ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Oei, Pao-Yu; Rieve, Catharina; von Hirschhausen, Christian; Kemfert, Claudia

Research Report

Ergebnis vom Kohlekompromiss: Der Hambacher Wald und alle Dörfer können erhalten bleiben

DIW Berlin: Politikberatung kompakt, No. 132

Provided in Cooperation with:
German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

Suggested Citation: Oei, Pao-Yu; Rieve, Catharina; von Hirschhausen, Christian; Kemfert, Claudia (2019) : Ergebnis vom Kohlekompromiss: Der Hambacher Wald und alle Dörfer können erhalten bleiben, DIW Berlin: Politikberatung kompakt, No. 132, ISBN 978-3-946417-23-1, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/193150

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

DIW BERLIN

132

Politikberatung kompakt

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung 2019

Ergebnis vom Kohlekompromiss: Der Hambacher Wald und alle Dörfer können erhalten bleiben

Pao-Yu Oei, Catharina Rieve, Christian von Hirschhausen und Claudia Kemfert

IMPRESSUM

© DIW Berlin, 2019

DIW Berlin
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
Mohrenstraße 58
10117 Berlin
Tel. +49 (30) 897 89-0
Fax +49 (30) 897 89-200
www.diw.de

ISBN 978-3-946417-23-1
ISSN 1614-6921

Alle Rechte vorbehalten.
Abdruck oder vergleichbare
Verwendung von Arbeiten
des DIW Berlin ist auch in
Auszügen nur mit vorheriger
schriftlicher Genehmigung
gestattet.

DIW Berlin: Politikberatung kompakt 132

Pao-Yu Oei[1,2], Catharina Rieve[2], Christian von Hirschhausen[1,2],
Claudia Kemfert[1,3,4]

Ergebnis vom Kohlekompromiss: Der Hambacher Wald und alle Dörfer können erhalten bleiben

Berlin, Februar 2019

Dieser Bericht beruht auf Ergebnissen der Nachwuchsforschungsgruppe „*CoalExit - Economics of Coal Phase-Out - Identifying Building Blocks for Future Regional Transition Frameworks*“, welche vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird.

Bundesministerium für Bildung und Forschung

1 DIW Berlin, Abteilung Energie, Verkehr und Umwelt (EVU), Mohrenstr. 58, 10117 Berlin.

2 TU Berlin, Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP), Str. des 17. Juni 135, 10623 Berlin.

3 Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Luisenstraße 46, 10117 Berlin

4 Hertie School of Governance, Friedrichstraße 180, 10117 Berlin.

Das Wichtigste auf einer Seite

Aufbauend auf unserer vorherigen Publikation (Oei u. a. 2019) untersucht diese Studie inwiefern die Ergebnisse vom Abschlussbericht der „Kohlekommission“ eine Anpassung der Fahrweise der Tagebaue Garzweiler II und Hambach ermöglichen, die den Weiterbetrieb der drei BOA-Blöcke an den Standorten Neurath und Niederaußem erlaubt und zugleich die Zerstörung des Hambacher Waldes und weiterer noch bewohnter Ortschaften verhindert.

Die Braunkohleförderung in den Tagebauen Garzweiler II und Hambach betrug im Jahr 2017 ungefähr 70 Millionen t. In den nächsten Jahren wird die Nachfrage aber deutlich zurückgehen. Gründe hierfür sind die Braunkohlesicherheitsbereitschaft, die zu einer Nachfragereduktion von 10 Millionen t führt, sowie zusätzliche Maßnahmen zur Erreichung des 40%-Klimaschutzziels. Die von der sogenannten „Kohlekommission“ empfohlene Stilllegung von älteren Blöcken mit einer Leistung von ungefähr 3 GW an den Standorten Niederaußem und Neurath führt ab dem Jahr 2022 zu einer jährlichen Einsparung von 23 Millionen t. Eine Reduktion der Brikettproduktion stellt weitere mögliche Einsparungen dar. Hierdurch halbiert sich der jährliche Bedarf für die Tagebaue Garzweiler II und Hambach spätestens ab dem Jahr 2022 um ungefähr 35 Millionen t. Für einen Weiterbetrieb des Kohlereviers bis zum Jahr 2035 werden somit insgesamt noch ungefähr 612 Millionen t Braunkohle benötigt. Erfolgt der Ausstieg erst 2038 würden 672 Millionen t Braunkohle benötigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei Verzicht auf Rodungen im Hambacher Wald und den Erhalt der Dörfer Morschenich und Manheim noch 477 Millionen t Braunkohle im Tagebau Hambach förderbar sind. Im Tagebau Garzweiler II verbleiben bei Erhalt der Dörfer Keyenberg, Kuckum, Berverath, Oberwestrich und Unterwestrich sowie des Eggerather Hofes und des Roitzerhof noch 338 Millionen t Kohle. Für das Gesamtsystem sind somit zum 1. Januar 2019 noch Kohlereserven von 815 Millionen t verfügbar. Dies überschreitet die bis 2035 oder 2038 noch benötigten Mengen deutlich und zeigt daher, dass der Hambacher Wald als auch die bedrohten Dörfer erhalten bleiben können. Dieser Überschuss ermöglicht den für Holzweiler gesetzlich festgelegten und in den Berechnungen angenommenen Mindestabstand von 400 m zu allen bewohnten Gebäuden noch zu erhöhen.

Das Wichtigste auf einer Seite

Der von der Kohlekommission getroffene Kohlekompromiss ist ein wichtiger Schritt in der fortlaufenden Energiewende. Er stellt hierbei einen wichtigen Einstieg in einen noch Jahre dauernden Ausstiegsprozess dar, der jetzt entsprechend von der Bundesregierung durch ein Kohleausstiegsgesetz umgesetzt werden muss. Für die nächsten Jahre verbleiben hierbei jedoch noch weitere wichtige Bausteine, die miteinbezogen werden müssen. Neben der Einhaltung der europäischen Schadstoffgrenzwerte ab 2021 muss für eine Einhaltung der internationalen Klimaschutzziele eine frühzeitigere Abschaltung der letzten Kohlekraftwerke bis 2030 erfolgen. Frühere Analysen zeigen, dass neben den bedrohten Dörfern in NRW auch in der Lausitz und im Mitteldeutschen Revier keine weiteren Dörfer mehr abgebaggert werden müssen, da ausreichend Kohlemengen in den bereits genehmigten Tagebaufeldern vorhanden sind. Darüber hinaus muss zur Verhinderung von nicht benötigten Investitionen der Bau von neuer Erdgasinfrastruktur unterbunden werden. Neben den Energiesektoren müssen zudem auch die anderen Sektoren, insb. der Verkehrs- und Wärmesektor, eine schnellstmögliche Dekarbonisierung anstreben. Nur so ist es möglich, die drohende Klimakatastrophe und die damit einhergehenden Kosten für unsere Gesellschaft in Deutschland und global zu verhindern.

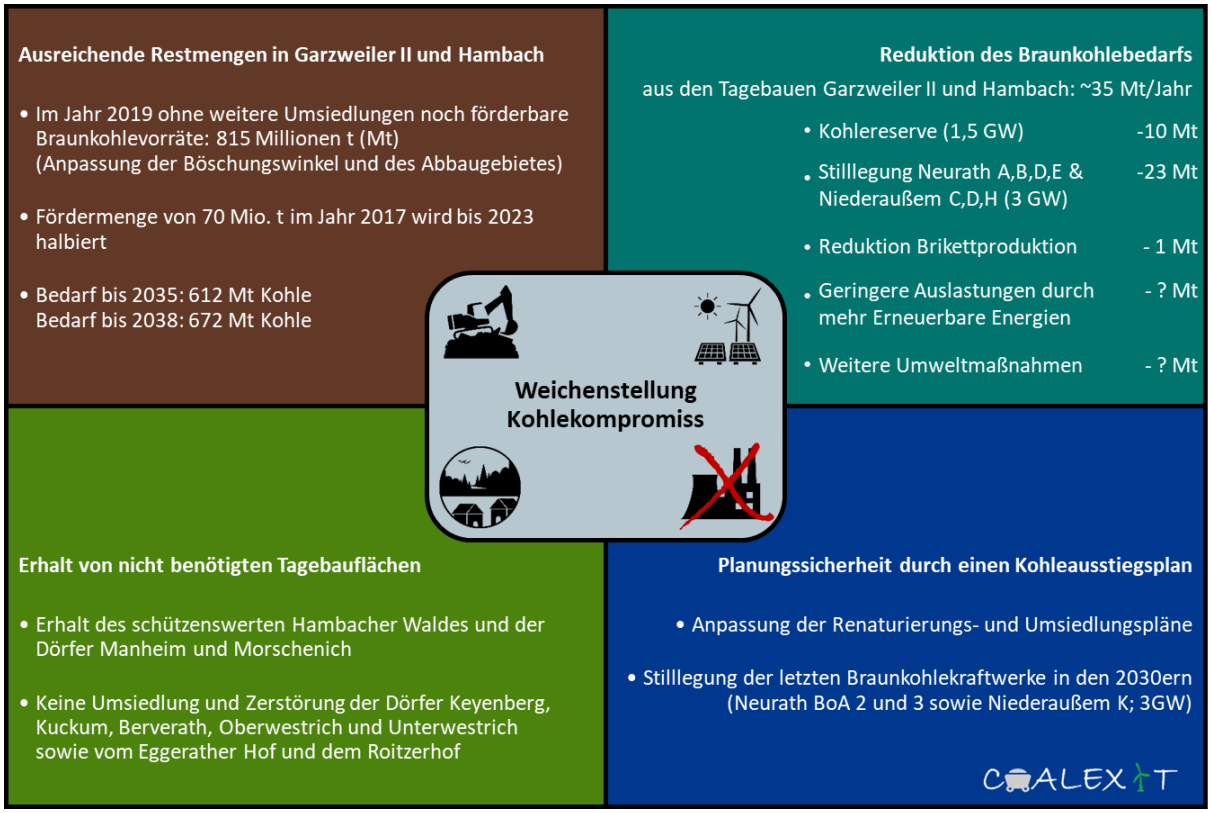

Abbildung 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

Executive Summary

This study examines to what extent the results of the final report of the German "coal commission" allow an adaptation of the operating system of the german lignite opencast mines Garzweiler II and Hambach, which still allows the continued operation of the three BOA blocks at the lignite power plants Neurath and Niederaußem and at the same time prevents the destruction of the Hambach forest and the still inhabited villages.

The lignite production in the Garzweiler II and Hambach opencast mines in 2017 was approximately 70 million tonnes (t). In the coming years, however, demand will decline significantly. The reasons are the lignite safety reserve, which leads to a demand reduction of 10 million t, as well as additional actions to achieve the 40% climate protection goal. The shutdown of the older blocks with a capacity of around 3 GW at the plants Niederaußem and Neurath as recommended by the German "coal commission" will lead to an annual saving of 23 million t from 2022 onwards. A reduction in briquette production represents a further potential of savings. This means that the annual demand from the opencast mines Garzweiler II and Hambach will be halved by around 35 million tonnes as from 2022 at the latest. A total of about 612 million t of lignite will still be needed to continue operation of the plants until 2035. If the coal exit is delayed until 2038 a total of 672 million t of lignite would be needed. However, in terms of climate policy, it is advisable to exit the lignite mining much earlier. In order to meet the Paris climate agreements, electricity production from coal must be closed by 2030 at the latest.

The results show that without clearing in the Hambach forest and with preservation of the villages Morschenich and Manheim 477 million t of lignite in the mining Hambach are eligible. In the mine Garzweiler II remain 338 million t of lignite, even with preservation of the villages Keyenberg, Kuckum, Berverath, Oberwestrich and Unterwestrich and the Eggerather Hof and the Roitzerhof. As of 1st of January 2019 lignite reserves of 815 million t are still available for the overall system. This clearly exceeds the quantities still required until 2035 or 2038 and therefore shows that the Hambach forest as well as the threatened villages can be preserved. This surplus makes it possible to increase the minimum distance of 400 m for all inhabited buildings, as laid down by law for the town Holzweiler at the border oft the opencast mine and assumed in the calculations here.

