

ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE NOTWENDIGKEIT DER BRAUNKOHLENGEWINNUNG UND NUTZUNG IM RHEINISCHEN REVIER

Ergänzende Analyse des Stilllegungspfades gemäß Bund/Länder-Einigung

Die RWE Power AG hat das Konsortium aus Frontier Economics („Frontier“), Fraunhofer IMWS und Economic Trends Research („ETR“) beauftragt, ein Gutachten¹ zur „Energiewirtschaftlichen Notwendigkeit der Braunkohlegewinnung und –nutzung im Rheinischen Revier“ zu erstellen (nachfolgend „Gutachten“). Ausgangspunkt des Gutachtens war der nach dem Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (KWSB) zu erwartende Fahrplan zur Außerbetriebnahme der Stein- und Braunkohlenkraftwerke, insbesondere auch im Hinblick auf die Entwicklung der Kraftwerkskapazität im Rheinischen Revier.

Seit der Fertigstellung des Gutachtens im Dezember 2019 ist mit der „Bund/Länder-Einigung zum Kohleausstieg“ vom 16.01.2020 der Stilllegungspfad für die Braunkohlenkraftwerke in Deutschland und auch im Rheinischen Revier konkretisiert worden.² In dieser Kurzstudie untersuchen wir, inwieweit sich durch die o.g. Verständigung die Ergebnisse des Gutachtens verändert haben. So berechnen wir den veränderten Beitrag der Rheinischen Braunkohle zur Stromversorgung und ermitteln die daraus resultierenden Braunkohlenmengen, basierend auf dem Stilllegungspfad der Bund/Länder-Einigung.

Einleitung

Diese Analyse ist als Ergänzung des Gutachtens zu verstehen und fasst die Ergebnisse des Stilllegungspfades gemäß Bund/Länder-Einigung mit Hinblick auf die erwartete Stromerzeugung im Rheinischen Revier sowie die dazu benötigten Braunkohlenfördermengen zusammen. Die Analyse ist wie folgt strukturiert:

- Zusammenfassung;
- Einordnung in das Gutachten;
- Stilllegungspfad gemäß „Bund/Länder-Einigung“;

¹ Frontier Economics / Fraunhofer IMWS / ETR (2019): Energiewirtschaftliche Notwendigkeit der Braunkohlegewinnung und -nutzung im Rheinischen Revier – Studie im Auftrag der RWE Power AG.

² Bund-/Länder-Einigung zum Kohleausstieg, Pressemitteilung Nr. 21/20 vom 16. Januar 2020.

- Beitrag der Braunkohle zur Stromversorgung in Deutschland;
- Erforderlicher Braunkohlenförderbedarf im Rheinischen Revier (2020-2038);
- Bedeutung der Braunkohle im Rheinischen Revier für Beschäftigung und Wertschöpfung.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Braunkohlenkraftwerke im Rheinischen Revier liefern auch unter dem vereinbarten Stilllegungspfad einen wesentlichen Beitrag zur Stromversorgung

Im Jahr 2018 betrug die Stromerzeugung im Rheinischen Revier ca. 67 TWh. Im Jahr 2023 erwarten wir eine Nettostromerzeugung in Höhe von noch ca. 44 TWh. Damit decken die Braunkohlenkraftwerke im Jahr 2023 ca. 30 % des Netto-Stromverbrauchs in NRW und ca. 8 % des gesamtdeutschen Verbrauchs. Bis zum Jahr 2030 sinkt die Erzeugung auf Basis der Bund/Länder-Einigung auf ca. 22 TWh/a und später auf ca. 20 TWh/a im Jahr 2038.

Stilllegungspfad der Bund/Länder-Einigung führt zu deutlicher Reduktion der CO₂-Emissionen im Rheinischen Revier

Die Emissionen der Kraftwerke im Rheinischen Revier sinken von 2018 bis zum Jahr 2030 um mehr als 50 Mio. tCO₂, also um mehr als 70%. Im Jahr 2038 werden noch rd. 20 Mio. tCO₂ emittiert.

Erforderlicher Förderbedarf im Zeitraum 2020 bis 2038 von ca. 890 Mio. Tonnen

Um die notwendigen Beiträge der Braunkohlenverstromung für das Erreichen der energiewirtschaftlichen Ziele (Preisgünstigkeit, Versorgungssicherheit, Umwelt-/Klimaverträglichkeit der Stromversorgung) zu gewährleisten, wird gemäß unserer Berechnungen im Jahr 2023 eine Fördermenge von bis zu 50 Mio. t im Rheinischen Revier erforderlich sein. Dem Ausstiegspfad folgend sinkt die Fördermenge für die Verstromung im Rheinischen Revier auf ca. 22 Mio. Tonnen im Jahr 2030.

Insgesamt beträgt die Förderung für die Verstromung ca. 720 Mio. Tonnen im Zeitraum 2020 bis 2038.³ Davon entfallen in etwa 595 Mio. Tonnen auf die Kraftwerke an der „Nord-Süd-Bahn“⁴ (inkl. Vorhaltung von bis zu 20 Mio. Tonnen für die Sicherheitsbereitschaft eines 600 MW-Blocks in Niederaußem im Zeitraum 2030-2033⁵) und ca. 125 Mio. Tonnen auf das Kraftwerk Weisweiler und den Tagebau Inden. Unter Berücksichtigung der Fördermengen für die Herstellung der Veredlungsprodukte (rd. 170 Mio. Tonnen von 2020 bis 2038) ergibt sich ein Gesamtförderbedarf in Höhe von ca. 890 Mio. Tonnen. Hieraus ergibt sich für die Nord-Süd-Bahn (NSB) eine Kohlemenge von ca. 765 Mio.t.

³ Fördermengen für die Verstromung im Zeitraum 2020 bis 2022 leiten wir auf Basis einer durchschnittlichen Standardauslastung von 6.850 h/a ab.

⁴ Die „Nord-Süd-Bahn“ (NSB) umfasst die Kraftwerke Niederaußem und Neurath sowie die Tagebaue Hambach und Garzweiler.

⁵ Gemäß Stilllegungspfad Anlage 2 Entwurf Kohleausstiegsgesetz

Zur Abbildung der Unsicherheit über den zukünftigen Kraftwerkseinsatz variieren wir die Auslastung nach 2025 um +/- 5%. Daraus ergibt sich eine Bandbreite für den Gesamtförderbedarf von ca. **870 und 910** Mio. Tonnen, davon entfallen in etwa 750 bis 780 Mio. Tonnen auf die Tagebaue an der NSB.

Bereits bis zum Ende der laufenden Dekade beläuft sich die Förderung in Summe auf ca. 630 bis 655 Mio. Tonnen. Hiervon entfallen ca. 510 bis 530 Mio. Tonnen auf die NSB bzw. ca. 400 bis 415 Mio. Tonnen allein auf die Kraftwerke an der NSB. Im Fall eines auf Ende 2035 vorgezogenen Braunkohleausstiegs ergibt sich immer noch ein Kohlebedarf an der NSB von ca. 675 bis 710 Mio. Tonnen.

