die notwendigen Emissionsreduktionen zu finden? Nach Abschätzungen von (ewi 2016) wären die Kostenvorteile dieses Ansatzes erheblich.

Aus ökonomietheoretischer Sicht wäre der Ansatz, die Emissionsrechte zu reduzieren, sicherlich optimal. Angesichts der aktuellen politischen Situation ist eine Reduzierung der Emissionsrechte im ETS kurzfristig jedoch nicht realistisch (s.a Kap. 6). Die aktuellen Ratsentscheidungen zum ETS vom 28 Februar 2017 erhöhen zwar die klimapolitische Ambition des Instrumentes etwas (Quelle CAN), insgesamt ist es politisch aber nicht zu erwarten, dass sich die Europäischen Staaten kurzfristig darauf einigen könnten, auch nur die erhebliche Anzahl überschüssiger Emissionsrechte vom Markt zu nehmen.

Diese Einschätzung stellt jedoch keinesfalls in Frage, dass Instrumente, die eine ambitionierte Bepreisung von CO₂ Emissionen etablieren können (Emissionshandelsysteme, CO₂ Steuern etc.) geeignet sein können, um eine gesamtwirtschaftliche Leitwirkung für den Klimaschutz zu übernehmen und effiziente Minderungspotenziale zu heben. Vor dem Hintergrund der aktuellen politischen Situation in Europa scheinen sie jedoch nicht geeignet, kurzfristig einen Kohleausstieg oder alternative Emissionsminderungen in adäquater Höhe auf europäischer Ebene zu befördern.

7.2 Arbeitsplatzeffekte

Ein wichtiger Aspekt eines Kohleausstiegs ist die Frage, wie viele Arbeitsplätze in den Kohlekraftwerken und in der (Braun-)kohleförderung heute vorhanden sind und wie viele Arbeitsplätze durch einen Kohleausstieg verloren gehen würden.

Sozialverträgliche Ausgestaltung eines Kohlekonsens - Ver.di (2016)

Ein zentrales Dokument in dieser Frage ist das Gutachten von enervis, das im September 2016 im Auftrag von Ver.di angefertigt wurde. Das Gutachten analysiert energiewirtschaftliche Annahmen und Modellierungen sowie vor allem Arbeitsplatzeffekte und potentielle Sozialplankosten im Bereich der Kohlekraftwerke. Nicht betrachtet werden Arbeitsplatzeffekte in der Kohleförderung.

- Es werden **drei Energieszenarien** modelliert: Das *Referenz-* und das *Kohle(ausstiegs)konsens-*Szenario aus (Agora 2016) sowie ein weiteres "*Retrofit*" Szenario, das im Wesentlichen davon ausgeht, dass Steinkohlekraftwerke eine Lebensdauer von 50 Jahren bzw. Braunkohlekraftwerke von 60 Jahren haben.
- Für diese Szenarien werden Stromentstehungskosten modelliert, mit dem Ergebnis, dass die Strompreise generell steigen. Durch einen Kohleausstieg steigen die **Großhandelspreise** schneller als in der Referenz. Der Gesamteffekt wird jedoch als "moderat" bewertet.

- Die Anzahl der **Beschäftigten in den Kohlekraftwerken** (Braun- und Steinkohle) wird mit **knapp 15.000** abgeschätzt. Zum Vergleich: Beschäftigte in der Elektrizitätsversorgung insgesamt werden mit knapp 200.000 angegeben.
- Für die unterschiedlichen Szenarien wird die **Beschäftigungsentwicklung** modelliert: Dabei zeigt sich, dass bereits im Retrofit-Szenario mehr Arbeitsplätze verloren gehen, als Beschäftigte altersbedingt ausscheiden. In den "Agora"-Szenarien sinken die Beschäftigungszahlen deutlich schneller ab.
- Auf Grundlage dieser Beschäftigungsentwicklung errechnet ver.di eine obere Abschätzung für **Sozialplankosten** auf Grundlage des Durchschnittsgehaltes von Angestellten in Kohlekraftwerken mal Personenjahren im Sozialplan. Die Sozialplankosten werden mit 160 - 400 Mio. € pro Jahr beziffert. Verglichen mit den zu erwartenden Erlösen aus dem Emissionshandel (ETS) sind diese Kosten gering. Ver.di schlägt daher vor, einen Sozialplan für den Kohleausstieg aus dem ETS zu finanzieren.