Inhaltsverzeichnis

Das Wichtigste auf einer Seite II

Executive Summary IV

1 Zusammenspiel der Tagebauabschnitte Hambach und Garzweiler II 1
1.1 Braunkohlenachfrage in NRW im Jahr 2017 1
1.2 Veränderung der zukünftigen Braunkohlenachfrage in NRW 3

2 Verbleibende Kohlemengen im Tagebau Hambach 6
2.1 Vorhandene Böschungssysteme Tagebau Hambach 6
2.2 Anpassung des Gewinnungsböschungssystems 7
2.3 Resultierende Fördermengen im Tagebau Hambach 9
2.4 Charakteristika vom Tagebau Hambach 12
2.5 Begründung der konservativen Berechnungsabschätzung 14

3 Verbleibende Kohlemengen im Tagebau Garzweiler II 15
3.1 Aktueller Verlauf der Tagebaukante Garzweiler II 15
3.2 Böschungsverhältnisse Tagebau Garzweiler II 16
3.3 Verkürzung der Abbaufront und Anpassung Abbaugebiet Garzweiler II 18
3.4 Resultierende Fördermengen im Tagebau Garzweiler II 19
3.5 Charakteristika vom Tagebau Garzweiler II 22
3.6 Begründung der konservativen Berechnungsabschätzung 23

4 Fazit 25
4.1 Der Hambacher Wald und die bedrohten Dörfer können stehen bleiben 25
4.2 Möglicher Kohlebezug aus dem Tagebau Inden 26
4.3 Auswirkungen auf die Rekultivierung 27
4.4 Einordnung der Ergebnisse und Ausblick 28

5 Referenzen 30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zusammenfassung der Ergebnisse III
Abbildung 2: Braunkohlerevier in NRW 2
Abbildung 3: Übersicht über noch benötigte Kohlevorräte aus Garzweiler II und Hambach 5
Abbildung 4: Tagebaustand Hambach 2020 6
Abbildung 5: Längsschnitt 10 Tagebau Hambach NW – SO 10
Abbildung 6: Luftbild Tagebau Hambach, Aufnahmedatum 12/2018, eigene Eintragungen 11
Abbildung 7: Braunkohlenförderung nach Revieren und Tagebauen, 2010 bis 2015 13
Abbildung 8: Luftbild Tagebau Garzweiler II, Aufnahmedatum Dezember 2018, eigene Abmessungen 16
Abbildung 9: Längsschnitt Garzweiler 17
Abbildung 10: Geologischer Schnitt Garzweiler, Kuckum bis Holzweiler 17
Abbildung 11: Geologischer Kohlevorrat Garzweiler II 19
Abbildung 12: Angepasstes Abbaugebiet Garzweiler II, Aufnahmedatum 12/2018, eigene Eintragungen 20
Abbildung 13: Luftbild Tagebau Garzweiler II, Aufnahmedatum Dezember 2018, Abbauflächen der Flöze östlich der A 61, eigene Abmessungen 22
Abbildung 14: Die vorhandenen Reserven übersteigen den noch benötigten Bedarf 26
Abbildung 15: Bewertung des Kohlekompromisses 29
Abbildung 16: Luftbild Tagebau Hambach, Aufnahmedatum 17.03.2016, eigene Abmessungen 32
Abbildung 17: Angepasstes Abbaugebiet Garzweiler II, eigene Abmessungen 33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschätzte Veränderung der Kohlenachfrage aus den Tagebauen Garzweiler II und Hambach 4

1 Zusammenspiel der Tagebauabschnitte Hambach und Garzweiler II

Auf Basis der Ergebnisse im Abschlussbericht der sogenannten „Kohlekommission“ (Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“) wurden verschiedene Ausstiegspfade durchgerechnet, die neben den Klimaschutzzielen auch die technischen Aspekte in den Revieren berücksichtigen. In diesem Zusammenhang untersucht diese Studie wie sich die Braunkohlenachfrage aus den Tagebauabschnitten Hambach und Garzweiler II in den nächsten Jahren entwickelt.[1] Im Fokus steht hierbei, neben der sogenannten „Kohlereserve“ (Sicherheitsbereitschaft) auch die diskutierte Stilllegung weiterer Kraftwerksblöcke bis spätestens 2022. Hierauf aufbauend werden im zweiten und dritten Abschnitt die geologisch noch gewinnbaren Kohlevorräte in den beiden Tagebauen untersucht, wenn auf die Zerstörung weiterer Dörfer und des Hambacher Waldes verzichtet wird. Der Tagebau Inden und das Kraftwerk Weisweiler wird in der folgenden Untersuchung nur im Abschnitt 4.2 berücksichtigt, da sie nicht direkt mit den Tagebauen Garzweiler II und Hambach verbunden sind (s. Abbildung 2).

Die Notwendigkeit und Auswirkungen eines baldigen Kohlausstiegs insbesondere auf den Stromsektor wurde bereits in einer Vielzahl von Studien untersucht (Göke u. a. 2018; Oei u. a. 2018; DIW Berlin 2017; Oei, Gerbaulet, Kemfert, Kunz, und Hirschhausen 2015; Oei, Gerbaulet, Kemfert, Kunz, Reitz, u. a. 2015; Oei 2016) und wird daher in dieser Studie nicht weiter ausgeführt.

1.1 Braunkohlenachfrage in NRW im Jahr 2017

Die Förderung im Tagebau Hambach betrug im Jahr 2017 noch 38,7 Mio. t Braunkohle[2]. Die Braunkohleförderung im benachbarten Tagebau Garzweiler II betrug 32,8 Mio. t. In Summe betrug die Braunkohleförderung im per Werksbahn verbundenen Tagebausystem Hambach/Garzweiler II 70,5 Mio. t pro Jahr. Davon entfielen im Jahr 2017 etwa der folgende Braunkohleverbrauch auf die einzelnen Verbrauchergruppen:

[1] Das Kapitel 1 sowie 4.2. und 4.3. sind in Zusammenarbeit mit Hauke Hermann vom Öko-Institut erstellt worden. Teile der Arbeit basieren zudem auf Arbeiten im Projekt „Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus“ für das Umweltbundesamt; der entsprechende Projektbericht folgt im Frühjahr 2019.

[2] Davon 27 Mio. t für die Großkraftwerke Neurath und Niederaußen und 12 Mio. t für die Veredelung.

- 12 Mio. t pro Jahr für die Veredelung. Es wird die weite Definition des Veredelungseinsatzes verwendet: Die 12 Mio. t umfassen sämtlichen Rohbraunkohleeinsatz außerhalb der Großkraftwerke Neurath, Niederaußem und Frimmersdorf[3]
- ~ 10 Mio. t Rohbraunkohle pro Jahr für die fünf 300 MW-Blöcke, die bis 2019 in die Braunkohlesicherheitsbereitschaft überführt werden
- ~ 9 Mio. t Rohbraunkohle pro Jahr für die vier verbleibenden 300 MW-Blöcke an den Standorten Neurath und Niederaußem (mit einer Leistung von ~ 1,2 GW)
- ~ 19 Mio. t Rohbraunkohle pro Jahr für die vier 600 MW-Blöcke an den Standorten Neurath und Niederaußem (mit einer Leistung von ~ 2,4 GW)
- ~ 20 Mio. t pro Jahr Rohbraunkohle für die drei BOA-Blöcke an den Standorten Neurath und Niederaußem (mit einer Leistung von ~ 3 GW)

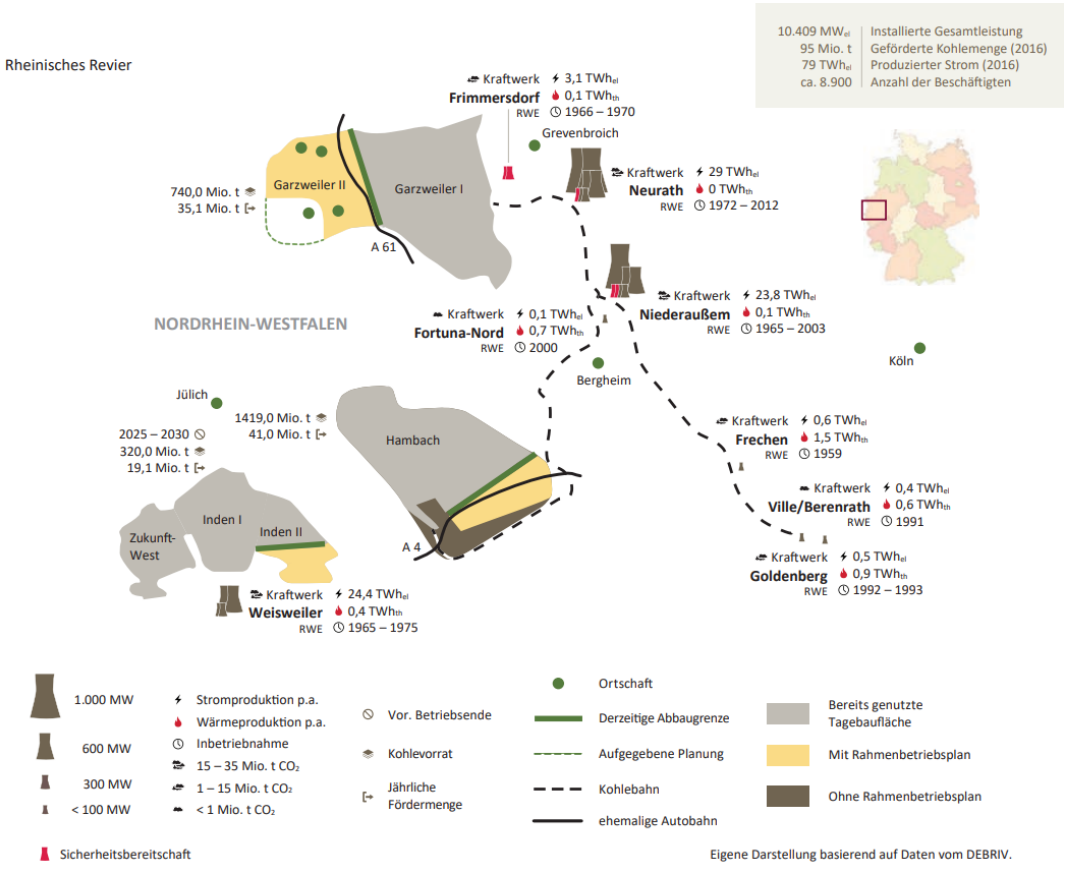

Abbildung 2: Braunkohlerevier in NRW

Quelle: (DIW Berlin, Wuppertal Institut, und Ecologic Institut 2018)

[3] Also auch den Verkauf von Rohbraunkohle an die Mibrag und kleinere KWK-Anlagen wie z.B. in Köln Merkenich. Auch die Kohle, die in den Veredelungsstandorten in Frechen, Goldenberg, Ville und Fortuna Nord verbrannt wird ist in dieser Summe enthalten.

1.2 Veränderung der zukünftigen Braunkohlenachfrage in NRW

In den nächsten Jahren wird die Braunkohlenachfrage in NRW aus den folgenden Gründen sinken.

- Durch die Braunkohlesicherheitsbereitschaft sinkt die Braunkohleförderung bis 2019 um ~ 10 Mio. t Rohbraunkohle aus den Tagebauen Hambach und Garzweiler II pro Jahr.
- Der Abschlussbericht der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ hält zusätzliche Maßnahmen fest, um die Lücke zur Erreichung des 40%-Ziels (für 2020) so weit wie möglich zu schließen. Diese zusätzlichen Maßnahmen betreffen die verbleibenden 300 und 600-MW Blöcke in Neurath und Niederaußen, wodurch die Braunkohleförderung in Garzweiler II und Hambach ab 2022 deutlich sinken wird. Insgesamt werden Braunkohleblöcke mit einer Leistung von ungefähr 3 GW bis 2022 stillgelegt werden (Neurath A,B und Niederaußem C, D: 4* 300 MW + Neurath D,E und Niederaußem H 3 * 600 MW) was zu einer Einsparung deren jetzigen Bedarfs von 23 Mio. t Rohbraunkohle pro Jahr führt. Der letzte verbleibende Block (Niederaußem H: ~600 MW) mit einem jährlichen Verbrauch von 5 Mio. t Braunkohle wird voraussichtlich einige Jahre danach stillgelegt werden.[4]
- Der Braunkohleeinsatz zur Veredelung wird in den folgenden Jahren ebenfalls sinken. Noch im Jahr 2010 betrug der Veredelungseinsatz nur 10,6 Mio. t CO_2. Durch die vorgesehene Stilllegung des Kraftwerks Goldenberg (welches derzeit auch aus Garzweiler II und Hambach beliefert wird) wird eine Braunkohlenachfrage in einem Umfang von ~ 0,8 Mio. t Rohbraunkohle bis 2020 wegfallen. Für Köln-Merkenich hat der Stadtrat bereits einen Ausstieg aus der Braunkohlenutzung beschlossen (jedoch ohne konkretes Ausstiegsdatum). Es sollte geprüft werden, ob nicht auf den Braunkohleexport ins Mitteldeutsche Revier zur Brikettherstellung und auf den Export von Braunkohlestaub ins Ausland verzichtet werden kann (dort wird er insbesondere in Zementwerken genutzt, die auch mit Steinkohle betrieben werden können).

[4] Die genaue Festlegung der stillzulegenden Blöcke steht noch nicht fest und wird vom Betreiber festgelegt. Im folgenden wird jedoch davon ausgegangen, dass es für den Weiterbetrieb des Standorts Niederaußem leichter ist den Block H vor dem Block G stillzulegen. Diese Annahme wird getroffen, da der letztzugebaute Block leichter stillzulegen ist und der Block G zudem einen kleinen Wärmeanteil von 1% produziert.

- Perspektivisch ist auch eine Reduktion der Auslastung der moderneren BOA-Blöcke zu erwarten, da diese
    - bei steigendem Anteil Erneuerbarer Energien aus dem Markt gedrängt werden;
    - sowie bei höheren CO_2-Zertifikatspreisen auch im stärkeren Wettbewerb mit anderen konventionellen Kraftwerken stehen.