Braunkohlenkraftwerke und -tagebaue im Rheinischen Revier leisten auch im Stilllegungspfad der Bund/Länder-Einigung einen wesentlichen Beitrag zu Beschäftigung und Wertschöpfung

Im Jahr 2018 waren bundesweit 28.500 Arbeitsplätze und eine Wertschöpfung in Höhe von 3,3 Mrd. Euro mit der Braunkohle des Rheinischen Reviers verbunden. Auf Basis der Bund/Länder-Einigung läge die Bruttowertschöpfung, die durch Förderung und Nutzung der Braunkohle des Rheinischen Reviers generiert wird, bei 1,4 Mrd. Euro im Jahr 2030. 12.200 Menschen wären 2030 in Deutschland – direkt oder indirekt – für die Braunkohlenwirtschaft des Rheinischen Reviers tätig.

In Nordrhein-Westfalen trug die Braunkohlenwirtschaft im Jahr 2018 direkt oder indirekt mit ca. 20.000 Arbeitsplätzen und einer Bruttowertschöpfung von ca. 2,2 Mrd. Euro zum wirtschaftlichen Erfolg des Bundeslandes bei. Entsprechend des Ausstiegspfades sinkt die Beschäftigung und die Wertschöpfung im Zeitverlauf. Im Jahr 2030 hängen noch ca. 8.000 Personen direkt oder indirekt von der Braunkohlenwirtschaft ab. Der Beitrag zur Wertschöpfung in NRW beläuft sich dann noch auf etwa 900 Mio. Euro.

Einordnung in das Gutachten zur Energiewirtschaftlichen Notwendigkeit

Im Gutachten diskutieren wir die energiewirtschaftliche Notwendigkeit der Braunkohलगewinnung und -nutzung im Rheinischen Revier mit Hilfe von energie- und stromwirtschaftlichen Analysen (**Kapitel 3**) sowie unter Berücksichtigung der gesamtwirtschaftlichen (**Kapitel 4**) und regionalwirtschaftlichen Bedeutung (**Kapitel 5**) der Braunkohle in Deutschland und NRW.

In Kapitel 3 des Gutachtens prognostizieren und bewerten wir die zukünftige Braunkohलगewinnung für die energetische Nutzung im Rheinischen Revier bis in das Jahr 2038. Die Analyse des zukünftigen Einsatzes der rheinischen Braunkohle in der Verstromung basiert dabei auf verschiedenen Modellierungen des europäischen Strommarktes, für welche das bei Frontier Economics verfügbare simultane Investitions- und Dispatchmodell CID („Combined Investment- & Dispatch) genutzt wird.

Zukünftige Braunkohlenmengen für die Veredlung werden aus heutigen Veredlungsmengen und den spezifischen Produktcharakteristiken abgeleitet. Neben der Beendigung der Brikettierung zum Ende des Jahres 2022 geht RWE

planerisch von einer weiteren Abnahme der Veredlungsprodukte aus. Wir unterstellen daher einen geringeren Rohkohlebedarf als im Gutachten.⁶

Diese ergänzende Analyse stellt eine Aktualisierung der Ergebnisse der stromwirtschaftlichen Analysen dar. Sie basiert auf ansonsten identischen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Für eine detaillierte Beschreibung der Methodik und der zugrundeliegenden Annahmen verweisen wir daher auf das Gutachten.⁷

Die hier dargestellten gesamt- und regionalwirtschaftlichen Analysen basieren auf dem aktualisierten Ausstiegspfad der Bund/Länder-Einigung sowie den sich daraus ergebenden Stromerzeugungs- und Braunkohlenfördermengen. Die Methodik der gesamt- und regionalwirtschaftlichen Analyse entspricht dem Vorgehen in Kapitel 4 bzw. Kapitel 5 des Gutachtens.

Stilllegungspfad gemäß „Bund/Länder-Einigung“

Der in dieser ergänzenden Analyse unterstellte Ausstiegspfad entspricht für die Braunkohlenkraftwerke dem Stilllegungsplan der Bund/Länder-Einigung. Für das Rheinische Revier beinhaltet dieser die folgenden Stilllegungen⁸:

- Im Zeitraum 2020 bis 2023 fünf 300 MW-Blöcke und zwei 600 MW-Blöcke;
- Im Zeitraum 2024 bis 2029 ein 300 MW-Block und vier 600 MW-Blöcke, von denen ein 600 MW-Block an der NSB für 4 Jahre in eine jederzeit einsetzbare Sicherheitsbereitschaft überführt wird; und
- Bis zum Ende des Jahres 2038 die drei verbleibenden 1.000 MW-Blöcke.

Wir nehmen für den Ausstiegspfad der Steinkohlenkraftwerke gemäß den Empfehlungen der KWSB einen linearen Pfad an, der in erster Linie auf dem Alter der Kraftwerke basiert.⁹ Zusammengefasst ergibt sich in den hier betrachteten Stichjahren der in **Abbildung 1** dargestellte Kapazitätsverlauf für alle Braun- und Steinkohlenkraftwerke in Deutschland.

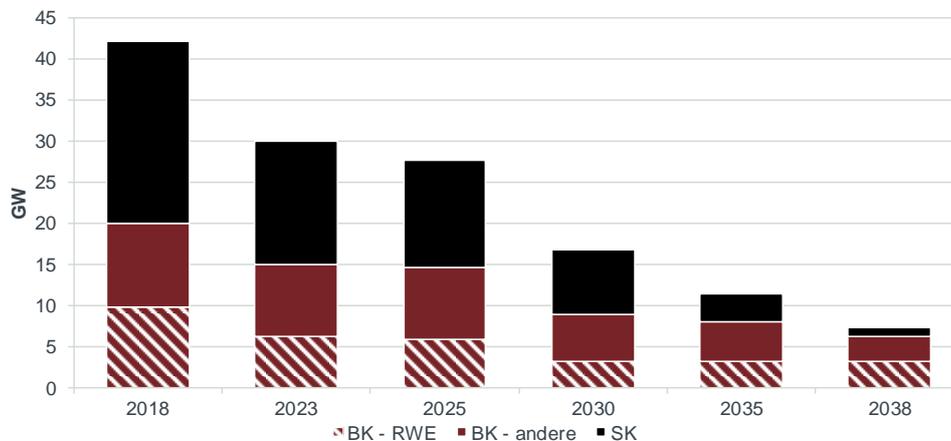
⁶ Vgl. Kapitel 3.3 des Gutachtens.

⁷ Vgl. Kapitel 3.1 sowie Anhang A des Gutachtens.

⁸ inkl. Sicherheitsbereitschaft ohne Kleinanlagen oder Veredlung.

⁹ Der Referentenentwurf des Kohleausstiegsgesetz sieht ein derartiges Abschmelzen der Steinkohlenkapazitäten vor, dass die Reduktion aus Braun- und Steinkohlenkraftwerken einen linearen Pfad ergibt. Zum Zeitpunkt der Analyse war dies noch nicht bekannt. Die Umsetzung dieser Vorgabe würde bei Zugrundelegung des Braunkohleausstiegsplans der Bund/Länder-Einigung zu einem schnelleren Ausstieg aus der Steinkohleverstromung führen, als in dieser Analyse unterstellt. Der hier angenommene Steinkohleausstiegspfad ist daher in Bezug auf die sich ergebenden Braunkohlenmengen als konservative Annahme zu bezeichnen.

