

# The German Lignite Industry in 2021

Germany's domestic lignite output increased by 18.9 Mt, which equals 17.6 %, from 107.4 Mt to 126.3 Mt between 2020 and 2021. The lignite extracted in 2021 had a net calorific value of 39.3 Mtce. Of that output 111.5 Mt, or about 88.3 %, were used in utility power plants supplying the general public. This translates into an increase of 19.8 % compared to the previous year. The sharp increase in power generation from lignite was primarily due to the marked increase in the consumption of electric power, the substantially reduced input of electric power from wind power as well as the

drastic increases in the natural gas prices. The last item has led to a shift in the competition on the national and European electricity market. In the factories of the lignite mining industry 11.9 Mt were used in 2021 for the manufacture of solid products. To generate electricity in mine-mouth power plants 2.0 Mt were used. For other sales of raw lignite and changes in stocks accounted 0.8 Mt. Lignite's contribution to Germany's total gross electricity production amounted to 18.8 % in 2021. This article was first published in World of Mining magazine, issue 2/22.

## Die deutsche Braunkohlenindustrie im Jahr 2021

Die inländische Braunkohlegewinnung hat sich von 107,4 Mio. t im Jahr 2020 um 18,9 Mio. t entsprechend 17,6 % auf 126,3 Mio. t im Jahr 2021 erhöht. Von der im Jahr 2021 realisierten Fördermenge, die einem Heizwert von 39,3 Mio. t SKE entspricht, wurden mit 111,5 Mio. t rd. 88,3 % in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung eingesetzt. Das waren 19,8 % mehr als im Vorjahr. Zu den wichtigsten Ursachen für den starken Anstieg bei der Stromerzeugung aus Braunkohle gehören die Zunahme im Stromverbrauch, die deutlich verringerte Einspeisung von Strom auf Basis Windenergie sowie die stark erhöhten Preise für Erdgas. Der letztgenannte

Punkt hat zu Verschiebungen der Wettbewerbssituation auf dem nationalen und europäischen Strommarkt geführt. Im Jahr 2021 sind 11,9 Mio. t in den Fabriken des Braunkohlenbergbaus zur Herstellung fester Produkte verwendet worden. Zur Stromerzeugung in Grubenkraftwerken wurden 2,0 Mio. t genutzt. Auf sonstigen Rohkohlenabsatz und Bestandsveränderungen entfielen 0,8 Mio. t. Zur gesamten Brutto-Stromerzeugung in Deutschland hat die Braunkohle im Jahr 2021 mit 18,8 % beigetragen. Die Erstveröffentlichung dieses Beitrags erfolgte in der Zeitschrift World of Mining, Ausgabe 2/22.

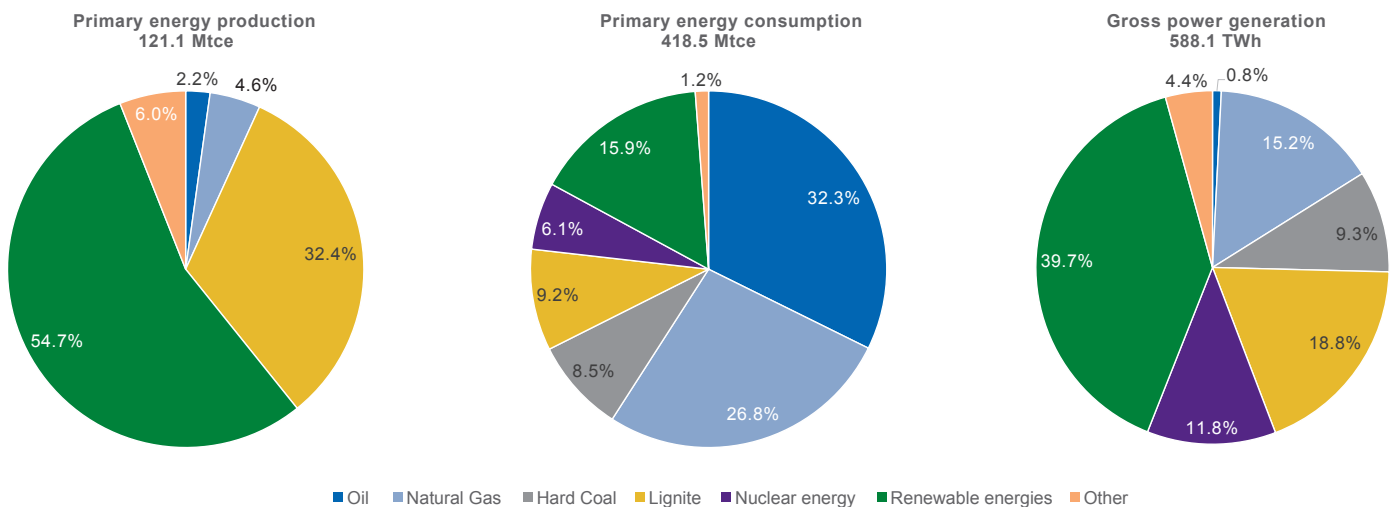


Fig. 1. The role of lignite in Germany's energy economy 2021 (provisional, deviations in the totals due to rounding); position: March 2022.  
 Bild 1. Die Rolle der Braunkohle in der Energiewirtschaft Deutschlands im Jahr 2021 (vorläufig, Abweichungen in den Summen durch Rundungen);  
 Stand: März 2022. Source/Quelle: AG Energiebilanzen und BDEW

	Unit Einheit	Rhineland Rheinland	Lusatia Lausitz	Central Germany Mitteldeutschland	Total Insgesamt
Primary-energy production (PEP) Primärenergiegewinnung (PEG)	Mtce Mio. t SKE	19.5	14.5	5.3	39.3
Share of PEP in Germany Anteil an der PEG in Deutschland	%	16.1	12.0	4.3	32.4
Primary-energy consumption (PEC) Primärenergieverbrauch (PEV)	Mtce Mio. t SKE	19.3	13.9	6.2	38.5
Contribution to cover PEC in Germany Beitrag zur Deckung des PEV in Deutschland	%	4.6	3.3	1.4	9.2
Gross lignite-based power generation Brutto-Stromerzeugung aus Braunkohle	TWh	52	42	16.3	110.3
Contribution to gross power generation in Germany Beitrag zur Brutto-Stromerzeugung in Deutschland	%	8.8	7.1	2.8	18.8

Table 1. Contribution of lignite-mining areas to Germany's energy supply, 2021 (provisional, some estimates); Status: March 2022.