  Hieraus resultierende geringere Auslastungen sind insbesondere ab 2030 zu erwarten.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Nachfrage nach Rohbraunkohle aus Garzweiler II und Hambach bis 2022 um ungefähr 35 Mio. t Rohbraunkohle pro Jahr reduziert wird (insb. durch die 10 Mio. t durch die Sicherheitsbereitschaft und um 23 Mio. t durch die erwartete Stilllegung von zusätzlich 3 GW). Dies entspricht einer Halbierung der gesamten Braunkohleförderung im Vergleich zum Jahr 2017. In den weiteren Jahren ist eine weiter sinkende Nachfrage zu erwarten, sodass insgesamt ungefähr 612 Mio. t Kohle für den Zeitraum 2019 bis 2035 benötigt werden (s. Tabelle 1 und Abbildung 3). Bei einem Weiterbetrieb bis 2038 werden insgesamt 672 Mio. t Kohle benötigt.

Tabelle 1: Geschätzte Veränderung der Kohlenachfrage aus den Tagebauen Garzweiler II und Hambach

	2017	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Kohle-veredelung	12	12	11	11	10	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7
Kohlereserve	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4x300 MW Blöcke	9	9	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4x600 MW Blöcke	19	19	19	19	19	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 BoA Blöcke	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12
Jahresbedarf	70	62	59	59	58	35	35	35	29	29	29	29	29	27	26	25	24	23	21	20	19
Gesamtbedarf ab 2019		62	121	180	238	273	308	342	371	400	429	458	487	514	540	565	589	612	633	653	672

Quelle: Eigene Berechnungen.

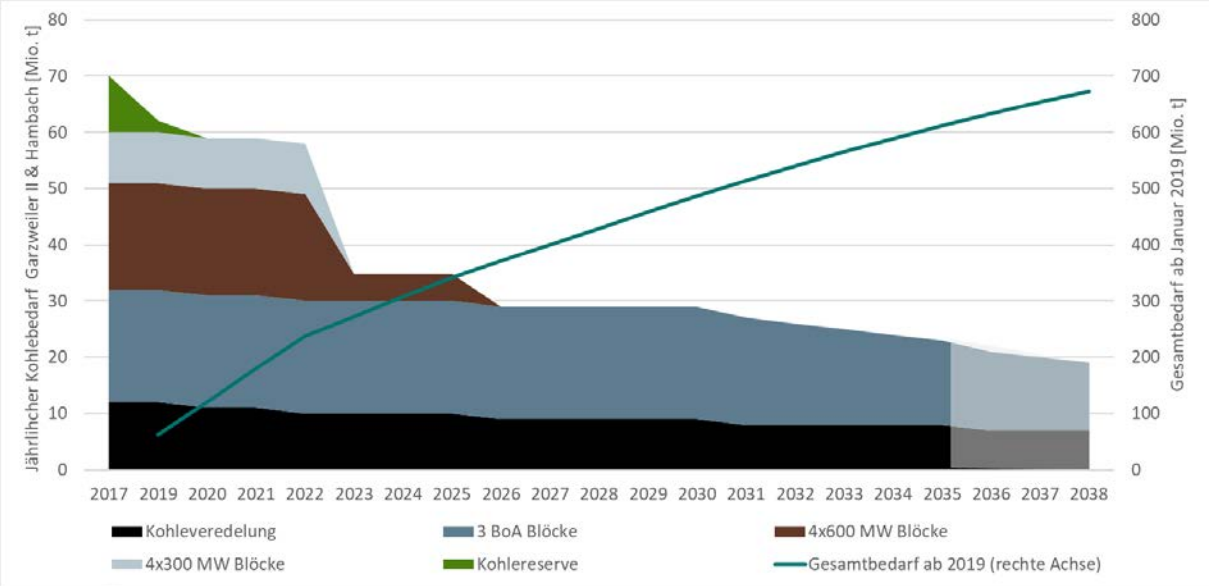

Abbildung 3: Übersicht über noch benötigte Kohlevorräte aus Garzweiler II und Hambach

Quelle: Eigene Darstellung. Das Jahr 2017 dient als Vergleichswert, da für 2018 noch keine Werte vorliegen. Der zukünftige Gesamtbedarf wird ab Januar 2019 bestimmt.

2 Verbleibende Kohlemengen im Tagebau Hambach

Folgende Berechnungen zeigen auf, welche Mengen Braunkohle mindestens gewonnen werden können, sodass die Tagebaukante noch deutlich vor der Linie der alten Bundesautobahn A4 zum Stillstand kommt und der Erhalt des Hambacher Waldes sowie der Orte Morschenich und Manheim gewährleistet ist. Durch ein steileres Endböschungssystem können somit noch mindestens 476,9 Millionen t gefördert werden.

2.1 Vorhandene Böschungssysteme Tagebau Hambach

Im Tagebau Hambach bestehen verschiedene Böschungssysteme, wie in Abbildung 4 deutlich wird. Der südöstliche Bereich des Tagebaus besteht aus dem Gewinnungsböschungssystem, welches in einzelne Stufen, auch Sohlen genannt, unterteilt ist. Hier wird der Abraum sowie die Kohle abgegraben. In nordöstlicher und südwestlicher Richtung befinden sich die Randböschungen. Die so genannte Innenkippe ist der ausgekohlte Bereich, an dem Abraum aufgeschüttet wird. Aus den beschriebenen Böschungen werden nach dem Braunkohlenplan des Landes NRW die Seeböschungen des Restsees entwickelt.

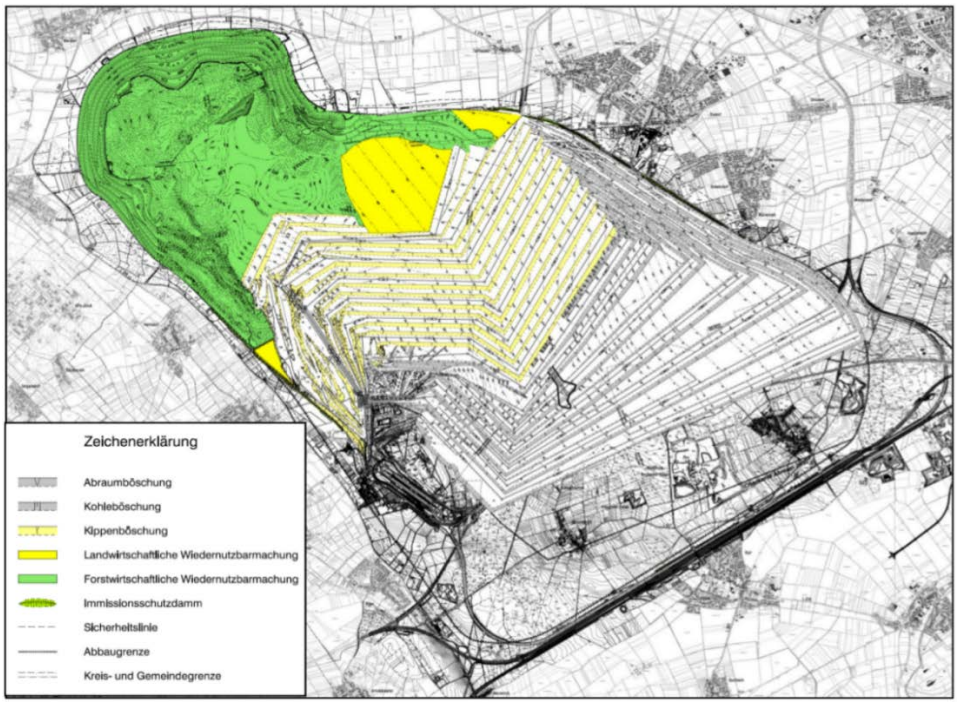

Abbildung 4: Tagebaustand Hambach 2020

Quelle: MTC Gutachten (2017), S. 34

Über die Sohlen hinweg wird der Generalwinkel gebildet, mit dem die Randböschungen gebildet werden und das Gewinnungsböschungssystem arbeitet. Das Gefälle der nordöstlichen Randböschung beträgt derzeit 1:3, d. h. auf einen Höhenmeter erstreckt sich die Böschung über eine Länge von drei Metern. Dieser Winkel wird von der Bezirksregierung Arnsberg als zuständiger Genehmigungsbehörde und von RWE als stabil betrachtet. RWE sieht zum Ende des Tagebaus auch für die Gewinnungsseite eine Aufsteilung auf das Verhältnis von 1:3 vor. Die Seeböschungen müssen anschließend durch Zuführung weiteren Materials auf das für Seeböschungen stabile Niveau von 1:5 aufgeschüttet werden.

Die Aufsteilung auf das Verhältnis 1:3 ist bereits das praktizierte Vorgehen von RWE im Bereich der Randböschungen. Diese werden kontinuierlich von den am Rand befindlichen Schaufelradbaggern geschnitten, welche sich dann mit der Tagebauentwicklung weiter auf den verbleibenden breiteren Sohlen in Richtung Tagebauabschluss bewegen.

Dazu im Antrag von RWE zum 3. Rahmenbetriebsplan, S. 23f.:

> *„Für das Endböschungssystem des Restsees liegen bei den betrachteten Böschungsgeometrien die Generalneigungen (jeweils Unterkante Böschung bis Unterkante Wellenschlagzone) bei max. 1:5,0. Für alle Einzelböschungen unter Wasser wurde eine Neigung flacher oder gleich 1:2,0 angesetzt, für die Wellenschlagzone mit 1:25. Die Einzelböschungen oberhalb des Wellenschlagbereiches sind mit Neigungen von 1:1,5 bis 1:3,0 geplant."*

Sowie aus dem Braunkohleteilplan 12/1 des Landes NRW unter Punkt „3. Restsee":

> *„3.3 Die Böschungen des Restsees werden landschaftsgerecht geplant und gestaltet. Sie werden so geschüttet und im Bereich der Uferlinie so ausgebaut, daß eine wasserwirtschaftliche Nutzung des Restssees einschließlich der dadurch unvermeidlichen Spiegelschwankungen möglich bleibt."*

2.2 Anpassung des Gewinnungsböschungssystems

Das derzeitige Gewinnungsböschungssystem ist wesentlich flacher als technisch notwendig gehalten. Durch Anpassung an das Niveau 1:3 können auch bei Stillstand der Tagebaukante noch große Mengen Braunkohle gewonnen werden.

Der horizontale Abstand zwischen dem Böschungsfuß und der Tagebaukante im Gewinnungsböschungssystem beträgt auf dem hochaufgelösten Luftbild im Anhang in Abbildung 16 rund 2360 m am westlichen und 2980 m am östlichen Rand. Die Tiefe des Tagebaus lag Ende 2017 bei -190 m im Südwesten und -320 m (vgl. Abbildung 5) im Nordosten, jeweils

bezogen auf die Normalhöhennull (NHN)[5]. Die Geländeoberkante der südöstlichen Tagebaukante liegt bei +100 m ü. NHN auf der Höhe von Morschenich bis +90 m ü. NHN auf der Höhe von Manheim. Folgendermaßen ergibt sich ein aktuelles Böschungsverhältnis des Gewinnungsböschungssystems von 1:8,1 bis 1:7,3 aus diesen Daten:

Böschungsverhältnis Südwesten:	(190 m + 100 m) : 2360 m = 290 m : 2360 m ≈ 1:8,1
Böschungsverhältnis Nordosten:	(320 m + 90 m) : 2980 m = 410 m : 2980 m ≈ 1:7,3

Wie oben beschrieben sind die Randböschungen mit einem Winkel von 1:3 dagegen deutlich steiler gehalten. Da dieses Verhältnis offiziell als stabil betrachtet wird, kann somit eine möglichst große Breite des Kohleflözes von laut RWE über 4000 m gewonnen werden. Die oben genannte, derzeit wesentlich flachere Gewinnungsböschung soll zum Abschluss des Tagebaus ebenfalls auf ein Verhältnis von 1:3 aufgesteilt werden. Dadurch können noch große sich im Boden befindliche Mengen Braunkohle abgebaut werden, trotz Stillstand der Tagebaukante an der Oberfläche.

Die Böschungen des geplanten Restsees, die aus Stabilitätsgründen wieder auf einen Winkel von 1:5 abgeflacht werden, müssen in jedem Fall nachfolgend geschüttet und dürfen nicht gegraben werden[6], um eine optimale Standsicherheit der Kippenböschung zu erreichen[7]. Der Übergang in den Endkohlungsbetrieb ist für RWE betriebswirtschaftlich interessant, da die Abraummenge pro geförderter Menge Braunkohle als Folge der Aufsteilung deutlich sinkt.

Wie anhand der eingetragenen Abmessungen in Abbildung 16 im Anhang zu erkennen, erlaubt das Aufsteilen des Böschungssystems von 1:8,1 bzw. 1:7,3 auf das Verhältnis von 1:3, dass der Böschungsfuß um einen Distanzgewinn von 1330 m im Südwesten an die Böschungsoberkante heranrücken kann und 1750 m im Nordosten.

