

ENERGIEPOLITISCHER HANDLUNGSBEDARF DURCH EINEN BESCHLEUNIGTEN KOHLEAUSSTIEG

Kurzstudie im Auftrag der IHK Aachen,
IHK Köln und IHK Mittlerer Niederrhein

Juli 2019



Studie im Auftrag von:



Industrie- und Handelskammer
Aachen
Theaterstraße 6-10
52062 Aachen
<https://www.aachen.ihk.de/>

Ansprechpartner

Raphael Jonas

 +49 241 446 027 1

 raphael.jonas@aachen.ihk.de



Industrie- und Handelskammer zu Köln
Unter Sachsenhausen 10-26
50667 Köln
<https://www.ihk-koeln.de/>

Ansprechpartner

Christian Vossler

 +49 221 164 015 04

 christian.vossler@koeln.ihk.de



Industrie- und Handelskammer
Mittlerer Niederrhein
Friedrichstraße 40
41460 Neuss
<https://www.ihk-krefeld.de/>

Ansprechpartner

Dr. Ron Brinitzer

 +49 2131 9268 540

 brinitzer@neuss.ihk.de



Frontier Economics Ltd
Im Zollhafen 24
50678 Köln
www.frontier-economics.com
hallo@frontier-economics.com

Frontier Economics Ltd ist Teil des Frontier Economics Netzwerks, welches aus zwei unabhängigen Firmen in Europa (Frontier Economics Ltd) und Australien (Frontier Economics Pty Ltd) besteht. Beide Firmen sind in unabhängigem Besitz und Management, und rechtliche Verpflichtungen einer Firma erlegen keine Verpflichtungen auf die andere Firma des Netzwerks. Alle im hier vorliegenden Dokument geäußerten Meinungen sind die Meinungen von Frontier Economics Ltd.

INHALT

Vorbemerkung	1
Zusammenfassung	3
1. Die Empfehlungen der WSB-Kommission führen zu kurzfristigen Umbrüchen im Rheinischen Revier	8
Der Bericht der Kommission definiert einen Kohleausstiegspfad bis spätestens 2038	8
Der Umbruch der Braunkohlewirtschaft im Rheinischen Revier könnte besonders schnell und umfangreich ausfallen	9
2. Das Land NRW steht als Energie- und Industrieland vor besonderer energiewirtschaftlicher Herausforderung	12
Der Wegfall der Wertschöpfung in der Braunkohlewirtschaft hinterlässt eine unmittelbare Wertschöpfungslücke im Rheinischen Revier	12
Stilllegung gesicherter Leistung bedeutet Herausforderung für die Sicherheit der Stromversorgung	17
Strommarkteffekte eines beschleunigten Kohleausstiegs treffen NRW wegen hoher Bedeutung der energieintensiven Industrie besonders stark	22
Ergebnis: Mehrfache Herausforderung für NRW	27
3. Kurzfristig politischer Handlungsbedarf um Chancen zu nutzen und Risiken abzufangen	30
Ein erfolgreicher Strukturwandel innerhalb der Energiewirtschaft ist zentral	30
Voraussetzungen für den Strukturwandel in der Energiewirtschaft schaffen – Versorgungssicherheit	32
Voraussetzungen für den Strukturwandel in der Energiewirtschaft schaffen – Erzeugungsseite	34
Voraussetzungen für den Strukturwandel in der Energiewirtschaft schaffen – Netze, Speicher und Sektorenkopplung	36
Voraussetzungen für den Strukturwandel in der Energiewirtschaft schaffen – Nachfrageseite	38
Verbleibende Wertschöpfungslücken strukturpolitisch kompensieren	40
Literaturverzeichnis	42

VORBEMERKUNG

Hintergrund

Im Januar 2019 hat die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ („WSB-Kommission“) ihren Abschlussbericht veröffentlicht, in welchem sie einen Ausstieg aus der Verstromung von Braun- und Steinkohle bis spätestens 2038 empfiehlt. Zur Erreichung dieses – gegenüber den Planungen der Kraftwerksbetreiber auf Basis bisheriger Rechtslage und Zukunftserwartungen – beschleunigten Kohleausstiegs schlägt die Kommission drei Zeitpunkte vor (2022, 2030, 2038), bis zu welchen bestimmte Stromerzeugungskapazitäten aus Braun- bzw. Steinkohle stillgelegt werden sollen. Somit wurde erstmals in Deutschland ein grundsätzlicher Konsens zur Zukunft der Förderung, Verstromung und Veredelung von Braun- und Steinkohle erreicht, der hier nicht in Frage gestellt wird.

Die Industrie- und Handelskammern (IHK) Aachen, Köln und Mittlerer Niederrhein, deren Kammerbezirke mit dem Rheinischen Revier das größte deutsche Braunkohlerevier beinhalten und zudem durch eine hohe Bedeutung von energieintensiven Industrien geprägt sind, sind an einer Kurzbewertung der Ergebnisse vor allem im Hinblick auf die damit verbundenen energiepolitischen Fragestellungen interessiert. Ziel ist es sicherzustellen, dass der weitere Prozess zur Umsetzung des Kohleausstiegs ganzheitlich im Sinne des energiewirtschaftlichen Dreiecks betrachtet wird: Neben dem Anliegen des Klimaschutzes sollte auch die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts sowie nicht zuletzt die Versorgungssicherheit der Energieversorgung gewährleistet werden, um die Energiewende möglichst schnell und erfolgreich umzusetzen.

Aufgabenstellung und Struktur des Kurzberichts

Die IHKs Aachen, Köln und Mittlerer Niederrhein haben daher Frontier Economics beauftragt, eine Kurzbewertung der mit dem Abschlussbericht der WSB-Kommission verbundenen energiepolitischen Fragen vorzunehmen. Hierzu gehen wir wie folgt vor:

- Zunächst fassen wir die zentralen Erkenntnisse zusammen:
- In **Kapitel 1** beschreiben wir die zentralen energiepolitischen Empfehlungen des Abschlussberichts der WSB-Kommission, wobei wir uns auf die Festlegungen zur Braunkohle und den damit verbundenen Umbruch in der Braunkohlewirtschaft beschränken, mit Fokus auf dem Rheinischen Revier.
- In **Kapitel 2** erläutern wir die Herausforderungen eines beschleunigten Ausstiegs aus der Braunkohlewirtschaft ...
 - ... für Beschäftigung und Wertschöpfung in der **Braunkohlewirtschaft** selbst, sowohl durch unmittelbare Effekte als auch durch mittelbare Multiplikatoreffekte in den der Braunkohlewirtschaft vor- und nachgelagerten Branchen.
 - ... für die **Sicherheit der Stromversorgung** durch die beschleunigte Stilllegung eines wesentlichen Teils der heutigen gesicherten Kraftwerksleistung.
 - ... für Beschäftigung und Wertschöpfung in **energiekonsumierenden Industrien**, welche durch etwaige Strompreissteigerungen sowie mögliche Veränderungen in der Versorgungssicherheit in Folge eines beschleunigten Kohleausstiegs zusätzliche Kosten und Risiken zu tragen haben. Wir

fokussieren hierbei auf energieintensive Industrien, für deren Wettbewerbsfähigkeit die Stromkosten sowie eine quantitativ und qualitativ sichere Stromversorgung von besonderer Relevanz sind.

Die quantitativen Effekte auf Strompreis, Beschäftigung und Wertschöpfung basieren dabei auf einer Studie von Frontier Economics et al. aus dem Jahr 2017, in welcher die Auswirkungen eines Kohleausstiegs durch Forcierung des Erreichens der Sektorenziele für die Energiewirtschaft im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung analysiert wurden. Eine eigenständige quantitative Analyse des Ausstiegspfads gemäß dem Abschlussbericht der WSB-Kommission ist nicht Gegenstand der Studie. Insofern werden hier die grundlegenden Tendenzen und Wirkweisen verdeutlicht, die im Rheinischen Revier zu erwarten sind. Die Empfehlung der WSB-Kommission sieht im Vergleich zum Klimaschutzplan 2050 einen beschleunigten Ausstiegspfad vor, weshalb die tatsächlichen Auswirkungen bis 2040 – unter der Annahme, dass andere Faktoren unverändert bleiben – tendenziell stärker ausfallen als die hier dargestellten Auswirkungen.

- In **Kapitel 3** skizzieren wir Maßnahmen, die zeitnah entwickelt und umgesetzt werden sollten, um die Chancen zu realisieren und die Risiken abzufedern, die ein beschleunigter Kohleausstieg für die Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit – und damit die Menschen – in der Region mit sich bringt.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Abschlussbericht der WSB-Kommission ist im Kern eine energiepolitische Weichenstellung, die den Ausstieg aus der Kohleverstromung bis spätestens 2038 zum Ziel hat. Neben diesem energiepolitischen Aspekt beinhaltet der Bericht viele Maßnahmen und Empfehlungen, um den anstehenden Strukturwandel in den Braunkohlerevieren zu meistern. Die derzeitige öffentliche Diskussion behandelt fast ausschließlich die Frage der Strukturförderung. Die energiepolitischen Auswirkungen und die hieraus entstehenden notwendigen Maßnahmen sind hierüber in den Hintergrund gerückt. Ziel dieser Kurzstudie ist es deshalb, die möglichen Auswirkungen der energiepolitischen Richtungsentscheidung für NRW zu beleuchten.

Im Folgenden fassen wir die wesentlichen Erkenntnisse dieser Kurzstudie zusammen.

Die Empfehlungen der WSB-Kommission führen zu kurzfristigen Umbrüchen in NRW

- Die WSB-Kommission empfiehlt eine Stilllegung von etwa 50 % der Braunkohlekraftwerkskapazität in den nächsten 10 Jahren (bis 2030) und einen vollständigen Ausstieg aus der Braunkohleverstromung bis spätestens 2038.
- Dies wird insbesondere im Rheinischen Revier in NRW zu erheblichen Umbrüchen führen: Das Rheinische Revier ist mit mehr als 50 % der Braunkohlekraftwerkskapazität in Deutschland das größte der drei Braunkohlereviere.
- Sollte der letztliche Zeitpunkt der Stilllegungen einzelner Kraftwerke in Zusammenhang zum Inbetriebnahme-Jahr der Kraftwerke stehen – auch wenn dies nicht zwingend sachgerecht wäre – wären für das Rheinische Revier bereits in den kommenden Jahren in besonderem Maße Stilllegungen von Braunkohlekraftwerken zu erwarten.

Das Land NRW steht als Energie- und Industrieland vor einer speziellen energiewirtschaftlichen Herausforderung

- **Bedeutung der Braunkohle heute** – Die Förderung, Verarbeitung und Verstromung der Braunkohle hat eine hohe Bedeutung für Beschäftigung und Wertschöpfung im Rheinischen Revier:
 - **Unmittelbar:** Knapp 9.000 Beschäftigte in der Braunkohlewirtschaft erzielen heute im Rheinischen Revier einen Umsatz von etwa 3,5 Milliarden Euro, und damit über die Hälfte des unmittelbaren Umsatzes der Braunkohlewirtschaft in ganz Deutschland.
 - **Mittelbar:** Die Bedeutung der Braunkohlewirtschaft beträgt jedoch durch branchen- und regionenübergreifende Verflechtungen der Wertschöpfungsketten etwa das 2,5- bis 3-fache des unmittelbaren Impulses („**Multiplikatoreffekte**“). Ein signifikanter Anteil dieser zusätzlichen Beschäftigung und Wertschöpfung verbleibt dabei aufgrund der geographischen Konzentration von Förderung, Verarbeitung und Verstromung der Braunkohle sowie der engen regionalen Verflechtungen mit Zulieferern im Revier selbst bzw. im Land NRW.
- **Auswirkungen eines beschleunigten Braunkohleausstiegs für die Braunkohlewirtschaft** – Dementsprechend wird ein – wie von der WSB-Kommission empfohlener – beschleunigter Kohleausstieg große Auswirkungen auf das Rheinische Revier und das Land NRW haben: Frontier Economics et al. (2017) hat beispielsweise ermittelt, dass bereits ein im Zuge eines Klimaschutz-Szenarios forcierter Kohleausstieg für NRW im Jahr 2025, dem Jahr mit den stärksten Auswirkungen

im Rheinischen Revier,¹ eine um 1.900 Personen geringere Beschäftigung im Vergleich zu einem Referenzszenario bedeutet, bei dem lediglich der europäische Emissionshandel wirkt. Durch Multiplikatoreffekte in vor- und nachgelagerten Branchen wird die Wirkung auf über 3.000 Beschäftigte allein in NRW erhöht. Hiermit wäre allein in NRW eine Brutto-Einsparung von CO₂-Emissionen von über 17 Millionen Tonnen im Jahr 2025 verbunden. Das Land NRW trägt entsprechend einen wesentlichen Anteil zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele bei, hat hierdurch jedoch auch große Herausforderungen zu bewältigen.

Die Empfehlung der WSB-Kommission sieht nun einen noch schnelleren Ausstiegspfad vor als der in der Studie von 2017 angenommene Ausstiegspfad, weshalb die tatsächlichen Auswirkungen bis 2040 – unter der Annahme, dass andere Faktoren unverändert bleiben – noch stärker ausfallen werden als die hier dargestellten Auswirkungen.

- **Auswirkungen auf die Sicherheit der Stromversorgung** – Braun- und Steinkohlekraftwerke stellen heute etwa 40 % der gesicherten Stromerzeugungsleistung in Deutschland (Stand 2017).
 - Bis 2023 werden dem Stromsystem in Deutschland durch die von der WSB-Kommission empfohlenen Stilllegungen von Kohlekraftwerken, in Kombination mit den durch den beschlossenen Kernenergieausstieg induzierten Kraftwerksstilllegungen, über 22 % der in 2017 noch verfügbaren gesicherten Leistung entzogen.
 - Bis 2030 werden dem System durch weitere Stilllegungen von Kohlekraftwerken weitere rund 12 % der gesicherten Leistung nicht mehr zur Verfügung stehen.

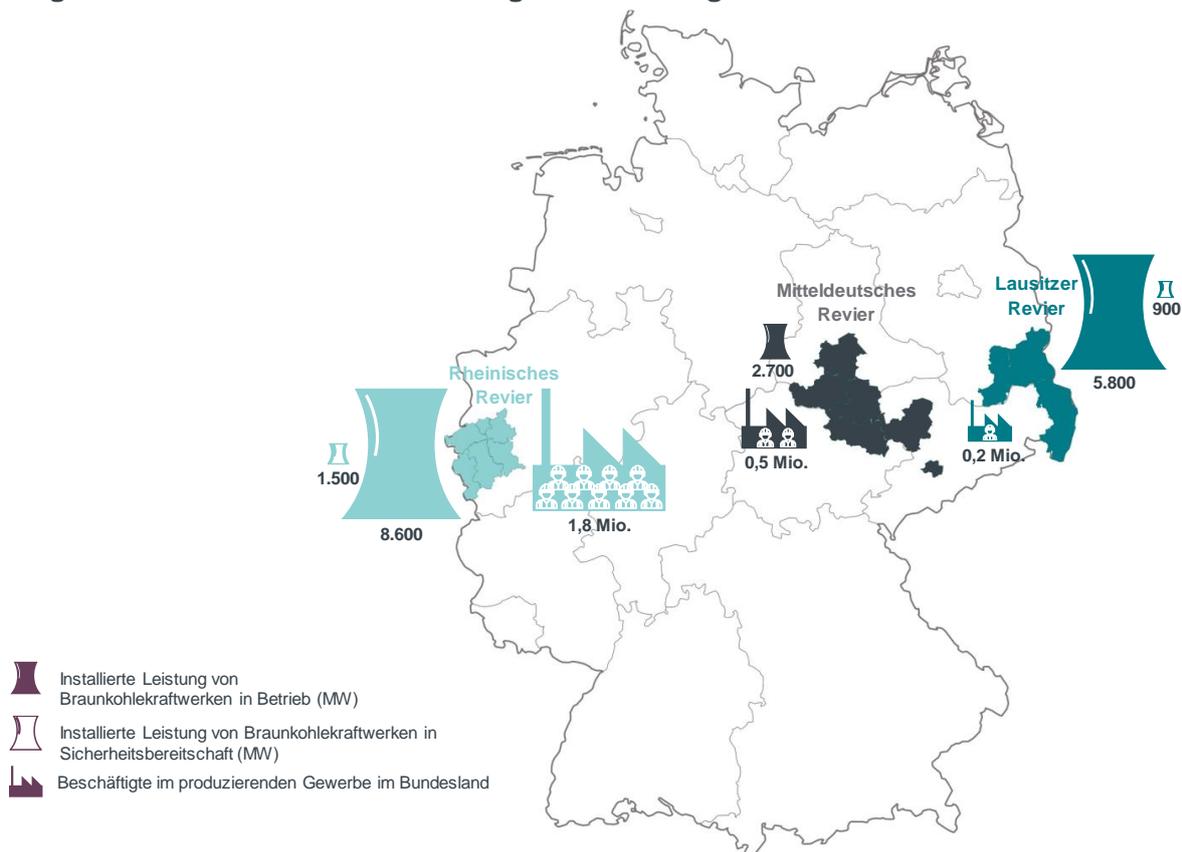
Dies stellt die bisher sehr hohe Versorgungssicherheit vor eine enorme Herausforderung.