Abbildung 1 Stilllegungspfad Braun- und Steinkohle (verbleibende Kapazitäten in Deutschland)



Quelle: Frontier Economics auf Basis von Bund/Länder-Einigung und KWSB-Beschluss

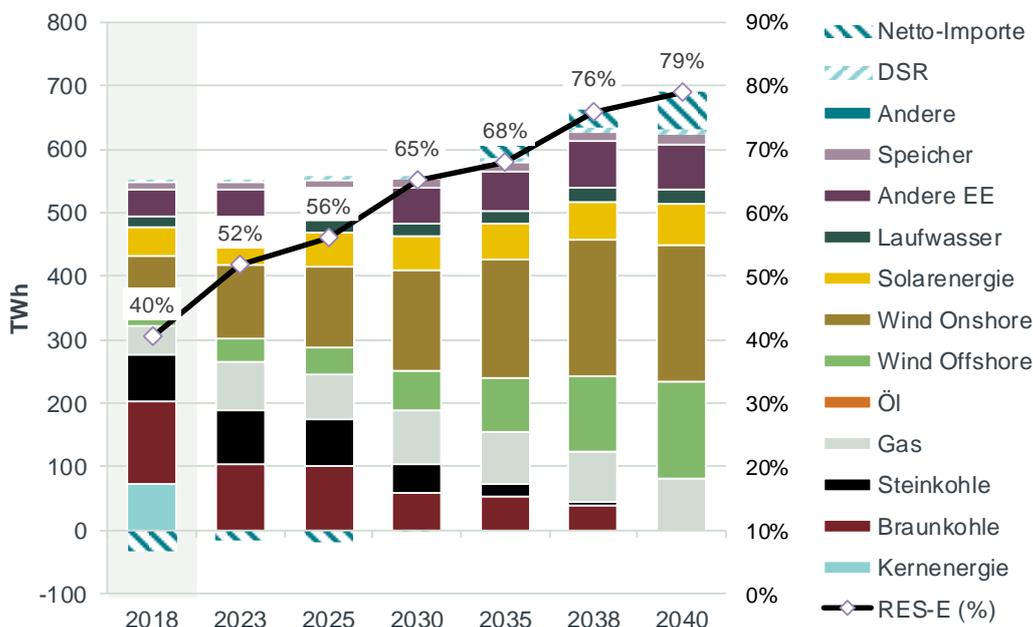
Beitrag der Braunkohle zur Stromerzeugung

Braunkohle mit hohem Erzeugungsanteil in Deutschland

Unsere Modellierung zeigt, dass auch mittelfristig ein substantieller Teil der deutschen Stromversorgung aus Braunkohle stammen wird. Wir unterstellen dabei einen voranschreitenden Ausbau der Kapazitäten aus Erneuerbaren Energien und einen Kohleausstieg gemäß der KWSB-Empfehlung bzw. gemäß Bund-/Länder-Einigung. **Abbildung 2** zeigt die Stromerzeugung aus Braunkohle und den anderen Energieträgern in Deutschland:

- Im Jahr 2023 wird ca. 104 TWh Strom (netto) aus Braunkohle produziert. Das entspricht 20 % der gesamten deutschen Nettoerzeugung.
- Im Jahr 2030 wird ca. 60 TWh Strom (netto) aus Braunkohle produziert. Das entspricht 11 % der gesamten deutschen Nettoerzeugung.

Abbildung 2 Stromerzeugung in Deutschland (Bund/Länder-Einigung)



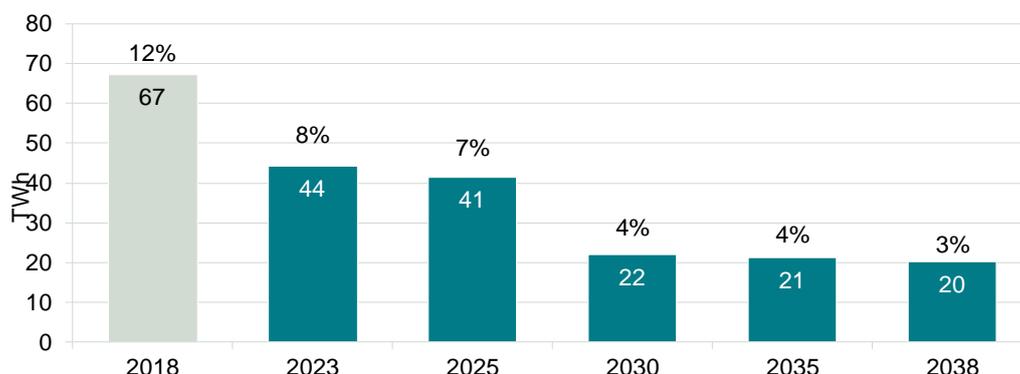
Quelle: Frontier Economics

Erzeugung aus Braunkohle im Rheinischen Revier im Jahr 2023 mit einem Marktanteil von 8% (in Deutschland), langfristig wie Kohleverstromung insgesamt rückläufig

Die Netto-Stromerzeugung aus Braunkohle im Rheinischen Revier entsprach im Jahr 2018 mit bis zu 68 TWh einem Marktanteil von 13 % in Deutschland. Bis zum Jahr 2023 sinkt die Erzeugung auf ca. 44 TWh (netto) und einem Marktanteil von ca. 8 % in Deutschland (vgl. **Abbildung 3**). Im Jahr 2030 beträgt dieser Anteil 4 % bei einer Netto-Erzeugung von 22 TWh. Gemessen am Netto-Stromverbrauch in NRW sinkt der Anteil der rheinischen Braunkohlenerzeugung von ca. 48% im Jahr 2018 auf ca. 30 % im Jahr 2023 und ca. 15% im Jahr 2030 (vgl. **Tabelle 1**).

Im Zeitraum 2020 bis 2038 werden in den Kraftwerken des Rheinischen Reviers in Summe ca. 630 TWh Strom für die öffentliche Versorgung produziert.

Abbildung 3 Stromerzeugung aus Braunkohle im Rheinischen Revier und Anteil an gesamtdeutscher Erzeugung im Referenzfall



Quelle: Frontier Economics

Hinweis: Historische Erzeugung 2018: RWE Geschäftsbericht 2018

Tabelle 1 Anteil der Stromerzeugung aus Braunkohle im Rheinischen Revier am Stromverbrauch in NRW

	2018	2023	2030	2038
Stromverbrauch NRW (TWh)	141*	138	142	168
Nettostromerzeugung aus rheinischer Braunkohle (TWh)	67**	44	22	20
Anteil rheinischer Nettostromerzeugung aus Braunkohle an Stromverbrauch NRW	48 %	32 %	15 %	12 %

Quelle: Frontier Economics

Hinweis: Basierend auf der Annahme, dass der Anteil des NRW-Stromverbrauchs an der deutschen Gesamtnachfrage (26 %) über die Zeit konstant bleibt. Details zu der angenommenen Stromnachfrageentwicklung in Deutschland sind dem Anhang des Gutachtens zu entnehmen (Abschnitt A.3.3).