Aus unserer Sicht können zwei Aspekte in diesem Gutachten kritisch betrachtet werden:

- Grundsätzlich ist es zwar möglich, dass Kohlekraftwerke mit den entsprechenden Retrofitmaßnahmen 50 bis 60 Jahre Lebensdauer erreichen - vor dem Hintergrund des deutschen energie- und klimapolitischen Rahmens ist dies jedoch als völlig unangemessenes Szenario einzustufen, mit dem (wie in der Studie selbst erwähnt wird) die Klimaziele Deutschlands verfehlt werden. Um die (direkten) Arbeitsplatzverluste eines (beschleunigten) Kohleausstiegs seriös zu quantifizieren, ist die Differenz zwischen den beiden Agora Szenarien (Referenz- und Konsensszenario, s. S.9) weitaus plausibler als die Differenz zu einem als politisch unrealistisch einzustufenden "Retrofit" Szenario. Hiermit würde man sich an der unteren Grenze mit Sozialplankosten von 160 Mio. € pro Jahr bewegen.
- Ob die Sozialplankosten pro Kopf eine realistische Größe darstellen, kann an dieser Stelle nicht geprüft werden. Wichtig ist es aber festzuhalten, dass das Gutachten Bruttoarbeitsplatzverluste ausweist - also keine Betrachtungen anstellt, wie viele Arbeitsplätze an anderer Stelle im Bereich von Erneuerbaren Energien oder flexibel regelbaren Gaskraftwerken entstehen. Andererseits wird nur auf direkte Arbeitsplätze eingegangen, also nicht auf Vorketten (solch indirekte Arbeitsplätze werden häufig in derselben Größenordnung wie direkte Arbeitsplätze angenommen).

In der Pressemitteilung zur Veröffentlichung des Gutachtens schließt ver.di aus den Untersuchungsergebnissen: "Ein sozialverträglicher Kohleausstieg ist machbar und finanzierbar!" (Ver.di 2016). Aufgrund der oben genannten Kritikpunkte ließe sich ableiten, dass die sozialen Kosten eines Kohleausstiegs, die von der Allgemeinheit getragen werden müssten, deutlich kleiner sein könnten, als im Gutachten abgeschätzt. Allerdings bestehen erhebliche Unsicherheiten bezüglich der gesamtökonomischen Wirkung.

7.3 Regionale & strukturpolitische Gestaltungsoptionen

Aktuell sind in deutschen Kohlekraftwerken ca. 15.000 Personen beschäftigt (enervis 2016), im Stein- und Braunkohlebergbau sind es ca. 21.000 Arbeitsplätze (Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. 2017). Abbildung 9 verdeutlicht den dramatischen Rückgang der Beschäftigungszahlen in den letzten 60 Jahren. 1957 war die Spitze mit ca. 750.000 Beschäftigten im Kohlebergbau (Stein und Braunkohle, BRD und DDR) erreicht. Seitdem sind die Arbeitsplätze in der Steinkohle (vor allem im Ruhrgebiet) kontinuierlich gefallen - vor allem durch effizientere Abbaumethoden, Energieträgerwechsel (Gas, Öl, Nuklear) und steigende Anteile von Importkohle. In der Entwicklung der Braunkohle spiegelt sich vor allem der industrielle Zusammenbruch Ostdeutschlands nach der Wende wider. Dieser historische Rückgang der Beschäftigten in der Kohle erfolgte also nicht aus klimapolitischen Gründen, sondern auf Grund technischer und wirtschaftlicher Entwicklungen.