Tabelle 1. Beitrag der Braunkohlenreviere zur Energieversorgung in Deutschland 2021 (vorläufig, z.T. geschätzt); Stand: März 2022.

Source/Quelle: AG Energiebilanzen, BDEW, own calculations/eigene Berechnungen

## 1 Overview

In 2021, lignite contributed 9.2% towards the primary energy consumption (PEC). Lignite, thus, ranked fourth in Germany's energy consumption balance behind mineral oil (32.3%), natural gas (26.8%), and renewables (15.9%). Hard coal accounted for 8.5%, nuclear energy for 6.1%, and other energy sources for 1.2% (1).

With an output of 39.3 Mtce, lignite accounted for 32.4% of Germany's primary energy production which amounted to 121.1 Mtce in 2021. The contributions of the other energy sources to the primary energy production in 2021 were as follows: natural gas 5.6 Mtce, mineral oil 2.6 Mtce, renewables 66.3 Mtce, and other energy sources 7.3 Mtce.

In 2021, 18.8% of Germany's total gross electricity volume was produced with lignite. Lignite, thus, assumed second place behind renewables (39.7%) in the ranking of the most important input energies for electricity production in 2021, followed by natural gas with 15.2%, nuclear energy with 11.8% and hard coal with 9.3%. Other energy sources contributed 5.2% to the total gross electricity production (Figure 1).

The key figures for the contributions made by the individual lignite mining districts to Germany's energy supply are shown in Table 1. Figure 2 shows the volume and use of lignite in 2021.

Compared to the previous year, CO<sub>2</sub> emissions from lignite increased by 18.6 Mt to 124.0 Mt in 2021 (2). The entire period between

## 1 Überblick

Die Braunkohle war im Jahr 2021 mit 9,2% am Primärenergieverbrauch (PEV) beteiligt. Damit stand sie in der deutschen Energieverbrauchs Bilanz hinter Mineralöl (32,3%), Erdgas (26,8%) und erneuerbaren Energien (15,9%) an vierter Stelle. Auf Steinkohlen entfielen 8,5%, auf Kernenergie 6,1% und auf sonstige Energien 1,2% (1).

Mit einer Fördermenge von 39,3 Mio. t SKE hielt die Braunkohle im Jahr 2021 bundesweit einen Anteil von 32,4% an der inländischen Primärenergiegewinnung von 121,1 Mio. t SKE. Die Beiträge der anderen Energieträger zur Primärenergiegewinnung teilen sich im Jahr 2021 wie folgt auf: 5,6 Mio. t SKE Erdgas, 2,6 Mio. t SKE Mineralöl, 66,3 Mio. t SKE erneuerbare Energien sowie 7,3 Mio. t SKE sonstige Energieträger.

Im Jahr 2021 entfielen von der gesamten Brutto-Elektrizitätserzeugung in Deutschland 18,8% auf die Braunkohle. Damit stand sie in der Rangliste der wichtigsten Einsatzenergien zur Stromerzeugung 2021 hinter erneuerbaren Energien (39,7%) auf dem zweiten Rang, gefolgt von Erdgas mit 15,2%, Kernenergie mit 11,8% und Steinkohle mit 9,3%. Sonstige Energien trugen mit 5,2% zur gesamten Brutto-Stromerzeugung bei (Bild 1).

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Kennzahlen zum Beitrag der einzelnen Braunkohlenreviere zur Energieversorgung in Deutschland ausgewiesen. Bild 2 zeigt Aufkommen und Verwendung von Braunkohle im Jahr 2021.

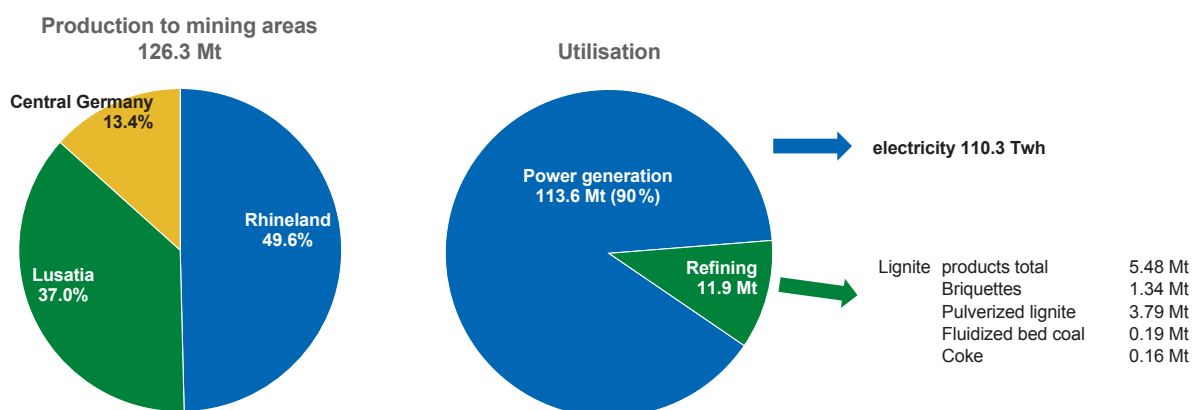


Fig. 2. Lignite production and utilisation in Germany 2021 (Data preliminary – Status: March 2022). // Bild 2. Braunkohlenförderung und -verwendung in Deutschland 2021 (Angaben z.T. vorläufig – Stand: März 2022). Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.

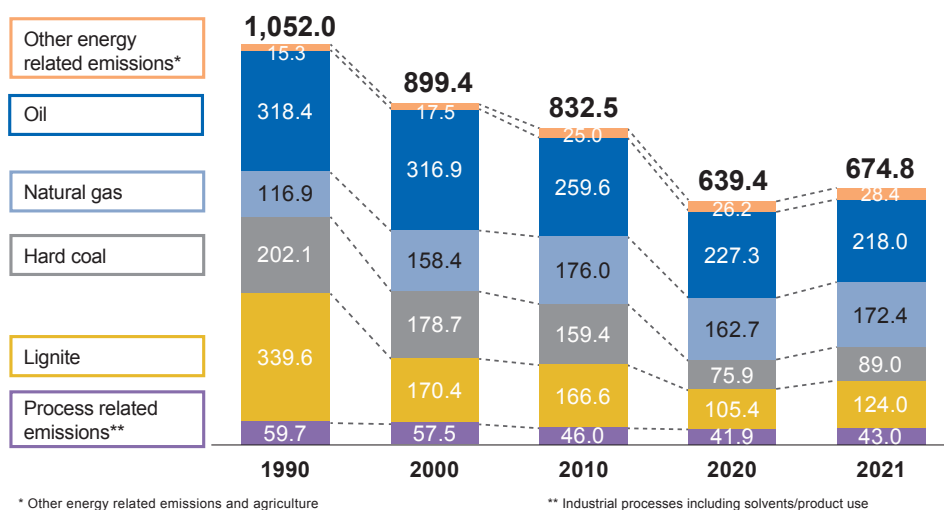


Fig. 3. CO<sub>2</sub> emissions in Germany 1990 to 2021 – energy-related emissions by energy source and process-related emissions in Mt (2021 some estimates) (2). // Bild 3. CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 1990 bis 2021 – energiebedingte Emissionen nach Energieträgern und prozessbedingte Emissionen in Mio. t (2021 teilweise geschätzt) (2).