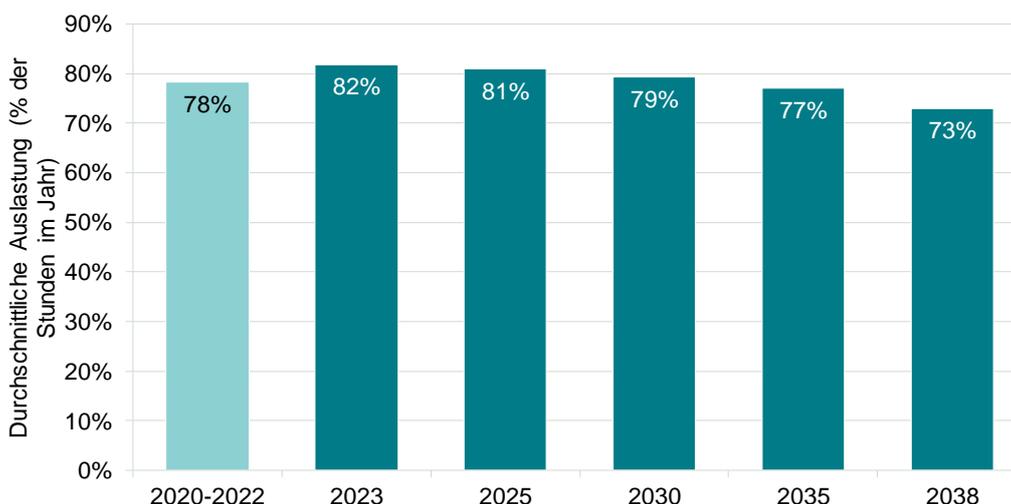
*Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen 2019a
RWE Stromerzeugung aus Braunkohle 67,2 TWh (Geschäftsbericht RWE AG 2018)

Durchschnittliche Auslastung der Braunkohlenkraftwerke im Rheinland stabil bis in die 2030er Jahre

Wie die Braunkohlenkraftwerke in Deutschland generell weisen auch die verbleibenden Kraftwerke im Rheinischen Revier heute und in Zukunft eine hohe Auslastung auf. Für den Zeitraum 2020-2022 gehen wir auf Basis der Modellierung eines Standard-Wetterjahres von einer Auslastung der verbleibenden Kraftwerke von ca. 6.850 h/a aus, dies entspricht ungefähr 78%. Aufgrund des Kernenergieausstiegs in Deutschland und der Außerbetriebnahme von Kohlekraftwerkskapazitäten in Deutschland und dem europäischen Ausland steigt die durchschnittliche Auslastung der Braunkohlenkraftwerke im Jahr 2023 auf 82% leicht an, ist danach aber v.a. wegen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien wieder leicht rückläufig.

Trotz deutlichem Ausbau der Erneuerbaren Energien erwarten wir für das Jahr 2038 immer noch eine Auslastung der am Netz verbleibenden Anlagen von 73 % für den Braunkohlenkraftwerkspark im Rheinland (**Abbildung 4**). Dies belegt, dass die Stromerzeugung aus Braunkohle im Rheinischen Revier auch langfristig in hohem Maße kosteneffizient und marktfähig ist.

Abbildung 4 Durchschnittliche Auslastung der Braunkohlenkraftwerke im Rheinischen Revier von 2020 bis 2038



Quelle: Frontier Economics

Hinweis: Die Auslastung ist berechnet auf Basis von 8.760 Stunden im Jahr und bezieht sich auf die Stromerzeugung aus Kraftwerken der öffentlichen Versorgung.

Beitrag zur Minderung der CO₂-Emissionen in Deutschland

Das Klimaschutzgesetz definiert nationale Sektorziele für die Minderung von Treibhausgasemissionen. In der Energiewirtschaft wird eine Minderung um 62 % bis 2030 gegenüber 1990 als Ziel vorgegeben. Dies entspricht CO₂-Emissionen aus der Energiewirtschaft von 175 Mio. tCO₂¹⁰.

Die Bund/Länder-Einigung zum Ausstieg aus der Kohleverstromung setzt dieses Klimaschutzziel für die Stromwirtschaft um. Die Modellergebnisse zeigen, dass die Emissionen aus der Energiewirtschaft auf ca. 173 Mio. tCO₂ im Jahr 2030 fallen und das Sektorziel für die Energiewirtschaft¹¹ im Jahr 2030 erreicht wird (vgl. **Abbildung 5**):

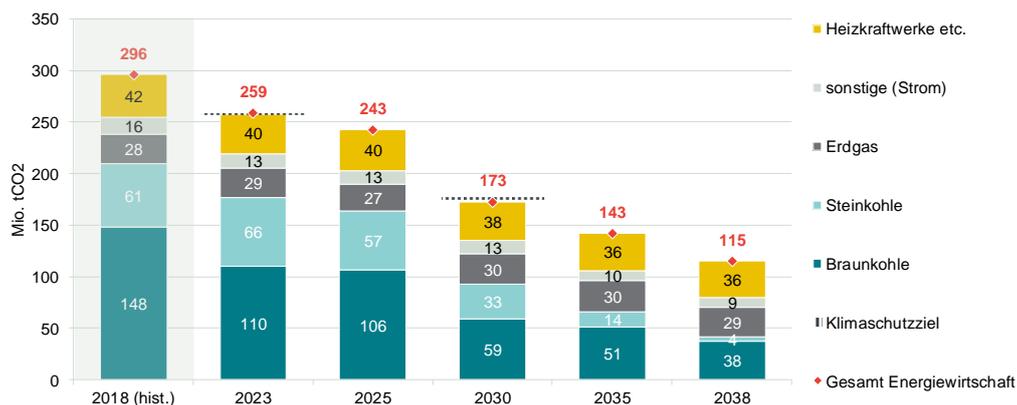
- Die Emissionen aus Braunkohlenkraftwerken gehen von 148 Mio. tCO₂ im Jahr 2018 auf 59 Mio. tCO₂ im Jahr 2030 zurück;
- Die Emissionen aus Steinkohlenkraftwerken sinken bis 2030 von 61 Mio. tCO₂ im Jahr 2018 auf 33 Mio. tCO₂, die Emissionen aus Gas-Kraftwerken steigen im selben Zeitraum leicht von 28 auf 30 Mio. tCO₂.

¹⁰ Klimaschutzgesetz 2019, Bundesgesetzblatt 2019, Teil 1 Nr. 48; 17.12.2019.

¹¹ Die modellierten CO₂-Emissionen liegen im Stichjahr 2023 leicht über den Sektorzielen des Klimaschutzgesetzes. Die Ziele wurden nach Fertigstellung unserer Analyse festgelegt und sind daher in der Strommarktanalyse noch nicht vollständig berücksichtigt. Die Reduktion der nicht-strom Bestandteile der Energiewirtschaft ist hier zudem vereinfacht dargestellt und nicht Gegenstand der Analyse.

- Emissionen aus Heizkraftwerken, Pipelineverdichtern etc. fallen annahmegemäß bis 2030 auf 38 Mio. tCO₂¹², da auch in diesen Sektoren in Folge des Klimaschutzgesetzes weitere Emissionsminderungsmaßnahmen zum Einsatz kommen werden;¹³
- Sonstige Emissionen (Stromerzeugung, die nicht Kohle und Gas betrifft) fallen auf 13 Mio. tCO₂ im Jahr 2030.¹⁴

Abbildung 5 Emissionen aus Stromerzeugung in Deutschland (gesamt)



Quelle: Frontier Economics; historische Emissionen im Jahr 2018 auf Basis von BMWi Energiedaten, Stand 03.05.2019.