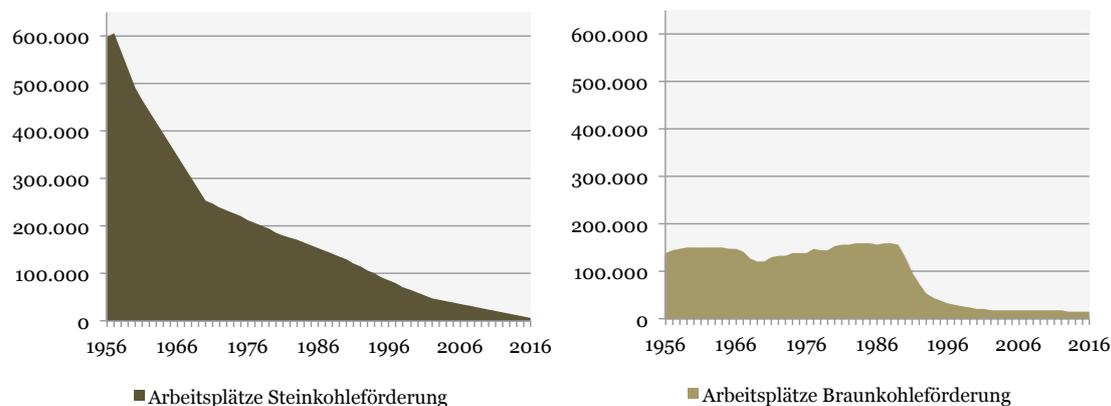


Abbildung 9: Entwicklung der Arbeitsplätze in Stein- und Braunkohleförderung in Deutschland seit 1956 (eigene Berechnungen auf Grundlage der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. 2016a, 2016b und 2017)

Aus diesen Arbeitsplatzzahlen könnte man schließen, dass der in den nächsten Jahrzehnten bevorstehende, durch die Klimapolitik induzierte Wandel klein ist gegenüber dem Strukturwandel der Kohlewirtschaft der letzten 60 Jahre. Mit Blick auf die gesamtwirtschaftliche Leistung Deutschlands und die sich ergebenden Arbeitsplatzpotenziale der Energiewende (DLR u. a. 2016, DIW u. a. 2015, DIW 2014) mag diese Sicht berechtigt sein. Sie darf aber nicht darüber hinweg täuschen, dass die Herausforderungen für die betroffenen Regionen groß sind. Das Ruhrgebiet leidet nach wie vor stark unter den Folgen des Strukturwandels. Und gerade für eine Region wie die Lausitz stellen die verbliebenen Arbeitsplätze in der Braunkohle eine wichtige ökonomische Basis dar, für die betroffenen Kommunen eine bedeutende Steuereinnahmequelle.

Aus diesem Grund erheben viele der untersuchten Dokumente die Forderung, dass der durch den Kohleausstieg bedingte Strukturwandel vor allem in den Braunkohleregionen strukturpolitisch unterstützt werden muss. Sowohl zur Abschätzung des Aufwandes einer solchen Unterstützung als auch zu seiner konkreten Umsetzung gibt es bisher nur wenige konkrete Analysen. Wichtig scheint uns an dieser Stelle jedoch die Unterscheidung zwischen einer rein nachsorgenden Perspektive, wie sie in

(enervis 2016) mit dem Vorschlag eines Sozialpools für die von Arbeitslosigkeit bedrohten Beschäftigten zum Ausdruck kommt - und Vorschlägen, die Regionen in der Bewältigung des Strukturwandels zu unterstützen. In einer vergleichenden Studie zur Lausitz und dem Rheinischen Revier (WI 2016) leiten wir die Notwendigkeit einer proaktiven Strukturpolitik ab: Statt nachsorgend Löcher zu flicken, sollte Strukturpolitik die Regionen darin unterstützen, langfristige wirtschaftliche Perspektiven jenseits der Kohle aufzubauen. Hierzu zählen Instrumente wie Innovations- und Wirtschaftsförderung, der Ausbau nachhaltiger Infrastrukturen (z.B. IT oder Bahntrassen), gezielte Neuausrichtung der Forschung, Aus- und Weiterbildungsangebote in den Regionen. In den zentralen Regionen, die von einem Kohleausstieg besonders betroffen wären - Rheinisches Revier, Lausitz und Ruhrgebiet - liegen bereits umfangreiche Erfahrungen im Management des Strukturwandels vor. Auf diese Erfahrungen sollte aufgebaut werden, um den weiteren Prozess des Strukturwandels durch einen Kohleausstieg proaktiv zu unterstützen.

8 Fazit

Die deutschen Braun- und Steinkohlekraftwerke produzieren 40% des deutschen Stroms, sind aber für 80% der Treibhausgasemissionen in diesem Sektor verantwortlich. Ein sukzessiver Ausstieg aus der Kohleverstromung kann daher einen entscheidenden Beitrag leisten, die deutschen Klimaziele zu erreichen und den Pfad zur Einhaltung der Klimaziele von Paris offen zu halten.

Vor diesem Hintergrund hat sich in den letzten Jahren in Deutschland eine Debatte um einen möglichen nationalen Kohleausstieg entsponnen. Dieses Papier skizziert wichtige Eckpunkte dieser Debatte, basierend auf einer Analyse zentraler Positionspapiere und wissenschaftlicher Studien. Zentrale Ergebnisse dieser Meta-Analyse sind:

Kohleausstieg – eine Frage des wann, nicht des ob

Alle analysierten Szenarien, die mit den Klimaschutzzielen konsistent sind, gehen davon aus, dass der Anteil von Braun- und Steinkohle im deutschen Strommix in den nächsten Jahrzehnten massiv sinken wird. Bereits existierende Politiken und Instrumente (wie etwa das EEG oder der europäische Emissionshandel), werden dazu führen, dass Kohlekraftwerke langfristig aus dem Markt gedrängt werden.