---

5 RWE, Rahmenbetriebsplan 2020-2030

6 RWE, 3. Rahmenbetriebsplan, S. 22

7 RWE, Informationen zum Thema Böschungsaufbau, S.4: https://www.group.rwe/-/media/RWE/documents/03-unser-portfolio-und-loesungen/betriebsstandorte/informationen-boeschungsaufbau.pdf

Distanzgewinn Südwesten: 1:8,1 ≙ 290 m : 2360 m und 1:3 ≙ 290 m : 870 m
=> 2200 m – 870 m = 1330 m
=> 1330 m / 150m/a ≈ 8,9 a
Distanzgewinn Nordosten: 1:7,3 ≙ 410 m : 2980 m und 1:3 ≙ 410 m : 1230 m
=> 2980 m – 1230 m = 1750 m
=> 1750m / 150 m/a ≈ 11,7 a

Bei einer von RWE genannten Tagebaufortschrittgeschwindigkeit[8] von jährlichen 150 m entspricht das mindestens zehn Förderjahren. Beim Vergleichen von Luftbildern[9] aus den vergangenen Jahren betrug die Fortschrittsgeschwindigkeit meist geringere Werte von knapp 120 m, wodurch sich sogar deutlich mehr Förderjahre erwarten ließen.

2.3 Resultierende Fördermengen im Tagebau Hambach

Aus den oben erläuterten Distanzgewinnen und dem Luftbild im Anhang in Abbildung 16 mit dem Aufnahmedatum 17.03.2016 lassen sich auch die durch die Aufsteilung gewinnbaren Braunkohlemengen errechnen. So können durch das steilere Böschungssystem von 1:3 insgesamt noch 476,9 Mio. t Braunkohle im Tagebau Hambach gewonnen werden ohne den Hambacher Wald zu zerstören.

Seit dem Aufnahmedatum bis zum 1.1.2019 beträgt der Tagebaufortschritt geschätzte 400m (≈ 150 m * 2,7 Jahre). Aufbauend auf der erkennbaren Fördersohle zum Zeitpunkt 17.03.2016 wurde zunächst eine Parallelverschiebung um den Fortschritt von 400 m bis zum Zeitpunkt 1.1.2019 eingetragen. Da sich der Tagebau im Schwenkbetrieb befindet, wie auch in

Abbildung 4 gut sichtbar wird, wurde der Distanzgewinn von 1330 m und 1750 m, um den die Fördersohle weiterentwickelt werden kann, bis das Verhältnis von 1:3 erreicht ist, paral-

[8] Aus Schreiben von RWE an Vorsitzenden der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ vom 17.08.2018

[9] BUND, Zeithorizonte Tagebau Hambach: https://www.bund-nrw.de/themen/mensch-umwelt/braunkohle/hintergruende-und-publikationen/braunkohlentagebaue/hambach/zeithorizonte-tagebau-hambach/

lel zu den Randböschungen eingetragen. Somit ergibt sich die erwartete Position der Fördersohle zu Ende 2030 und eine trapezförmige Fläche von 6,38 km². Die Position an der sich die aktuelle Tagebaukante in Abbildung 16 befindet, leitet sich hier aus dem errechneten Distanzgewinn und der Böschungslänge bei einem Verhältnis von 1:3 ab.

Es wird laut RWE im südöstlichen Bereich des Tagebaus Hambach von einer Kohleflözstärke im Mittel von 65 m ausgegangen[10]. Der Längsschnitt in Abbildung 5, der westlich von Manheim und parallel zur nordöstlichen Randböschung verläuft, bestätigt die angenommene Mächtigkeit.

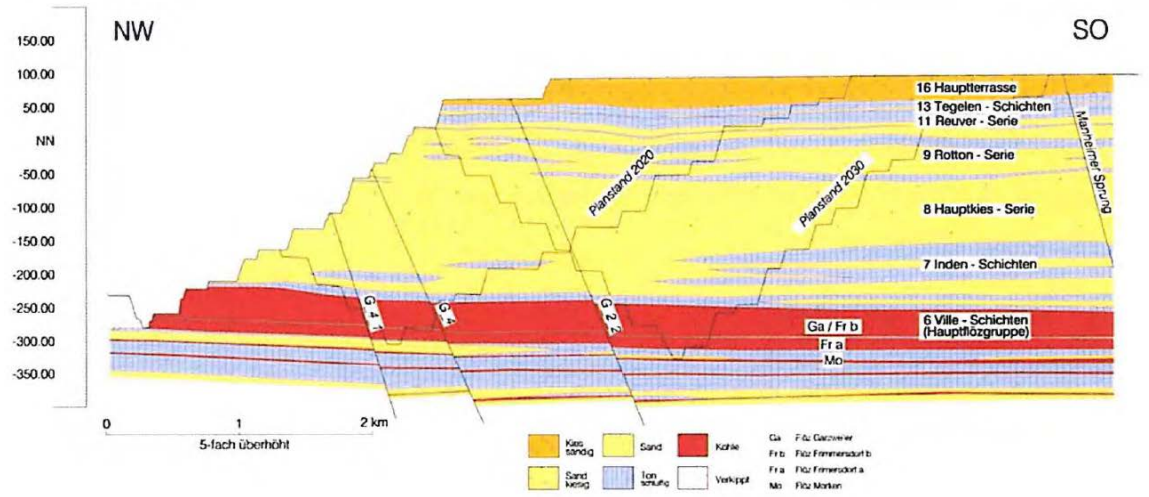

Abbildung 5: Längsschnitt 10 Tagebau Hambach NW – SO

Quelle: RWE, Kurzfassung Rahmenbetriebsplan Hambach 2020-2030, S. 12

Die Fläche, die durch das steilere Böschungssystem von **1:3** gewonnen wird, beträgt laut Luftbildabmessung in Abbildung 16 etwa **6,38 km².** Daraus ergibt sich ein Volumen von **6,38 km² * 65 m = 414,7 Mio. m³.** Bei einer Braunkohle-Dichte im Rheinland[11] von 1,15 t/m³ entspricht das einer Menge von **476,9 Mio. t** Braunkohle.

Zur besseren Übersicht ist der Bereich der Böschung und dem noch vorhandenen Braunkohlenvorrat in einem aktuellen Luftbild von Ende Dezember 2018 in Abbildung 6 dargestellt.

[10] Angabe RWE im Grundstücks-Verfahren mit BUND

[11] Angabe RWE im Grundstücks-Verfahren mit BUND

Abbildung 6: Luftbild Tagebau Hambach, Aufnahmedatum 12/2018, eigene Eintragungen

Quelle: Planet Labs: https://www.planet.com

2.4 Charakteristika vom Tagebau Hambach

Im Tagebau Hambach wird mit ca. 1.500 Mitarbeitenden im Dreischichtbetrieb gearbeitet. Im Jahr werden laut RWE rund 40 Mio. t Braunkohle gefördert. Die Abraumleistung beträgt zwischen 220 und 250 Mio. m^3. Dafür befinden sich sieben Schaufelradbagger, sieben Absetzer und 115 km Bandanlagen im Einsatz. Die Braunkohle wird per Förderband und der sogenannten Hambachbahn zu den Veredelungsbetrieben und zu den Kraftwerken Frimmersdorf, Neurath, Niederaußem und Goldenberg transportiert. [12] Die Bandanlage läuft am westlichen Ende des Tagebaus zusammen, wie im Luftbild in Abbildung 16 gut sichtbar.

Optimierungspotentiale sind im Bereich der Reduktion des Schichtbetriebs möglich.[13] Eine Reduktion der jährlichen Abbaumenge, kann mit dem Übergang in den Zweischichtbetrieb einhergehen, also eine Kapazitätsnutzung von 16 Stunden statt 24 Stunden pro Tag. Bei Übergang in den Endkohlungsbetrieb wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, kann es betriebswirtschaftlich sinnvoll sein, auch einzelne Schaufelradbagger und Absetzer auszusondern, um regelmäßige Wartungskosten zu reduzieren. Durch diese Anpassungen würden sich die durchschnittlichen Kohleförderkosten im Vergleich zur derzeitigen Vollauslastung erhöhen. Da Braunkohlekraftwerke im Vergleich zu Steinkohle- oder Gaskraftwerken von niedrigeren variablen Kosten profitieren ist jedoch von keiner Veränderung in der Abrufreihenfolge (Merit-Order) im deutschen Strommarkt auszugehen.

In der Vergangenheit schwankten die jährlichen Fördermengen im Tagebau Hambach. Die Tabelle in Abbildung 7 schlüsselt die Förderung in den Jahren 2010 und 2013 bis 2015 auf. Die Mindestfördermenge betrug innerhalb dieses Zeitrahmens im Jahr 2010 rund 34,6 Mio. t Braunkohle.

[12] RWE, Tagebau Garzweiler II: https://www.group.rwe/-/media/RWE/documents/03-unser-portfolio-und-loesungen/betriebsstandorte/tagebau-hambach-standort-flyer.pdf

[13] Bei Berücksichtigung des Beschäftigtenalters kann dies auch ohne zusätzliche betriebsbedingte Kündigungen geschehen.

	Förderung (Mio. t)				Abraumbewegung (Mio. m³)				A/K-Verhältnis			
	2010	2013	2014	2015	2010	2013	2014	2015	2010	2013	2014	2015
Summe	**169,4**	**182,7**	**178,2**	**178,1**	**948,8**	**904,6**	**879,0**	**887,8**	**5,6**	**5,0**	**4,9**	**5,0**
Rheinland	**90,7**	**98,3**	**93,6**	**95,2**	**469,1**	**462,9**	**452,9**	**446,1**	**5,2**	**4,7**	**4,8**	**4,7**
Garzweiler II	35,7	35,8	35,0	35,1	136,8	143,7	140,7	154,3	3,8	4,0	4,0	4,4
Hambach	34,6	43,0	40,9	41,0	241,6	235,7	232,4	216,6	7,0	5,5	5,7	5,3
Inden	20,5	19,5	17,6	19,1	90,6	83,6	79,8	75,2	4,4	4,3	4,5	3,9
Helmstedt	**2,0**	**1,2**	**1,8**	**1,5**	**6,8**	**6,0**	**4,5**	**1,1**	**3,4**	**5,0**	**2,5**	**0,8**
Lausitz	**56,7**	**63,6**	**61,8**	**62,5**	**406,3**	**376,0**	**362,4**	**370,5**	**7,2**	**5,9**	**5,9**	**5,9**
Cottbus-Nord	5,8	5,5	5,7	2,4	24,6	24,6	22,6	7,1	4,2	4,4	4,0	3,0
Jänschwalde	11,5	11,0	9,4	11,9	121,4	90,2	88,6	109,2	10,6	8,2	9,4	9,2
Welzow-Süd	20,7	21,1	20,6	18,2	137,9	113,2	111,8	104,6	6,7	5,4	5,4	5,7
Nochten	18,7	16,9	16,9	17,8	118,6	114,5	106,0	98,3	6,3	6,8	6,3	5,5
Reichwalde	< 0,1	9,1	9,3	12,2	3,8	33,5	33,4	51,3	–	3,7	3,6	4,2
Mitteldt.	**20,0**	**19,6**	**20,9**	**18,9**	**66,6**	**59,7**	**59,3**	**70,1**	**3,3**	**3,0**	**2,8**	**3,7**
Profen gesamt	8,4	8,4	9,0	8,6	41,0	32,7	33,3	33,4	4,9	3,9	3,7	3,9
Schleenhain	11,2	10,7	11,9	10,0	21,1	23,7	24,2	32,7	1,9	2,2	2,0	3,3
Amsdorf	0,4	0,5	< 0,1	0,3	4,5	3,3	1,7	4,0	11,2	7,0	–	12,6

Abbildung 7: Braunkohlenförderung nach Revieren und Tagebauen, 2010 bis 2015

Quelle: (Öko-Institut 2017), S. 62 (Angabe Öko-Institut: Daten für die Jahre 2011 und 2012 sind von der Statistik der Kohlenwirtschaft nicht mehr verfügbar.)

Ein RWE Sprecher gab gegenüber dem WDR an, dass die Fördermengen im Tagebau Hambach aufgrund des Rodungsstopp um bis zu 38 % gemindert werden sollen[14]. Diese Angabe entspricht einer möglichen Mindestfördermenge von 25 Mio. t Braunkohle. Diese Aussage wurde auch von Rolf Martin Schmitz, Vorstandsvorsitzender der RWE, gegenüber der Rheinischen Post bestätigt: „Wir senken die Förderung um zehn bis 15 Millionen Tonnen im Jahr und müssen die Auslastung der Kraftwerke und Veredlung zurückfahren“.[15] Diese Angabe entspricht einer möglichen Mindestfördermenge von 25 bis 30 Mio. t Braunkohle. Hieraus ist zu schließen, dass die technisch mögliche Mindestfördermenge des Tagebaus Hambach höchstens 25 Mio. t beträgt.