Beitrag der Kraftwerke im Rheinischen Revier

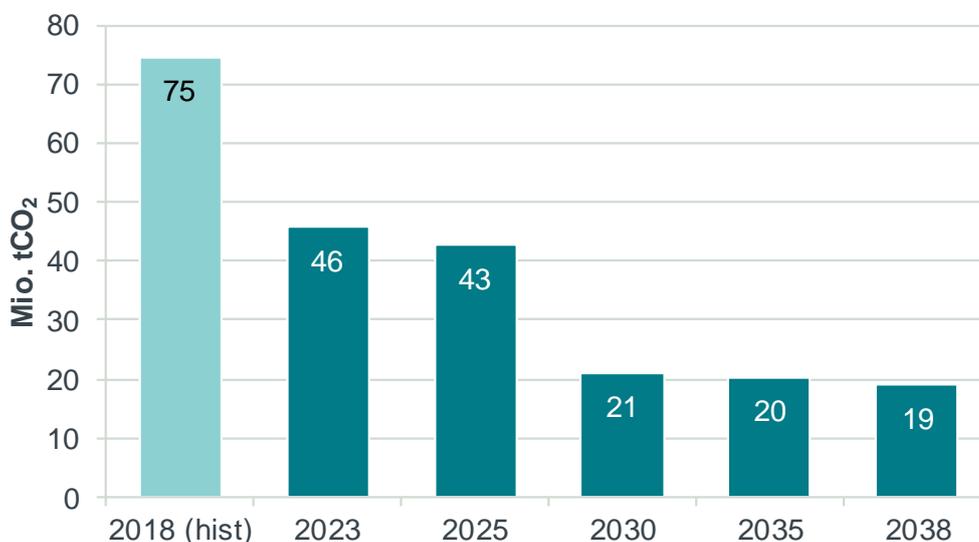
Die Kraftwerke im Rheinischen Revier leisten einen großen Beitrag zur Minderung der CO₂-Emissionen in Deutschland (vgl. **Abbildung 6**). Dabei sinken die Emissionen der Kraftwerke im Rheinischen Revier von 2018 bis zum Jahr 2030 um mehr als 50 Mio. tCO₂, also um mehr als 70%. Bis zum Jahr 2038 bleiben die CO₂-Emissionen aus Braunkohlenkraftwerken im Rheinischen Revier bei rund 20 Mio. tCO₂, um danach vollständig zu entfallen.

¹² Im Vergleich zum Hauptgutachten gehen wir in dem Bereich „Heizkraftwerke etc.“ von einer um 4 Mio. tCO₂ höheren Minderung bis zum Jahr 2030 aus. Das Hauptgutachten basiert auf der Zielbandbreite des Klimaschutzplans für 2030 in Höhe von 175 bis 183 Mio. tCO₂. Im Klimaschutzgesetz wird die untere Grenze der Bandbreite als Zielvorgabe festgelegt, daher ist anzunehmen, dass auch andere Teile der Energiewirtschaft zusätzliche Minderungsbestrebungen vornehmen werden.

¹³ BMWi 2019. Nach 2030 linearer Trend.

¹⁴ Frontier Economics basierend auf BMWi 2019. Nach 2030 linearer Trend.

Abbildung 6 Emissionen aus Braunkohlenkraftwerken im Rheinischen Revier (Bund/Länder-Einigung)



Quelle: Frontier Economics

Hinweis: Emissionen aus rheinischen Veredlungsanlagen sind nicht berücksichtigt; Emissionen 2018 abgeleitet aus Erzeugungsanteil der RWE-Kraftwerke an der Gesamterzeugung.

Erforderliche Braunkohle-Fördermengen im Rheinischen Revier

Braunkohlenförderung für die Verstromung im Rheinischen Revier

Im Rheinischen Revier wurden im Jahr 2018 ca. 74 Mio. Tonnen für die Verstromung gefördert. Entsprechend dem Verlauf der Kapazitätsstilllegungen im Rheinischen Revier sinken die Fördermengen auf ca. 49 Mio. Tonnen bis zum Jahr 2023, auf ca. 22 Mio. Tonnen im Jahr 2030 und verbleiben bei ca. 20 Mio. Tonnen bis zur Beendigung der Kohleverstromung im Jahr 2038¹⁵:

- **Braunkohlenförderung an der Nord-Süd-Bahn** – Auf die Verstromung in den Kraftwerken, die dem Kraftwerks-/Tagebauverbund der „Nord-Süd-Bahn“ zugeordnet sind, entfallen dabei im Zeitraum 2020 bis 2038 in Summe ca. 575 Mio. Tonnen. Diese Mengen müssen in erster Linie aus dem Tagebau Garzweiler gefördert werden, da die im Tagebau Hambach geförderten Kohlen aufgrund ihrer Qualitätsparameter vorrangig in den Veredlungsanlagen zum Einsatz kommen.¹⁶
- **Braunkohlenförderung in Inden/Weisweiler** – Die Kohleförderung des Tagebaus Inden wird bis zum Jahr 2029 eingestellt, der letzte Block des

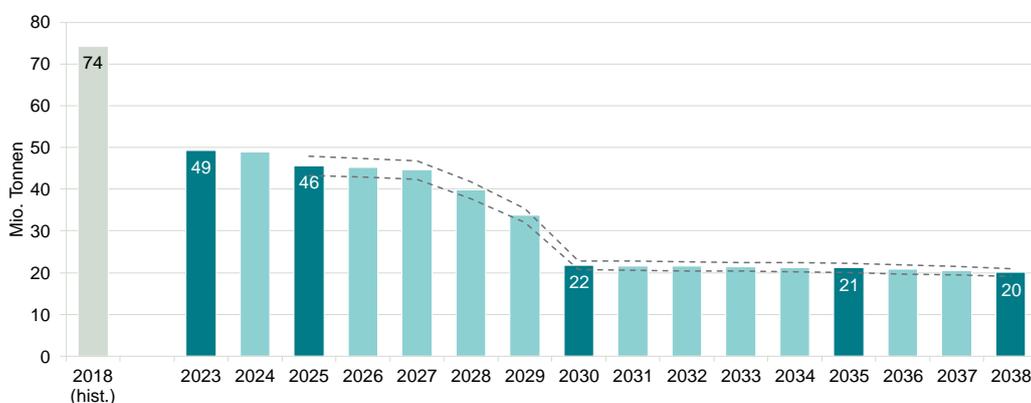
¹⁵ In den Jahren 2020-2022 leiten wir die Braunkohlefördermengen auf Basis der bekannten Stilllegungsdaten sowie einer durchschnittlichen Standardauslastung von 6.850 h/a ab, da kurzfristige Einflüsse (kurzfristige Schwankungen der Brennstoff- und CO₂-Preise, Wettereinflüsse etc.) die tatsächliche Kraftwerksfahrweise wie auch die Modellergebnisse stark beeinflussen können. Ab dem Jahr 2023 verwenden wir die modellierte Kraftwerksauslastung in den Stützjahren und interpolieren zwischen Stützjahren.

¹⁶ Wir ermitteln die Kohlefördermengen anhand eines gemittelten Heizwertes für die Verstromung in Höhe von 2,24 MWh_{th}/t an der Nord-Süd-Bahn und 2,28 MWh_{th}/t für Inden/Weisweiler. Dabei berücksichtigen wir die gegenüber dem Gutachten geänderten Annahmen zur Kohleverfügbarkeit und Stilllegung der Anlagen.

angeschlossenen Kraftwerks Weisweiler stellt im Jahr 2029 den Betrieb ein. Bis zu diesem Zeitpunkt werden ca. 123 Mio. Tonnen Braunkohle gefördert.