1990 and 2021, however, exhibited a decline of 215.6 Mt in CO<sub>2</sub> emissions from lignite, which translates into a decrease of 63.5%. Thus, lignite's share of the total CO<sub>2</sub> emissions in Germany including industrial processes, solvents, and product use which totaled 674.8 Mt in 2021 dropped from 32.3% in 1990 to 18.4% in 2021 (Figure 3).

## 2 Total volume and foreign trade

Germany's total volume of lignite amounted to 39.366 Mtce in 2021. Of this amount 39.349 Mtce came from domestic outputs and 0.025 Mtce from imports as well as changes in stocks.

Open-pit lignite mining, which amounted to 126.3 Mt in 2021, was concentrated in three regions. These are the Rhenish District in the city triangle Cologne-Aachen-Mönchengladbach, the Lusatian District in the southeastern corner of the State of Brandenburg and the northeastern section of the State of Saxony as well as the Central German District in the southeastern corner of the State of Saxony-Anhalt and the northwestern section of the State of Saxony.

Extracting lignite from open-pit mines requires the removal of the soil layers located on top of the coal. In 2021, a total of 567.5 Mm<sup>3</sup> of overburden was moved which translates into a performance ratio of 4.5:1 between the overburden and the coal (i.e.

	Overburden moved Abraumbewegung 1,000 m <sup>3</sup>	Lignite extraction Braunkohlen- gewinnung 1,000 t	Extraction ratio O : C Förderverhältnis A/K m <sup>3</sup> /t	Net calorific value Heizwert kJ/kg	ce factor <sup>a)</sup> SKE-Faktor <sup>a)</sup> kg ce per kg kg SKE je kg	Lignite output Braunkohlen- gewinnung 1,000 tce/1,000 t SKE
Rhineland/Rheinland	247,328	62,584	4.0 : 1	9,016	0.308	19,253
Lusatia/Lausitz	274,560	46,815	5.9 : 1	8,730	0.298	13,945
Central Germany Mitteldeutschland	45,571	16,858	2.7 : 1	10,693	0.365	6,151
Total/Insgesamt	567,458	126,257	4.5 : 1	9,134	0.312	39,349

<sup>a)</sup> 1 kg ce = 29,308 kJ 1 kg SKE = 29,308 kJ.

Table 2. Output figures of lignite industry and net calorific values of the coal mined, by mining area, 2021. // Tabelle 2. Leistungszahlen des Braunkohlenbergbaus sowie Heizwerte der gefördert Kohle nach Revieren im Jahr 2021. Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e. V.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Braunkohlen sind im Vergleich zum Vorjahr um 18,6 Mio. t auf 124,0 Mio. t gestiegen (2). Im Gesamtzeitraum 1990 bis 2021 war allerdings ein Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Braunkohlen um 215,6 Mio. t entsprechend 63,5% zu verzeichnen. Der Anteil der Braunkohle an den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland – einschließlich Industrie, Lösemittel, Produktverwendung beliefen sich diese 2021 auf 674,8 Mio. t – hat sich damit von 32,3% im Jahr 1990 auf 18,4% im Jahr 2021 vermindert (Bild 3).

## 2 Aufkommen und Außenhandel

Das Aufkommen an Braunkohle in Deutschland belief sich im Jahr 2021 auf 39,366 Mio. t SKE. Es setzte sich mit 39,349 Mio. t SKE aus inländischen

Fördermengen und mit 0,025 Mio. t SKE aus Importen sowie Bestandsänderungen zusammen.

Der Abbau der Braunkohle im Tagebau von 126,3 Mio. t im Jahr 2021 konzentrierte sich auf drei Regionen. Das sind das Rheinische Revier im Städtedreieck Köln-Aachen-Mönchengladbach, das Lausitzer Revier im Südosten des Landes Brandenburg und im Nordosten des Freistaats Sachsen und das Mitteldeutsche Revier im Südosten des Landes Sachsen-Anhalt und im Nordwesten des Freistaats Sachsen.

Der Braunkohlenbergbau im Tagebau erfordert ein Abräumen der über der Kohle liegenden Erdschichten. Im Jahr 2021 sind insgesamt 567,5 Mio. m<sup>3</sup> Deckgebirgsmassen bewegt worden. Daraus ergibt sich ein Leistungsverhältnis von 4,5:1 zwischen Abraum und Kohle (jeweils m<sup>3</sup> Abraum zu t Kohle). Die in den einzelnen Revieren im Durchschnitt erreichten Relationen gehen – ebenso wie die jeweiligen Heizwerte der gefördert Kohle – aus Tabelle 2 hervor.

## 3 Entwicklung nach Revieren

### 3.1 Rheinisches Revier

Die Braunkohlenförderung der RWE Power AG betrug 2021 rd. 62,58 Mio. t. Sie war damit um 21,8% höher als im Vorjahr. Zur Freilegung der Kohle wurden 247,3 Mio. m<sup>3</sup> Abraum bewegt.

one m<sup>3</sup> of overburden for each t of coal). The average ratios attained in the individual mining districts as well as the respective calorific values of the extracted coal are shown in table 2.

### 3 Development by mining districts

#### 3.1 Rhenish District

RWE Power AG's lignite output amounted to approximately 62.58 Mt in 2021 which was, thus, 21.8% higher than the previous year's value. To expose the coal, 247.3 Mm<sup>3</sup> of overburden had to be removed. Thus, the overburden-to-coal ratio was 4.0:1 (m<sup>3</sup>:t) in 2021. For each individual open-pit mine, the 2021 output can be broken down as follows: Garzweiler accounted for 23.40 Mt (2020: 19.35 Mt), Hambach for 23.61 Mt (2020: 20.42 Mt) and Inden for 15.58 Mt (2020: 11.59 Mt). The Rhenish District's share in Germany's total lignite output amounted to 49.6% in 2021.