Das Oberverwaltungsgericht Münster untersagte im Oktober 2018 die Rodung des Hambacher Waldes bis zu einem endgültigen Urteil durch das Bundesverwaltungsgericht. Zudem stehen noch weitere Klagen durch den Bund für Umwelt- und Naturschutz (BUND) aus. Dazu

[14] RWE will Braunkohle-Förderung senken, 09.10.2018: https://www1.wdr.de/nachrichten/rwe-kohlefoerderung-hambacher-forst-100.html

[15] RWE kündigt Stellenabbau wegen Rodungsstopp an, 13.10.2018: https://rp-online.de/wirtschaft/unternehmen/rwe-kuendigt-wegen-hambacher-forst-stellenabbau-an_aid-33639071

zählen die Klage gegen den RWE Rahmenbetriebsplan 2020 bis 2030 und die Klage gegen den Hauptbetriebsplan von 2018 bis 2020.[16]

2.5 Begründung der konservativen Berechnungsabschätzung

Die Berechnungen sind aus folgenden Gründen relativ konservativ gehalten:

- Die Mengenberechnung basiert auf einer Mächtigkeit des Flözes von 65 m. Die Flözstärke nimmt nach Aussagen von RWE in Richtung Süden jedoch zu: „*Das Kohle-Flöz liegt schräg in der Erde; er fällt nach Süden ein und wird dorthin auch immer dicker, so dass im noch unberührten Gebiet im Süden deutlich mehr Braunkohle pro Quadratkilometer Oberfläche in der Erde liegt, als im Norden, wo das Flöz dünner war*“, sagte ein RWE-Sprecher[17]. Um die Aussage bestätigen zu können, fehlen weitere nicht zu Verfügung stehende Quer- oder Längsschnitte, ähnlich Abbildung 5.
- Die gesamten Berechnungen basieren auf der Annahme, dass die aktuelle Tagebaukante sich nicht weiterentwickelt. Die Annahme ist sinnvoll, da der Boden auf dem bereits Wald gerodet wurde, sich von den Eigenschaften her besser eignet, eine möglichst effektive Wiederaufforstung zu gewährleisten, als neu angeschütteter Mutterboden (und auch keine weiteren Rodungen notwendig wären, da der Abstand durch vorsorglich getätigte Rodungen in den letzten Jahren groß genug ist). Zudem sollte das Grundwasser des Hambacher Waldes nicht weiter beeinträchtigt werden, um den Erhalt nicht zusätzlich zu gefährden. Nichtsdestotrotz könnte die Tagebaukante sich theoretisch auch ohne weitere Rodungen noch weiterentwickeln, wodurch noch größere Mengen Kohle förderbar wären.
- Das so genannte Highwall Mining wird bei der Endkohlung eines Braunkohletagebaus eingesetzt. Hierbei kann die verbleibende Kohle aus den Flözen in den Endböschungen untertage herausgebohrt werden. Durch die Anwendung der Technologie können weitere im Boden befindliche Kohlemengen gefördert werden. Die Anwendung dieser Möglichkeit fließt hier nicht in die Berechnungen mit ein.

---

16 BUND: https://www.bund-nrw.de/themen/mensch-umwelt/braunkohle/hintergruende-und-publikationen/braunkohlentagebaue/hambach/bund-klagen-gegen-hambach/

17 500 Windräder könnten die Braunkohle aus dem Wald ersetzen, 21.09.2018: https://www.wiwo.de/politik/deutschland/hambacher-forst-im-kern-geht-es-um-rwe-versus-klimaschutz/23097724-2.html

3 Verbleibende Kohlemengen im Tagebau Garzweiler II

Im Tagebaubetrieb Garzweiler II können ohne dass weitere Anwohner*innen der noch bewohnten Dörfer (Keyenberg, Kuckum, Berverath, Ober- und Unterwestrich) und Höfe (Eggerather Hof, Roitzerhof) umgesiedelt werden müssen sowie der fruchtbare Boden der Erkelenzer Börde erhalten bleibt, noch mindestens 338,3 Millionen t Braunkohle gefördert werden.

Die vom Tagebau Garzweiler II betroffenen bewohnten Ortschaften sind Keyenberg mit 741 Einwohner*innen, Kuckum mit 453 Einwohner*innen, Berverath mit 117 Einwohner*innen, Ober- und Unterwestrich mit 150 Einwohner*innen sowie die zu Holzweiler gehörenden vorgelagerten Feldhöfe. Zum einen der Eggerather Hof, eine wasserumwehrte Hofanlage aus dem Jahr 1754, im 11. Jahrhundert erstmals urkundlich erwähnt und zum anderen der Roitzerhof, erstmals urkundlich erwähnt 13. Jahrhundert.

Die Orte Immerath und Lützerath sind dagegen bereits weitestgehend leerstehend. Ein Erhalt der Orte ist aus Sicht der Autor*innen daher nicht zwangsläufig notwendig, da die Anwohner*innen beinahe vollständig umgesiedelt sind und Dorfcharakter erhaltende Merkmale wie zum Beispiel der „Immerather Dom“ sowie die unter Denkmalschutz gestandene „Immerather Mühle“ bereits zerstört wurden. Die Westricher Mühle, östlich von Berverath gelegen, ist ebenfalls bereits verlassen.

3.1 Aktueller Verlauf der Tagebaukante Garzweiler II

Die Tagebaukante ist noch nicht bis zur ehemaligen Autobahn 61 vorgedrungen. Aus dem zur Verfügung stehenden Luftbild von Dezember 2018 in Abbildung 8 ergibt sich ein Abstand zwischen dem Böschungsfuß und der Tagebaukante bei Keyenberg von 1690 m und auf der Höhe Immerath von 1290 m.

Abbildung 8: Luftbild Tagebau Garzweiler II, Aufnahmedatum Dezember 2018, eigene Abmessungen

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Planet Labs: https://www.planet.com

3.2 Böschungsverhältnisse Tagebau Garzweiler II

Die Teufe des Tagebaus im östlichen Gebiet Garzweiler II beträgt laut Abbildung 9 rund -75 m u. NHN. Die Geländeoberkante der nördlichen Tagebaukante liegt in der Region bei Keyenberg bei +80 m und im Süden zwischen Holzweiler und Immerath bei +100 m ü. NHN. Aus diesen Daten ergibt sich ein Verhältnis des Gewinnungsböschungssystems von 1:10,9 im Norden bis zu 1:7,4 im Süden.

Böschungsverhältnis Norden:	(75 m + 80 m) : 1690 m = 155 m : 1690 m ≈ 1:10,9
Böschungsverhältnis Süden:	(75 m + 100 m) : 1290 m = 175 m : 1290 m ≈ 1:7,4

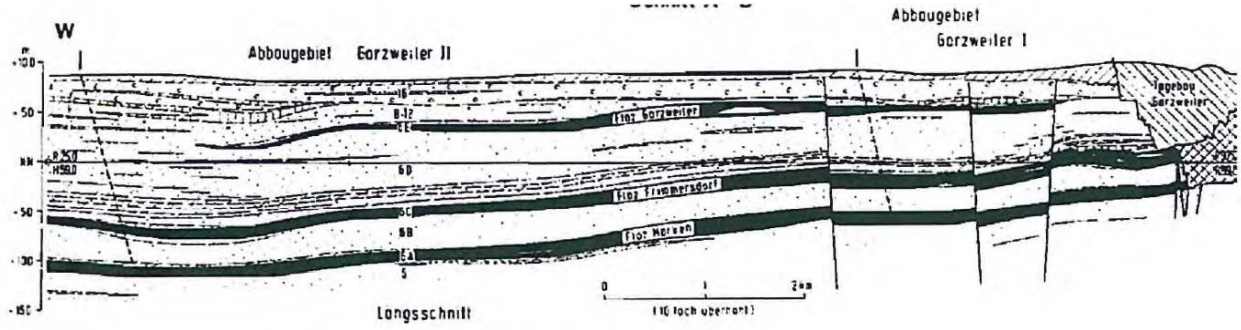

Abbildung 9: Längsschnitt Garzweiler

Quelle: MTC Gutachten 2017, S. 48

Für das Gebiet Garzweiler II ist durch RWE ein Tagebaurestsee geplant. Entsprechend der Erläuterung zu den Böschungsverhältnissen des Tagebau Hambachs in Abschnitt 2.1 muss ebenfalls ein Böschungswinkel von 1:5 aufgeschüttet werden. Zum Abschluss des Tagebaus kann zunächst auf ein Böschungsverhältnis von 1:3 aufgesteilt werden.

Die Flöze im Gebiet Garzweiler II weisen starke Verwerfungen auf, wie der geologische Schnitt in Abbildung 10 verdeutlicht. Aus den Schnitten 28 und 30 aus dem Rahmenbetriebsplan 2001 bis 2045 für Garzweiler I/II lassen sich die Teufen detaillierter ablesen. Der vertikale Abstand vom Fuße der untersten Fördersohle bis zu Geländeoberkante beträgt im Bereich Jackerath - 152 m und im Bereich Keyenberg - 190 m. Das Verhältnis 1:3 impliziert einen Abstand des Böschungsfußes bis zur Tagebaukante von 570 m vor Keyenberg und 456 m vor Holzweiler.

Abstand bei Keyenberg: 1:3 ≙ 190 m : 570 m

Abstand bei Holzweiler: 1:3 ≙ 152 m : 456 m

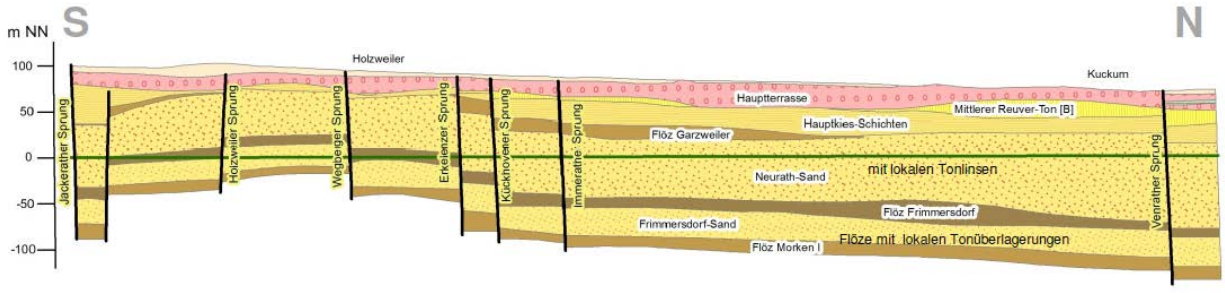

Abbildung 10: Geologischer Schnitt Garzweiler, Kuckum bis Holzweiler

Quelle: Geologischer Dienst[18] 2015, S. 12

[18] Geologie Tagebau Garzweiler II, Geologischer Dienst NRW, 14.04.2015, https://www.land.nrw/sites/default/files/asset/document/vortrag_expertengespr_geologie_restseeww_gd_geologie.pdf

3.3 Verkürzung der Abbaufront und Anpassung Abbaugebiet Garzweiler II

Wie deutlich in Abbildung 8 erkennbar, wurde die Abbaukante im Norden im Bereich Keyenberg, bereits angehalten. Bei einem Umschwenken des Tagebaus südlich an Keyenberg vorbei, weiter in Richtung Holzweiler, kann der Betrieb fortgeführt werden, ohne dass weitere Ortschaften umgesiedelt werden müssen.

Im Folgenden wird die Annahme getroffen, dass die Tagebaukante östlich von Keyenberg stillgelegt wird, sodass der Tagebau Garzweiler II weiterhin eine im Norden verkürzte Abbaufront behält. Das angepasste Abbaugebiet entwickelt sich mit ausreichendem Abstand zur Ortschaft, südlich an Keyenberg vorbei, weiter in Richtung Holzweiler.

In diesem Gebiet von Garzweiler II liegen zudem die mächtigsten Flöze von bis zu 55m. Die Abbildung 11 kartiert die Mächtigkeit der drei abbaubaren Flöze. Hier wird deutlich erkennbar, dass eine Konzentration auf den Bereich, der zwischen den bewohnten Ortschaften liegt auch wirtschaftlich sinnvoll ist. Insbesondere ist die Flözmächtigkeit bei Keyenberg nur zu etwa 25m ausgeprägt.

In Abbildung 17 im Anhang ist ein Verlauf der möglichen Tagebaukante abgesteckt, der den Mindestabstand der Abbaugrenze zu jeder nächst angrenzenden Bebauung in Keyenberg, Berverath, dem Eggerather Hof sowie Holzweiler von mindestens 400 m einhält. Der geforderte Abstand von 400m ist zum nächsten Bezugspunkt jeder angrenzenden Bebauung als Kreis mit einem Radius von 400 m eingetragen.

Eine Abstandhaltung von 400 m zu bewohnten Gebäuden ist als absolute Mindestabstandgrenze einzuordnen. Die Belastung durch Lärm, Beleuchtung und Staub ist für an den Tagebau angrenzende Ortschaften sehr hoch. Mit einem gewissen Abstand zur Tagebaukante wird zudem ein Schutzwall aufgehäuft. Der Streifen vor der Tagebaukante darf aus Sicherheitsgründen nicht betreten werden. Aus diesem Grund rückt der Bereich des Tagebaus noch weiter an die Orte heran, als die eigentliche Tagebaukante. Nicht zuletzt fordern die Anwohner*innen einen Abstand von 1500 m zu den Ortschaften einzuhalten.

Der Verlauf der Tagebaukante orientiert sich darüber hinaus, aus praktischen Gründen, nach Möglichkeit an Grenzen, die durch Liegenschaften und Straßen gegeben sind. Das angepasste Abbaugebiet und der Böschungsbereich wurde zur besseren Übersicht in das aktuelle Luftbild in Abbildung 12 eingetragen.