- Der politisch geprägte Begriff des "Kohleausstiegs" bezieht sich also auf einen beschleunigten Kohleausstieg bzw. auf einen vollständigen Kohleausstieg bis zu einem bestimmten Datum. Seine Notwendigkeit wird in Positionspapieren und Studien damit begründet, dass mit den bisher etablierten Politiken der Anteil des Kohlestroms nicht schnell genug absinkt, um die Klimaziele zu einzuhalten.

Institutionen und Jahr	Zieljahr für Kohleausstieg	Grundlage
BUND 2014	2030	Positionspapier
"Zukunft statt Braunkohle" 2016	50% der Kohlekraftwerkskapazitäten soll bis maximal 2025 stillgelegt sein	Positionspapier
Bündnis 90 / Die Grünen 2017	2037 (20 Jahre)	Positionspapier

Ableitungen aus den Klimazielen von Paris

Es gibt eine Reihe von Studien, die versuchen, direkt aus den Klimazielen von Paris (die globale Erwärmung weit unter 2°C zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, sie auf 1,5°C zu begrenzen) Zeithorizonte für einen Kohleausstieg in Deutschland und Europa abzuleiten (WWF 2017, Greenpeace 2016, Climate Analytics 2017). Dabei gibt es grundsätzliche methodische Unsicherheiten: einerseits hat eine solche Ableitung immer auch eine normative Komponente (Was ist gerecht - wer soll wie schnell Emissionen reduzieren?) und andererseits ist die Verteilung auf die verschiedenen Sektoren kontrovers diskutierbar (Wo wären Emissionsminderungen am schnellsten / kostengünstigsten umsetzbar?). Trotz dieser Einschränkungen zeigen

die jeweiligen Studien die Notwendigkeit auf, im Stromsektor massiv und schnell die Emissionen zu reduzieren.

- In Abhängigkeit der unterschiedlichen Annahmen der Studien werden aus den Klimazielen von Paris Zeithorizonte für einen vollständigen Kohleausstieg in Deutschland abgeleitet, die zwischen 2025 und 2035 liegen.

Institutionen und Jahr	Zieljahr für Kohleausstieg	Grundlage: Globale Emissionsbudgets, abgeleitet aus Szenario mit x% Wahrscheinlichkeit und 1,5° oder 2° Ziel zu bleiben
Greenpeace 2016	2025	50% unter 1,5° Ziel
Climate Analytics 2016	2030	85% unter 2° Ziel und gleichzeitig 50% unter 1,5° Ziel
WWF 2017	2035	66% unter 2° Ziel

Energiewirtschaftliche und -technische Machbarkeit

Eine Reihe von Studien analysieren mit Hilfe von z.T. sehr aufwändigen Modellierungen, wie ein beschleunigter Kohleausstieg in Deutschland umsetzbar wäre. Hier werden konkrete Szenarien mit möglichen Ausstiegspfaden entwickelt. Teilweise werden Abschaltzeitpunkte für jedes einzelne Kohlekraftwerk in Deutschland abgeleitet und Konsequenzen hinsichtlich Kosten und Netzstabilität analysiert. Ohne auf die Details dieser Modellierungen einzugehen, lässt sich aus diesen Studien ableiten:

- Ein Kohleausstieg im Zeitraum 2035 bis 2040 ist energiewirtschaftlich machbar, ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden.
- Ein schnellerer Kohleausstieg würde ggf. zu höheren Kosten führen, weil z.B. zusätzliche (Gas-)Kraftwerke zur Absicherung der Spitzenlasten gebaut werden müssten, die sich ggf. nicht amortisieren, wenn man davon ausgeht, dass der Stromsektor langfristig (nahezu) vollständig dekarbonisiert werden muss.
- Für die erfolgreiche Umsetzung eines frühzeitigen Kohleausstiegs wird es notwendig sein, den Gesamtstromverbrauch durch Effizienz- und Suffizienzpolitiken zu minimieren.