#### 3.2 Lusatian District

In the Lusatian District, the Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) extracted about 46.82 Mt of raw lignite in 2021. This equaled an increase of 8.2% when compared to the previous year. For each individual open-pit mine, the 2021 output can be broken down as follows: Jänschwalde accounted for 9.1 Mt (2020: 7.4 Mt), Welzow-Süd for 16.3 Mt (2020: 15.8 Mt), Nochten for 16.1 Mt (2020: 14.0 Mt) and Reichwalde for 5.4 Mt (2020: 6.0 Mt). To expose the coal, 274.6 Mm<sup>3</sup> of overburden had to be removed in the open-pit mines. Thus, the overburden-to-coal ratio was 5.9:1 (m<sup>3</sup>:t) in 2021.

#### 3.3 Central German District

With 16.9 Mt in 2021, the production level in the Central German District surpassed the previous year's value by 32.0%. The most important company in this mining district is the Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG). This company is wholly owned by the EP Holding (EPH) corporation from the Czech Republic. In 2021, MIBRAG's total output amounted to 16.4 Mt, of which the open-pit mine Profen accounted for 5.96 Mt (2020: 4.7 Mt) and the open-pit mine Vereinigtes Schleenhain for 10.41 Mt (2020: 7.6 Mt).

Located also in the Central German District, the ROMONTA corporation operates an open-pit mine for crude montan wax production in Amsdorf. On 15th May 2020, the company shares of the ROMONTA Bergwerks Holding AG had been sold in full to a consortium of buyers of the GETEC Energie Holding GmbH corporation with retroactive effect as of 1st January 2020. In 2021, 0.49 Mt of bituminous raw lignite were mined, processed, dried and extracted from the open-pit mine Amsdorf for the recovery of montan wax. Montan wax is primarily used in the plastics industry for the manufacture of cosmetic and cleaning products, and for the hydrophobic treatment of building materials. In addition, montan wax is used as a forming wax in investment casting and as an aggregate in the asphalt industry.

### 4 Use of lignite

In light of its average water content of 55%, transporting raw lignite over long distances is not economically viable. That is why raw lignite is primarily used in the vicinity of open-pit mines for electric power and heat production and/or upgraded into lignite products (Table 3).

Das Abraum-zu-Kohle-Verhältnis lag damit 2021 bei 4,0:1 (m<sup>3</sup>:t). Nach Tagebauen setzte sich die Förderung 2021 wie folgt zusammen: Es entfielen 23,40 Mio. t (2020: 19,35 Mio. t) auf Garzweiler, 23,61 Mio. t (2020: 20,42 Mio. t) auf Hambach und 15,58 Mio. t (2020: 11,59 Mio. t) auf Inden. Der Anteil des Rheinischen Reviers an der gesamten Braunkohlenförderung in Deutschland lag 2021 bei 49,6%.

#### 3.2 Lausitzer Revier

Im Jahr 2021 förderte die Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) im Lausitzer Revier 46,82 Mio. t Rohbraunkohle. Das waren 8,2% mehr als im Vorjahr. Nach Tagebauen verteilte sich die Förderung 2021 wie folgt: Jänschwalde: 9,1 Mio. t (2020: 7,4 Mio. t), Welzow-Süd: 16,3 Mio. t (2020: 15,8 Mio. t), Nochten: 16,1 Mio. t (2020: 14,0 Mio. t), Reichwalde: 5,4 Mio. t (2020: 6,0 Mio. t). Zur Kohlenfreilage wurden in den Tagebauen 274,6 Mio. m<sup>3</sup> Abraum bewegt. Das Abraum-zu-Kohle-Verhältnis lag damit 2021 bei 5,9:1 (m<sup>3</sup>:t).

#### 3.3 Mitteldeutsches Revier

Im Mitteldeutschen Revier wurde 2021 mit 16,9 Mio. t das Förderniveau des Vorjahres um 32,0% überschritten. Wichtigstes Unternehmen dieses Reviers ist die Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG). Diese Gesellschaft gehört zu 100% zur EP Holding (EPH) aus der Tschechischen Republik. Zur Förderung der MIBRAG von 16,4 Mio. t im Jahr 2021 trugen der Tagebau Profen mit 5,96 Mio. t (2020: 4,7 Mio. t) und der Tagebau Vereinigtes Schleenhain mit 10,41 Mio. t (2020: 7,6 Mio. t) bei.

Ebenfalls im Mitteldeutschen Revier unterhält ROMONTA am Standort Amsdorf zur Rohmontanwachsproduktion einen Tagebau. Zum 15. Mai 2020 waren die Geschäftsanteile der ROMONTA Bergwerks Holding AG vollständig an ein Erwerberkonsortium der GETEC Energie Holding GmbH rückwirkend zum 1. Januar 2020 veräußert worden. Aus dem Tagebau Amsdorf wurden 2021 zur extraktiven Gewinnung von Montanwachs 0,49 Mio. t bitumenhaltige Rohbraunkohle gefördert, aufbereitet, getrocknet und extrahiert. Hauptanwendungsgebiete von Montanwachs sind in der Kunststoffindustrie, in der Pflegemittelherstellung und der Baustoffhydrophobierung. Auch als Formwachs in der Feingießerei und als Zuschlagstoff in der Asphaltindustrie findet das Montanwachs Anwendung.

### 4 Verwendung der Braunkohle

Angesichts ihres Wassergehalts von durchschnittlich 55% ist der Transport von Rohbraunkohle über große Entfernungen nicht wirtschaftlich. Entsprechend wird die Rohbraunkohle überwiegend in der Nähe der Tagebaue zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt bzw. zu Braunkohlenprodukten veredelt (Tabelle 3).