- **Auswirkungen eines Strompreisanstiegs in Folge eines beschleunigten Braunkohleausstiegs bei gleicher Versorgungssicherheit für die Industrie** – Ein beschleunigter Kohleausstieg wird den Strompreis insbesondere zwischen 2025 und 2030 substantiell erhöhen. Diese Strompreiserhöhungen werden Unternehmen mit hohem Energieverbrauch in besonderem Maße treffen.
 - Für das Industrieland NRW ist dies von besonderer Relevanz, da hier der Anteil der Wertschöpfung der energieintensiven Industrien am gesamten Verarbeitenden Gewerbe mit 22 % deutlich höher ist als im Bundesdurchschnitt mit 15 %. In den IHK-Bezirken Aachen, Köln und Mittlerer Niederrhein, welche direkt das Rheinische Revier beinhalten, ist die Bedeutung der energieintensiven Industrien mit einem Anteil an der Wertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes von durchschnittlich 29 % sogar noch deutlich höher als im NRW-Durchschnitt. Sie würden von einer Strompreiserhöhung besonders betroffen sein.
 - Unterstellt man exemplarisch die in Frontier Economics et al. (2017) für den Fall eines beschleunigten Kohleausstiegs zur Erreichung des Klimaschutzplans ermittelte Strompreiserhöhung von fast 10 €/MWh im Jahr 2025, ergäbe sich ein Wertschöpfungsverlust von über einer Milliarde Euro und ein Beschäftigungsrückgang von 12.900 Personen, allein in NRW. Auch dieser Effekt fällt voraussichtlich auf Basis eines noch schnelleren Kohleausstiegs, wie durch die WSB-Kommission vorgeschlagen, noch höher aus.
- **Insgesamt stellt ein beschleunigter Kohleausstieg das Industrie- und Energieland NRW, im Gegensatz zu den anderen Regionen, daher vor eine spezielle energiewirtschaftliche Herausforderung** (Abbildung 1): Es gilt erhebliche Einschnitte im größten Braunkohlerevier Deutschlands zu

¹ Die Auswirkungen eines beschleunigten Kohleausstiegs auf Beschäftigung, Wertschöpfung und nationale Brutto-CO₂-Emissionen fallen im Jahr 2030 in fast unverminderter Höhe an. Im Jahr 2035 reduzieren sich die Auswirkungen gegenüber dem konterfaktischen, auf dem europäischen Emissionshandel basierenden Szenario. Ab 2040 sind die Auswirkungen dann gering, da die Kohlekraftwerke zu diesem Zeitpunkt auch im konterfaktischen Szenario zunehmend vom Netz gehen.

moderieren und kompensieren, und zeitgleich potenzielle negative Auswirkungen durch Versorgungssicherheitsrisiken oder Strompreissteigerungen für die im Bundesvergleich und im Vergleich zu den anderen Braunkohlerevieren überproportional vertretene (energieintensive) Industrie in Grenzen zu halten. Den unmittelbar durch den Ausstieg betroffenen 1.900 Beschäftigten stehen letztlich fast 14.000 weitere Arbeitsplätze gegenüber, die potenziell durch den Kohleausstieg in NRW betroffen sind. Dies ist eine Besonderheit, mit der das Bundesland NRW umgehen muss.

Abbildung 1. Mehrfache Herausforderung für das Energie- und Industrieland NRW



Quelle: Frontier Economics basierend auf Bundesnetzagentur (2018), Statistik der Kohlenwirtschaft (2016, 2017) und ETR (2017).

Es besteht kurzfristig politischer Handlungsbedarf, um Chancen zu nutzen und Risiken abzufedern

Um zu verhindern, dass es durch den beschleunigten Kohleausstieg zu Strukturbrüchen mit allen damit verbundenen Folgen für Beschäftigung und Wertschöpfung in der Region kommt, und stattdessen sich ergebende Chancen des anstehenden Strukturwandels in der Region effektiv genutzt werden können, bedarf es Maßnahmen zur Begleitung und Förderung des Strukturwandels, welche auf den Stärken der Region aufsetzen und zugleich deren Verwundbarkeiten berücksichtigen.

Im Zuge einer – durch den beschleunigten Kohleausstieg forcierten – Energiewende, ist es nun notwendig, grundsätzliche energiepolitische Weichenstellungen vorzunehmen, um den drohenden negativen Auswirkungen wie Preissteigerungen und einem Abnehmen der Versorgungssicherheit entgegenzuwirken. Grundsätzlich gilt: Je besser es gelingt, die Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass die betroffenen Braunkohleregionen auch zukünftig Energieregionen bleiben, in denen Preisstabilität und Versorgungssicherheit gewährleistet sind, desto besser sind die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Strukturwandel.

Das Land NRW kann mit seinen Stärken dazu beitragen, diese energiepolitische Aufgabe erfolgreich zu gestalten. Zu den zentralen Besonderheiten des Landes NRW und im Speziellen des Rheinischen Reviers zählen in diesem Zusammenhang die Existenz einer umfangreichen energiewirtschaftlichen Infrastruktur, eine starke Wirtschaftsstruktur mit einer überproportionalen Rolle von energieintensiven Industrien, eine hohe Verfügbarkeit gut ausgebildeter Arbeitskräfte sowie eine sehr gute Hochschul- und Forschungslandschaft.

Diese Stärken legen im energiewirtschaftlichen Bereich nahe zunächst zu prüfen, inwieweit die Region den in Deutschland erforderlichen Strukturwandel innerhalb der Energiewirtschaft unterstützen kann, bevor generellere strukturpolitische Maßnahmen außerhalb des Energiesektors eingeleitet werden.

Das Rheinische Revier könnte sich auf Grundlage der Voraussetzungen vor Ort als Energierevier der Zukunft positionieren und ein Modellstandort im künftigen Energiesystem werden, auf dessen Erfahrungen zukünftig auch in anderen Regionen aufgebaut werden könnte. Die Chance für das Rheinische Revier könnte darin bestehen, die vor allem in NRW sehr stark vertretene Nachfrageseite zu einem Baustein der Energiewende zu machen und damit den vermeintlichen Nachteil in einen Vorteil zu wandeln.

Konkret eröffnet diese Herangehensweise folgende mögliche Maßnahmen:

- **In der Stromerzeugung** – Erklärtes Ziel der Bundesregierung ist es, CO₂-emissionsintensive Stromerzeugung zunehmend durch emissionsfreie oder emissionsarme Stromerzeugung zu ersetzen, um die nationalen Klimaschutzziele bzw. die Sektorziele für die Energiewirtschaft zu erreichen. Hierzu können und werden das Rheinische Revier sowie das Land NRW einen signifikanten Beitrag leisten, den es politisch zu begleiten und zu unterstützen gilt. Hierzu gehört, neben der Gestaltung eines sozialverträglichen Kohleausstiegs, unter anderem die **Nutzung von bestehenden Kohlestandorten für den Ausbau von Erneuerbaren Energien, die Umstellung von Kohlekraftwerken auf Erdgas bzw. erneuerbares Gas** und die Integration von Speichertechnologien in das bestehende Stromnetz.
- **Bezüglich Netzen, Speichern und Sektorenkopplung** – In einem zunehmend auf Stromeinspeisung aus Wind- und Solaranlagen ausgelegtes Stromsystem kommen dem Transport und der Speicherung von Energie eine essenzielle Rolle für das Gelingen des energiewirtschaftlichen Strukturwandels zu. Entsprechend bedarf es eines erheblichen weiteren Ausbaus des Stromnetzes in Deutschland, sowie der Förderung von intelligenten Lösungen für den optimierten Netzbetrieb. Zusätzlich kommt der Sektorenkopplung eine entscheidende Bedeutung für die Dekarbonisierung von Haushalts-, Industrie- und Transportsektor zu.
Eine Schlüsseltechnologie der Sektorenkopplung ist Power-to-Gas. Durch die Umwandlung von Strom im Rahmen einer Elektrolyse in Wasserstoff und ggf. synthetisches Methan kann Energie aus Wind- und Solarkraft über lange Zeiträume gespeichert und durch bestehende Gasnetze im ganzen Land verteilt werden. Vor diesem Hintergrund ist zu prüfen, inwieweit, neben der umfassenden Reform der Entgelt-, Umlagen- und Abgabensysteme, auch ein temporäres Anreizsystem implementiert werden sollte, welches der Power-to-Gas Technologie zur Marktreife verhelfen könnte. NRW bietet in diesem Zusammenhang, unter anderem auf Basis seines eng vermaschten Erdgasnetzes, des vorhandenen Wasserstoffnetzes sowie der zahlreichen industriellen Energieverbraucher mit erheblichem Wasserstoffbedarf, gute Voraussetzungen zur Erprobung und Erforschung der Technologie.
- **Bei der Stromnachfrage** – Durch die Energiewende kommt es zu einer fundamentalen Umstellung der Kostenstruktur des Energiesystems: Der Umstieg von einer vormals primär konventionellen Stromerzeugung mit substanziellen Brennstoffkosten zu erneuerbarer Stromerzeugung mit vernachlässigbaren variablen Kosten schafft grundsätzlich neue Wertschöpfungsoptionen für Industriebetriebe. Durch eine Flexibilisierung ihrer Stromnachfrage können Unternehmen einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten und Strompreisspitzen vermeiden. Die hohe Stromnachfrage stellt eine Besonderheit des Rheinischen Reviers dar. In diesem Bereich bietet die Region einen großen Hebel, um zum Gelingen der Energiewende beizutragen.

Heute ist dies jedoch nur in Einzelfällen wirtschaftlich, da zahlreiche Abgaben, Umlagen, Steuern und Entgelte die Preissignale verzerren, und so eine Flexibilisierung der Nachfrage unattraktiv machen. Es bedarf daher einer **umfassenden Reform der Entgelt-, Umlagen- und Abgabensysteme**. Hierdurch können sich Wertschöpfungs- und Kostensenkungspotenziale für die von den Strompreissteigerungen eines beschleunigten Braunkohleausstiegs betroffenen Unternehmen (unter anderem in NRW) eröffnen.

- **Verbleibende Wertschöpfungslücken strukturpolitisch kompensieren** – Wenn es nicht gelingt, die energiewirtschaftlichen Bedingungen so zu erhalten wie bisher, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es durch den beschleunigten Kohleausstieg zukünftig zu Wertschöpfungslücken in der Region kommen wird. Für diese wären dann weitere strukturpolitische Maßnahmen notwendig. Prioritäres Ziel für staatliche Maßnahmen sollte dabei jedoch stets die Schaffung von Rahmenbedingungen sein – wohingegen die konkreten Investitionsentscheidungen dann innerhalb der gegebenen Rahmenbedingungen im freien Spiel der Marktkräfte erfolgen sollten.

1. DIE EMPFEHLUNGEN DER WSB-KOMMISSION FÜHREN ZU KURZFRISTIGEN UMBRÜCHEN IM RHEINISCHEN REVIER

Der Bericht der Kommission definiert einen Kohleausstiegspfad bis spätestens 2038

Im Januar 2019 hat die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ („WSB-Kommission“) ihren Abschlussbericht veröffentlicht, welchem mit großer Mehrheit von Interessensgruppen und Beteiligten zugestimmt wurde. Damit wurde erstmals in Deutschland ein grundsätzlicher Konsens zur Zukunft der Förderung, Verstromung und Veredelung von Braun- und Steinkohle erreicht. Die Aufgabenstellung dieser Kurzstudie ist eine Analyse der energiewirtschaftlichen Implikationen des Abschlussberichtes der WSB-Kommission. Daher wird in diesem Kapitel lediglich der energiewirtschaftliche Kern und die sich inzwischen abzeichnenden Umsetzungen betrachtet.

Der Vorschlag der WSB-Kommission sieht vor, bis spätestens 2038 aus der Verstromung von Braun- und Steinkohle auszusteigen. Zur Erreichung dieses – gegenüber den Planungen der Kraftwerksbetreiber auf Basis bisheriger Rechtslage und Zukunftserwartungen – beschleunigten Kohleausstiegs schlägt die Kommission drei Zeitpunkte vor (2022, 2030, 2038), bis zu welchen eine jeweilige Stromerzeugungskapazität aus Braun- bzw. Steinkohle stillgelegt werden soll.

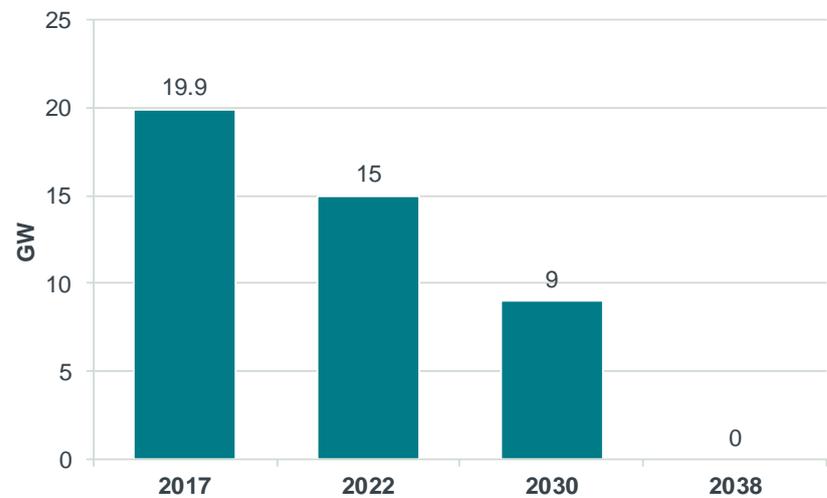
Einen konkreten Abschaltplan enthält der Bericht der WSB-Kommission nicht: Die Frage welche Kraftwerke in welchen Regionen in welchem Jahr stillgelegt werden, soll im Rahmen von Verhandlungen zwischen der Bundesregierung und den betroffenen Kraftwerksbetreibern erarbeitet werden. Auch finden sich in dem Bericht keine Aussagen zu Erzeugungs- und Reststrommengen.

Aufgrund der besonderen Bedeutung für das Rheinische Revier bzw. NRW steht in diesem Kurzpapier die Braunkohle im Fokus. Der Vorschlag der WSB-Kommission sieht vor, in den kommenden zehn Jahren rund 50 % der Braunkohlekraftwerke in Deutschland stillzulegen (Abbildung 2).

Etwa **50 %**

aller Braunkohlekraftwerke werden in den nächsten 10 Jahren vom Netz gehen. Dies könnte das Rheinische Revier besonders treffen.

Abbildung 2. Ausstiegspfad der Braunkohle gemäß der
Ergebnisse der WSB-Kommission



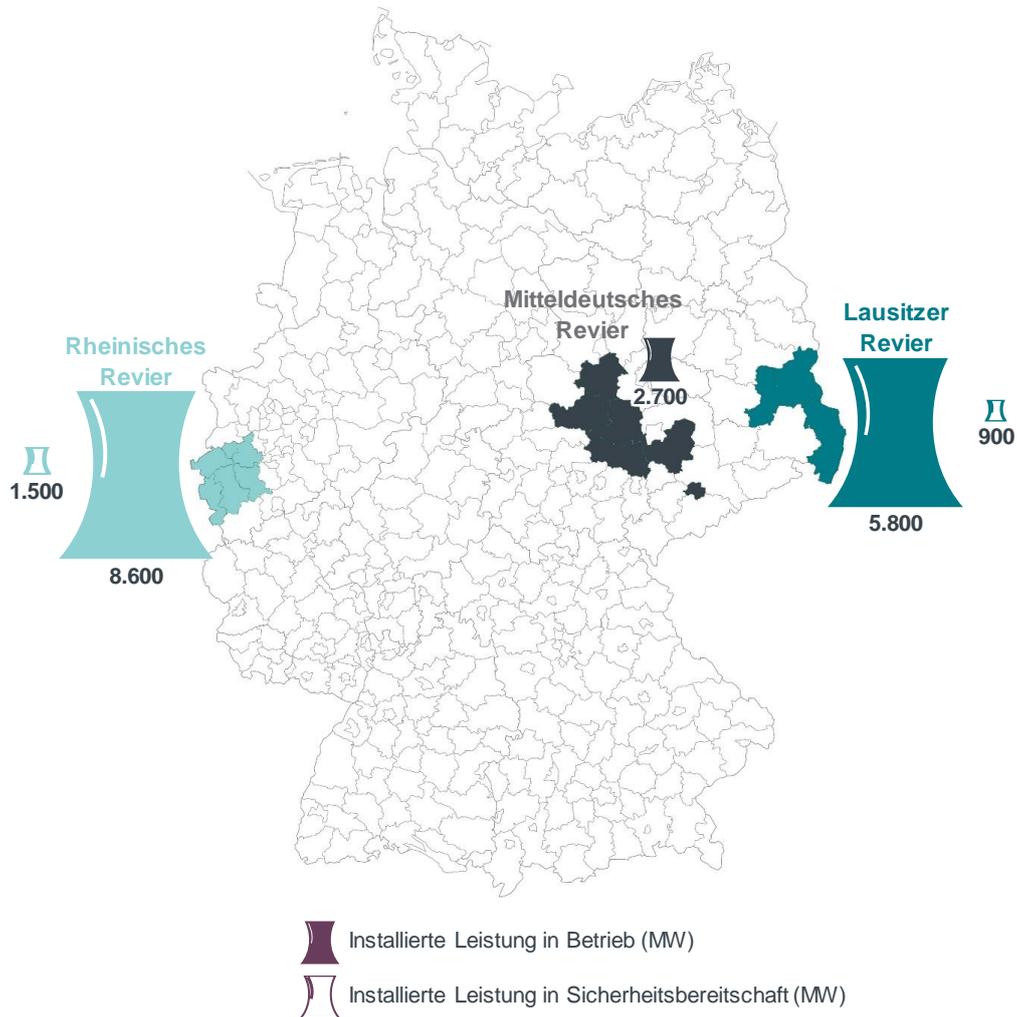
Quelle: Frontier Economics basierend auf Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (2019).