Institutionen und Jahr	Zieljahr für Kohleausstieg	Grundlage
WWF 2017	2035	Strommarktmodell
Agora 2016	2040	Strommarktmodell
IZES 2015	2040	Strommarktmodell
Öko Institut 2017	Kapazitätsreduktion Kohlekraftwerke um 55 - 60% bis 2030 (Ref. 2014)	Strommarktmodell

Forschungsbedarf zu möglichen makroökonomischen Auswirkungen

Die Studien, die Aussagen zur ökonomischen Wirkung eines Kohleausstiegs machen, weisen eine Bandbreite von zusätzlichen Stromkosten aus. Dabei variieren die zu erwartenden Kosten in Abhängigkeit des Tempos des Kohleausstiegs, der gewählten politischen Instrumente sowie grundlegenden Szenarioannahmen. Größer noch als die Varianz dieser Kosten scheint die Bandbreite der Einschätzungen zu sein, welche gesamtwirtschaftlichen Folgen eine solche Kostenerhöhung hätte (etwa Arbeitsplatzeffekte).

- Hier besteht aus unserer Sicht weiterer Forschungsbedarf auf nationaler Ebene, gerade wenn negative Auswirkungen mit möglichen positiven Wirkungen (Arbeitsplätze in erneuerbaren Energien, Innovationsanreize für die Industrie insgesamt) verglichen werden sollen, bevor seriöse Aussagen zur makroökonomischen Gesamtwirkung eines Kohleausstiegs gemacht werden können.

Instrumente des Kohleausstiegs

Es gibt eine Reihe von Instrumenten, mit deren Hilfe ein Kohleausstieg in Deutschland umgesetzt werden könnte.

- Viele Studien und Stellungnahmen schlagen eine Kombination aus konsensorientierten Diskursen mit zentralen Stakeholdern und eine Untermauerung mit einem Abschaltplan vor. Der Vorteil einer solchen Steuerung wäre es, dass soziale, regionale und wirtschaftliche Verteilungsfragen in einen ausgewogenen Abschaltplan einfließen könnten.
- Es gäbe auch eine Reihe möglicher Instrumente, die eine Flexibilisierung des Prozesses erlauben. Allerdings wird eine Umsetzung eines Kohleausstiegs allein über höhere CO₂-Preise (etwa im Rahmen des Emissionshandels) überwiegend als ungeeignet eingestuft.

Netto-Emissionsreduktionen durch einen nationalen Kohleausstieg

Eine grundlegende Kritik am Ansatz eines deutschen Kohleausstiegs ist die Argumentation, dass dadurch zwar in Deutschland Emissionen gemindert - in Europa wegen des EU-Emissionshandelssystems (ETS) in anderen Ländern entsprechend mehr Emissionsrechte zur Verfügung stehen würden. Das Gegenargument hierzu ist, dass vor dem Hintergrund des aktuellen riesigen Überschusses an Emissionsrechten ein deutscher Kohleausstieg kurz- bis mittelfristig sehr wohl zu einer Nettoerzeugung der Emissionen in der EU führen würde (die Menge der realen Emissionen ist offensichtlich nicht durch die verfügbaren Emissionsrechte bestimmt). Langfristig müssten aber die durch einen deutschen Kohleausstieg eingesparten Emissionsrechte aus dem ETS herausgenommen werden.

- Ein deutscher Kohleausstieg kann ein wichtiger Meilenstein sein, um die notwendigen europäischen Mehrheiten zu sichern, die für eine solche Entscheidung notwendig sind.

Strukturpolitische Herausforderungen des Kohleausstiegs

Wie oben bereits angedeutet, würde ein beschleunigter Kohleausstieg sowohl positive als auch negative ökonomische Wirkungen in Deutschland haben. Unabhängig von der volkswirtschaftlichen Auswirkung ist jedoch klar, dass bestimmte Branchen und Regionen mit stärkeren Herausforderungen bzw. unmittelbar negativen Auswirkungen konfrontiert sind. Hierzu gehören u.a. die Regionen der Braunkohleförderung, die durch einen beschleunigten Kohleausstieg wirtschaftliche Einbußen erleiden würden. Für eine breite politische Akzeptanz des Kohleausstiegs scheint es geboten, diese Regionen im Prozess des Kohleausstiegs zu unterstützen. Dies sollte durch eine vorsorgende, proaktive Strukturpolitik geschehen - und nicht durch ein Kitten der Scherben.