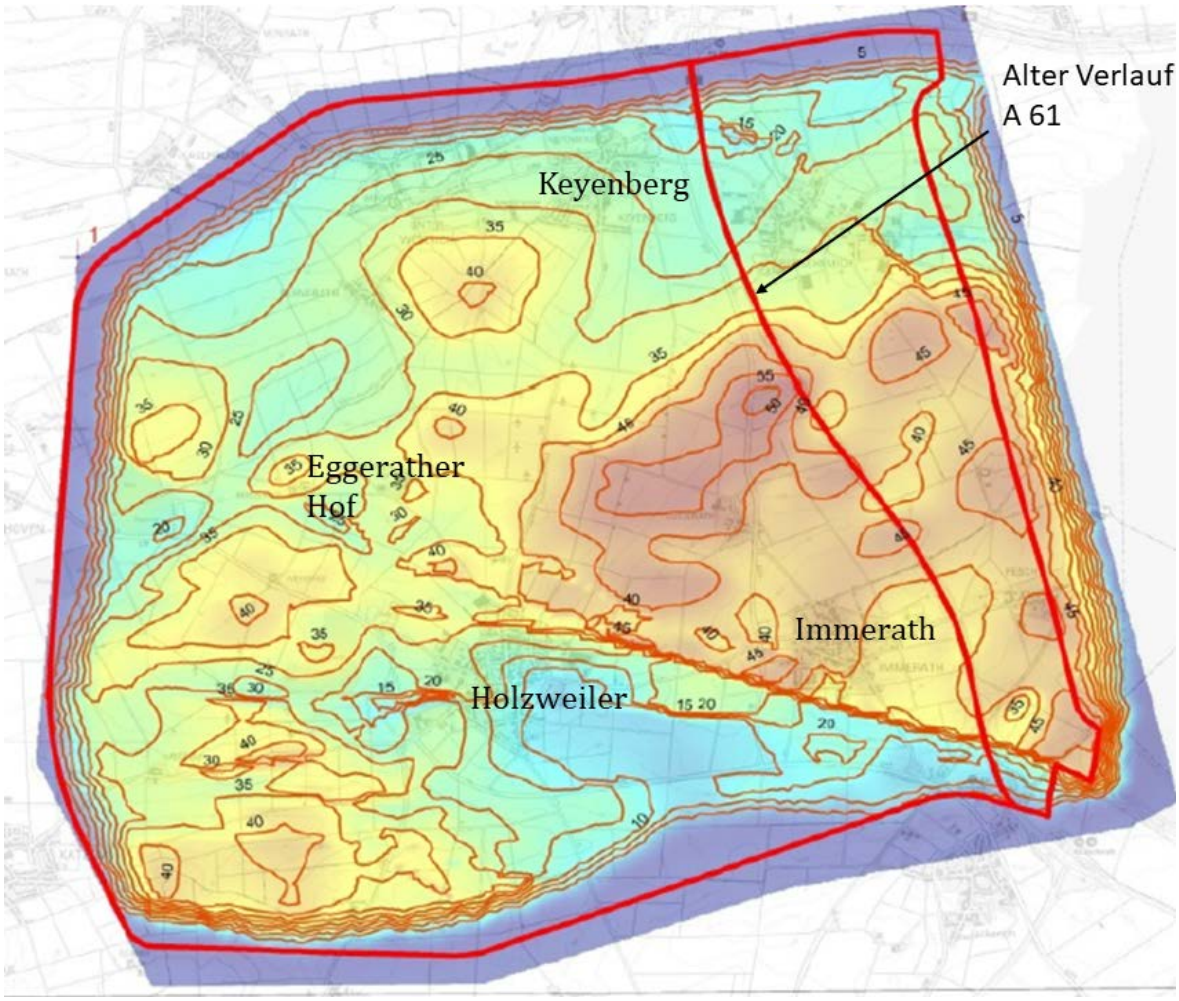

Abbildung 11: Geologischer Kohlevorrat Garzweiler II

Quelle: Geologischer Dienst[19] 2015, S. 13

3.4 Resultierende Fördermengen im Tagebau Garzweiler II

Aus den oben erläuterten Daten und dem Kartenmaterial in Abbildung 17 lassen sich die verfügbaren Braunkohlemengen errechnen. Es können in Garzweiler II noch insgesamt 338,3 Millionen t Braunkohle gefördert werden ohne dass weitere Dörfer umgesiedelt werden müssen.

[19] Geologie Tagebau Garzweiler II, Geologischer Dienst NRW, 14.04.2015, https://www.land.nrw/sites/default/files/asset/document/vortrag_expertengespr_geologie_restseeww_gd_geologie.pdf

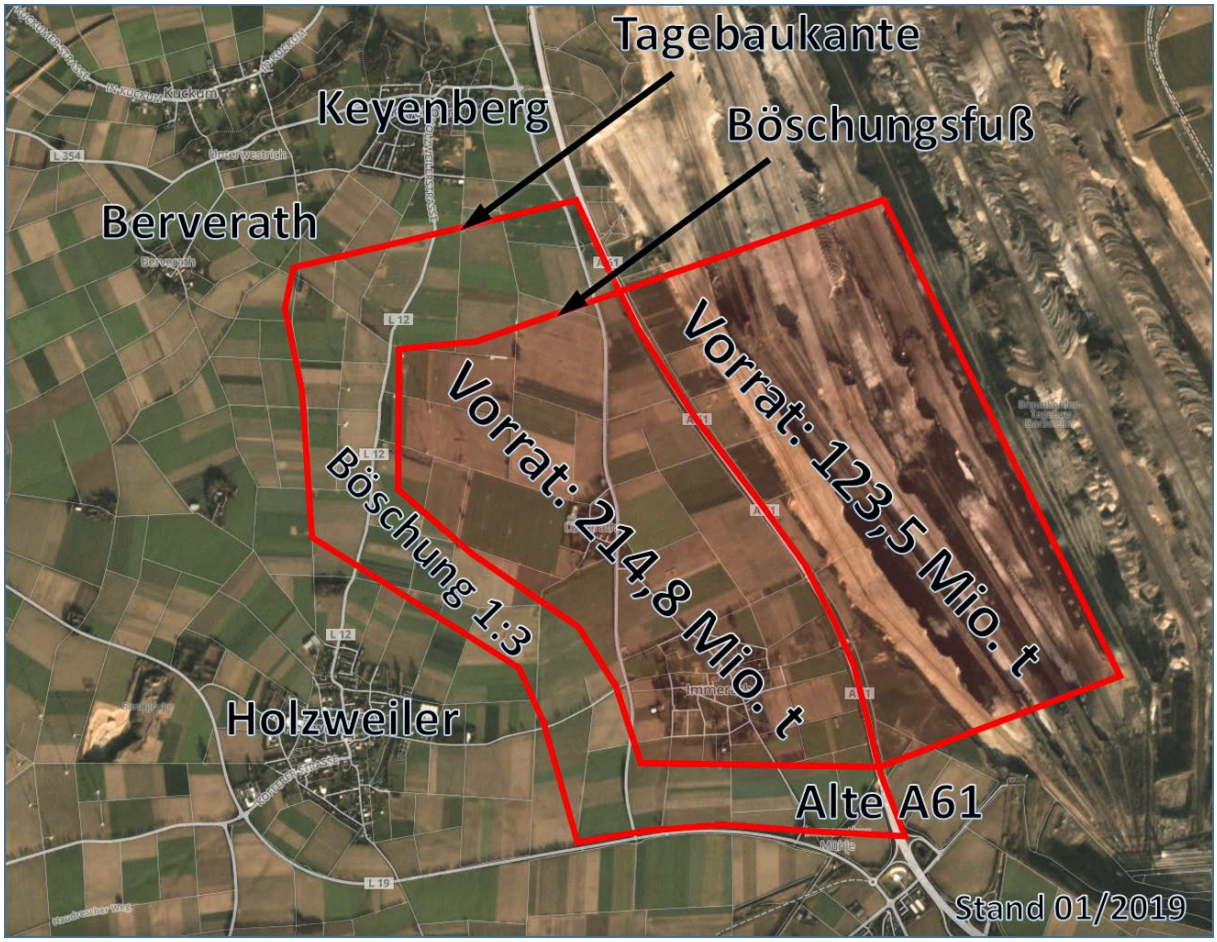

Abbildung 12: Angepasstes Abbaugebiet Garzweiler II, Aufnahmedatum 12/2018, eigene Eintragungen

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Planet Labs: https://www.planet.com

Im Gebiet Garzweiler II werden drei Flöze als abbauwürdig betrachtet: die Flöze Garzweiler, Frimmersdorf und Morken. Es wird entsprechend der Angaben von RWE für Garzweiler II eine durchschnittliche Mächtigkeit von 40 m angenommen.[20] Das Flöz Garzweiler steht nur im östlichen Gebiet an und die Flöze Frimmersdorf und Morken dünnen in westlicher Richtung aus (vgl. Abbildung 9).[21] Die Fläche, die westlich der A 61 mit einem Endböschungssystem von 1:3 gewonnen wird, beträgt 4,67 km². Daraus ergibt sich ein Volumen von 186,8 Mio. m³. Bei einer für das Rheinland durchschnittlichen Braunkohle-Dichte von 1,15 t/m³ entspricht das einer Menge von 214,8 Mio. t Braunkohle.

[20] RWE, Tagebau Garzweiler II: https://www.group.rwe/-/media/RWE/documents/03-unser-portfolio-und-loesungen/betriebsstandorte/tagebau-garzweiler-standort-flyer.pdf

[21] MTC Gutachten (Mining Technology Consulting) 2017, S. 47: https://www.bra.nrw.de/container/anlagen_pm/17_09_gutachten_mtc_tudeshki_zu_rwe_rueckstellungen.pdf

Volumen Braunkohle:	4,67 km² * 40 m = 186,8 Mio. m³
Menge Braunkohle:	186,8 Mio. m³ * 1,15 t/m³ = 214,8 Mio. t

Wie im Luftbild in Abbildung 13 zu erkennen, befinden sich auch östlich der A 61 Braunkohlevorräte im Boden, die gewonnen werden können. Aufgrund des vorhandenen Böschungswinkels und der unterschiedlichen Tiefen, in denen sich die einzelnen Flöze befinden, unterteilt sich das noch abbaubare Gebiet in drei einzelne Flächen, die jeweils einem Flöz zugehörig sind. Das Flöz Garzweiler wird in der Quelle MTC Gutachten mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 9m angegeben, das Flöz Frimmersdorf mit 10 m und das Flöz Morken mit 11 m. Das Flöz Garzweiler kann auf einer Fläche von 1,58 km2 gewonnen werden, das Flöz Frimmersdorf auf einer Fläche von 4,01 km2 und das Flöz Morken auf einer Fläche von 4,82 km2.

Flöz Garzweiler:	1,58 km2 * 9m = 14,2 Mio. m3	≙ 16,4 Mio t
Flöz Frimmersdorf:	4,01 km2 * 10m = 40,1 Mio m3	≙ 46,1 Mio t
Flöz Morken:	4,82 km2 * 11 m = 53 Mio. m3	≙ 61 Mio t
		Summe = 123,5 Mio t

Die Menge, die östlich der A 61 aus den drei Flözen gewonnen werden kann, beträgt etwa 123,5 Mio. t Braunkohle. Aus beiden Arealen – westlich und östlich der A 61 - zusammen beträgt die Menge Braunkohle insgesamt rund 338,3 Mio. t Braunkohle.

Abbildung 13: Luftbild Tagebau Garzweiler II, Aufnahmedatum Dezember 2018, Abbauflächen der Flöze östlich der A 61, eigene Abmessungen

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Planet Labs: https://www.planet.com

3.5 Charakteristika vom Tagebau Garzweiler II

Im Tagebau Garzweiler II wird mit ebenfalls ca. 1.500 Mitarbeitende im Dreischichtbetrieb gearbeitet. Im Jahr werden laut RWE rund 35 Mio. t Braunkohle gefördert. Die Abraumleistung beträgt zwischen 130 und 150 Mio. m3. Dafür befinden sich sechs Schaufelradbagger, sechs Absetzer und 95 km Bandanlagen im Einsatz. Die Braunkohle wird per Förderband und Werksbahn zu den Kraftwerken Frimmersdorf, Neurath und Niederaußem transportiert.[22]

[22] RWE, Tagebau Garzweiler II: https://www.group.rwe/-/media/RWE/documents/03-unser-portfolio-und-loesungen/betriebsstandorte/tagebau-garzweiler-standort-flyer.pdf

Die Bandanlage läuft am südlichen Ende des Tagebaus zusammen, wie im Luftbild in Abbildung 13 gut sichtbar.

Optimierungspotentiale sind im Bereich der Reduktion des Schichtbetriebs möglich.[23] Eine Reduktion der jährlichen Abbaumenge, kann mit dem Übergang in den Zweischichtbetrieb einhergehen, also eine Kapazitätsnutzung von 16 Stunden statt 24 Stunden pro Tag. Bei Stilllegung des nördlichen Teils des Tagebaus, wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, kann es betriebswirtschaftlich sinnvoll sein, auch einzelne Schaufelradbagger und Absetzer auszusondern, um regelmäßige Wartungskosten zu reduzieren. Durch diese Anpassungen würden sich die durchschnittlichen Kohleförderkosten im Vergleich zur derzeitigen Vollauslastung erhöhen. Da Braunkohlekraftwerke im Vergleich zu Steinkohle- oder Gaskraftwerken von niedrigeren variablen Kosten profitieren ist jedoch von keiner Veränderung in der Abrufreihenfolge (Merit-Order) im deutschen Strommarkt auszugehen.