Der Umbruch der Braunkohlewirtschaft im Rheinischen Revier könnte besonders schnell und umfangreich ausfallen

Die Braunkohlewirtschaft erstreckt sich in Deutschland vor allem auf drei Reviere – das Mitteldeutsche, das Lausitzer und das Rheinische Revier.

- **Das Rheinische Revier ist das größte Braunkohlerevier in Deutschland.** Es stellt mit über 10 GW knapp 50 % der Stromerzeugungskapazität aller Braunkohlereviere in Deutschland (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3. Installierte Leistung der Braunkohlekraftwerke in den Revieren in Deutschland (Stand 2018)

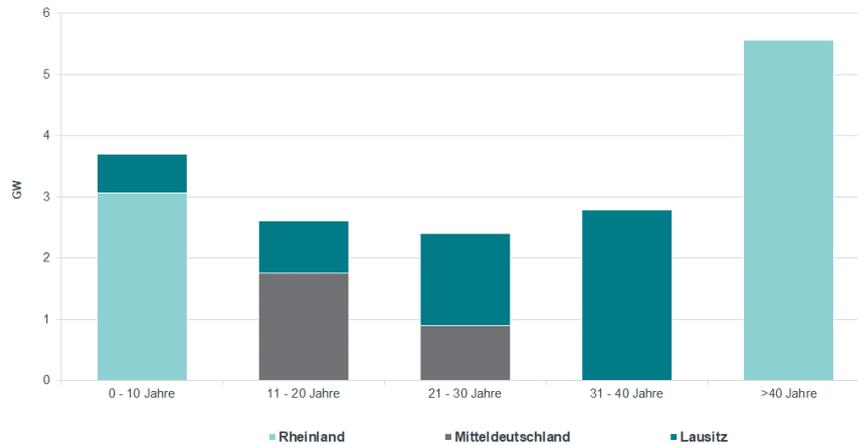


Quelle: Frontier Economics basierend auf Bundesnetzagentur (2018).

- **Die Kraftwerke im Rheinischen Revier sind von einer besonderen Altersstruktur geprägt:** Zum einen verfügt das Rheinische Revier mit den sog. „BoA“-Blöcken über die jüngsten und modernsten Braunkohlekraftwerke in Europa.² Zum anderen sind hier über 5 GW Stromerzeugungskapazität mit einer Inbetriebnahme vor 1979 in Betrieb (Abbildung 4).

² BoA = Braunkohlenkraftwerksblöcken mit optimierter Anlagentechnik.

Abbildung 4. Altersstruktur der Braunkohlekraftwerke in den Revieren (Installierte Leistung in GW)



Quelle: Frontier Economics basierend auf Bundesnetzagentur (2018).

Die Empfehlungen der WSB-Kommission enthalten keine Abschaltpläne für konkrete Kraftwerke. Stattdessen sollen einvernehmliche Vereinbarungen mit den Kraftwerksbetreibern erzielt werden, welche Abschaltzeiträume einzelner Kraftwerke und entsprechende Entschädigungszahlungen für die Kraftwerksbetreiber festlegen. Falls derartige Vereinbarungen nicht erzielt werden können, empfiehlt die WSB-Kommission ordnungsrechtliche Lösungen.

In den Diskussionen rund um den Kohleausstieg wurde der Ansatz genannt, die Stilllegungszeiträume der einzelnen Kraftwerke in den Zusammenhang mit deren Inbetriebnahme-Jahr zu setzen. Ein solches Vorgehen ist aus verschiedenen Gründen nicht zwingend sachgerecht, unter anderem weil Braunkohleverbundsysteme – bestehend aus Tagebauen und Kraftwerken – ein komplexes Gebilde sind und die Schließung einzelner Kraftwerke somit Rückwirkungen auf die Wirtschaftlichkeit des gesamten Verbundsystems hat.

Unterstellt man nichtsdestotrotz, dass die in freiwilligen Vereinbarungen bzw. in ordnungsrechtlichen Maßnahmen festgelegten letztlichen Kraftwerksstilllegungen in gewissem Zusammenhang zum Inbetriebnahme-Jahr der Kraftwerke stehen werden, wären für das Rheinische Revier bereits kurzfristig in den kommenden Jahren in besonderem Maße Stilllegungen von Braunkohlekraftwerken zu erwarten.

Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass NRW sowohl bei der weitestgehend auf Kohle basierenden Stromerzeugung als auch bei der Stromnachfrage das Energieland Nr. 1 ist, ist dies für NRW der energiepolitische Kern der Empfehlungen der WSB-Kommission.

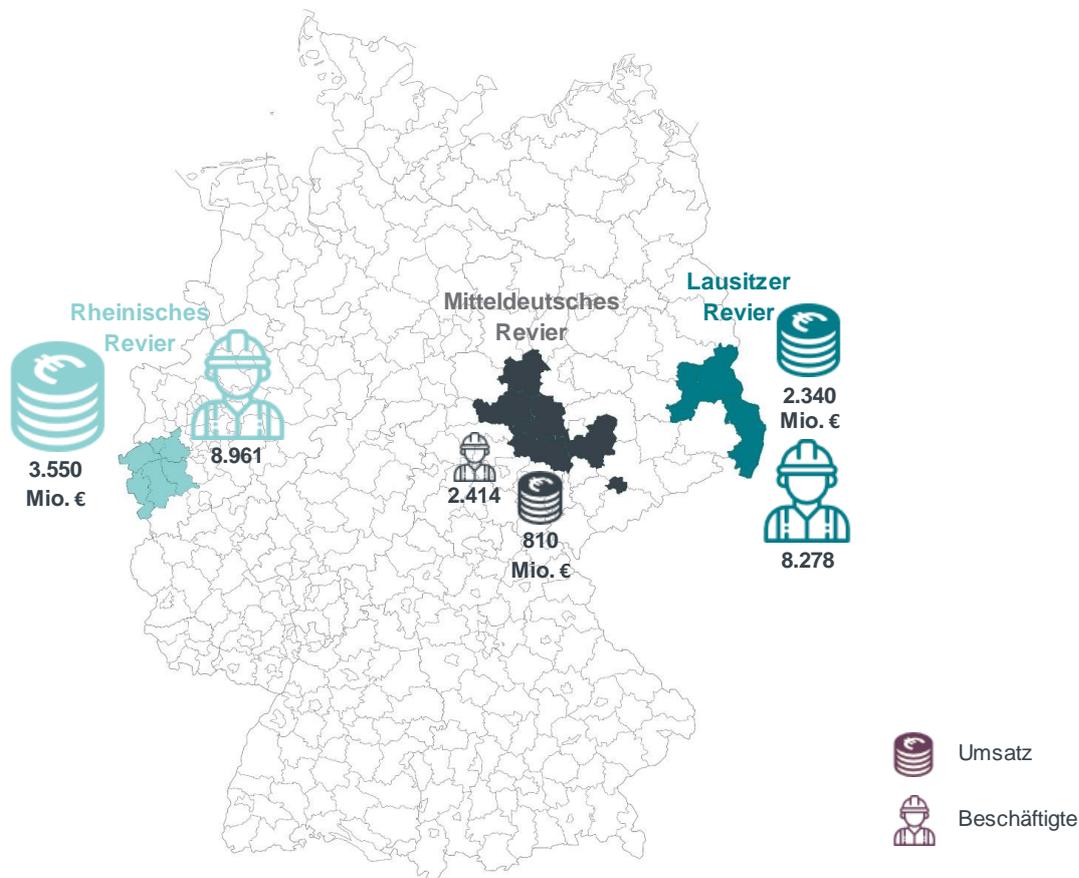
2. DAS LAND NRW STEHT ALS ENERGIE- UND INDUSTRIELAND VOR BESONDERER ENERGIEWIRTSCHAFTLICHER HERAUSFORDERUNG

Der Wegfall der Wertschöpfung in der Braunkohlewirtschaft hinterlässt eine unmittelbare Wertschöpfungslücke im Rheinischen Revier

Die Braunkohlewirtschaft hat eine hohe unmittelbare
Bedeutung für die Wertschöpfung in Deutschland,
insbesondere im Rheinischen Revier

Die Förderung, Verarbeitung und Verstromung der Braunkohle hat in den drei Braunkohlerevieren eine hohe Bedeutung für die Beschäftigung und erwirtschaftet hohe Umsätze. Über die Hälfte des unmittelbaren Umsatzes der Braunkohle wird dabei im Rheinischen Revier erwirtschaftet – zudem sind hier die meisten Beschäftigten tätig (Abbildung 5). Dies zeigt die Größenordnung der direkten Auswirkungen energiepolitischer Weichenstellung im Rheinischen Revier.

Abbildung 5. Verteilung von Beschäftigung und Umsatz in der Braunkohlewirtschaft je Revier im Jahr 2017



Quelle: Frontier Economics basierend auf RWE (2017); Statistik der Kohlewirtschaft (2016, 2017) und ETR (2017).

Zusätzlich große mittelbare Bedeutung für die Region durch Multiplikatoreffekte

Die Bedeutung der Braunkohlewirtschaft geht jedoch durch branchen- und regionenübergreifende Verflechtungen der Wertschöpfungsketten weit über die unmittelbare Bedeutung hinaus – diese mittelbare Bedeutung bilden Ökonomen über sogenannte Multiplikatoreffekte ab (siehe Exkurs).



Über Multiplikatoreffekte können energiepolitische Eingriffe große Kreise ziehen.

Eine Analyse der Multiplikatoreffekte der Braunkohlewirtschaft ergibt eine gesamtwirtschaftliche Bedeutung (in Bezug auf Deutschland) der Braunkohle um etwa das Dreifache der unmittelbaren Bedeutung (Abbildung 6). Etwa 50 % dieser gesamtwirtschaftlichen Effekte treten dabei regional in den einzelnen Revieren oder der umliegenden Region auf.³

³ Vgl. Frontier Economics et al. (2017).

Abbildung 6. Gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Braunkohlewirtschaft (Förderung, Verstromung und Veredelung) in Deutschland in 2017

	Initialeffekt	x Multiplikator	= Gesamteffekt
 Produktion	6,7 Mrd. Euro	2,4	16,0 Mrd. Euro
 Wertschöpfung	2,0 Mrd. Euro	3,0	5,9 Mrd. Euro
 Beschäftigung	19.700 Personen	2,9	57.000 Personen

Quelle: Frontier Economics et al. (2017).

Hinweis: DIW (2018) weist ähnliche Multiplikatoren für die Beschäftigung aus.

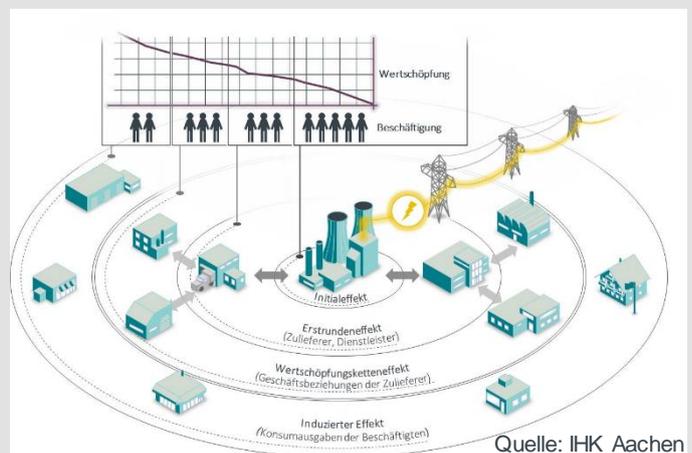
EXKURS: MULTIPLIKATOREFFEKTE

Unternehmen und Wirtschaft sind heute so eng verflochten wie noch nie. Fertigungen, Absatz- und Zulieferketten erstrecken sich quer über Branchen und Ländergrenzen hinweg. Von der wirtschaftlichen Entwicklung der Braunkohlewirtschaft sind nicht nur die Unternehmen und deren Beschäftigte in der Braunkohlewirtschaft unmittelbar beeinflusst, sondern entlang der Wertschöpfungsketten sind eine Vielzahl weiterer Unternehmen und deren Beschäftigte in zahlreichen Branchen mittelbar betroffen.

Durch diese vielfältigen Rückkopplungsbeziehungen können selbst vermeintlich auf einzelne Unternehmen zielgerichtete Eingriffe, z. B. durch die Energiepolitik, schnell weite Kreise ziehen.

Ökonomisch werden diese mittelbaren Auswirkungen als „Multiplikatoreffekte“ bezeichnet. Sie summieren sich über mehrere Stufen:

- **Initialeffekt:** Umsätze, Wertschöpfung und Beschäftigung der Braunkohlewirtschaft stellen den Ausgangspunkt oder Initialeffekt dar.
- **Erstrundeneffekt:** Ausgehend von den Initialeffekten ergeben sich die regionalwirtschaftlichen Wirkungen im Rahmen des Erstrundeneffekts durch die Vorleistungsnachfrage der Braunkohlewirtschaft.
- **Wertschöpfungsketteneffekt:** Für ihre Produktion benötigen die Zulieferer der Braunkohlewirtschaft ihrerseits Vorprodukte, was wiederum die Produktion und Beschäftigung bei vorgelagerten Unternehmen stimuliert. Dieser Effekt erstreckt sich über die gesamte vorgelagerte Wertschöpfungskette.
- **Induzierter Effekt:** Auf allen Stufen der Wertschöpfungskette werden Arbeitskräfte eingesetzt. Diese erzielen Einkommen, von denen ein Teil für Konsum verwendet wird. Diese Konsumnachfrage führt zu einer induzierten Produktion und Beschäftigung in der Konsumgüterindustrie.



Ein beschleunigter Kohleausstieg hat entsprechend substantielle Auswirkungen auf die Beschäftigung und Bruttowertschöpfung

Ein beschleunigter Kohleausstieg wird aufgrund der geographischen Konzentration von Förderung, Verarbeitung und Verstromung der Braunkohle sowie der engen regionalen Verflechtungen mit Zulieferern große Auswirkungen auf die Kohlereviere haben.

Auch wenn der Vorschlag der WSB-Kommission keine Angaben zur regionalen Verteilung der Stilllegungen enthält, könnte das Rheinische Revier aufgrund der Existenz älterer Braunkohlekraftwerke einen erheblichen Teil der Stilllegungen in den nächsten zehn Jahren stemmen.

Die möglichen Folgen können am Beispiel einer Studie von Frontier Economics et al. aus dem Jahr 2017 abgeschätzt werden. Hierzu wurde ein Referenzszenario (Current Policies) mit einem „Klimaschutzplan“-Szenario (KSP-Szenario) verglichen, um die Effekte eines beschleunigten Kohleausstiegs auf Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland bzw. NRW zu ermitteln.⁴ Das Klimaschutz-Szenario beschreibt dabei einen energiepolitischen Rahmen aus zusätzlichen Maßnahmen und Restriktionen, der dazu führt, dass die Energiewirtschaft die im Klimaschutzplan 2050 vorgegebenen Sektorenziele erreicht (auf Basis von Frontier Economics et al. (2017)).

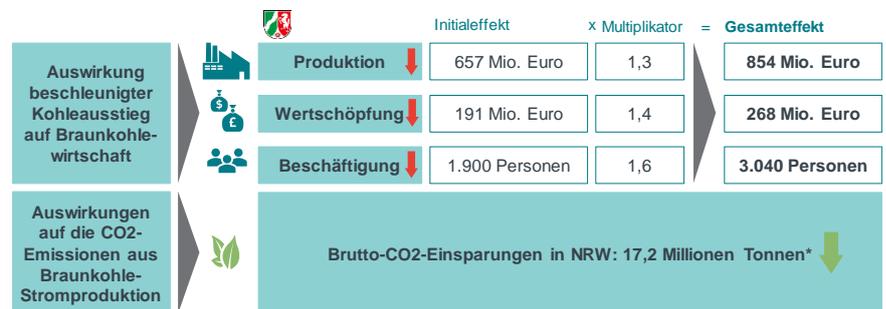
Bei einem Vergleich der beiden Szenarien Klimaschutzplan und Current Policies würde in 2025 ein auf diese Weise beschleunigter Kohleausstieg für NRW eine um 1.900 Personen geringere Beschäftigung bedeuten, welche durch Multiplikatoreffekte auf über 3.000 Beschäftigte allein in NRW erhöht würde. Die Brutto-CO₂-Einsparung durch die sinkende Stromerzeugung in Braunkohlekraftwerken in NRW beträgt dazu 17,2 Millionen Tonnen in 2025 (Abbildung 7).