#### 4.1 Stromerzeugung

Schwerpunkt der Braunkohlennutzung ist die Stromerzeugung. Im Jahr 2021 wurden 113,55 Mio. t Braunkohle aus inländischer Förderung zur Strom- und Wärmeerzeugung in Kraftwerken – darunter 2,02 Mio. t in Grubenkraftwerken – eingesetzt (2020: 95,15 Mio. t). Dies entsprach rd. 90% der gesamten Gewinnung. Die gesamte Brutto-Stromerzeugung aus Braunkohle belief sich 2021 auf 110,3 TWh. Die Braunkohlenkraftwerksleistung betrug 20.814 MW (Bruttoleistung zum 1. Januar 2022). Eine Übersicht

	1990 1,000 t	2015 1,000 t	2019 1,000 t	2020 1,000 t	2021 1,000 t
<b>Rhineland/Rheinland Output/Förderung</b>	102,181	95,214	64,807	51,365	62,584
Utilization/Verwendung: Power and district heating/Strom- und Fernwärmeerzeugung:	84,564	84,349	55,335	43,093	54,425
of which/darunter					
utility power plants/Kraftwerke der allg. Versorgung	83,454	83,507	53,877	41,834	53,243
mine-mouth power plants/Grubenkraftwerke	1,111	842	1,458	1,258	1,181
sales to co-generation plants/Absatz an Heizwerke	-	-	-	-	-
Input in upgrading plants/own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben/Selbstverbrauch	13,429	10,571	9,282	8,077	7,961
Sales to other buyers/Absatz an sonstige Abnehmer	4,187	186	189	193	198
Sales to MIBRAG/Abgabe an MIBRAG	-	113	0	0	0
Changes in stocks <sup>2)</sup> /Bestandsveränderung <sup>2)</sup>	-	-5	+2	+2	+2
<b>Lusatia/Lausitz Output/Förderung</b>	168,045	62,452	51,998	43,245	46,815
Utilization/Verwendung: Power and district heating/Strom- und Fernwärmeerzeugung:	98,488	58,820	48,665	40,320	43,342
of which/darunter					
utility power plants <sup>1)</sup> /Kraftwerke der allg. Versorgung <sup>1)</sup>	80,548	58,820	48,664	40,320	43,342
mine-mouth power plants/Grubenkraftwerke	11,440	-	-	-	-
sales to co-generation plants <sup>1)</sup> /Absatz an Heizwerke <sup>1)</sup>	6,500	-	-	-	-
Input in upgrading plants/own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben/Selbstverbrauch	58,911	3,575	3,331	2,854	3,453
Sales to other buyers/Absatz an sonstige Abnehmer	11,230	6	52	11	-
Changes in stocks <sup>2)</sup> /Bestandsveränderung <sup>2)</sup>	-584	+52	-48	-60	+19
<b>Central Germany/Mitteldeutschland Output/Förderung</b>	80,879	18,924	14,509	12,767	16,858
Purchase by RWE/Bezug von RWE	-	113	-	-	-
Utilization/Verwendung: Power and district heating/Strom- und Fernwärmeerzeugung:	28,705	16,160	13,489	11,740	15,788
of which/darunter					
utility power plants <sup>1)</sup> /Kraftwerke der allg. Versorgung <sup>1)</sup>	18,468	14,979	12,470	10,920	14,944
mine-mouth power plants/Grubenkraftwerke	2,737	1,181	1	820	843
sales to co-generation plants <sup>1)</sup> /Absatz an Heizwerke <sup>1)</sup>	7,500	-	-	-	-
Input in upgrading plants/own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben/Selbstverbrauch	36,131	724	550	555	528
Sales to other buyers/Absatz an sonstige Abnehmer	16,483	1,424	505	519	467
Sales to Helmstedt/Abgabe an Helmstedt	-	549	-	-	-
Changes in stocks/Bestandsveränderung	-440	+180	-36	-46	+76
<b>Helmstedt total availability/Aufkommen</b>		2,025	-	-	-
of which/darunter					
output/Förderung	4,348	1,474	-	-	-
purchase by MIBRAG/Bezug von MIBRAG	-	549	-	-	-
Utilization/Verwendung: Power and district heating/Strom- und Fernwärmeerzeugung:	4,295	2,025	-	-	-
of which/darunter					
utility power plants/Kraftwerke der allg. Versorgung	4,295	2,025	-	-	-
mine-mouth power plants/Grubenkraftwerke	-	-	-	-	-
sales to co-generation plants/Absatz an Heizwerke	-	-	-	-	-
Input in upgrading plants/own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben/Selbstverbrauch	-	-	-	-	-
Sales to other buyers/Absatz an sonstige Abnehmer	-	-	-	-	-
Changes in stocks/Bestandsveränderung	+53	-2	-	-	-
<b>Germany total/Deutschland insgesamt Output/Förderung</b>	356,513	178,065	131,314	107,377	126,257
Utilization/Verwendung: Power and district heating/Strom- und Fernwärmeerzeugung:	216,975	161,354	117,487	95,153	113,554
of which/darunter					
utility power plants <sup>1)</sup> /Kraftwerke der allg. Versorgung <sup>1)</sup>	187,688	159,331	115,010	93,075	111,530
mine-mouth power plants/Grubenkraftwerke	15,288	2,023	2,477	2,078	2,024
sales to co-generation plants <sup>1)</sup> /Absatz an Heizwerke <sup>1)</sup>	14,000	-	-	-	-
Input in upgrading plants/own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben/Selbstverbrauch	108,534	14,870	13,163	11,486	11,941
Sales to other buyers/Absatz an sonstige Abnehmer	31,993	1,616	746	724	665
Changes in stocks <sup>2)</sup> /Bestandsveränderung <sup>2)</sup>	-990	+225	-82	+15	+97

<sup>1)</sup> after 1995: co-generation plants included among utility power plants/ab 1995 Heizkraftwerke bei Kraftwerke der allg. Versorgung

<sup>2)</sup> addition to factories' bunkers/Zugang Bunker Fabriken

Table 3. Lignite utilization. // Tabelle 3. Verwendung der Braunkohlenförderung.

Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e. V.

Federal State Bundesland	Gross installed power per 1st January 2022 Install. Bruttoleistung am 01.01.2022 MW	Gross electricity generation 2021 <sup>1)</sup> Bruttostrom- erzeugung 2021 <sup>1)</sup> TWh
North Rhine-Westphalia Nordrhein-Westfalen	10,416	52.0
Brandenburg Brandenburg	4,648 <sup>1)</sup>	26.0
Saxony Sachsen	4,563	29.0
Saxony-Anhalt Sachsen-Anhalt	1,134	3.0
Lower Saxony Niedersachsen	15	0.0
Hesse Hessen	38	
total	20,814 <sup>2)</sup>	110.0

<sup>1)</sup> estimated / geschätzt

<sup>2)</sup> of which 1,977 MW (Net capacity) in readiness for security  
davon 1.977 MW (Nettoleistung) in Sicherheitsbereitschaft

*Table 4. Capacity and generation of lignite-fired power plants  
(last update: March 2022). // Tabelle 4. Leistung und Stromerzeugung  
der Braunkohlenkraftwerke (Stand März 2022).  
Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e. V.*

## 4.1 Electricity production

The focus of using lignite is on electricity production. In 2021, 113.55 Mt of lignite from domestic production were used for the generation of electric power and heat in power plants of which 2.02 Mt were attributable to mine-mouth power plants (2020: 95.15 Mt). This input equaled approximately 90% of the total lignite extraction. The total gross electricity production from lignite amounted to 110.3 TWh in 2021. The lignite-fired power plant capacity amounted to 20,814 MW (gross production as of 1st January 2022). An overview of lignite-fired power plants and their electricity production by the individual federal states is shown in Table 4.