- **Abbildung der Unsicherheit bzgl. zukünftiger Kraftwerksauslastung** – Da die tatsächliche Auslastung der Kraftwerke von dem hier prognostizierten Kraftwerkseinsatz abweichen kann, betrachten wir ergänzend eine Sensitivität, in der die Kraftwerksauslastung ab dem Jahr 2025 um 5% höher oder geringer ausfällt. Daraus ergibt sich eine Bandbreite des Kohlebedarfs für die Verstromung
 - in den Anlagen an der **Nord-Süd-Bahn** in Höhe von ca. **555 bis 590 Mio. Tonnen**; und
 - im **Kraftwerk Weisweiler** in Höhe von ca. **121 bis 125 Mio. Tonnen**.

Abbildung 7 Braunkohlenförderung für die Verstromung im Rheinischen Revier (Bund/Länder-Einigung)



Quelle: Frontier Economics

Hinweis: Fördermengen für die Stromerzeugung, Stützjahre dunkel-blau markiert. Zwischenjahre entsprechend der Austrittsdaten interpoliert. Die gestrichelten Linien markieren die 5%-Variation in der Auslastung der Kraftwerke; 2018 historische Werte; 2020-2022 auf Basis durchschnittlicher Auslastung

Erforderlicher Förderbedarf im Rheinischen Revier bis 2038

Neben dem Förderbedarf für die Verstromung werden zusätzliche Mengen für den Einsatz in den Veredlungsanlagen gefördert¹⁷. Zusätzlich ist für die Sicherheitsbereitschaft eines 600 MW-Blocks in Niederaußem im Zeitraum 2030-2033 eine ausreichende Kohlemenge vorzuhalten:

- **Förderung für die Veredlung:** Die Braunkohlenförderung für den Einsatz in Veredlungsanlagen sinkt von derzeit im Durchschnitt 11,6 Mio. Tonnen auf ca. 9 Mio. Tonnen ab dem Jahr 2023. Zudem unterstellt RWE hier, dass die Produktmenge der Veredlung ab dem Jahr 2030 weiter abnimmt. Durch die Umstellung auf Kohle aus dem Tagebau Garzweiler ist diese Reduzierung in der Fortschreibung des Rohkohlebedarfs bereits implizit berücksichtigt. Abweichend zum Gutachten gehen wir in dieser Analyse nicht davon aus, dass der Förderbedarf bis zur Beendigung des Braunkohlensystems konstant

¹⁷ Vgl. Abschnitte 2.2.3 und 3.3.2 des Gutachtens.

bleibt, sondern unterstellen einen Auslaufbetrieb ab Mitte der 2030er Jahre und damit einen Kohlebedarf von in Summe ca. 170 Mio. Tonnen.¹⁸

- **Sicherheitsbereitschaft:** Die für die Sicherheitsbereitschaft eines 600-MW-Blocks in Niederaußem notwendige und damit für einen Zugriff bereit zu haltende Braunkohlemenge ergibt sich aus dem Verbrauch des letzten Betriebsjahrs (2029) und beträgt in Summe ca. 20 Mio. Tonnen für den Zeitraum 2030-2033.¹⁹

Der erforderliche Förderbedarf im Rheinischen Revier im Zeitraum 2020 bis 2038 liegt damit zwischen ca. **870 und 910 Mio. Tonnen**, für die Nord-Süd-Bahn zwischen rund 750 bis 780 Mio. Tonnen (**Tabelle 2**).

Tabelle 2 Gesamter Förderbedarf 2020 bis 2038

Erforderlicher Förderbedarf 2020-2038	Mio. Tonnen
Verstromung Nord-Süd-Bahn	556 – 592
zzgl. Sicherheitsbereitschaft Niederaußem	20
Verstromung Weisweiler/Inden	121 – 125
Verstromung (gesamt)	697 bis 737
Herstellung von Veredlungsprodukten	170
Gesamt	867 bis 907
davon Nord-Süd-Bahn	746 bis 782

Quelle: Frontier Economics

Beitrag der Braunkohle zu Beschäftigung und Wertschöpfung

Gesamtwirtschaftliche Effekte

Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Braunkohle im Rheinischen Revier findet insbesondere in Arbeitsplätzen und Wertschöpfung Ausdruck, die mit ihr verbunden sind. Ein gesamtwirtschaftliches Input-Output-Modell quantifiziert diese Bedeutung.

Es greift auf die bewährten Methoden der Input-Output-Rechnung zurück. Ausgangspunkt ist der **initiale Effekt**: Die Produktion, Beschäftigung und Wertschöpfung, die direkt in der Förderung, Verstromung sowie Veredlung der Braunkohle des Rheinischen Reviers entstehen. Das Input-Output-Modell berechnet daraus die **indirekten Effekte**.

Die **indirekten Effekte** umfassen drei Wirkungskanäle.

- Der **Erstrundeneffekt** bezeichnet Beschäftigung und Wertschöpfung in Zulieferunternehmen, die direkte Vorleistungen für die

¹⁸ Vgl. Abschnitt 3.3.2 des Gutachtens.

¹⁹ Da in den Bestimmungen zur Sicherheitsbereitschaft keine Begrenzung der möglichen Betriebsstunden vorgegeben ist, sind für den etwaigen Abruf, also den Bedarfsfall, in Bezug auf die Genehmigung nach Ansicht der RWE Power entsprechende Kohlemengen planerisch vorzuhalten. Die vorzuhaltende Kohlemenge für das Kraftwerk in Sicherheitsbereitschaft entspricht dabei dem Bedarf des letzten Betriebsjahrs (ca. 5 Mio. Tonnen pro Jahr für die Dauer von 4 Jahren).

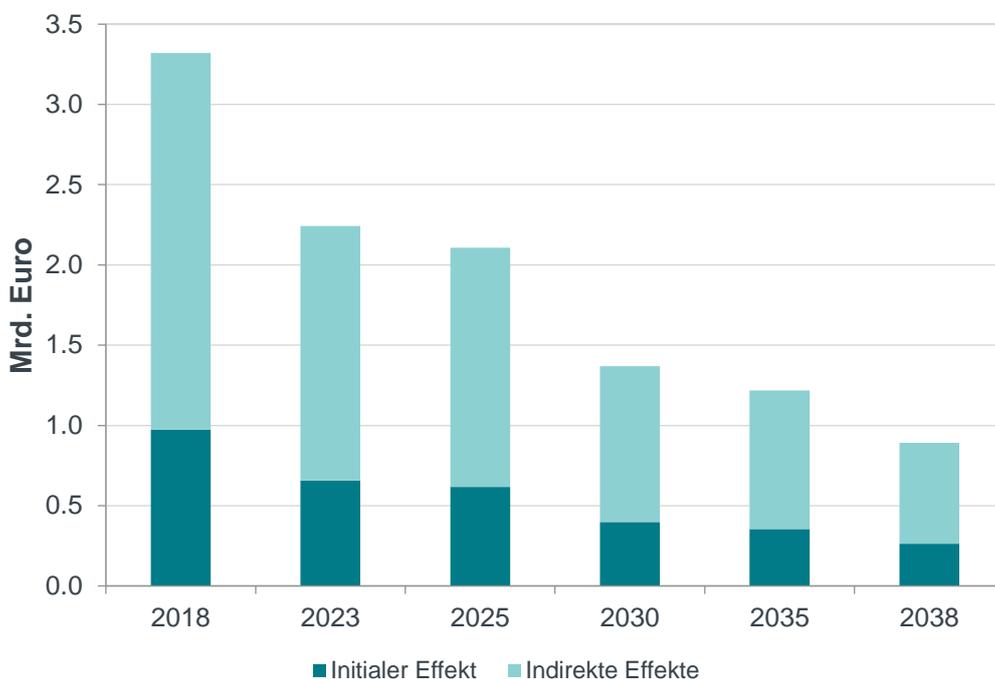
Braunkohlenwirtschaft bereitstellen (bspw. Produkte des Maschinenbausektors, die im Tagebau eingesetzt werden).