In den kommenden zehn Jahren könnte das Rheinische Revier überproportional durch den Kohleausstieg betroffen sein.

⁴ In dem Szenario „Current Policies“ wird die Erreichung der europäischen CO₂-Minderungsziele für die Energiewirtschaft über das Europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) sichergestellt. Auch hier kommt es zu einer Reduzierung der Förderung und Verstromung von Braunkohle vor 2050. In einem Alternativszenario („Klimaschutzplan“-Szenario) werden zusätzlich zum EU ETS nationale Maßnahmen zur Erreichung des nationalen Sektorziels, wie es im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung von Dezember 2016 skizziert wird, für die Energiewirtschaft ergriffen. Hierbei wird vereinfachend und konservativ angenommen, dass das Sektorziel über eine einheitliche nationale CO₂-Bepreisung erreicht wird, was unter anderem zu einem gegenüber dem Referenzszenario beschleunigten Kohleausstieg führt.

Abbildung 7. Auswirkungen eines beschleunigten Kohleausstiegs (auf Basis des KSP 2050) in der Braunkohlewirtschaft in 2025 in NRW



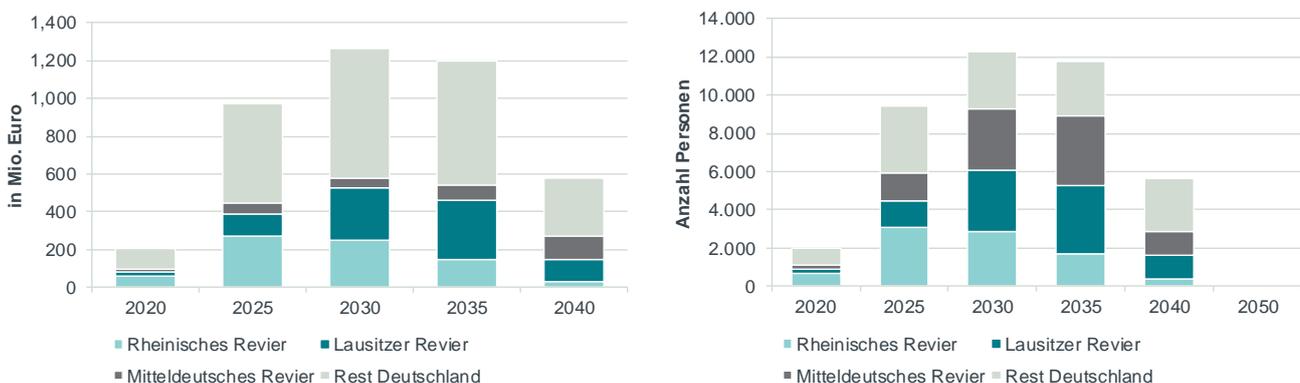
Quelle: Basierend auf Berechnungen in Frontier Economics et al. (2017).

Hinweis: Vergleich KSP- und Referenzszenario.

* Die Brutto Einsparung bezieht lediglich die CO₂-Einsparung im Jahr 2025 durch den Rückgang der Stromerzeugung durch Braunkohlekraftwerke in NRW. Der CO₂-Ausstoß der Stromerzeugung, welche die Braunkohle ersetzt, wird hier nicht gegengerechnet.

Die Ergebnisse zeigen weiterhin, dass das Rheinische Revier vor allem in den Anfangsjahren einen erheblichen Teil der nationalen Klimaschutzanstrengungen durch den beschleunigten Kohleausstieg stemmen würde. Hiermit trägt das Land Nordrhein-Westfalen maßgeblich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Die Regionen der anderen Reviere wären vor allem in späteren Jahren betroffen (Abbildung 8).

Abbildung 8. Reduktion der Bruttowertschöpfung (linke Seite) und der Beschäftigung (rechte Seite) in Folge eines beschleunigten Kohleausstiegs (auf Basis des KSP 2050)



Quelle: Frontier Economics et al. (2017).

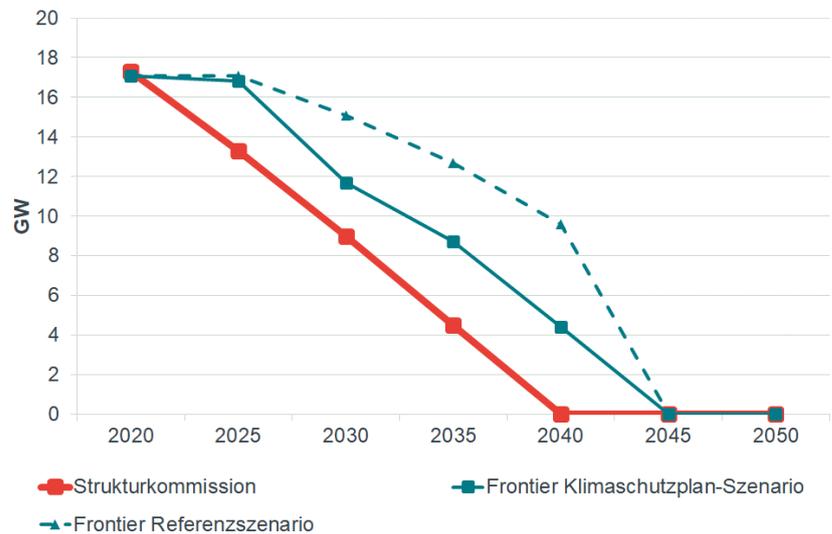
Hinweis: Vergleich KSP- und Referenzszenario.

Die jetzt vorgelegten Empfehlungen der WSB-Kommission sehen jedoch einen deutlich schnelleren Ausstiegspfad vor als der im Klimaschutzplan-Szenario in Frontier Economics et al. (2017) resultierende Ausstiegspfad (siehe Vergleich der petrol-farbenen durchgezogenen Linie mit der roten Linie in Abbildung 9).

Entsprechend werden die tatsächlichen Auswirkungen bis 2040 – unter der Annahme, dass andere Faktoren unverändert bleiben – stärker ausfallen als die hier herangezogenen Ergebnisse der o.g.

Studie. Demnach ist davon auszugehen, dass die hier beschriebenen Auswirkungen allenfalls eine Untergrenze darstellen.

Abbildung 9. Gegenüberstellung der Braunkohle-Ausstiegspfade gemäß Empfehlung der WSB-Kommission und Frontier Economics et al. (2017)



Quelle: Basierend auf Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (2019) und Frontier Economics et al. (2017).

Hinweis: Da sich die Fixpunkte im Abschlussbericht der WSB-Kommission z.T. etwas von denen in Frontier Economics et al. (2017) unterscheiden (z.B. 2022 statt 2025; 2038 statt 2035 oder 2040), wurden die Angaben im WSB-Kommissionsbericht linear interpoliert, um Vergleichbarkeit der Szenarien herzustellen.

Stilllegung gesicherter Leistung bedeutet Herausforderung für die Sicherheit der Stromversorgung

Braun- und Steinkohlekraftwerke sind ein zentraler Pfeiler für die Sicherheit der Stromversorgung in Deutschland

Eine zuverlässige und unterbrechungsfreie Versorgung mit Strom ist essenziell für die deutsche Volkswirtschaft. Die Sicherheit der Stromversorgung in Deutschland war im internationalen Vergleich in der Vergangenheit und ist bis heute sehr hoch. Dieses hohe Versorgungssicherheitsniveau basiert in Deutschland und speziell in NRW zu einem wesentlichen Teil auch auf der Verfügbarkeit von Braun- und Steinkohlekraftwerken.

Dies lässt sich an der Stromerzeugung für 2017 demonstrieren. Etwa 24 % des Stromverbrauchs in Deutschland wurden durch Braunkohlekraftwerke und 15 % durch Steinkohlekraftwerke erzeugt, insgesamt also 39 %.⁵ Ihr Anteil an der installierten

⁵ Vgl. Fraunhofer (2019): Energy Charts.

Gesamtleistung von 205 GW lag hingegen nur bei rund 20 %. Damit tragen diese Energieträger überproportional – gemessen an der installierten Leistung – zur Stromerzeugung in Deutschland bei.

Für die Versorgungssicherheit ist der Beitrag einer Erzeugungstechnologie zur gesicherten Leistung maßgeblich. Darunter ist die Erzeugungstechnologie zu verstehen, die mit hoher Sicherheit ständig zur Verfügung steht. Die vier Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) in Deutschland bewerten die installierten Stromerzeugungskapazitäten im Rahmen der jährlichen Erstellung einer Leistungsbilanz. Dabei fließt jede Erzeugungstechnologie mit der Wahrscheinlichkeit einer Verfügbarkeit zum Zeitpunkt eines potenziell kritischen Referenztages ein.⁶

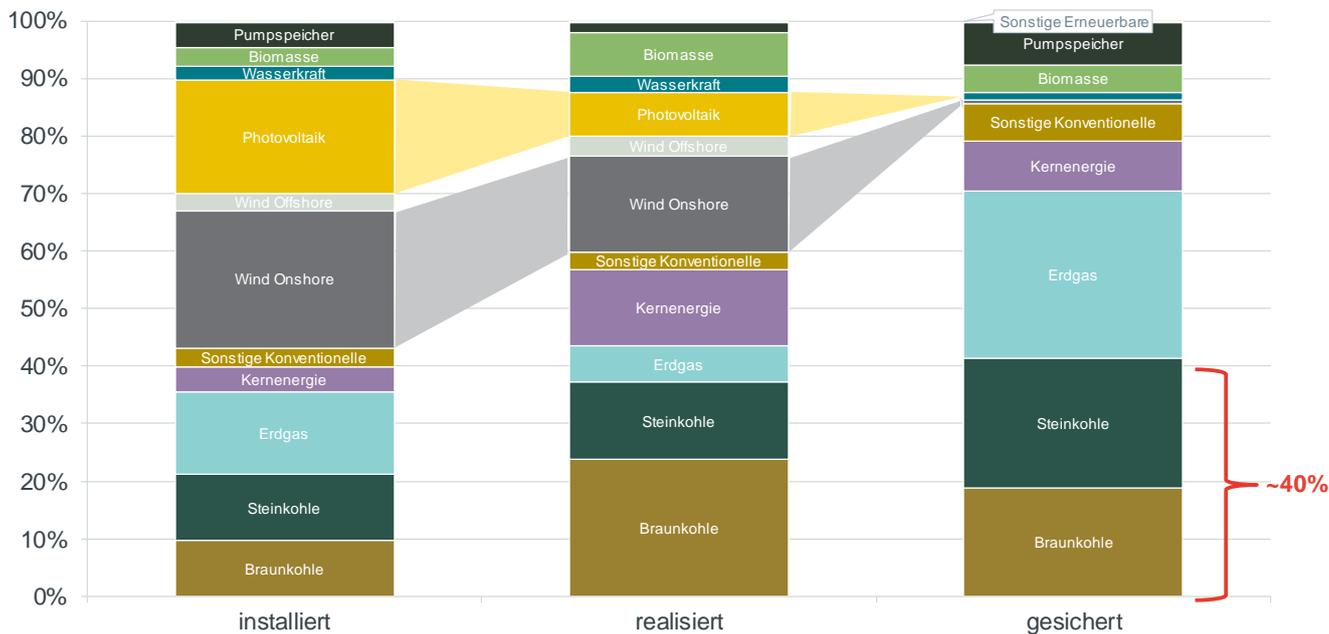
19 % der
gesicherten Leistung

in Deutschland wurde im Jahr 2017 durch Braunkohlekraftwerke gestellt, weitere 21 % durch Steinkohlekraftwerke.

Eine Auswertung der auf diese Weise ermittelten gesicherten Leistung pro Erzeugungstechnologie für 2017 offenbart, dass allein die vorhandenen Braunkohlekraftwerke mehr als 19 % der gesicherten Leistung in Deutschland stellten (etwa die Hälfte davon in NRW), die Steinkohlekraftwerke weitere 21 %. In Summe bestand in 2017 also über 40 % der gesicherten Leistung in Deutschland aus Kohlekraftwerken.

⁶ Vgl. zum Beispiel Deutsche Übertragungsnetzbetreiber (2019), S. 28f. Während hierbei beispielsweise angenommen wird, dass Photovoltaik in einer kritischen Situation mit hoher Last überhaupt nicht zur Verfügung steht (Nichtverfügbarkeitsrate von 100 %) und Windenergie fast gar nicht zur Verfügung (Nichtverfügbarkeitsrate von 99 %), wird für Braun- und Steinkohle auf Basis historischer Ausfallraten eine Verfügbarkeit in kritischen Zeiten von über 90 % der Zeit angenommen (Nichtverfügbarkeit von weniger als 10 %).

Abbildung 10. Übersicht von installierter, realisierter (= Stromerzeugung) und gesicherter Kraftwerksleistung 2017



Quelle: Frontier Economics basierend auf Deutsche Übertragungsnetzbetreiber (2019), ENTSOE (2018).

Hinweis: Die Werte für die installierte Kapazität und der Nicht-Verfügbarkeit für die Erneuerbaren Energien stammen von den deutschen Übertragungsnetzbetreibern. Die Nichtverfügbarkeit für die konventionellen Brennstoffe wurde anhand der von ENTSO-E verwendeten Ausfallwahrscheinlichkeit (im Sheet DE als „Normal conditions Average Forced Outage Rate“). Für gemischte Brennstoffe wurde ein Durchschnittswert betrachtet (8 %).

Als Fazit lässt sich festhalten, dass Kohlekraftwerke mit einer sehr hohen Zuverlässigkeit jederzeit zur Verfügung stehen, insbesondere auch dann, wenn der Strombedarf sehr hoch ist – also z.B. in den Abendstunden eines Wochentags im Winter. Im Gegensatz dazu ist die Verfügbarkeit von Strom aus Erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne – welche mit über 90 GW installierter Stromerzeugungsleistung im Jahr 2017 mehr als 50 % der gesamten installierten Kapazität ausmachten und zukünftig immer größere Anteile stellen werden – unsicher.

Über 22 % der gesicherten Leistung

wird dem deutschen Stromsystem durch den Kohle- und Kernenergieausstieg bis 2023 entzogen. Bis 2030 kommen weitere 12 % hinzu.

Beschleunigter Kohleausstieg bedeutet Herausforderung für Versorgungssicherheit

Die von der WSB-Kommission empfohlene beschleunigte Stilllegung von Braun- und Steinkohlekraftwerken stellt eine Herausforderung für die Sicherheit der Stromversorgung dar:

- Durch die **bis 2022** beabsichtigte Stilllegung von annähernd 5 GW installierter Stromerzeugungskapazität aus Braunkohle- und 7,7 GW aus Steinkohlekraftwerken, werden dem System 12 % der (in 2017) verfügbaren gesicherten Leistung entzogen. In Kombination mit der bis 2023 zu vollziehenden Stilllegung der verbleibenden Kernenergiekraftwerke, welche im Jahr 2017 noch 10,8 GW Erzeugungsleistung bzw. fast 11 % der gesicherten Leistung stellten, werden dem System in 2023 daher mehr als 22 % der in 2017 verfügbaren gesicherten Leistung nicht mehr zur Verfügung stehen.
- **Bis 2030** werden dem System weitere 13 GW Stein- und Braunkohlekraftwerke entzogen, was weiteren rund 12 % der in 2017 verfügbaren gesicherten Leistung entspricht.

Tatsächliche Auswirkung auf zukünftige Versorgungssicherheit nur bedingt absehbar

Inwieweit trotz dieses absehbaren Wegfalls signifikanter Anteile der heute verfügbaren gesicherten Kraftwerksleistung weiterhin ein hohes Maß an Versorgungssicherheit gewährleistet sein wird, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, beispielsweise von der zukünftigen Entwicklung der Stromnachfrage (inklusive deren Grad an Flexibilisierung), der Entwicklung von anderen Kraftwerks- und Speicherkapazitäten in Deutschland und in benachbarten Ländern oder der Entwicklung von grenzüberschreitenden Stromtransportkapazitäten.

Viele dieser Faktoren sind nur bedingt vorhersehbar. Nach dem Ausstieg aus der Kern- und der Kohleverstromung, kommt Gas als primäre Quelle für eine steuerbare und sicher verfügbare Stromerzeugung eine besondere Rolle zu. Darauf verweist auch der Bericht der WSB-Kommission an vielen Stellen. Ob und inwieweit Investoren im In- und Ausland investieren, kann nicht sicher bestimmt werden. Momentan sind die Bedingungen jedoch aufgrund von Unsicherheiten über Rahmenbedingungen sowie einer zu geringen Wirtschaftlichkeit ungünstig.