In der Vergangenheit schwankten die jährlichen Fördermengen im Tagebau Garzweiler II nur leicht. Die Tabelle in Abbildung 7 schlüsselt die Förderung in den Jahren 2010 und 2013 bis 2015 auf. Die Fördermenge betrug innerhalb dieses Zeitrahmens im Jahr durchschnittlich 35,4 Mio. t Braunkohle.

Durch eine Stilllegung der nördlichen Abbaukante, sind die Abbausohlen deutlich verkürzt. Hierbei ist davon auszugehen, dass die jährlichen Abbaumengen sinken.

3.6 Begründung der konservativen Berechnungsabschätzung

Die Berechnungen sind aus folgenden Gründen relativ konservativ gehalten:

- Trotz der Stilllegung der nördlichen Tagebaukante, ergeben sich auch in diesem Areal noch weitere Abbaumengen. Die Tagebaukante im Norden hat sich Keyenberg erst auf etwa 800m genähert. Ein Abstand von 400 m ist vorgegeben. Zudem ist der Böschungswinkel im nördlichen Teil noch sehr flach, etwa 1:10. Dieser kann noch auf bis zu 1:3 aufgesteilt werden. Dies wurde in dieser Berechnung nicht weiter beachtet und bietet weitere Abbaumengen.

[23] Bei Berücksichtigung des Beschäftigtenalters kann dies auch ohne zusätzliche betriebsbedingte Kündigungen geschehen.

- Das Endböschungverhältnis von 1:3 bietet eine größere Fläche um die beiden oberen Flöze abzubauen. Hier wurde nur mit der Grundfläche gerechnet, auf der das unterste Flöz abbaubar ist. Die Mengen der oberen Flöze in der 1:3 Böschung kämen noch hinzu.
- Die Mächtigkeit der Flöze in Garzweiler II ist mit 40 m konservativ angenommen. Wie in Abbildung 10 zu erkennen, nimmt die Mächtigkeit auch Werte von bis zu 50 m an, was die errechnete mögliche Abbaumenge direkt beeinflusst.
- RWE plant im Rahmenbetriebsplan für Garzweiler II teilweise aufgrund der geringen Teufen auch mit steilere Böschungen als 1:3. Da die Fläche vom Böschungsverhältnis abhängt, mit der die verbleibenden Kohlemengen hier errechnet wurden, würden steilere Böschungen für eine größere verbleibende Kohlemenge sprechen.
- Das so genannte Highwall Mining wird bei der Endkohlung eines Braunkohletagebaus eingesetzt. Hierbei kann die verbleibende Kohle aus den Flözen in den Endböschungen untertage herausgebohrt werden. Durch die Anwendung der Technologie können weitere im Boden befindliche Kohlemengen gefördert werden. Die Anwendung dieser Möglichkeit fließt hier nicht in die Berechnungen mit ein.

4 Fazit

4.1 Der Hambacher Wald und die bedrohten Dörfer können stehen bleiben

Diese Studie ermittelt, inwiefern entsprechend den Ergebnissen der Kohlekommission (Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung" 2019) die Braunkohlenachfrage aus den Tagebauabschnitten Hambach und Garzweiler II durch die verbleibenden Restmengen gedeckt werden kann, ohne dass der Hambacher Wald und weitere noch bewohnte Ortschaften zerstört werden müssen.

Die Braunkohleförderung in den Tagebauen Garzweiler II und Hambach betrug im Jahr 2017 ungefähr 70 Millionen t. RWE hat jedoch angekündigt, die Förderrate bereits in den kommenden Jahren weiter zu reduzieren. Dieser Rückgang liegt an der Braunkohlesicherheitsbereitschaft, die zu einer Nachfragereduktion von 10 Mio. t in NRW führt. Darüber hinaus sind durch zusätzliche Maßnahmen zur Erreichung des 40%-Klimaschutzziels weitere Einsparungen zu erwarten. So kann durch die Stilllegung von älteren Blöcken mit einer Leistung von 3 GW an den Standorten Niederaußem und Neurath bis zum Jahr 2022 eine jährliche Braunkohleproduktion von 23 Millionen t eingespart werden. Eine Reduktion der Brikettproduktion führt zu weiteren möglichen Einsparungen. Hierdurch halbiert sich der jährliche Bedarf für die Tagebaue Garzweiler II und Hambach spätestens ab dem Jahr 2022, um ungefähr 35 Millionen t seiner früheren Fördermenge. Für einen Weiterbetrieb des Kohlereviers bis zum Jahr 2035 werden insgesamt somit noch ungefähr 612 Millionen t benötigt. Wenn der Kohleausstieg erst 2038 vollzogen wird, erhöht sich dieser Restbedarf auf insgesamt 672 Millionen t Braunkohle.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass bei Verzicht auf Rodungen im Tagebau Hambach und Erhalt der Dörfer Manheim und Morschenich noch 476,9 Millionen t Braunkohle förderbar sind. Im Tagebau Garzweiler II sind bei Erhalt der Dörfer Keyenberg, Kuckum, Berverath, Oberwestrich und Unterwestrich sowie des Eggerather Hofes und des Roitzerhofes noch 338,3 Millionen t Kohle förderbar. Für das Gesamtsystem sind somit zum 1. Januar 2019 noch Kohlereserven von 815,2 Millionen t verfügbar. Da bei einem Fortbetrieb des Rheinischen Braunkohlereviers bis zum Jahr 2035 oder 2038 noch deutlich über 100 Millionen t. verbleiben, ist die Zerstörung des Hambacher Waldes und der noch bewohnten Dörfer nicht notwendig (s. Abbildung 14).

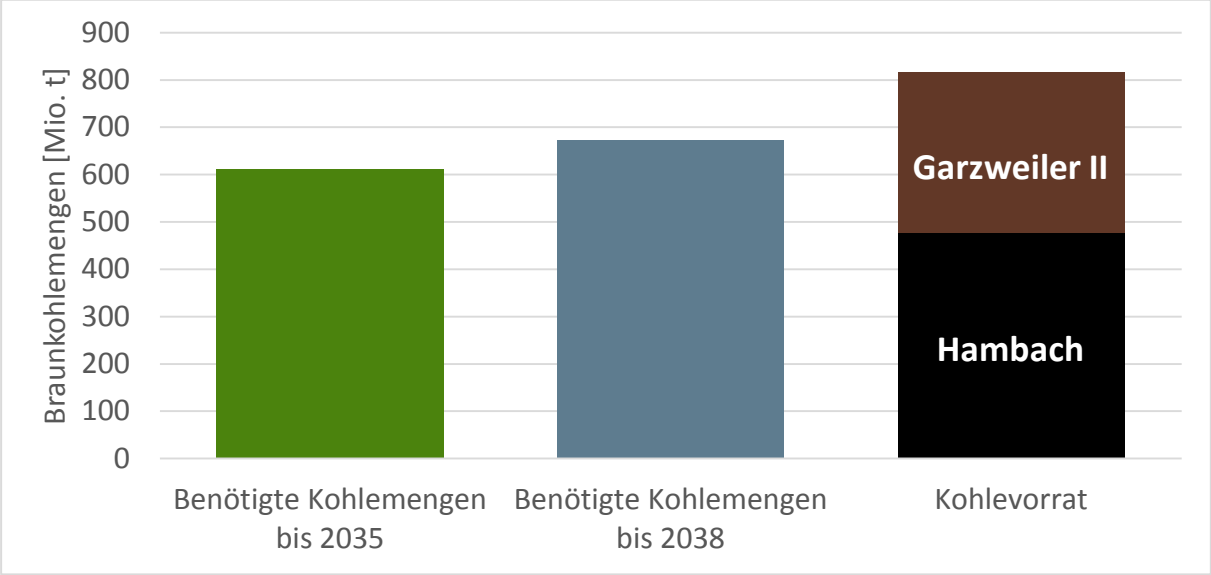

Abbildung 14: Die vorhandenen Reserven übersteigen den noch benötigten Bedarf

Die nicht benötigten Kohlerestmengen sollten dazu benutzt werden, den bei den Rechnungen angenommenen Mindestabstand zu bewohnten Gebäuden von bisher 400 m zu erhöhen. So fordern die Anwohner*innen einen Mindestabstand der Tagebaukante von 1500 m. Eine schnellstmögliche Anpassung der Tagebauplanungen schafft für alle Betroffenen Planungssicherheit und befriedet die bestehenden Konflikte in den Dörfern und im Hambacher Wald.

4.2 Möglicher Kohlebezug aus dem Tagebau Inden

Mittelfristiger wäre auch ein Kohlebezug aus dem Tagebau Inden durch die Nutzung des öffentlichen Eisenbahnnetzes denkbar, um einen größeren Abstand von den betroffenen Dörfern und der Abbaukante des Tagebaus Garzweiler II zu ermöglichen.

Dies könnte insbesondere ein mögliches Szenario sein, wenn auch am Kraftwerk Weisweiler ältere Blöcke vor 2030 stillgelegt werden und somit bereits genehmigte Kohlemengen im Tagebau Inden verbleiben die genutzt werden können. Dafür könnte der Eisenbahnanschluss des Kraftwerks Weisweiler genutzt werden. Das Kraftwerk Weisweiler ist mit einer Stichstrecke an das öffentliche Eisenbahnnetz angeschlossen, die bisher für den Abtransport von Asche und Gips genutzt wird. Die Kapazität der Eisenbahnstrecke Aachen – Köln reicht nach erster Einschätzung für acht zusätzliche Güterzugpaare (4,8 Mio. t Braunkohle pro Jahr). Neu

zu errichten wären Verladeeinrichtungen am Kraftwerk Weisweiler; darüber hinaus müsste noch die Kapazität der Stichstrecke genauer geprüft werden.

4.3 Auswirkungen auf die Rekultivierung

Bisher hat RWE für die Rekultivierung des Tagebaus Hambach Rückstellungen in einem Umfang von 650 Mio. € gebildet (Stand Ende 2016), bei einem Verursachungsgrad von 70%.[24] Bisher geht RWE davon aus, dass die Kosten größtenteils erst überwiegend nach 2045 anfallen. Die Rückstellungen werden mit 4,4% abgezinst. Gleichzeitig wird eine Kosteneskalationsrate von 3,1% unterstellt. Wenn man die heutigen Rückstellungen von RWE aufzinst und die 30% der Rückstellungen berücksichtigt, die noch ratierlich gebildet werden müssen, so geht RWE bisher davon aus, dass im Jahr 2045 Kosten von 3,3 Mrd. € für die Rekultivierung von Hambach anfallen. Wegen des aktuell niedrigen Zinsniveaus (von nur ~ 2%) verringert sich die Abzinsung, weshalb RWE in den nächsten Jahren in großem Umfang zusätzliche Rückstellungen bilden muss.

Wenn der Tagebau Hambach früher geschlossen wird, sind die anfallenden Rekultivierungskosten für das Unternehmen höher, da die Kosten früher anfallen und die Abzinsung daher geringer ausfällt. Da die Bodenqualität u.a. durch eine größere Lösschicht in Garzweiler II deutlich besser ist als in Hambach, wird derzeit Löß von Garzweiler II bei den laufenden Rekultivierungsarbeiten von Hambach verwendet. Ein alleiniger Betrieb mit anschließender Renaturierung von Hambach benötigt daher entweder zusätzliches Löß aus Garzweiler II oder anderweitig Zugekauftes. Gleichzeitig wird bei einer Verkleinerung des genutzten Tagebaus auch der Restsee kleiner, so dass hier Einsparungen möglich sind. Da die Kosten für die Restseegestaltung die Kosten der Renaturierung deutlich überwiegen ist zu vermuten, dass letzterer Effekt die anderen dominiert (MTC 2017).

Bei einer Anpassung der Tagebaunutzung fallen zusätzliche Verwaltungskosten aufgrund neuer Genehmigungsverfahren an. Im Tagebau Garzweiler II muss die Rekultivierungsplanung jedoch aufgrund der Holzweiler-Entscheidung / Verkleinerung ohnehin angepasst werden.