- Der **Wertschöpfungsketteneffekt** umfasst die weiteren gesamtwirtschaftlichen Wirkungen entlang der Wertschöpfungskette der Braunkohlenwirtschaft (bspw. bei den Zulieferern des Maschinenbaus). Darüber hinaus entsteht durch Löhne und Gehälter, die entlang der Wertschöpfungskette der Braunkohlenwirtschaft gezahlt werden, eine Nachfrage nach Konsumgütern.
- Diese ist ihrerseits mit gesamtwirtschaftlichen Wirkungen verbunden, die als **induzierter Effekt** bezeichnet werden und ebenfalls Teil der indirekten Effekte sind. Für eine detaillierte Beschreibung des Modells und der zugrundeliegenden Annahmen verweisen wir auf die Langfassung des Gutachtens.²⁰

Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der Bruttowertschöpfung, die direkt oder indirekt mit der Braunkohlenwirtschaft des Rheinischen Reviers verbunden ist. Sie wird in Mrd. Euro pro Jahr gemessen. Im Jahr 2018 generierte die Förderung, Verstromung und Veredlung der Braunkohle des Rheinischen Reviers eine Bruttowertschöpfung von 3,3 Mrd. Euro. Davon entstanden 70,7 % (2,3 Mrd. Euro) indirekt, also durch die Vorleistungsnachfrage und die Konsumnachfrage der Beschäftigten in den Wertschöpfungsketten der Braunkohlenförderung und -nutzung. Auf Grundlage der Bund/Länder-Einigung wäre weiterhin eine substantielle Wertschöpfung mit der Braunkohlenwirtschaft des Rheinischen Reviers verbunden. Im Jahr 2030 beliefen sich diese beispielsweise auf 1,4 Mrd. Euro.

²⁰ Vgl. Kapitel 4.1 des Gutachtens.

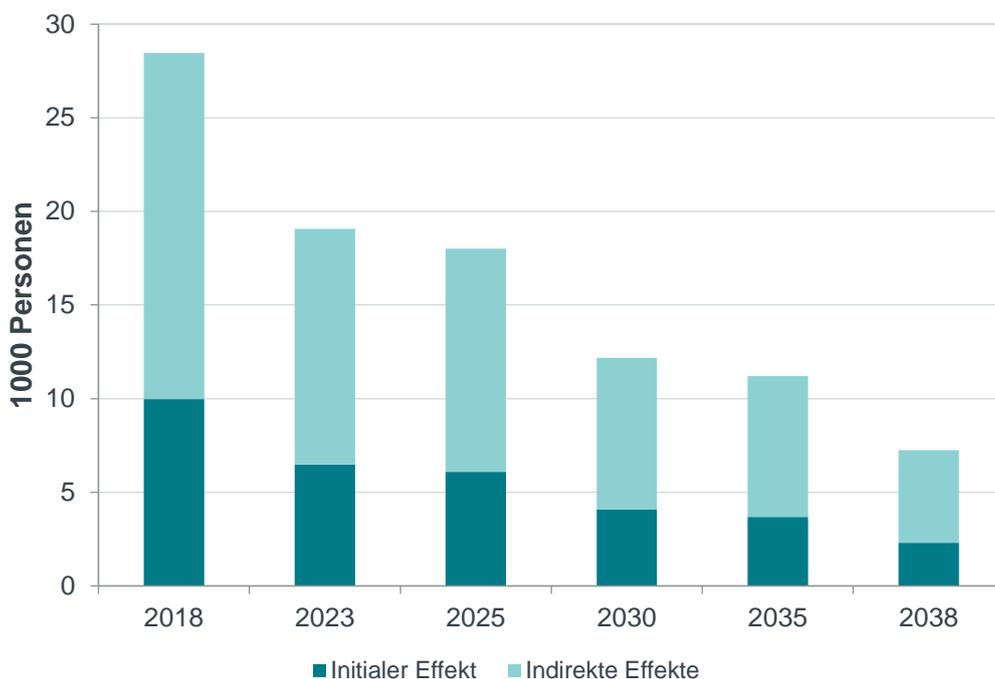
Abbildung 8 Mit der Braunkohlenwirtschaft im Rheinischen Revier verbundene Bruttowertschöpfung in Deutschland in Milliarden Euro pro Jahr (Bund/Länder-Einigung)



Quelle: Fraunhofer IMWS

Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die durch die Braunkohlenwirtschaft des Rheinischen Reviers Arbeit findet, wird in **Abbildung 9** gezeigt. Sie wird in 1000 Personen gemessen und umfasst sowohl direkt als auch indirekt Beschäftigte. Im Jahr 2018 arbeiteten 28.500 Menschen für die Braunkohlenwirtschaft des Rheinischen Reviers, davon waren ca. 10.000 direkt in der Förderung, Verstromung und Veredlung tätig. Legt man die Bund/Länder-Einigung zugrunde, dann fänden im Jahr 2030 etwa 12.200 Menschen durch die Braunkohle des Rheinischen Reviers Arbeit. Davon wären 66,5 % indirekt beschäftigt, ihre Arbeitsplätze entstünden durch den Erstrunden-, den Wertschöpfungsketten- sowie den induzierten Effekt. 8.100 Menschen fertigten also Vorleistungen für die Braunkohlenwirtschaft des Rheinischen Reviers oder stellten Konsumgüter für die Beschäftigten in deren Wertschöpfungsketten bereit.

Abbildung 9 Mit der Braunkohlenwirtschaft im Rheinischen Revier verbundene sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland in 1000 Personen (Bund/Länder-Einigung)



Quelle: Fraunhofer IMWS

Regionalwirtschaftliche Effekte in Nordrhein-Westfalen

Mit Hilfe einer für Nordrhein-Westfalen regionalisierten Input-Output-Analyse²¹ kann die Bedeutung der Braunkohlenwirtschaft für Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung im Bundesland quantifiziert werden. Dabei sind die Effekte in Nordrhein-Westfalen eine Teilmenge der bundesweiten Bedeutung der Braunkohle.

Durch die Braunkohlenförderung, -verstromung und -veredlung entstehen unmittelbar Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung. Im Jahr 2018 wurde im System Braunkohle im Rheinischen Revier eine Produktion von durchschnittlich 3,4 Mrd. Euro pro Jahr in NRW erwirtschaftet (Bruttoproduktionswert), die mit einer Bruttowertschöpfung von ca. 1 Mrd. Euro einherging und ca. direkte 10.000 Arbeitsplätze sicherte (vgl. **Tabelle 3**).

²¹ Die regionale Betrachtung erfolgt analog zur gesamtwirtschaftlichen Analyse auf Basis der Input-Output-Tabelle für das Jahr 2015. Hierbei wird die bundesdeutsche Input-Output-Tabelle (vgl. Statistisches Bundesamt 2019) mit der FLQ-Methode für das Bundesland Nordrhein-Westfalen regionalisiert. Zur Methodik vgl. Kowalewski (2013) sowie Flegg, Thomo (2011).