Das heutige EOM-Marktdesign

ist im Grundsatz geeignet auch zukünftig Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Allerdings erfordert dies verlässliche politische Rahmenbedingungen für ausreichendes Investorenvertrauen.

Wie in einem Gutachten von Frontier Economics und Formaet für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Jahr 2014 ausführlich dargelegt,⁷ ist das in Deutschland bestehende sogenannte „Energy-Only“-Marktdesign im Grundsatz dazu geeignet, die notwendigen (Re-)Investitionen anzureizen, um auch zukünftig eine sichere Stromversorgung zu gewährleisten. Dieses Marktdesign basiert darauf, dass die Marktakteure aus eigenem Profitabilitätsinteresse heraus die Investitionsentscheidungen treffen, welche auf kostengünstigstem Wege zu einer sicheren Stromversorgung führen.

Der Erfolg dieses Marktdesigns erfordert allerdings verlässliche politische Rahmenbedingungen, damit Investoren in der Lage und gewillt sind, die erforderlichen kapitalintensiven Investitionen in langlebige Investitionsgüter wie Gaskraftwerke zu tätigen. Mit zunehmendem Anteil an dargebotsabhängigen Erneuerbaren Energien wird dies umso wichtiger, da Investitionen in Kraftwerke, welche in zunehmendem Maße nur noch als Back-up Kapazität fungieren werden, um bei unzureichender Verfügbarkeit von Wind- oder Sonnenenergie einspringen zu können, mit steigenden kommerziellen Risiken für die Investoren verbunden sind. Die Kraftwerke müssen ihre Investitionen also in immer geringeren Laufzeiten einspielen können. Dies macht es erforderlich, dass die Strompreise im Großhandelsmarkt in Knappheitssituationen mit geringer Verfügbarkeit von Wind und Sonnenenergie bei gleichzeitig hohem Strombedarf (sogenannte „kalte Dunkelflauten“), sehr hoch sein müssen. Hierdurch entstehen höhere Preisspitzen als bisher im Markt vorhanden waren.

Ad-hoc Eingriffe in den Strommarkt durch die Politik sind vor diesem Hintergrund kritisch zu sehen, da sie das Vertrauen von Investoren in stabile Rahmenbedingungen gefährden. Staatlich forcierte vorzeitige Stilllegungen von Kraftwerken mit laufender Betriebs-erlaubnis bergen vor diesem Hintergrund die Gefahr einer Unterminierung von Investorenvertrauen. Das Ausmaß dieser Vertrauensbeeinträchtigung wird in großem Maße von dem weiteren Prozess im Zusammenhang mit der Festlegung des konkreten Ausstiegsplans abhängen, also zum Beispiel inwieweit es gelingt, einvernehmliche Vereinbarungen mit den Kraftwerksbetreibern mit entsprechender finanzieller Kompensation zu schließen, oder inwieweit ordnungsrechtliche Maßnahmen ergriffen werden.

Unter Berücksichtigung der genannten Aspekte bleibt eine Unsicherheit in Bezug auf die künftige Entwicklung der Versorgungssicherheit bestehen. Dies ist umso bedeutender, weil Investitionen in Erzeugungskapazitäten mit einer langen Vorlaufzeit verbunden sind. Der Bericht der WSB-Kommission spricht hier von einer Vorlaufzeit von vier bis sieben Jahren.

⁷ Siehe Frontier Economics / Formaet (2014).

Sollten Maßnahmen zur Erhaltung des Niveaus der Versorgungssicherheit erforderlich sein, werden diese Strompreiseffekte zur Folge haben. In den nachfolgenden Analysen von Strompreiseffekten wird angenommen, dass ein gleichbleibend hohes Versorgungssicherheitsniveau trotz beschleunigtem Kohleausstieg gewährleistet wird. Die Kosten hierzu erforderlicher Maßnahmen sind von den Stromverbrauchern zu tragen.

Strommarkteffekte eines beschleunigten Kohleausstiegs treffen NRW wegen hoher Bedeutung der energieintensiven Industrie besonders stark

Ein beschleunigter Kohleausstieg führt zu einem Anstieg der Strompreise

Ein beschleunigter Kohleausstieg führt dazu, dass gesicherte Kraftwerksleistung mit vergleichsweise geringen variablen Stromerzeugungskosten vorzeitig den Markt verlassen muss. Dies führt zu einem – wie zuvor ausgeführt – zu einer Herausforderung für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit der Energieversorgung. Zum anderen muss die durch den Kohleausstieg fehlende vergleichsweise günstige Stromproduktion durch andere Erzeugungsanlagen mit höheren Kosten ersetzt werden. Infolgedessen kommt es zu einem Anstieg des Strompreises, insbesondere zwischen 2025 und 2030.

Die konkreten Strompreisauswirkungen des von der WSB-Kommission empfohlenen Kohleausstiegspfades sind bisher nicht hinreichend analysiert. Es existieren jedoch verschiedene Studien, welche die Strompreiseffekte verschiedener potenzieller Kohleausstiegspfade untersuchen. Beispielsweise errechnet die Studie von Frontier Economics et al. (2017), im Vergleich zum Referenzszenario, bereits einen Großhandelspreisanstieg eines beschleunigten Kohleausstiegs um bis zu 9,6 €/MWh (bzw. 22 %) in 2025 und bis 8,9 €/MWh (bzw. 19 %) in 2030.⁸ Vor dem Hintergrund, dass der von der WSB-Kommission beschlossene Ausstiegspfad einen schnelleren Ausstieg vorsieht, ist anzunehmen, dass es sich bei dieser Preissteigerung lediglich um eine Untergrenze handeln kann.

⁸ Hierbei wird davon ausgegangen, dass ein gleichbleibendes Versorgungssicherheitsniveau gewährleistet wird. Der Strompreiseffekt beinhaltet entsprechend zusätzliche Kosten zur Sicherstellung einer ausreichenden Leistungsvorhaltung im Inland („Kapazitätsbedingung“). Dabei wird davon ausgegangen, dass in beiden Szenarien mindestens 90 % der Spitzenlast durch Leistungsvorhaltung im Inland abgesichert werden müssen, andernfalls werden zusätzliche Maßnahmen zur Leistungssicherung getroffen, deren Kosten über die Strompreise auf Stromverbraucher umgelegt werden müssen. In den Jahren 2025 und 2030 entsprechen diese Kosten der Kapazitätsvorhaltung im Szenario mit beschleunigtem Kohleausstieg 4,6 bzw. 4,5 €/MWh, und somit etwa der Hälfte des Preisanstiegs im Großhandel gegenüber dem Referenzszenario ohne beschleunigten Kohleausstieg.

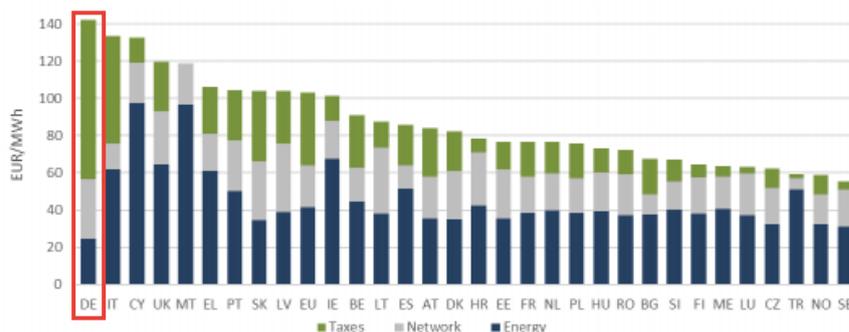
Industrie- unternehmen in Deutschland

zahlen bereits heute die
höchsten Strompreise im
europäischen Vergleich.

Ein Strompreisanstieg trifft besonders die bereits mit hohen Stromkosten belastete Industrie in Deutschland

Diese Strompreissteigerungen treffen das produzierende Gewerbe in Deutschland besonders. Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern ist dieses bereits jetzt vergleichsweise hohen Stromkosten ausgesetzt, insbesondere durch hohe Belastungen in Folge von Abgaben, Umlagen, Steuern und Netzentgelten (Abbildung 11).

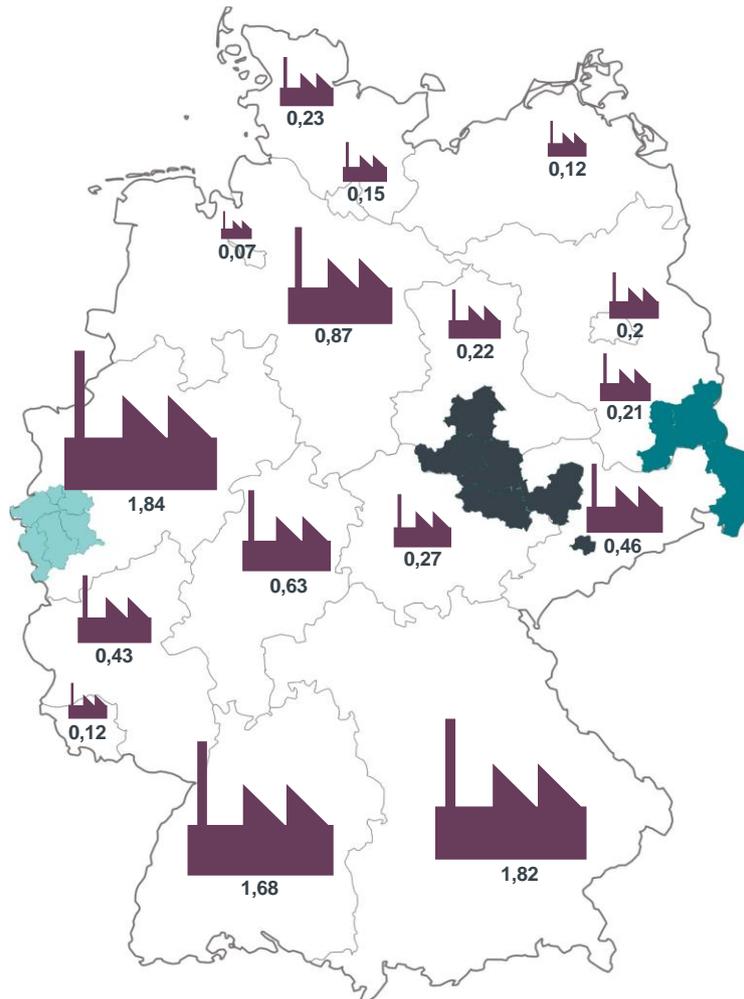
Abbildung 11. Vergleich durchschnittlicher Stromkosten pro MWh für Betriebe in europäischen Ländern im Jahr 2017



Quelle: Europäische Kommission (2019). Hervorhebung durch Frontier Economics.

Dies ist für das Industrieland NRW von besonderer Relevanz, in welchem über 1,8 Millionen Beschäftigte im produzierenden Gewerbe tätig sind (Abbildung 12).

Abbildung 12. Beschäftigte im produzierenden Gewerbe je Bundesland (in Millionen Beschäftigte; Stand 2018)



Quelle: Frontier Economics auf Basis von Bundesagentur für Arbeit (2019).

Stromkosten spielen eine besonders wichtige Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit in energieintensiven Unternehmen: Dies lässt sich am Anteil der Stromkosten an der Bruttowertschöpfung (sog. Stromstückkosten) verdeutlichen, der etwa in der Papierindustrie rund 29 % beträgt und in besonders energieintensiven Betrieben der Grundstoffchemie, die gerade in NRW zahlreich vertreten sind, bis zu 50 % annehmen kann.⁹ Bei letzterer ist von Bedeutung, dass die Unternehmen in vorgelagerten Prozessen der Wertschöpfungskette arbeiten, d.h. ein höherer Strompreis wirkt sich mittelbar auch auf andere Unternehmen in der Branche aus. Ein Anstieg des Strompreises beeinträchtigt über diesen Wirkmechanismus daher die internationale Wettbewerbsfähigkeit – nicht nur von energieintensiven – Unternehmen in Deutschland. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Preisanstieg wie in Folge eines

⁹ Vgl. Frontier / ETR (2018).

beschleunigten nationalen Kohleausstiegs primär national und nicht global oder zumindest europäisch einheitlich wirkt.

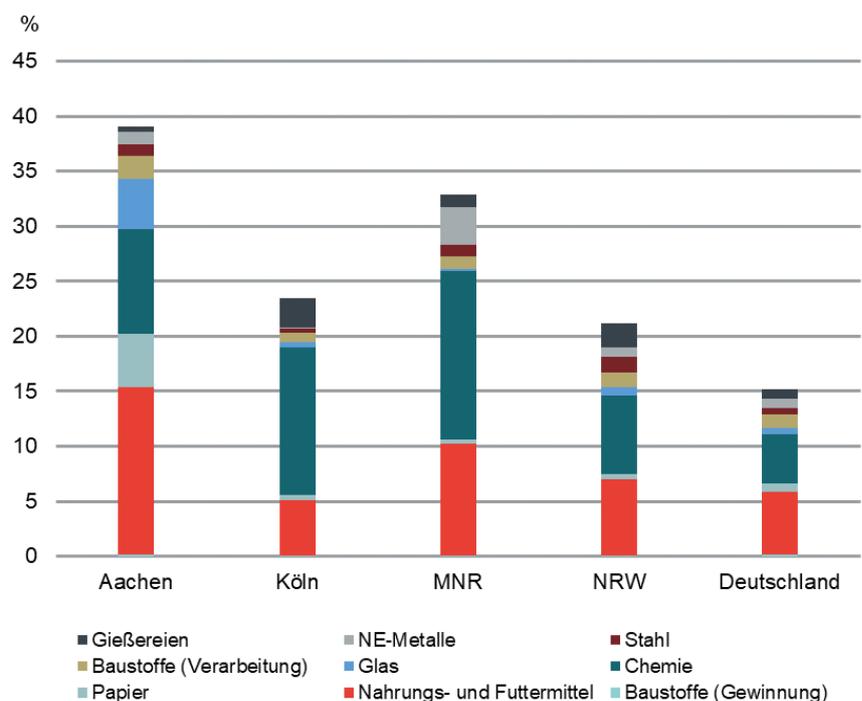
22 %

der gesamten industriellen Wertschöpfung in NRW entfallen auf energieintensive Industrien, in den IHK-Bezirken des Rheinischen Reviers sogar 24 bis 39 %. Deutschlandweit sind es nur 15 %.

NRW und das Rheinische Revier aufgrund hoher Bedeutung von energieintensiven Industrien besonders herausgefordert

Ein Strompreisanstieg ist von besonderer Relevanz für die Regionen, in denen energieintensive Unternehmen einen großen Beitrag an der Wertschöpfung aufweisen. Das ist in NRW und hier insbesondere rund um das Rheinische Revier der Fall. In den IHK-Bezirken Aachen, Köln und Mittlerer Niederrhein, die das Rheinische Revier umfassen, ist der Anteil der Wertschöpfung der energieintensiven Industrien am gesamten Verarbeitenden Gewerbe jeweils deutlich höher als im Bundesdurchschnitt (Abbildung 13).

Abbildung 13. Anteil der Wertschöpfung energieintensiver Industrien am Verarbeiteten Gewerbe 2016



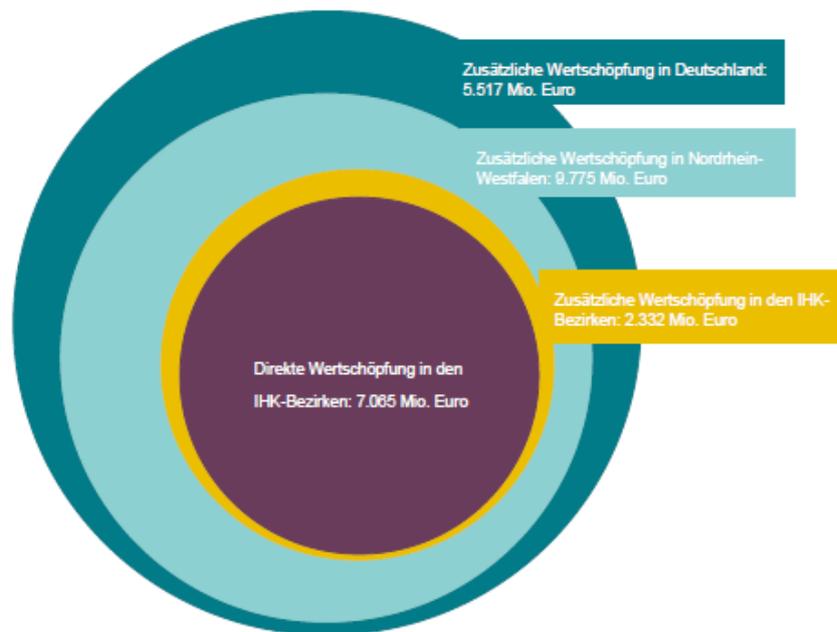
Quelle: Frontier Economics / ETR (2018).¹⁰

¹⁰ Die Darstellung basiert auf Analysen in Frontier Economics / ETR (2018). Die Studie ermittelt auch Daten für die drei IHK-Bezirke Aachen, Köln und Mittlerer Niederrhein (MNR). Die Studie betrachtet auch die Nahrungs- und Futtermittelindustrie, die zwar insgesamt nicht als energieintensiv einzustufen ist, aber einzelne energieintensive Bereiche, wie zum Beispiel die Zuckerherstellung oder die Öl-, Mahl- und Schälmühlen enthält.