- Um eine solche proaktive Strukturpolitik betreiben zu können, wird in den untersuchten Studien ein Finanzierungsinstrument (etwa Kohlefonds) vorgeschlagen, der national etwa durch Einnahmen aus dem ETS finanzierbar wäre.
- Außerdem werden langfristig valide Kohleausstiegspläne gefordert, um den Regionen Planungssicherheit zu geben, etwa um Infrastrukturen aufzubauen und zukunftsfähige Aus- und Weiterbildungsangebote zu entwickeln

9 Literaturverzeichnis

- AGEB (2016, Dezember 16): Stromerzeugung nach Energieträgern (Strommix) von 1990 bis 2016 (in TWh) Deutschland insgesamt. *AG Energiebilanzen e.V.* Download: <http://www.ag-energiebilanzen.de/28-0-Zusatzinformationen.html> [Zugegriffen 13 Januar 2017].
- Agora (2016): *Elf Eckpunkte für einen Kohlekonsens - Konzept zur schrittweisen Dekarbonisierung des deutschen Stromsektors (Langfassung)*. Berlin: Agora Energiewende. Download: https://www.agora-energienewende.de/fileadmin/Projekte/2015/Kohlekonsens/Agora_Kohlekonsens_LF_WEB.pdf [Zugegriffen 15 November 2016].
- BEE (2014): *GROKO – II Szenarien der deutschen Energieversorgung auf der Basis des EEG-Gesetzentwurfs - insbesondere Auswirkungen auf den Wärmesektor*. Stuttgart: BEE - Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. Download: https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/20140827_SzenarienderdeutschenEnergieversorgung_Waermesektor.pdf [Zugegriffen 2 Juni 2015].
- BMUB (2016, November 14): Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung - Zusammenfassung. *BMUB - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit*. Download: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_kurz_f_bf.pdf [Zugegriffen 17 Januar 2017].
- BMWi (2016): *Grünbuch Energieeffizienz - Diskussionspapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie* (S. 13). Berlin, Germany: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Download: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/gruenbuch-energieeffizienz,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugegriffen 1 Juni 2017].
- BUND (2014): *Der BUND-Abschaltplan: Laufzeitbegrenzung für die ältesten Braunkohleblöcke bis 2020*. BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. Download: <https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/bund-abschaltplan-kohle/> [Zugegriffen 17 Januar 2017].
- BUND (2015): *Klimagerechtigkeit 2015* (S. 20). Köln, Deutschland: BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. Download: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/bund/position/klimagerechtigkeit_position.pdf [Zugegriffen 16 Januar 2017].
- BUND (2016, September 24): *Erkelenzer Appell für eine Energieversorgung ohne Braunkohle*. BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. Download: <https://www.bund-nrw.de/publikationen/detail/publication/erkelenzer-appell-fuer-eine-energieversorgung-ohne-braunkohle/> [Zugegriffen 16 Januar 2017].

- BÜNDNIS 90 (2017): *Fahrplan Kohleausstieg - Die grüne Roadmap für den Umstieg in eine lebensfreundliche Stromversorgung*. BÜNDNIS 90 Die Grünen Bundestagsfraktion. Download: https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/fraktion/beschluesse/Fraktionsbeschluss_Fahrplan_Kohleausstieg_Weimar17.pdf [Zugegriffen 16 Januar 2017].
- CAT (2016, November 10): CAT Emissions Gaps. *Climate Action Tracker org*. Download: <http://climateactiontracker.org/global/173/CAT-Emissions-Gaps.html> [Zugegriffen 5 Februar 2017].
- Climate Analytics (2017): *A Stress Test for Coal in Europe under the Paris Agreement. Scientific Goal Posts for a Coordinated Phase-Out and Divestment*.
- DIW (2014): *Steigerung der Energieeffizienz: ein Muss für die Energiewende, ein Wachstumsimpuls für die Wirtschaft* (No. №4). Wochenbericht (S. 57). DIW - Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. Download: https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.435700.de/14-4-1.pdf.
- DIW (2015): *Effektive CO₂-Minderung im Stromsektor: Klima-, Preis- und Beschäftigungseffekte des Klimabeitrags und alternativer Instrumente*. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Download: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0084-diwkompakt_2015-0985 [Zugegriffen 17 Januar 2017].
- DIW, GWS, DLR, Prognos und ZSW (2015): *Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland: Ausbau und Betrieb, heute und morgen*. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Download: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0084-diwkompakt_2015-1017 [Zugegriffen 21 Dezember 2016].
- DLR, DIW und GWS (2016, September): *Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz*. Gehalten auf der Forschungsvorhaben 21/15: Makroökonomische Wirkungen und Verteilungsfragen der Energiewende, Berlin. Download: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/bruttobeschaeftigung-erneuerbare-energien-2016,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> [Zugegriffen 21 Dezember 2016].
- Edenhofer, Ottmar, Jörg Sommer, Michael Müller, Ernst Ulrich von Weizsäcker und S. Hirzel Verlag (2016): *Unter 2 Grad? was der Weltklimavertrag wirklich bringt*. Stuttgart: S. Hirzel Verlag.
- enervis (2016): *Gutachten: Sozialverträgliche Ausgestaltung eines Kohlekonsens*. Ver.di - Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft. Download: https://www.verdi.de/++file++57d9601bf1b4cd11fdbef928/download/Verdi_Gutachten%20Sozialvertr%C3%A4glicher%20Kohlekonsens_Dokumentation.pdf [Zugegriffen 16 Januar 2017].