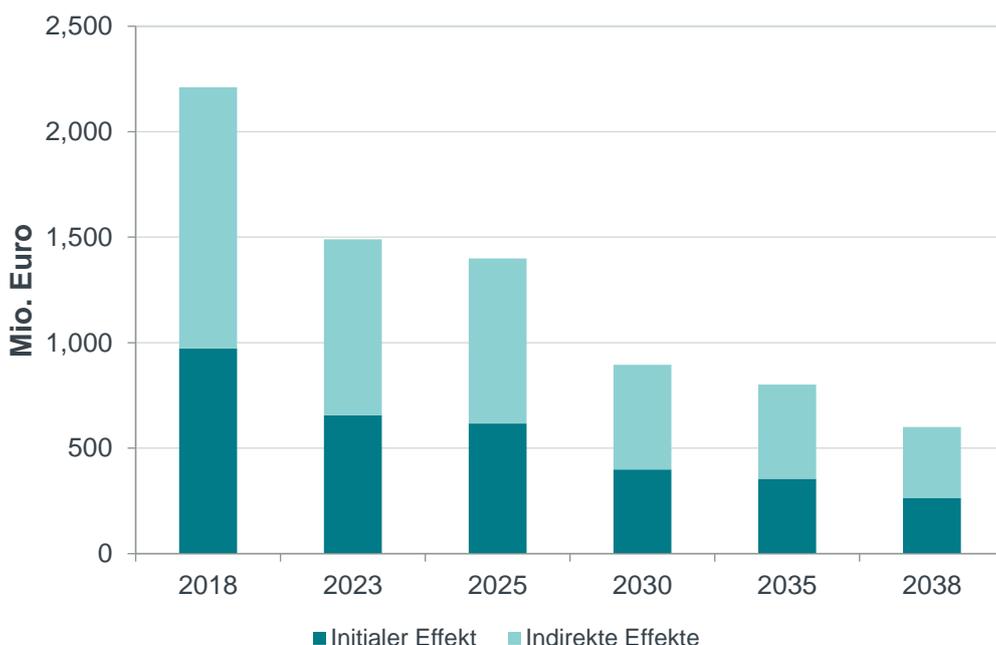
Tabelle 3: Initialeffekt der Braunkohlenwirtschaft im Rheinischen Revier

	Produktion Mio. Euro	Wertschöpfung Mio. Euro	Beschäftigung
2018	3.400	973	9.986
2023	2.318	657	6.475
2025	2.189	617	6.096
2030	1.502	398	4.078
2035	1.368	355	3.685
2038	898	262	2.302

Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft (2019), ETR

Die Auswirkungen auf die Bruttowertschöpfung sind in **Abbildung 10** dargestellt. Infolge der initialen Bruttowertschöpfung des Systems Braunkohle in Höhe von 973 Mio. Euro im Jahr 2018 ergab sich über die indirekten Effekte, die sich aus dem Erstrundeneffekt, dem Wertschöpfungsketteneffekt und dem induzierten Effekt zusammensetzen, eine weitere Wertschöpfungswirkung von 1,2 Mrd. Euro innerhalb des Bundeslandes. In den kommenden Jahren werden diese Wertschöpfungswirkungen durch den fortschreitenden Rückgang der Braunkohlenförderung, -verstromung und -veredlung sukzessive sinken. Bis zum Jahr 2038 wird die Bruttowertschöpfung der Braunkohlenwirtschaft entlang des Ausstiegspfad auf 262 Mio. Euro zurückgehen. In der Folge werden auch die indirekten Effekte mit 337 Mio. Euro deutlich geringer als heute ausfallen.

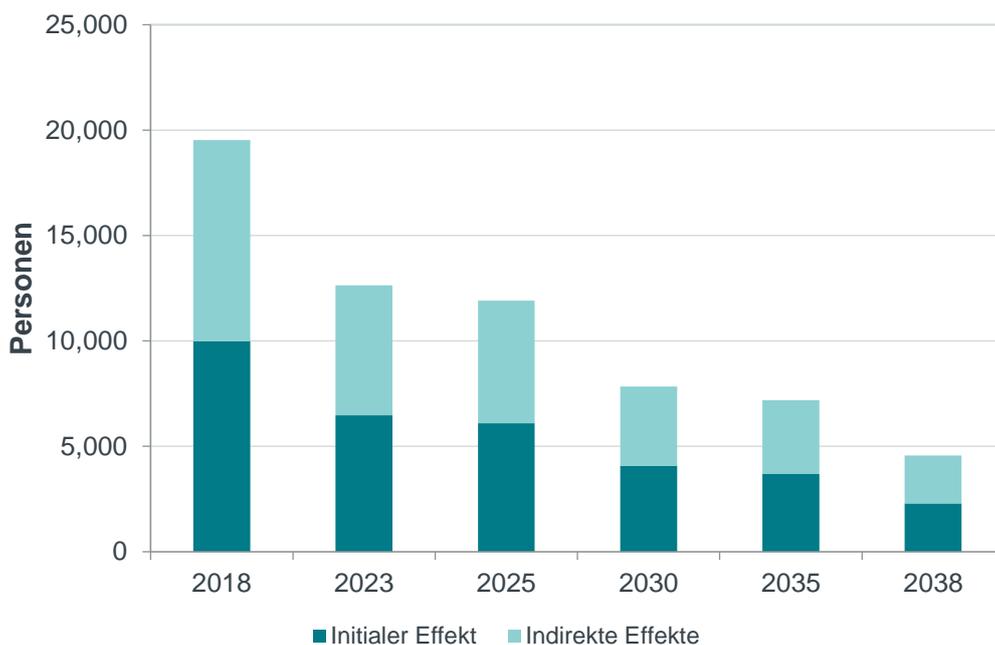
Abbildung 10 Mit der Braunkohlenwirtschaft im Rheinischen Revier verbundene Bruttowertwertschöpfung in Nordrhein-Westfalen (Bund/Länder-Einigung)



Quelle: ETR

Mit der Bruttowertschöpfung sind unmittelbar Arbeitsplätze in der Region verbunden. Wie **Abbildung 11** zeigt, waren im Jahr 2018 insgesamt knapp 10.000 Arbeitskräfte im System Braunkohle des Rheinischen Reviers tätig. Entlang der vorgelagerten Wertschöpfungsketten, also über den Erstrundeneffekt, den Wertschöpfungsketteneffekt und den induzierten Effekt, kamen insgesamt nochmal über 9.500 Beschäftigte in Nordrhein-Westfalen hinzu. Die unmittelbaren Beschäftigungseffekte der Braunkohlenwirtschaft haben sich entlang der Wertschöpfungsketten also fast verdoppelt. Im Zuge der rückläufigen Braunkohlenförderung, in der auch die Verstromung sukzessive zurückgefahren und die Veredlung final im Jahr 2038 eingestellt wird, werden sich die Beschäftigungswirkungen des Systems Braunkohle kontinuierlich verringern. Gemäß des Ausstiegspfads der Bund/Länder-Einigung werden im Jahr 2038 noch knapp 2.300 Menschen in der Braunkohlenwirtschaft des Rheinischen Reviers beschäftigt sein. Indirekt werden hierdurch zu diesem Zeitpunkt dann noch 2.266 Arbeitsplätze in Nordrhein-Westfalen durch die Braunkohlenwirtschaft gesichert.

Abbildung 11 Mit der Braunkohlenwirtschaft im Rheinischen Revier verbundene Beschäftigung in Nordrhein-Westfalen (Bund/Länder-Einigung)



Quelle: ETR