Enge Verflechtung mit weiteren Wirtschaftszweigen führt zu Effekten weit über die energieintensiven Branchen hinaus

Da energieintensive Unternehmen stark mit anderen Wirtschaftszweigen verflochten sind, kommt es für Regionen mit einem hohen Anteil an energieintensiven Industrien durch Multiplikatorwirkungen zu erheblichen weiteren Beeinträchtigungen. In den drei IHK-Bezirken hat der Energieeinsatz in energieintensiven Industrien erhebliche Ausstrahlung auf andere Branchen und Regionen. Abbildung 14 illustriert dies für die Bruttowertschöpfung.

Abbildung 14. Multiplikatorwirkung von energieintensiven Industrien in den IHK-Bezirken Aachen, Köln und Mittlerer Niederrhein auf die Bruttowertschöpfung



Quelle: Frontier Economics / ETR (2018).

Ein beschleunigter Kohleausstieg hat daher zusätzliche weitreichende Auswirkungen auf den Industriestandort NRW

Durch die hohe Dichte an energieintensiven Industrien und die enge Verflechtung zu anderen Wirtschaftszweigen in NRW hat ein Strompreisanstieg weitreichende Folgen für die Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung.

Unterstellt man exemplarisch die in Frontier Economics et al. (2017) für den Fall eines beschleunigten Kohleausstiegs zur Erreichung des Klimaschutzplans ermittelte Strompreissteigerung von 9,6 €/MWh im Jahr 2025, ergibt sich in NRW ein Wertschöpfungsverlust von über einer Milliarde Euro und ein Beschäftigungsrückgang von 12.900 Personen in 2025 (Abbildung 15).

Wird berücksichtigt, dass der Vorschlag der WSB-Kommission einen schnelleren Kohleausstieg vorsieht als der sich im Klimaschutzplan-Szenario in Frontier Economics et al. (2017) erge-



Aufgrund der hohen Dichte an energieintensiven Unternehmen werden sich Strompreiseffekte besonders stark auf NRW auswirken.

bende, ist – unter der Annahme ansonsten unveränderter Rahmenbedingungen – davon auszugehen, dass die hier skizzierten Auswirkungen auf Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung lediglich eine Untergrenze darstellen.

Abbildung 15. Verlust an Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung in NRW durch einen Strompreisanstieg infolge eines beschleunigten Kohleausstiegs im Jahr 2025



Quelle: Basierend auf Frontier Economics et al. (2017).

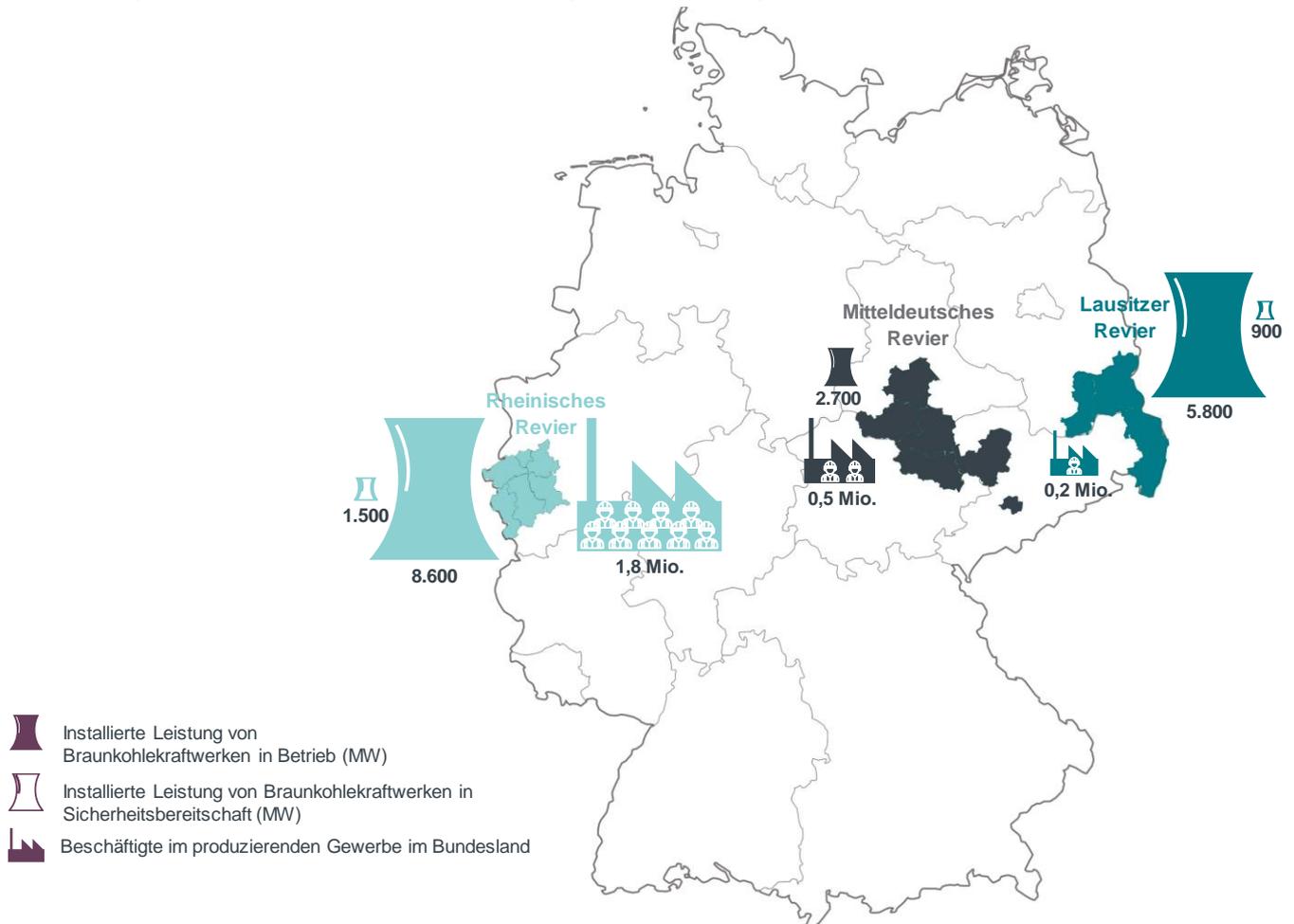
Hinweis: Basierend auf Strompreiserhöhung des Klimaschutzplan-Szenarios im Vergleich zum Referenzszenario.

Ergebnis: Mehrfache Herausforderung für NRW

Wie die vorangehenden Ausführungen zeigen, wird die Region Nordrhein-Westfalen durch den im Zuge der WSB-Kommission empfohlenen beschleunigten Kohleausstieg in mehrfacher Hinsicht herausgefordert (Abbildung 16):

- Herausforderung durch Umbrüche in der Braunkohlewirtschaft** – Das Rheinische Revier in NRW ist das größte Braunkohlerevier in Deutschland. Es zeichnet sich ab, dass es von einem beschleunigten Braunkohleausstieg in den kommenden Jahren in besonderem Maße betroffen sein könnte. Die Folgen sind ein erheblicher Wegfall von Wertschöpfung und Beschäftigung in der Braunkohlewirtschaft, sowie durch Multiplikatoreffekte zusätzliche negative Auswirkungen in vor- und nachgelagerten Branchen in NRW.
- Herausforderung für energieintensive Industrien durch Versorgungssicherheitsrisiken und Strompreiserhöhung** – Hinzu kommt eine NRW-spezifische Besonderheit: Die hohe industrielle Dichte mit einer funktionierenden Wirtschaftsstruktur bedeutet zweierlei: Einerseits sind die Voraussetzungen in NRW grundsätzlich gut, um einen Strukturwandel zu schaffen, wie auch im Bericht der WSB-Kommission erwähnt. Andererseits führt die hohe Dichte von energieintensiven Unternehmen in der Region, deren großer Anteil an der Wertschöpfung und die enge regionale Vernetzung in komplexen Wertschöpfungsketten dazu, dass die Region besonders anfällig ist für signifikante Veränderungen wie z.B. Risiken für die Versorgungssicherheit oder einen Strompreisanstieg in Folge eines beschleunigten Kohleausstiegs.

Abbildung 16. Mehrfache Herausforderung für das Energie- und Industrieland NRW



Quelle: Frontier Economics basierend auf Bundesnetzagentur (2018); Statistik der Kohlewirtschaft (2016, 2017) und ETR (2017).

Die in den vorherigen Kapiteln abgeschätzten Auswirkungen eines beschleunigten Kohleausstiegs (auf Basis der Erreichung der Energiewirtschafts-Sektorziele des Klimaschutzplans) in **NRW** sind in Abbildung 17 exemplarisch für das Jahr **2025** zusammengefasst. Bei diesen Auswirkungen handelt es sich um Untergrenzen, die vor dem Hintergrund des beschleunigten Ausstiegspfad gemäß Empfehlung der WSB-Kommission noch stärker ausfallen dürften. Sie summieren sich auf:

- Eine verringerte **Produktion** von über **4,8 Milliarden Euro**.
- Eine verringerte **Wertschöpfung** von etwa **1,3 Milliarden Euro**.
- Einen Rückgang der **Beschäftigung** von fast **16.000 Personen**.
- Durch geringere Stromproduktion in Braunkohlekraftwerken **vermeidene CO₂-Emissionen** in Höhe von **17,2 Millionen Tonnen** (Brutto-Einsparungen).

Abbildung 17. Auswirkungen eines beschleunigten Kohleausstiegs in NRW in 2025



Quelle: Basierend auf Frontier Economics et al. (2017).

Hinweis: Vergleich des Referenzszenarios mit dem Klimaschutzplan-Szenario (welches einen beschleunigten Kohleausstieg impliziert);

* Die Brutto Einsparung bezieht lediglich die CO₂-Einsparung im Jahr 2025 durch den Rückgang der Stromerzeugung durch Braunkohlekraftwerke in NRW. Der CO₂-Ausstoß der Stromerzeugung, welche die Braunkohle ersetzt, wird hier nicht gegengerechnet.

3. KURZFRISTIG POLITISCHER HANDLUNGSBEDARF UM CHANCEN ZU NUTZEN UND RISIKEN ABZUFANGEN

Die vorangehenden Ausführungen zeigen, dass NRW und insbesondere das Rheinische Revier erheblich und in mehrfacher Hinsicht von einem beschleunigten Kohleausstieg berührt sind. Gerade weil NRW einen nennenswerten Industriebesatz hat, fallen die Auswirkungen des beschleunigten Ausstiegs hier besonders stark aus.

Ein erfolgreicher Strukturwandel innerhalb der Energiewirtschaft ist zentral

Beim Strukturwandel

kommt es besonders auf die Lösung der energiewirtschaftlichen Herausforderungen an.

Von den nun anstehenden energiepolitischen Entscheidungen hängt es ab, wie der Strukturwandel im Rheinischen Revier gelingt. Denn vor allem in NRW können sich die durch den beschleunigten Kohleausstieg ergebenden Veränderungen in der Stromversorgung besonders negativ auswirken.

Hintergrund ist der hohe Besatz energieintensiver Industrien, die auf mögliche Verschlechterungen der Preissituation oder der Versorgungsqualität sehr sensibel reagieren. Umgekehrt gilt: Wenn Strompreise und Versorgungssicherheit stabil gehalten werden können, werden die Auswirkungen für Beschäftigung und Wertschöpfung in der Region tendenziell geringer ausfallen. Deshalb gilt es, zunächst die durch den beschleunigten Kohleausstieg entstehenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Fragen zu lösen.

NRW kann dabei seine Stärken nutzen und einen erheblichen Beitrag zum Gelingen der Energiewende und somit zur Vermeidung von Strukturbrüchen leisten. Hierzu müssen die sich ergebenden Chancen in der Region entschlossen und effektiv genutzt werden.

Zu den zentralen Besonderheiten des Landes NRW und im Speziellen des Rheinischen Reviers zählen in diesem Zusammenhang:

- Die Existenz einer umfangreichen **energiewirtschaftlichen Infrastruktur** mit einer Vielzahl von Kraftwerksstandorten sowie umfassenden Strom-, Gas und Wärmenetzen. Diese bedürfen

allerdings einer Anpassung an die neuen Herausforderungen der Energiewende.

Das Rheinische Revier

verfügt über umfangreiche Energieinfrastruktur, eine starke Wirtschaftsstruktur, Fachkräfte in der Energiewirtschaft und eine sehr gute Hochschul- und Forschungslandschaft.

- Eine **starke Wirtschaftsstruktur**, in welcher aufgrund der historischen Verfügbarkeit von günstiger und zuverlässiger Energie aus Braun- und Steinkohle **energieintensive Industrien** eine überproportional bedeutende Rolle spielen. Gerade dieser hohe Besitz an verbrauchsstarken Energieabnehmern kann NRW bei der Energiewende, bspw. im Bereich der Flexibilisierung, eine Schlüsselrolle zukommen lassen. Im Rheinischen Revier besteht ein hoher Vernetzungsgrad der Industrien, mit einem gegenseitig aufeinander aufbauenden, eng verflochtenen Netz von energieintensiven Unternehmen. Hieraus ergibt sich einerseits eine besondere Verwundbarkeit der Region für energiepolitische Beschlüsse, und andererseits die Chance, das in der Industrie vorhandene Knowhow und die Möglichkeiten, beispielsweise bezüglich einer Flexibilisierung der Energienachfrage, wertschöpfungserhöhend zu nutzen. Wenn es gelingt, in diesem Bereich die richtigen Entwicklungen anzustoßen, kann der zunächst als Nachteil erscheinende hohe Besitz energieintensiver Industrien in einen Vorteil gewandelt werden. Dazu ist es nötig, die Nachfrageseite stärker zu einem Baustein der Energiewende zu machen und ihr so die Möglichkeit zu geben, davon zu profitieren.
- Die **hohe Verfügbarkeit gut ausgebildeter Arbeitskräfte**, insbesondere mit Fachkenntnissen in der Energiewirtschaft- bzw. -technik. Dazu gehören auch die etwa 9.000 Beschäftigten in der Braunkohleindustrie im Rheinischen Revier. Des Weiteren sind auch 18.000 indirekt oder induzierte Beschäftigte sowie die 93.000 Beschäftigte in energieintensiven Unternehmen in NRW dazu zu zählen.¹¹ Auch diese Zahlen offenbaren Risiken und Chancen eines Strukturwandels für die Region gleichermaßen.
- Eine **sehr gute Hochschul- und Forschungslandschaft**, mit international renommierten Einrichtungen in der energiewirtschaftlichen und energietechnischen Forschung und Lehre, wie zum Beispiel die RWTH Aachen oder das Forschungszentrum Jülich sowie zahlreiche anerkannte Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen in den angrenzenden Zentren wie z.B. Köln, Krefeld, Bonn oder Düsseldorf.
- Eine vergleichsweise stark **institutionalisierte Begleitung und Unterstützung des Strukturwandels** in der Region. Beispielsweise besteht mit der Zukunftsagentur Rheinisches Revier bereits eine Plattform zur Koordination der verschiedenen Akteure und Aktivitäten im Rheinischen Revier.

¹¹ Vergleiche Frontier Economics / ETR (2018).

Das Rheinische Revier könnte sich auf Grundlage der Voraussetzungen vor Ort als Energierevier der Zukunft positionieren und ein Modellstandort im künftigen Energiesystem werden, auf dessen Erfahrungen zukünftig auch in anderen Regionen aufgebaut werden könnte.

Mögliche Maßnahmen zur Schaffung der hierzu erforderlichen Voraussetzungen werden nachfolgend skizziert.



Monitoring der Versorgungssicherheit

sollte vor dem Hintergrund der zunehmenden Unsicherheit weiterentwickelt werden.

Voraussetzungen für den Strukturwandel in der Energiewirtschaft schaffen – Versorgungssicherheit

Aufgrund der bestehenden Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung der Versorgungssicherheit ist es gerade für NRW mit seinem hohen Besitz energieintensiver Industrien wichtig, kurzfristig ein besonders sorgfältiges Versorgungssicherheitsmonitoring zu installieren. Vor dem Hintergrund des umfangreichen Ausscheidens gesicherter Stromerzeugungskapazität ist dies eine „no-regret-Maßnahme“.