Of the lignite-fired power plant capacity 1,977 MW (gross) are in the so-called secure and reliable standby mode. The affected power plant units (Table 5), which are not to be shut down permanently for a period of four years, will be exclusively available for the needs and requirements of transmission grid operators during this time. The operators will be remunerated for guaranteeing a secure and reliable standby and for the decommissioning. The requisite financing is provided through a surcharge on the power grid fees. Against the backdrop of the war in the Ukraine and the continued Russian threat to interrupt the natural gas supply to Germany and Western Europe, the Federal Government has announced it would assess which lignite-fired power plants might be able to contribute towards guaranteeing and assuring the supply of electricity by extending the secure and reliable standby mode or by adjusting the decommissioning path set out in the German Coal-Fired Power Generation Termination Act (KVVG) (see also Section 6). As this report goes to press, the Government's assessment had not been concluded yet.

### 4.1.1 Power plants in the Rhenish District

In 2021, gross electricity production in the lignite-fired power plants of the Rhenish District amounted to about 52 TWh with

über die Braunkohlenkraftwerke und deren Stromerzeugung nach Bundesländern gibt Tabelle 4.

In der sogenannten Sicherheitsbereitschaft befinden sich 1.977 MW (brutto) Braunkohlenkraftwerksleistung. Die betroffenen Anlagen (Tabelle 5), die vier Jahre lang nicht endgültig stillgelegt werden dürfen, stehen in dieser Zeit ausschließlich für Anforderungen der Übertragungsnetzbetreiber zur Verfügung. Die Betreiber erhalten für die Gewährleistung der Sicherheitsbereitschaft und für die Stilllegung eine Vergütung. Die Finanzierung erfolgt über einen Aufschlag auf die Netzentgelte.

Vor dem Hintergrund des Kriegs in der Ukraine und der fortgesetzten Drohung Russlands, die Erdgaslieferungen nach Deutschland und Westeuropa zu unterbrechen, hat die Bundesregierung eine Prüfung angekündigt, welche Braunkohlenkraftwerke durch Verlängerung der Sicherheitsbereitschaft oder durch Anpassung des Stilllegungspfads aus dem Kohleverstromungsbeendigungsgesetz (KVVG) einen Beitrag zur Gewährleistung der Stromversorgung leisten könnten (s. auch Abschnitt 6.). Bei Redaktionsschluss dieses Beitrags war die Prüfung noch nicht abgeschlossen.

### 4.1.1 Kraftwerke im rheinischen Revier

Die Brutto-Stromerzeugung in den Braunkohlenkraftwerken des Rheinischen Reviers belief sich im Jahr 2021 auf rd. 52 TWh bei einer installierten Bruttoleistung von 10.416 MW. Die zwei 300 MW-Blöcke in Niederaußem (Blöcke E und F) waren zum 1. Oktober 2018 in die Sicherheitsbereitschaft überführt worden. Zum 1. Oktober 2019 folgte ein 300 MW-Block am Standort Neurath (Neurath C). Am 30. September 2021 wurden im Kraftwerk Frimmersdorf die in Sicherheitsbereitschaft befindlichen 300 MW-Blöcke P und Q und damit die letzten Blöcke des Kraftwerks endgültig stillgelegt. Das einstmals größte thermische Kraftwerk der Welt hat in seinen 66 Jahren fast 1.000 TWh Strom erzeugt und war über Jahre ein Schrittmacher in der Technologieentwicklung der Kraftwerkstechnik. Darüber hinaus wurden gemäß KVVG die 300 MW-Blöcke Niederaußem C, Neurath B und Weisweiler E zum Ende des Jahres 2021 stillgelegt.

### 4.1.2 Kraftwerke im Lausitzer Revier

Im Lausitzer Revier konzentriert sich die Stromerzeugung auf die Kraftwerksstandorte Jänschwalde, Boxberg und Schwarze Pumpe.

Location Standort	Unit Block	Capacity/Kapazität		Reserve as of Reserve ab
		Net/Netto MW	Gross/Brutto MW	
Niederaußem	E	295	325	1st Oct. 2018 1. Okt. 2018
Niederaußem	F	299	329	1st Oct. 2018 1. Okt. 2018
Jänschwalde	F	465	500	1st Oct. 2018 1. Okt. 2018
Jänschwalde	E	465	500	1st Oct. 2019 1. Okt. 2019
Neurath	C	292	323	1st Oct. 2019 1. Okt. 2019
Total/Insgesamt		1,816	1,977	

*Table 5. Secure and reliable standby of lignite-fired power plants.  
Tabelle 5. Sicherheitsbereitschaft Braunkohlenkraftwerke.  
Source/Quelle: DEBRIV*

a gross installed capacity of 10,416 MW. The two 300 MW power plant units in Niederaußem (Niederaußem E and F) had been transferred into a secure and reliable standby as of 1st October 2018. One 300 MW unit at the power plant site Neurath (Neurath C) followed on 1st October 2019. In the power plant Frimmersdorf, the 300 MW units P and Q and, thus, the last units of the power plant which had been in a secure and reliable standby mode were decommissioned permanently on 30th September 2021. The once largest thermal power plant in the world had produced nearly 1,000 TWh of electric power in its 66 years of operation. It had been the trendsetter in the technological development of power plant technology for many years. In addition, the 300 MW units in Niederaußem C, Neurath B and Weisweiler E were decommissioned in compliance with the KVVG at the end of 2021.

#### 4.1.2 Power plants in the Lusatian District

Electricity production in the Lusatian District focuses primarily on the power plant sites Jänschwalde, Boxberg and Schwarze Pumpe. All told, the Lusatian District has a gross installed capacity based on lignite of around 7,223 MW. About 42 TWh (gross) of electric power were produced in the Lusatian plants in 2021.

Unit F of the Jänschwalde power plant with a gross installed capacity of 500 MW had been transferred into a secure and reliable standby on 1st October 2018. Unit E with a gross installed capacity of 500 MW followed into a secure and reliable standby for a period of four years as of 1st October 2019.