[24] KPMG (2017): Vollständigkeit und Angemessenheit der bilanzierten bergbaubedingten Rückstellungen nach IFRS zum 31.12.2016

Unabhängig von den politischen Entscheidungen ist eine schnelle Umsetzung der Tagebauänderungen zu empfehlen, da somit Planungssicherheit für alle Betroffenen geschaffen wird und die Anpassung der Renaturierungspläne und damit einhergehende Genehmigungsverfahren mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

4.4 Einordnung der Ergebnisse und Ausblick

Der von der Kohlekommission getroffene Kohlekompromiss ist ein wichtiger Schritt in der fortlaufenden Energiewende. Er stellt hierbei einen wichtigen Einstieg in einen noch Jahre dauernden Ausstiegsprozess, der jetzt entsprechend von der Bundesregierung durch ein Kohleausstiegsgesetz umgesetzt werden muss. Für die nächsten Jahre verbleiben hierbei jedoch noch weitere wichtige Bausteine, die miteinbezogen werden müssen (s. Abbildung 15). Neben der Einhaltung der europäischen Schadstoffgrenzwerte ab 2021 muss für eine Einhaltung der internationalen Klimaschutzziele eine frühzeitigere Abschaltung der letzten Kohlekraftwerke bis 2030 erfolgen (Parra u. a. 2018). Frühere Analysen zeigen, dass neben den bedrohten Dörfern in NRW auch in der Lausitz und im Mitteldeutschen Revier keine weiteren Dörfer mehr abgebaggert werden müssen, da ausreichend Kohlemengen in den bereits genehmigten Tagebaufeldern vorhanden sind (DIW Berlin 2017, 2014). Darüber hinaus muss zur Verhinderung von nicht benötigten Investitionen der Bau von neuer Erdgasinfrastruktur unterbunden werden. Neben den Energiesektoren müssen zudem auch die anderen Sektoren, insb. der Verkehrs- und Wärmesektor, eine schnellstmögliche Dekarbonisierung anstreben. Nur so ist es möglich, die drohende Klimakatastrophe und die damit einhergehenden Kosten für unsere Gesellschaft in Deutschland und global zu verhindern.

Fazit

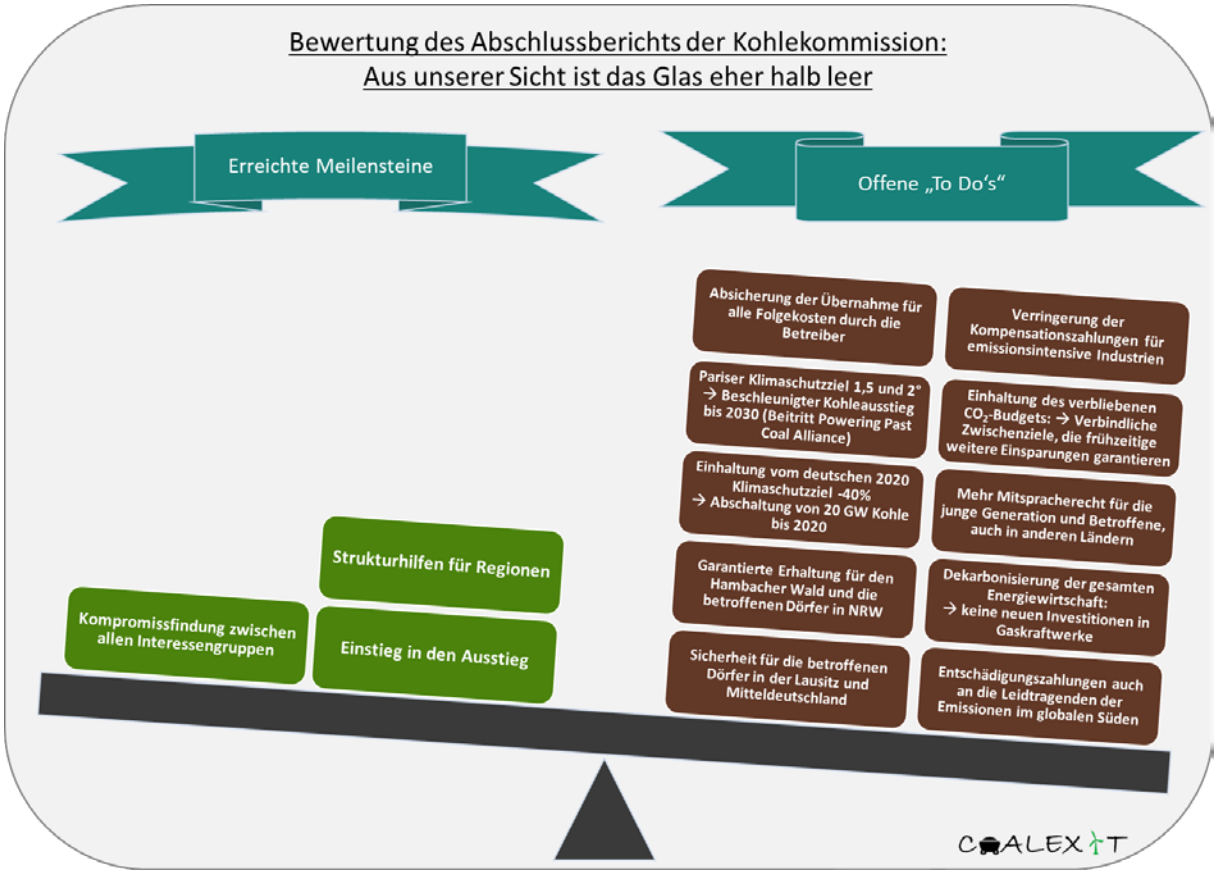

Abbildung 15: Bewertung des Kohlekompromisses

5 Referenzen

DIW Berlin. 2014. „Braunkohleausstieg – Gestaltungsoptionen im Rahmen der Energiewende“. Politikberatung kompakt 84. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.471589.de/diwkompakt_2014-084.pdf.

———. 2017. „Klimaschutz und Betreiberwechsel: Die ostdeutsche Braunkohlewirtschaft im Wandel“. DIW Wochenbericht 6+7/2017. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e. V. https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_01.c.552191.de.

Göke, Leonard, Martin Kittel, Claudia Kemfert, Casimir Lorenz, Pao-Yu Oei, und Christian Von Hirschhausen. 2018. „Erfolgreicher Klimaschutz durch zügigen Kohleausstieg in Deutschland und Nordrhein-Westfalen“. *DIW Wochenbericht* 33/2018: 701–11. https://doi.org/10.18723/diw_wb:2018-33-1.

Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung". 2019. „Abschlussbericht“. Berlin.

MTC. 2017. „Validierung und Prüfung der bergbaubedingten Rückstellungen für die Braunkohletagebaue, Altstandorte und Kraftwerksreststoffdeponien der RWE Power AG. Im Auftrag der RWE Power AG“. Clausthal: Mining Technology Consulting. https://www.bezreg-arns-berg.nrw.de/container/anlagen_pm/17_09_gutachten_mtc_tudeshki_zu_rwe_rueckstellungen.pdf.

Oei, Pao-Yu. 2016. „Politische Optionen für Klimaschutz und Kohleausstieg“. Böll.Brief 3. Grüne Ordnungspolitik. Berlin: Heinrich Böll Stiftung. https://www.boell.de/de/2016/11/07/boellbrief-politische-optionen-fuer-klimaschutz-und-kohleausstieg.

Oei, Pao-Yu, Hanna Brauers, Claudia Kemfert, Martin Kittel, Leonard Göke, Christian von Hirschhausen, und Paula Walk. 2018. „Kohleausstieg in NRW im deutschen und europäischen Kontext - Energiewirtschaft, Klimaziele und wirtschaftliche Entwicklung“. 129. Politikberatung kompakt. Berlin: DIW Berlin. https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_01.c.598422.de.

Oei, Pao-Yu, Clemens Gerbaulet, Claudia Kemfert, Friedrich Kunz, und Christian von Hirschhausen. 2015. „Auswirkungen von CO_2-Grenzwerten für fossile Kraftwerke auf den Strommarkt und Klimaschutz“. 104. Politikberatung kompakt. Berlin, Germany: DIW. https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.521081.de/diwkompakt_2015-104.pdf.

Oei, Pao-Yu, Clemens Gerbaulet, Claudia Kemfert, Friedrich Kunz, Felix Reitz, und Christian von Hirschhausen. 2015. „Effektive CO_2-Minderung im Stromsektor: Klima-, Preis- und Beschäftigungseffekte des Klimabeitrags und alternativer Instrumente“. 98. Politikberatung kompakt. Berlin, Germany: DIW.

Oei, Pao-Yu, Catharina Rieve, Christian Von Hirschhausen, und Claudia Kemfert. 2019. „Weichenstellung Kohlekonsens: Kohlevorräte ermöglichen den Erhalt des Hambacher Waldes und aller noch bedrohten Dörfer“. DIW Berlin - Politikberatung kompakt 131. DIW Berlin - Politikberatung kompakt. Berlin: DIW Berlin.

https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.612236.de/diwkompakt_2019-131.pdf.

Öko-Institut. 2017. „Die deutsche Braunkohlenwirtschaft. Historische Entwicklungen, Ressourcen, Technik, wirtschaftliche Strukturen und Umweltauswirkungen. Studie im Auftrag von Agora Energiewende und der European Climate Foundation."

Parra, Paola Yanguas, Niklas Roming, Fabio Sferra, Michiel Schaeffer, Ursula Fuentes Hutfilter, Anne Zimmer, Tina Aboumahboub, und Bill Hare. 2018. „Science based coal phase-out pathway for Germany in line with the Paris Agreement 1.5°C warming limit: Opportunities and benefits of an accelerated energy transition". Berlin: Climate Analytics.
https://climateanalytics.org/media/germany_coalphaseout_report_climateanalytics_final.pdf.

Anhang: Kartenmaterial mit Abmessungen

Abbildung 16: Luftbild Tagebau Hambach, Aufnahmedatum 17.03.2016, eigene Abmessungen

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf GeoBasis NRW: https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2/

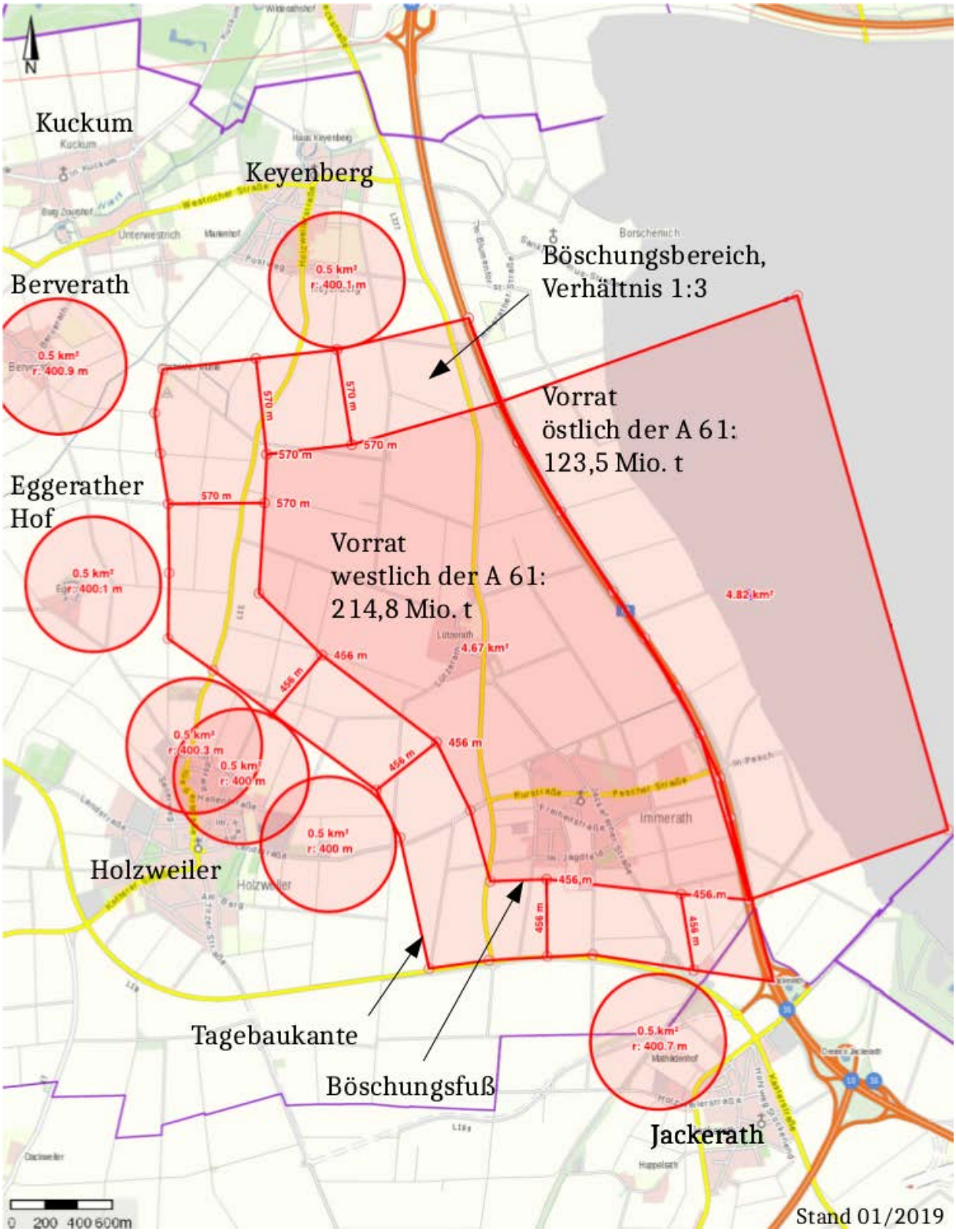

Abbildung 17: Angepasstes Abbaugebiet Garzweiler II, eigene Abmessungen

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2/