Bereits heute hat das BMWi fortlaufend ein Monitoring der Versorgungssicherheit durchzuführen.¹² Der entsprechende Monitoringbericht umfasst im Grundsatz sämtliche Stufen der Elektrizitätsversorgung: Die vorhandenen Kapazitäten zur Stromerzeugung, die Verfügbarkeit von Primärenergieträgern für die Stromerzeugung, den Transport des Stroms sowie den Handel und Vertrieb.¹³

Die darin verwendeten Verfahren sollten vor dem Hintergrund der zusätzlichen Unsicherheit aus dem beschleunigten Kohleausstieg weiterentwickelt werden. Beispielsweise beschränken sich die Analysen bisher im Wesentlichen auf eine Betrachtung von großen zentralen Erzeugungsanlagen. Die Beiträge dezentraler Flexibilitäten wie Stromspeichern und steuerbarer Stromverbraucher zur Versorgungssicherheit werden dabei mangels ausreichender Datenbasis nur sehr rudimentär berücksichtigt. Hier empfiehlt sich die Erhebung einer umfangreicheren Datenbasis.¹⁴

¹² Siehe § 51 EnWG. Gemäß § 63 Abs. 2 EnWG ist der Monitoringbericht alle zwei Jahre zu erstellen.

¹³ Siehe BMWi (2016) für den aktuellsten öffentlich verfügbaren Monitoringbericht. Die Veröffentlichung des turnusgemäß bis Juli 2018 zu erstellenden Monitoringberichts hat sich nach Aussage des BMWi aufgrund einer verzögerten Gutachterstellung bisher verzögert, siehe BMWi (2018).

¹⁴ Es ist hierbei zu beachten, dass einer Prognose zukünftiger Versorgungssicherheit naturgemäß Grenzen gesetzt sind. Im Rahmen eines EOM-basierten Marktdesigns sind die zukünftig vorhandenen Anlagenleistungen Ergebnis der individuellen Investitionsentscheidungen einer Vielzahl sehr unterschiedlicher individueller Akteure. Diese bilden sich jeweils individuelle Erwartungen über zukünftige Großhandelspreise oder technologische Entwicklungen, und basieren ihre Entscheidungen auf diesen Erwartungen sowie ihrer individuellen Risikobereitschaft bzw. Renditeanforderung. Eine Analyse der zukünftig verfügbaren Anlagenleistungen auf Basis einer hoheitlich durchgeführten Wirtschaftlichkeitsanalyse, wie in Kapitel 4.3 des Abschlussberichts der

Für den Fall, dass im Rahmen eines weiterentwickelten Monitorings Versorgungssicherheitsrisiken vorhergesehen werden, sind mögliche Gegenmaßnahmen vorzusehen. Eine Ausarbeitung oder Bewertung derartiger Maßnahmen ist nicht Bestandteil dieses Kurzgutachtens. Der Abschlussbericht der WSB-Kommission nennt unter anderem folgende Maßnahmen:¹⁵

Maßnahmen zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit

sind für den Fall vorzusehen, dass im Monitoring Risiken abzusehen sind.

- **Prüfung eines systematischen Investitionsrahmens**, also der Verstärkung oder Einführung expliziter Investitionsanreize, sofern festgestellt wird, dass sich eine Kapazitätslücke abzeichnet und Investitionen ausbleiben.
- **Nutzung des bestehenden Reserve-Instrumentariums**, welches in Form der Kapazitätsreserve (2019), der Netzreserve und der Sicherheitsbereitschaft bereits umfangreich vorhanden ist. Diese könnten beispielsweise ausgeweitet oder verlängert werden, wobei unbedingt die Rückwirkungen auf die Anreize der Akteure im Strommarkt zu berücksichtigen sind.¹⁶
- **Weiterentwicklung und Fortführung der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**. Hierzu sollen auch über 2022 hinaus bis 2030 stabile Rahmenbedingungen für Investitionen in moderne KWK-Systeme geschaffen werden. In diesem Rahmen sollte die weitere Umstellung von Kohle- auf Gas-KWK attraktiver ausgestaltet werden. Diesbezüglich erkennt die WSB-Kommission die Chancen eines Erhalts der Standorte von Kohlekraftwerken an, deren gut ausgebaute Infrastruktur im Fall einer Energieträgerumstellung weiterhin genutzt werden kann. Auch die Kompatibilität mit grünen Gasen soll gefördert werden.
- **Beschleunigung der Genehmigungsverfahren für neue Gaskraftwerke**. Vor dem zuvor genannten Hintergrund empfiehlt die Kommission, Maßnahmen zur Beschleunigung von Genehmigungsprozessen zur Errichtung neuer Gaskraftwerke insbesondere an bestehenden Kohlekraftwerksstandorten zu prüfen.

WSB-Kommission vorgeschlagen, suggeriert eine Objektivität und hoheitliche Planbarkeit, welche aus unserer Perspektive in der Praxis nicht vorliegt. Ein solches Verfahren, verbunden mit darauf aufsetzenden Maßnahmen wie z.B. der Schaffung expliziter Investitionsanreize, gefährdet somit die Investitionsfreiheit der Marktakteure und letztlich die Funktionsweise des EOM-basierten Marktes. Wir stehen einem solchen Verfahren daher kritisch gegenüber.

¹⁵ WSB-Kommission (2019), Kapitel 4.3.

¹⁶ Siehe für eine umfangreiche Analyse der Rückwirkungen von verschiedenen Reserve-Instrumenten auf den Strommarkt z.B. die Ausführungen in einem Gutachten zur Folgenabschätzung von Kapazitätsmechanismen im Auftrag des BMWi: Frontier Economics / Consentec (2014).

Voraussetzungen für den Strukturwandel in der Energiewirtschaft schaffen – Erzeugungsseite

Erklärtes Ziel der Bundesregierung ist es, CO₂-emissionsintensive Stromerzeugung zunehmend durch emissionsfreie oder emissionsarme Stromerzeugung zu ersetzen, um die nationalen Klimaschutzziele bzw. die Sektorziele für die Energiewirtschaft zu erreichen. Hierzu kann und soll das Rheinische Revier sowie das Land NRW durch die Umsetzung der WSB-Empfehlungen einen signifikanten Beitrag leisten, den es politisch zu begleiten und zu unterstützen gilt.

Sozialverträgliche Ausgestaltung des Kohleausstiegs

Das Primärziel der Empfehlung der WSB-Kommission ist die Reduzierung und letztlich Beendigung der Förderung von Braunkohle und der Verstromung von Braun- und Steinkohle (siehe Kapitel 1). Oberste Priorität aus strukturpolitischer Sicht ist diesbezüglich, diesen Kohleausstieg sozialverträglich zu gestalten und auf diese Weise gleichzeitig das Knowhow der gut ausgebildeten Fachkräfte in der Region zu halten.

Hierzu bedarf es ausreichend langer Vorlaufzeiten und sorgfältiger Planung der direkt betroffenen Unternehmen der Energiewirtschaft unter Einbeziehung der betroffenen Mitbestimmungsorgane, damit betriebsbedingte Kündigungen vermieden werden können.

Ausbau Erneuerbarer Energien auch im Rheinischen Revier

Das zentrale erzeugungsseitige Instrument zur Erreichung der Klimaschutzziele in Deutschland ist die schrittweise Abschaltung fossiler Erzeugungskapazitäten. Zur Kompensation dieser Kapazitätsverluste ist es notwendig, den Ausbau von Erneuerbaren Energien zu forcieren. Der Anteil von Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch ist zwischen 2000 und 2018 bereits von rund 6 % auf fast 38 % gestiegen.¹⁷ Die Bundesregierung hat im Koalitionsvertrag von 2017 das Ziel festgelegt, diesen Anteil bis 2030 auf 65 % zu steigern, auch um den zusätzlichen Strombedarf zur Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehr, in Gebäuden und in der Industrie zu decken.¹⁸

Bereits heute wird ein wesentlicher Teil des Stromverbrauchs in Deutschland durch Windenergie (Anteil von 18 % am Stromverbrauch) und Sonnenenergie (8 %) gedeckt, vgl. BMWi (2019). Da die Potenziale von steuerbaren Erneuerbaren Energien wie Biomasse oder Biogas in Deutschland sehr begrenzt sind, wird die weitaus überwiegende zusätzliche Stromerzeugung zur Erreichung



Sozialverträgliche Ausgestaltung des Kohleausstiegs

ist Voraussetzung, um
Strukturbrüche zu
vermeiden.

¹⁷ Siehe BMWi (2019).

¹⁸ Siehe CDU, CSU und SPD (2017), S. 71.

des Ziels von 65 % Anteil von Erneuerbaren Energien aus Wind- und Sonnenenergie kommen.

Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es verlässlicher Rahmenbedingungen für Investitionen in Erneuerbare Energien. Es ist zudem zu beachten, dass Regelungen wie die jährlichen geförderten Zubau-Mengen im Einklang mit dem übergeordneten Ziel sind.



Bestehende Kohlestandorte

bieten eine gute Infrastruktur für den Ausbau von Erneuerbaren Energien und Gaskraftwerken.

Zentral für den Erfolg der Energiewende und einen erfolgreichen Strukturwandel in NRW wird daher sein, dass auch das Rheinische Revier und die Steinkohlekraftwerksstandorte für den Ausbau der Erneuerbaren Energien genutzt werden. Hierbei kann die energiewirtschaftliche Infrastruktur, die Verfügbarkeit gut ausgebildeter Arbeitskräfte und die Nähe zu großen Stromverbrauchssenen in Industrie, Gewerbe und privaten Haushalten zu Nutze gemacht werden.

Schaffung der Rahmenbedingungen für Gaskraftwerke an alten Kraftwerksstandorten in NRW

Ein weiterer wesentlicher Pfeiler der Energiewende wird voraussichtlich in einem Ausbau von Gaskraftwerken bestehen. Gaskraftwerke werden benötigt, sowohl

- in kurzer und mittlerer Frist, um die in den nächsten Jahren wegfallenden Stromerzeugungsmengen aus Kernenergie und Braun- und Steinkohle zu ersetzen;
- in längerer Frist, um die zunehmend auf dargebotsabhängige Erneuerbare Energien wie Wind- und Sonnenenergie basierende Stromerzeugung mit steuerbarer Kraftwerkstechnologie zu flankieren. Vor dem Hintergrund der langfristig erforderlichen vollständigen Dekarbonisierung der Stromerzeugung sollte zudem eine Kompatibilität der Kraftwerke mit grünem Gas (zum Beispiel aus Power-to-Gas, siehe unten) vorgesehen werden.

Hierbei kann es sich um Neubauten von Kraftwerken handeln oder um Umrüstungen von bisher Kohle-befeuerten Kraftwerken. Für beides bietet das Rheinische Revier bzw. NRW gute Voraussetzungen: Die Standorte von Braun- und Steinkohlekraftwerken verfügen bereits über eine gut ausgebaute Energieinfrastruktur. Insofern sollte geprüft werden, inwieweit diese Standorte sich für eine Umstellung auf weniger emissionsintensive Brennstoffe wie z.B. Erdgas oder grüne Gase eignen. In diesem Zusammenhang sollte zudem erwogen werden, die Genehmigungsverfahren zu beschleunigen. Des Weiteren ist anzunehmen, dass in Zukunft auch vermehrt dezentrale Gas-Erzeugungskapazitäten, wie Kraft-Wärme-Kopplungen, zum Einsatz kommen werden.

Voraussetzungen für den Strukturwandel in der Energiewirtschaft schaffen – Netze, Speicher und Sektorenkopplung

Ein immer mehr auf Stromeinspeisung aus Wind- und Solaranlagen ausgelegtes Stromsystem bewirkt, dass

- einerseits zunehmende Teile der Stromerzeugung (z.B. Offshore Wind in der Nord- und Ostsee) abseits der Lastzentren erfolgen, während fossile Kraftwerke in der Vergangenheit in der Regel lastnah angesiedelt wurden;
- andererseits zunehmende Teile der Stromerzeugung (z.B. Aufdach-Solaranlagen) dezentral erzeugt werden, das heißt lastnah, allerdings im Verteilernetz, wo es zu Situationen mit mehr Stromeinspeisung als -ausspeisung kommen kann, worauf die Verteilernetze bisher nur unzureichend ausgelegt sind;
- zudem Stromerzeugung und Strombedarf zunehmend zeitlich auseinanderfallen können, beispielsweise in Situationen mit hoher Last an einem kalten Winterabend, wo keine Sonnenenergie und im Fall von Flauten auch keine Windenergie zur Verfügung stehen.

Entsprechend kommen dem Transport und der Speicherung von Energie eine essenzielle Rolle für das Gelingen des energie-wirtschaftlichen Strukturwandels zu.

Ausbau und optimierte Nutzung der Stromnetze

Ein auf Stromeinspeisung aus Wind- und Solaranlagen ausgelegtes Stromsystem erfordert ein gut ausgebautes und intelligent gesteuertes Stromnetz. In Deutschland bedarf es daher eines erheblichen weiteren Ausbaus des Stromnetzes. Ein Teil dieses Ausbaubedarfs kann durch intelligente Lösungen für den optimierten Netzbetrieb eingespart werden, durch welche Erzeugung und Verbrauch auf regionaler Ebene bedarfsgerecht aufeinander abgestimmt werden können und so das System entlastet werden kann.

Hierzu bedarf es der Schaffung der erforderlichen Voraussetzungen, beispielsweise durch eine umfassende Reform des Entgelt-, Abgaben- und Umlagesystems. Zukünftig könnten beispielsweise, wie in der Zukunftsstudie von Frontier Economics (2016) für die IHK NRW und den DIHK beschrieben, Berechnungsmechanismen entwickelt werden, die den jeweiligen Beitrag eines Stromverbrauchers zur Netzbelastung adäquater reflektieren. Eine weitere Voraussetzung könnte die Implementierung entsprechender regionaler Marktplätze auf Verteilernetzebene sein. Auch die Schaffung von zunehmenden Anreizen zur Erforschung und Erprobung von Speichersystemen sollte geprüft werden. NRW



Ausbau und optimierte Nutzung

von Stromnetzen ist
essenziell für Gelingen der
Energiewende.

bietet diesbezüglich mit seinem energiewirtschaftlichen Knowhow, den vorhandenen ausgebildeten Arbeitskräften und der fachspezifischen Forschungslandschaft gute Voraussetzungen.

Möglichst effiziente Nutzung von Potenzialen für Sektorenkopplung, z.B. durch Power-to-Gas

Die langfristigen Klimaziele in Deutschland und Europa können nur erreicht werden, wenn neben dem Stromsektor auch der Haushalts-, Industrie- und Transportsektor defossilisiert werden. Hierzu wird es der Nutzung erneuerbar erzeugten Stroms bedürfen, der als Wärme, Gas oder Kraftstoff in diesen Sektoren eingesetzt werden kann (Sektorenkopplung).



Power-to-Gas

ist eine Schlüsseltechnologie für die Sektorenkopplung – auch in NRW.

Eine Schlüsseltechnologie der Sektorenkopplung ist Power-to-Gas. Durch die Umwandlung von Strom im Rahmen einer Elektrolyse in Wasserstoff und ggf. synthetisches Methan kann Energie aus Wind- und Solarkraft über lange Zeiträume gespeichert und durch bestehende Gasnetze im ganzen Land verteilt werden. Entsprechend kann die Power-to-Gas Technologie einen wichtigen Beitrag zur Adressierung von zwei der zentralen Herausforderungen der Energiewende leisten: Dem Energietransport und der Energiespeicherung.¹⁹ NRW bietet in diesem Zusammenhang, unter anderem auf Basis seines eng vermaschten Erdgasnetzes, des vorhandenen Wasserstoffnetzes sowie der zahlreichen industriellen Energieverbraucher mit erheblichem Wasserstoffbedarf, gute Voraussetzung zur Erprobung und Erforschung der Technologie.

Derzeit werden Elektrolyseure allerdings nur in geringen Größenordnungen und daher in kleinindustriellem Maßstab gefertigt, die Power-to-Gas Technologie ist bisher oft noch nicht wettbewerbsfähig. Ein zentrales Hemmnis für die Wettbewerbsfähigkeit besteht in den hohen Abgaben, Umlagen und Steuern, die Power-to-Gas Anlagen für den genutzten Strom tragen müssen. Hier bedarf es einer umfassenden Reform. Daneben ist zu prüfen, inwieweit ein temporäres Anreizsystem implementiert werden sollte, welches der Power-to-Gas Technologie in den frühen Jahren der technologischen Entwicklung zur Marktreife verhelfen könnte.

¹⁹ Siehe für eine detaillierte Analyse der potenziellen Beiträge von Power-to-Gas für die Energiewende Frontier et al. (2017b).

Voraussetzungen für den Strukturwandel in der Energiewirtschaft schaffen – Nachfrageseite

Stromnachfrage der Industrie insbesondere in NRW kann wichtigen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten

Neben einer Umstellung der Stromerzeugung wird auch die Nachfrageseite einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten müssen. Dazu ist es notwendig, Stromangebot und -nachfrage zunehmend zu verzahnen. Dabei kommt der Industrie eine besondere Bedeutung zu, denn 62 % des Stromverbrauchs entfallen in Deutschland auf Industrie und Gewerbe.