#### 4.1.3 Power plants in the Central German District

Power plant capacities based on lignite amounting to about 3,122 MW are installed in the Central German District. Electric power is produced in the large-scale power plants Lippendorf and Schkopau, in the MIBRAG mbH's industrial power plants Deuben and Wähltitz, in the ROMONTA GmbH's industrial power plant Amsdorf as well as in smaller industrial power plants. In 2021, the total electricity production amounted to 16.3 TWh (gross).

#### 4.1.4 Power plants in Lower Saxony and in Hesse

On 1st January 2022, a combined power plant capacity of 53 MW was installed in Lower Saxony and Hesse – 15 MW in Lower Saxony and 38 MW in Hesse.

### 4.2 Lignite upgrading

In the Rhenish, Central German, and Lusatian Districts, about 5.48 Mt of upgraded lignite products were manufactured in 2021 (Table 6). This was 5.2% more than in 2020 (5.20 Mt). According to individual products, the production in 2021 can be allocated as follows: briquettes accounted for 1.34 Mt, pulverized lignite for 3.79 Mt, fluidized bed coal for 0.19 Mt and coke for 0.16 Mt. The production increases compared to 2020 amounted to 3.9% for briquettes, 5.8% for pulverized lignite, 1.2% for fluidized bed coal and 9.9% for coke. The significant losses in the production of upgraded lignite products from the year 2020 were, though, only partially offset.

## 5 Employees

As of 31st December 2021, the lignite mining industry and the lignite-fired utility power plants which supply the general pub-

linsgesamt sind im Lausitzer Revier 7.223 MW Bruttoleistung auf Basis Braunkohle installiert. In den Lausitzer Anlagen wurden im Jahr 2021 rd. 42 TWh (brutto) Strom erzeugt.

Block F des Kraftwerks Jänschwalde (500 MW Bruttoleistung) war am 1. Oktober 2018 in die Sicherheitsbereitschaft überführt worden. Block E (500 MW Bruttoleistung) folgte am 1. Oktober 2019 in die vierjährige Sicherheitsbereitschaft.

#### 4.1.3 Kraftwerke im Mitteldeutschen Revier

Im Mitteldeutschen Revier sind Kraftwerkskapazitäten auf Basis Braunkohle mit einer Leistung von 3.122 MW installiert. Die Stromerzeugung erfolgt in den Großkraftwerken Lippendorf und Schkopau, in den Industriekraftwerken Deuben und Wähltitz der MIBRAG, in dem Grubenheizkraftwerk Amsdorf der ROMONTA sowie in kleineren Industriekraftwerken. Sie betrug im Jahr 2021 insgesamt 16,3 TWh (brutto).

#### 4.1.4 Kraftwerke in Niedersachsen und in Hessen

In Niedersachsen und in Hessen war zum 1. Januar 2022 eine Kraftwerksleistung von zusammen 53 MW installiert. Davon entfielen 15 MW auf Niedersachsen und 38 MW auf Hessen.

### 4.2 Braunkohlenveredlung

Im Rheinischen, Mitteldeutschen und Lausitzer Revier wurden im Jahr 2021 rd. 5,48 Mio. t Braunkohlenveredlungsprodukte hergestellt (Tabelle 6). Das waren 5,2% mehr als 2020 (5,20 Mio. t).

	1989	2015	2019	2020	2021
<b>Rhineland/Rheinland</b>					
Briquettes/Brikett	2,158	988	947	772	685
Pulverized lignite/Staub	2,509	3,174	2,826	2,550	2,618
Fluidized-bed coal Wirbelschichtkohle	67	323	237	187	191
Dried coal/Trockenkohle	172	-	-	-	-
Coke/Koks	135	170	156	143	158
<b>Lusatia/Lausitz</b>					
Briquettes/Brikett	24,640	597	525	514	651
Pulverized lignite/Staub	1,111	1,065	986	888	1,039
Fluidized-bed coal Wirbelschichtkohle	-	127	131	1	-
Dried coal/Trockenkohle	-	-	-	-	-
Coke/Koks	3,504	-	-	-	-
<b>Central Germany/Mitteldeutschland</b>					
Briquettes/Brikett	22,596	54	-	-	-
Pulverized lignite/Staub	724	159	141	147	134
Dried coal/Trockenkohle	533	-	-	-	-
Coke/Koks	2,487	-	-	-	-
<b>Germany total/Deutschland gesamt</b>					
Briquettes/Brikett	49,394	1,640	1,472	1,286	1,336
Pulverized lignite/Staub	4,344	4,398	3,953	3,585	3,792
Fluidized-bed coal Wirbelschichtkohle	67	450	369	189	191
Dried coal/Trockenkohle	705	-	-	-	-
Coke/Koks	6,126	170	156	143	158

Table 6. Manufacture of solid lignite-based upgrading products, by mining areas, 1989 to 2021 in 1,000 t. // Tabelle 6. Herstellung von festen Braunkohlenveredlungsprodukten nach Revieren 1989 bis 2021 in 1.000 t. Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e. V.

	1989	2000	2005	2015	2017	2018	2019	2020	2021
Rhineland/Rheinland <sup>2)</sup>	15,565	10,430	11,105	9,410	9,739	9,986	9,785	9,418	8,481
Lusatia/Lausitz <sup>2)</sup>	79,016	7,081	8,881	8,316	8,639	8,378	8,116	7,822	7,362
Central Germany/Mitteldeutschland	59,815	2,996	2,642	2,565	2,367	2,380	2,334	2,190	2,052
Helmstedt	1,693	703	665	453	146	111	101	53	53
Small operations (Hesse/Bavaria) Kleinbetriebe (Hessen/Bayern)	642	77	6	-	-	-	-	-	-
Germany total/Deutschland insgesamt	156,731	21,287	23,299	20,744 <sup>1)</sup>	20,891 <sup>1)</sup>	20,855 <sup>1)</sup>	20,336 <sup>1)</sup>	19,483 <sup>1)</sup>	17,948 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Contained in this figure: Employees in utility power plants of the lignite-mining companies (position: year-end) 4,265 – Apprentices (position: year-end) 1,162 after 2003: incl. employees in utility power plants of the lignite-mining companies.

In dieser Zahl sind enthalten: Beschäftigte i. d. Kraftwerken der allgem. Versorgung der Braunkohlenunternehmen 4.265 – Auszubildende 1.162 ab 2003 einschließlich Beschäftigte in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung der Braunkohlenunternehmen.