- ewi (2016): *Ökonomische Effekte eines deutschen Kohleausstiegs auf den Strommarkt in Deutschland und der EU* (S. 46). Köln, Deutschland: ewi Energy Research & Scenarios gGmbH. Download: http://www.ewi.research-scenarios.de/cms/wp-content/uploads/2016/05/ewi_ers_oekonomische_effekte_deutscher_kohleausstieg.pdf [Zugegriffen 17 Januar 2017].
- Greenpeace (2016): *Was bedeutet das Pariser Abkommen für den Klimaschutz in Deutschland?* (S. 16). NewClimate - Institute for Climate Policy; Global Sustainability gGmbH; Greenpeace. Download: https://www.greenpeace.de/files/publications/160222_klimaschutz_paris_studie_02_2016_fin_neu.pdf [Zugegriffen 16 Januar 2017].
- IPCC (2014): *Climate Change 2014 - Synthesis Report* (S. 63,72). IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Download: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf [Zugegriffen 27 März 2017].
- izes (2015): *Kraftwerks-Stilllegungen zur Emissionsreduzierung und Flexibilisierung des deutschen Kraftwerksparks: Möglichkeiten und Auswirkungen*. Berlin/Saarbrücken: Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung (MWKEL); izes gGmbH - Institut für ZukunftsEnergieSysteme. Download: https://www.researchgate.net/profile/Stefan_Klinski/publication/295907757_Kraftwerks-Stilllegungen_zur_Emissionsreduzierung_und_Flexibilisierung_des_deutschen_Kraftwerksparks_Moeglichkeiten_und_Auswirkungen/links/56d010b608ae4d8d64a0fa64.pdf.
- Linz, Manfred (2015): *Suffizienz als politische Praxis : ein Katalog*. Download: <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/5735> [Zugegriffen 11 April 2017].
- Öko-Institut (2017): *Klimaschutz im Stromsektor 2030 - Vergleich von Instrumenten zur Emissionsminderung* (No. ISSN 1862-4359). Dessau-Roßlau, Deutschland: UBA - Umweltbundesamt. Download: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-stromsektor-2030-vergleich-von> [Zugegriffen 2 Juli 2017].
- Öko-Institut und Fraunhofer ISI (2014): *Klimaschutzszenario 2050 - Zusammenfassung*. Berlin: BMUB. Download: <https://www.oeko.de/oekodoc/2019/2014-604-de.pdf> [Zugegriffen 2 Juni 2017].
- Öko-Institut und Fraunhofer ISI (2015): *Klimaschutzszenario 2050 (2 Endbericht)*. Berlin, Germany: BMUB. Download: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/projekte/Bericht_Runde_2.pdf [Zugegriffen 28 März 2017].