NRW kann mit seinem hohen Anteil energieintensiver Betriebe einen besonderen Beitrag zur Flexibilisierung der Stromnachfrage leisten. Dazu ist es notwendig, die entsprechenden Voraussetzungen zu schaffen. Wenn dies gelänge, könnte der vermeintliche Nachteil, den NRW aufgrund des energieintensiven Industriebesatzes hat, in einen Vorteil gewandelt werden. Hiervon könnten auch die Unternehmen profitieren.

In einer Studie für IHK NRW und den DIHK hatte Frontier Economics bereits 2016 nachgewiesen, welche grundsätzlichen Chancen eine aus industriepolitischer Sicht gestaltete Energiewende bietet, insbesondere in NRW. Diese Erkenntnisse gilt es nun – angesichts der unmittelbaren Auswirkungen des beschleunigten Kohleausstieges – umzusetzen.

Über 80 %

der Stromsystemkosten
werden im Jahr 2050 aus
Fixkosten bestehen.

Eine der wichtigsten Änderungen für den Wirtschaftsstandort ist dabei die neue Kostenstruktur der Stromversorgung durch die Energiewende: Insbesondere die zunehmende Umstellung von einer konventionellen Stromerzeugung mit substanziellen Brennstoffkosten zu erneuerbarer Stromerzeugung mit vernachlässigbaren variablen Kosten führt dazu, dass die Stromsystemkosten zukünftig fast nur noch aus Fixkosten bestehen werden – 2050 über 80 %. Für den Wirtschaftsstandort Deutschland ändern sich damit die Rahmenbedingungen für die Stromversorgung erheblich:

- Wetterabhängige erneuerbare Energiequellen wie Wind und Sonne führen zukünftig immer häufiger zu Situationen mit sog. „Überschussstrom“, in denen ein emissionsfreier Inputfaktor mit geringen variablen Produktionskosten (innerhalb der existierenden Kapazitäten) zur Verfügung steht, der z.B. für industrielle Wertschöpfung im Inland genutzt werden kann.
- Umgekehrt gilt es, den fixkostenintensiven Kapazitätsausbau auf das Nötigste zu beschränken, zum Beispiel indem der Stromverbrauch reduziert wird, wenn wenig Wind- und Solarstrom verfügbar ist oder wenn die Stromnetze sonst überlastet wären.

Für Industrie und Gewerbe können sich durch die geänderte Kostenstruktur grundsätzlich Wertschöpfungs- und Kostensenkungspotenziale eröffnen. Aus Unternehmenssicht sind diese gesamtwirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten unter heutigen Marktbedingungen jedoch nur in Einzelfällen wirtschaftlich: Der Strompreis für Letztverbraucher besteht inzwischen zu einem Großteil aus „staatlich induzierten Preisbestandteilen“, das heißt Abgaben, Entgelten, Steuern und Umlagen. Als Folge werden schon heute Wertschöpfungspotenziale im Inland nicht genutzt und die Konkurrenz im angrenzenden Ausland kann von günstigem deutschem „Überschussstrom“ profitieren.

Um eine wertschöpfungsmaximierende Nutzung des „Überschussstroms“ zu ermöglichen, müssten die Letztverbraucher in Deutschland zukünftig kostenreflektierende Preissignale erhalten, welche die tatsächlich durch ihre Verbrauchsentscheidungen verursachten Kostenimplikationen widerspiegeln. Dann hätten die flexiblen Verbraucher Anreize, ihr Nachfrageverhalten jeweils an den aktuellen Systemzustand anzupassen. Hierbei darf jedoch nicht vergessen werden, dass die Flexibilisierung auch natürliche Grenzen hat und eine gewisse Grundlast stets sicher vorhanden sein muss.

Integration von flexibler Nachfrage in der Industrie erfordert eine umfassende Überarbeitung des Abgabensystems

Hier bieten sich unmittelbare Handlungsfelder, bei denen durch politische Maßnahmen industriepolitische Chancen der Energiewende kurzfristig realisiert werden können, indem Industrie und Gewerbe erfolgreich in die Energiewende eingebunden und letztlich der Wirtschaftsstandort Deutschland gestärkt wird: Gerade NRW und das Rheinische Revier können durch ihre Wirtschaftsstruktur hier eine tragende Rolle spielen.

- **Die Nutzung des „Überschussstroms“ vor allem für Wertschöpfung durch Industrie und Gewerbe muss explizites politisches Ziel werden** – Die Politik muss für ein „level playing field“ der Nutzungsmöglichkeiten für „Überschussstrom“ sorgen und neben ausbaufähigen regulatorischen Anreizen auch auf Marktkräfte setzen.
- **Entscheidend hierfür ist eine kostenreflektierende Bepreisung von Energie** – Die Nutzung von „Überschussstrom“ zur Wertschöpfung in Industrie und Gewerbe darf nicht künstlich verteuert werden.
- **Dies erfordert kurzfristig eine Reform der Entgelt-, Umlagen- und Abgabensysteme** – Flexible Verbraucher in Gewerbe und Industrie müssen von Vorteilen der Energiewende profitieren können. Hierzu gilt es zu prüfen, inwieweit die oftmals starren und auf Arbeitspreise (je kWh) ausgerichteten Entgelte



**Kosten-
reflektierende Preis-
signale**

für Letztverbraucher sind erforderlich, damit „Überschussstrom“ wertschöpfungs-maximierend genutzt werden kann.

flexibilisiert und – wo sinnvoll möglich – auf Leistungskomponenten (je kW) umgestellt werden können. Ziel sollte dabei stets sein, die aktuellen Systemkosten möglichst unverfälscht an die Endkunden widerzuspiegeln. In diesem Zusammenhang ist auch kritisch zu prüfen, inwieweit die Erhebung der Stromsteuer den heutigen und zukünftigen Gegebenheiten noch gerecht wird.

Durch eine derartige Reform könnte die Region aufgrund ihrer besonders auf energieintensive Industrien ausgerichteten Struktur unmittelbar profitieren, letztlich ergeben sich hier jedoch bundesweit erhebliche Potenziale. Flexibilisierung hat jedoch auch physikalische Grenzen, die von Branche zu Branche unterschiedlich sein können. Vor diesem Hintergrund müssen Übergangs- und Ausgleichsregelungen sowie Ausnahmetatbestände in die Überlegungen mit einbezogen werden.

Prüfen ob Auswirkung auf Strompreise gedämpft werden sollten, wo die Wettbewerbsfähigkeit gefährdet ist

Zudem ist zu prüfen, inwieweit die durch den beschleunigten Kohleausstieg bedingten Steigerungen der ohnehin in Deutschland bereits hohen Strompreise gedämpft werden sollten, insbesondere für energieintensive Industrien. Die WSB-Kommission empfiehlt in diesem Zusammenhang beispielsweise einen Zuschuss auf die Übertragungsnetzentgelte (oder eine wirkungsgleiche Maßnahme). Außerdem empfiehlt die Kommission eine Verstetigung und Fortentwicklung der Strompreiskompensation im Rahmen des Europäischen Emissionshandelssystems (EU ETS).²⁰ Durch diese bekommen Unternehmen, die im internationalen Wettbewerb stehen, einen Teil der Kosten im Strompreis kompensiert, die sie durch die Existenz des EU ETS zu tragen haben, während Unternehmen in anderen Weltregionen mangels Existenz eines derartigen Klimaschutzinstruments derartige Kosten nicht tragen müssen.



Dämpfung der Strompreise

ist dort zu erwägen, wo die internationale Wettbewerbsfähigkeit andernfalls gefährdet ist.

Verbleibende Wertschöpfungslücken strukturpolitisch kompensieren

Es hat sich gezeigt, dass NRW und das Rheinische Revier durch die Empfehlungen der WSB-Kommission im Gegensatz zu den anderen Kohleregionen vor eine mehrfache Herausforderung gestellt werden. Diese Herausforderungen lassen sich reduzieren, wenn es gelingt, die mit dem Kohleausstieg einhergehenden energiewirtschaftlichen Aufgaben zu lösen. Durch die vorhandenen Stärken im Bereich der Energiewirtschaft und der energieintensiven Industrie hat das Rheinische Revier die Chance eine Blaupause für die Energiewende zu kreieren und den vermeintlichen Nachteil in einen Vorteil zu wandeln. Hierzu ist es notwendig den Fokus der

²⁰ Vgl. WSB-Kommission (2019), S. 66.

aktuellen Strukturwandel-Debatte wieder auf die energiewirtschaftlichen Fragen zu richten.

Viele der in den vorangehenden Abschnitten thematisierten, notwendigen Technologien besitzen heute noch keine Marktreife. Damit Investitionen und Forschung und Entwicklung vorangetrieben werden, muss ein entsprechendes Umfeld geschaffen werden. Dazu gehört auch, dass eine Diskussion über das energiewirtschaftliche Preis- und Abgabensystem geführt wird. Als Energie-region der Zukunft müssen auch NRW und das Rheinische Revier attraktive Voraussetzungen schaffen, beispielsweise durch eine einfache und unbürokratische Förderlandschaft und optimale Rahmenbedingungen für Unternehmen.

Strukturpolitische Maßnahmen

ergänzen das
energiewirtschaftliche
Maßnahmenbündel.

Trotz der identifizierten Chancen, die sich für die Region im Rahmen der Energiewende nutzen ließen, lässt sich nicht ausschließen, dass es durch den beschleunigten Kohleausstieg zukünftig zu Wertschöpfungslücken in der Region kommen wird. Somit sind neben den vorangehend diskutierten energiewirtschaftlichen Maßnahmen, ergänzend auch strukturpolitische Maßnahmen vorzusehen.

Hierzu beinhaltet der Abschlussbericht der WSB-Kommission bereits eine Vielzahl von Vorschlägen aus den vom Braunkohleausstieg betroffenen Bundesländern NRW, Niedersachsen, Brandenburg und Sachsen, die in dieser Kurzstudie allerdings nicht zu bewerten waren. Wie vorangehend erläutert sollte allerdings prioritär versucht werden, die in den betroffenen Regionen vorhandenen Strukturen wie Infrastruktur, Arbeitskräfte und Knowhow innerhalb der Energiewirtschaft zu nutzen, um einen bestmöglichen energiewirtschaftlichen Strukturwandel zu schaffen, und so die Notwendigkeit kompensierender Maßnahmen möglichst gering zu halten.

LITERATURVERZEICHNIS

- **Aurora / BDI / DIHK / BDA (2018):** Auswirkungen der Schließung von Kohlekraftwerken auf den deutschen Strommarkt. Gemeinsame Position der deutschen Wirtschaft zu einem Kurzgutachten von Aurora Energy Research, online abrufbar unter <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/media-weitere-downloads/2019-01-21-position-bdi-dihk-bda-kurzgutachten-aurora-auswirkungen-kohleausstieg.pdf>.
- **BMWi (2016):** Monitoring-Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie nach § 51 EnWG zur Versorgungssicherheit im Bereich der leitungsgebundenen Versorgung mit Elektrizität Stand: Juli 2016, online abrufbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/monitoringbericht-versorgungssicherheit.html>.
- **BMWi (2018):** Antwort auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Martin Neumann, Michael Theurer, Grigorios Aggelidis, et al. betr.: „Versorgungssicherheit mit Elektrizität“, BT-Drucksache: 1915721, online abrufbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Parlamentarische-Anfragen/2018/19-5721.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
- **BMWi (2019):** Informationsportal Erneuerbare Energien, Aktuelle Informationen: Erneuerbare Energien im Jahr 2018, online abrufbar unter <https://erneuerbare-energien.de>.
- **Boston Consulting Group / prognos (2018):** Klimapfade für Deutschland, online abrufbar unter https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2018/Januar/Klimapfade_fuer_Deutschland_BDI-Studie_/Klimapfade-fuer-Deutschland-BDI-Studie-12-01-2018.pdf.
- **Bundesagentur für Arbeit (2019):** Beschäftigtenstatistik, online abrufbar unter <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistik-nach-Themen/Beschaeftigung/Beschaeftigte/Beschaeftigte-Nav.html>.
- **Bundesnetzagentur (2018):** Kraftwerkliste der Bundesnetzagentur - Stand: 19.11.2018, online abrufbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/cln_1411/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerkliste/kraftwerkliste-node.html.
- **CDU, CSU und SPD (2017):** Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 19. Legislaturperiode, online abrufbar unter <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/847984/5b8bc23590d4cb2892b31c987ad672b7/2018-03-14-koalitionsvertrag-data.pdf?download=1>.
- **Deutsche Energieagentur (2018):** dena-Leitstudie Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050, online abrufbar unter https://shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf.

- **Deutsche Übertragungsnetzbetreiber (2018):** Bericht der deutschen Übertragungsnetzbetreiber zur Leistungsbilanz 2017-2021, online abrufbar unter https://www.netztransparenz.de/portals/1/Content/Ver%C3%B6ffentlichungen/Bericht_zur_Leistungsbilanz_2018.pdf.
- **DIW et al. (2018):** Die Beendigung der energetischen Nutzung von Kohle in Deutschland. Ein Überblick über Zusammenhänge, Herausforderungen und Lösungsoptionen, online abrufbar unter https://www.ecologic.eu/sites/files/publication/2018/3537-kohlereader_final.pdf.
- **DIW (2018):** Kohleausstieg in NRW im deutschen und europäischen Kontext – Energiewirtschaft, Klimaziele und wirtschaftliche Entwicklung, DIW Berlin: Politikberatung kompakt 129, online abrufbar unter https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.598424.de/diwkompakt_2018-129.pdf.
- **ENTSOE (2018):** Datensatz zum Seasonal Outlook (Input Datasets), abrufbar unter <https://www.entsoe.eu/outlooks/seasonal/>
- **Europäische Kommission (2019):** Energy prices and costs in Europe, online abrufbar unter <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/energy-prices-and-costs>.
- **Frontier Economics / Consentec (2014):** Folgenabschätzung Kapazitätsmechanismen (Impact Assessment), Studie im Auftrag des BMWi, online abrufbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/folgenabschaetzung-kapazitaetsmechanismen-impact-assessment.html>.
- **Frontier Economics / Formaet (2014):** Strommarkt in Deutschland - Gewährleistet das derzeitige Marktdesign Versorgungssicherheit?, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, online abrufbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/strommarkt-in-deutschland-gewaehrleistung-das-derzeitige-markt-design-versorgungssicherheit.html>.
- **Frontier Economics (2016):** Energiewende in Deutschland – Perspektiven für Industrie & Gewerbe. Kurzstudie im Auftrag von IHK NRW und DIHK, online abrufbar unter <https://www.dortmund.ihk24.de/blob/doihk24/innovation/energie/3566924/a89107c1dcd6aafef7629884d9ec365c/Energiewende-Studie-data.pdf>.
- **Frontier Economics / ETR / Georg Consulting / Visionometrics (2017):** Folgenabschätzung des CO2-Sektorziels für die Energiewirtschaft im Klimaschutzplan 2050. Eine Studie im Auftrag der RWE AG, online abrufbar unter <https://www.frontier-economics.com/media/2263/frontier-et-al-folgenabschätzung-ksp2050-endbericht-2.pdf>.
- **Frontier Economics / IAEW / 4 Management / EMCEL (2017b):** Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland. Eine modellbasierte Analyse, online abrufbar unter https://www.fnb-gas.de/files/fnb_gas_wert_von_gasinfrastruktur-endbericht.pdf.
- **Frontier Economics / ETR (2018):** Die Bedeutung des Wertschöpfungsfaktors Energie in den Regionen Aachen, Köln und Mittlerer Niederrhein. Kurzstudie im Auftrag von IHK Aachen, IHK Köln und IHK Mittlerer Niederrhein, online abrufbar unter <https://www.ihk-krefeld.de/de/media/pdf/innovation/energie/studie-die-bedeutung-des-wertschoepfungsfaktors-energie-in-den-regionen-aachen-.pdf>.

- **Frontier Economics (2018):** Strompreiseffekte eines Kohleausstiegs. Kurzstudie im Auftrag der RWE AG, online abrufbar unter https://www.frontier-economics.com/media/2270/not_frontier-kurzstudie-kohleausstieg-16-08-2018-en-stc.pdf.
- **IT.NRW (2016):** Pressemitteilung 335/16 „Ausstoß energiebedingter CO2-Emissionen 2014 um drei Prozent niedriger als ein Jahr zuvor“, online abrufbar unter <https://www.it.nrw/node/14535/pdf>.
- **Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (2019):** Abschlussbericht, Beschluss vom 26.01.2019, online abrufbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
- **Statistik der Kohlenwirtschaft (2016):** Verwendung der Braunkohlenförderung nach Revieren, Köln, abrufbar unter <https://kohlenstatistik.de/19-0-Braunkohle.html>.
- **Statistik der Kohlenwirtschaft (2017):** Beschäftigte in der Braunkohlenindustrie in Deutschland Ende Dezember 2016, Köln, online abrufbar unter <https://kohlenstatistik.de/19-0-Braunkohle.html>.