- Pao-Yu, Oei (2016): Politische Optionen für Klimaschutz und Kohleausstieg. böll.brief - Grüne Ordnungspolitik #3: Berlin: Heinrich Böll Stiftung. Download: <https://www.boell.de/de/2016/11/07/boellbrief-politische-optionen-fuer-klimaschutz-und-kohleausstieg> [Zugegriffen 25 März 2017].
- Prognos, GWS und ewi (2014): *Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose*. Basel/Köln/Osnabrück: BMWi; Prognos AG, EWI - Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln; GWS - Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH. Download: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/entwicklung-der-energiemaerkte-energiereferenzprognose-enderbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=7.
- r2b und HWWI (2014): *Aktionsprogramm Klimaschutz 2020: Konsequenzen potenzieller Kraftwerksstilllegungen*. Hamburg, Köln: r2b energy consulting GMBH; HWWI - Hamburgisches Weltwirtschaftsinstitut GGMBH. Download: http://bdi.eu/media/presse/statements/2014_11_19_r2b_HWWI_Gutachten_BDI_Klimaschutz.pdf [Zugegriffen 15 März 2017].
- Ringel, Marc, Barbara Schломann, Michael Krail und Clemens Rohde (2016): Towards a green economy in Germany? The role of energy efficiency policies. *Applied Energy*, Vol. 179, , p. 1293–1303.
- Samadi, Sascha, Marie-Christine Gröne, Uwe Schneidewind, Hans-Jochen Luhmann, Johannes Venjakob und Benjamin Best (2016): Sufficiency in energy scenario studies: Taking the potential benefits of lifestyle changes into account. *Technological Forecasting and Social Change*. Download: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516303006> [Zugegriffen 11 April 2017].
- Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. (2016a): Beschäftigte im Braunkohlenbergbau. Statistical database, . Download: <http://www.kohlenstatistik.de/19-0-Braunkohle.html> [Zugegriffen 19 Dezember 2016].
- Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. (2016b): Steinkohle im Überblick 1957-2015. Statistical database, . Download: <http://www.kohlenstatistik.de/18-0-Steinkohle.html> [Zugegriffen 19 Dezember 2016].
- Statistik der Kohlenwirtschaft (2017): Zur Lage des Kohlenbergbaus in der Bundesrepublik Deutschland. Download: http://www.kohlenstatistik.de/files/lb_statistik_2016.pdf [Zugegriffen 25 März 2017].
- Stiftung 2° (2016): *Unternehmenserklärung zur Diskussion um einen Kohlekonsens - Transformation ambitioniert, verlässlich und planbar gestalten (S. 2)*. Download: <https://www.stiftung2grad.de/wp-content/uploads/2016/10/kohlekonsens-unternehmenserklaerung.pdf>.
- UBA (2016a, Dezember 20): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. UBA - Umwelt Bundesamt. Governmental information web site, . Download: <http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas->

emissionen-in-deutschland#textpart-1.

- UBA (2016b, August 25): Datenbank „Kraftwerke in Deutschland“. UBA - Umwelt Bundesamt. Download: <http://www.umweltbundesamt.de/dokument/datenbank-kraftwerke-in-deutschland> [Zugegriffen 27 März 2017].
- UBA (2017): *Entwicklung der Kohlendioxid-Emissionen der fossilen Stromerzeugung nach Energieträgern*. UBA-Umweltbundesamt. Download: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/energiebedingte-emissionen#textpart-3> [Zugegriffen 28 Februar 2017].
- Ver.di (2016): Sozialverträglicher Kohleausstieg ist machbar! *Ver.di - Ver- und Entsorgung*. Download: <https://ver-und-entsorgung.verdi.de/themen/energiewende/++co++98e6b066-7b06-11e6-918f-525400a933ef> [Zugegriffen 15 Dezember 2016].
- WBGU (2016): *Weltweit Null-Emissionen bis 2050. Szenarien zur globalen Dekarbonisierung auf Basis erneuerbarer Energien, Sektorenkopplung und Energiespeicher ohne negative Emissionen, Biomasse und CCS*. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Download: http://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu.de/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sg2016/sondergutachten2016_ex02.pdf [Zugegriffen 2 Juni 2017].
- WI (2015): *Wege zu einer weitgehenden Dekarbonisierung Deutschlands (Kurzfassung)*. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH; Stiftung Mercator; IDDRI; DDPP. Download: http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/DDPP_DE_summary_de.pdf [Zugegriffen 15 November 2016].
- WI (2016): *Strategische Ansätze für die Gestaltung des Strukturwandels in der Lausitz - Was lässt sich aus den Erfahrungen in Nordrhein-Westfalen und dem Rheinischen Revier lernen?* (S. 52). Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH; Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN im Brandenburger Landtag. Download: https://www.gruene-fraktion-brandenburg.de/fileadmin/ltf_brandenburg/Dokumente/Publikationen/Studie_Strukturwandel_Lausitz.pdf [Zugegriffen 17 Januar 2017].
- WWF (2017): *Zukunft Stromsystem Kohleausstieg 2035 - Vom Ziel her denken* (No. ISBN 978-3-946211-07-5). Öko-Institut e.V.; Prognos; WWF. Download: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Stromsystem-Kohleausstieg-2035.pdf> [Zugegriffen 24 Januar 2017].