<sup>2)</sup> Not comparable with previous years due to restructuring from 2016 onwards/wegen Umstrukturierung ab 2016 mit Vorjahren nicht vergleichbar

Table 7. Number of employees in the lignite industry, each on 31st December; 1989: annual average.

Tabelle 7. Anzahl der Beschäftigten der Braunkohlenindustrie jeweils am 31. Dezember; 1989 Jahresdurchschnitt.

Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft e. V.

lic and are operated by lignite extracting companies employed a total of 17,948 persons. Of that total, the Rhineland accounted for 8,481, Lusatia for 7,362, Central Germany for 2,052 and Helmstedt for 53 employees (Table 7).

Of the 17,948 employees 4,265 worked in lignite-fired utility power plants supplying the general public. The total number of employees included 1,162 apprentices.

Compared to the end of 2020 (19,483 employees), the number of employees decreased by 1,535 persons, which translates into a reduction of 7.9%.

## 6 Energy and Climate Policies with Relevance for Lignite

The relevant legal regulations for lignite at the national level are to be found in the Act on the Reduction and Termination of Coal Fired Power Generation and in the amendment of other acts (Coal Fired Power Generation Termination Act – KVVG) dated 8th August 2020 (3), a stricter version of the Federal Climate Protection Act adopted by the German Bundestag in 2021 as well as the amendment of the Renewable Energies Act (EEG) which also became effective as of 2021. Of particular relevance is also the energy and climate policy framework “Fit for 55” which was proposed by the European Commission on 14th July 2021. The priorities of this program include, e.g., stricter targets within the scope of the European Emissions Trading System (ETS) and the proposal for a directive on burden sharing within the non-ETS sectors.

A road map for the gradual, methodical, and socially acceptable phase-out from using coal in power plants and the discontinuation of coal used for the production of electric power by no later than the end of 2038 has been included in the KVVG. The contract under public law with the operators of lignite-fired power stations was approved by the German Bundestag on 13th January 2021. This contract was concluded between the Federal Republic of Germany, on the one hand, and the operators of large-scale lignite-fired power stations – RWE, LEAG, EnBW and Saale Energie – on the other hand, on 10th February 2021. The plant operators have agreed to a comprehensive waiver of legal action in this contract. The contract also includes compensation payments on behalf of the affected operators of lignite-fired

Nach Erzeugnissen verteilte sich die Produktion 2021 wie folgt: Es entfielen 1,34 Mio. t auf Brikett, 3,79 Mio. t auf Staub, 0,19 Mio. t auf Wirbelschichtkohle und 0,16 Mio. t auf Koks. Die Produktionszuwächse im Vergleich zu 2020 beliefen sich bei Brikett auf 3,9%, bei Braunkohlenstaub auf 5,8%, bei Wirbelschichtkohle auf 1,2% und bei Koks auf 9,9%. Bei der Herstellung von Veredlungsprodukten aus Braunkohle konnten die im Jahr 2020 verzeichneten deutlichen Verluste allerdings nur teilweise ausgeglichen werden.

## 5 Beschäftigte

Im Braunkohlenbergbau und in Braunkohlenkraftwerken der allgemeinen Versorgung von Unternehmen mit Braunkohlengewinnung waren zum 31. Dezember 2021 insgesamt 17.948 Mitarbeiter beschäftigt. Davon entfielen 8.481 auf das Rheinland, 7.362 auf die Lausitz, 2.052 auf Mitteldeutschland und 53 auf Helmstedt (Tabelle 7).

In Braunkohlenkraftwerken der allgemeinen Versorgung waren 4.265 der 17.948 Mitarbeiter beschäftigt. Die Gesamtzahl der Mitarbeiter schließt 1.162 Auszubildende ein.

Im Vergleich zum Jahresende 2020 (19.483 Beschäftigte) hat sich die Zahl der Beschäftigten um 1.535 entsprechend 7,9% verringert.

## 6 Energie- und Klimapolitik mit Relevanz für die Braunkohle

Für die Braunkohle wichtige gesetzliche Regelungen auf nationaler Ebene sind das Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleverstromungsbeendigungsgesetz – KVVG) vom 8. August 2020 (3), die 2021 vom Bundestag beschlossene Verschärfung des Bundes-Klimaschutzgesetzes sowie die ebenfalls 2021 in Kraft getretene Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Von besonderer Relevanz ist außerdem das von der Europäischen Kommission am 14. Juli 2021 vorgeschlagene energie- und klimapolitische Arbeitsprogramm „Fit for 55“. Zu Schwerpunkten dieses Programms gehören u.a. die Zielverschärfung im Rahmen des Europäischen Emissionshandelssystems (ETS) und der Richtlinienvorschlag zur Lastenverteilung im Nicht-ETS-Bereich.



power stations. The European Commission will determine and verify the compatibility of the agreed-to regulations with the EU rules on state aid. The proceedings had not yet been completed at the end of May 2022.

Pursuant to the stricter version of the Federal Climate Protection Act, which had been agreed to by the German Bundestag in June 2021, the objective of attaining climate neutrality in Germany will be moved forward by five years to 2045. Furthermore, the national target of reducing greenhouse gases for 2030 will be increased from the previous 55 % to 65 % when compared to 1990. The largest portion of the additional reductions until 2030 are to be assumed by the energy sector and industry. The energy sector will only be permitted to emit 108 Mt CO<sub>2</sub>e in 2030. This calls for a reduction of about 56 % when compared to the greenhouse gas emissions reported for the energy sector in 2021.

The amendment of the EEG from the year 2021 sets the pace for the expansion of power plants based on renewable energies in order to guarantee and assure that the target of a 65 % share of renewable energies in the gross domestic energy consumption which is stipulated by this act is reached in 2030 (4). In the Coalition Agreement of the ruling SPD Social Democrats, the Bündnis 90/Grünen Green Party, and the FDP Liberal Democrats, which was concluded in November 2021, the target for the share of renewable energies that are to cover the gross electricity consumption for the year 2030 has been increased to 80 %. Consequently, the relevant planning and approval procedures for power plants based on renewable energies are to be prioritized. The scaled-up targets for photovoltaic plants, e. g., are to be raised to 200 GW and for offshore wind energy to 30 GW by 2030. Of the German surface areas 2 % are to be earmarked for onshore wind energy and an additional 10 GW of electrolyzers are also to be built. The expected gross electricity consumption in Germany was increased to range between 680 TWh and 750 TWh in 2030. This surpasses the gross electricity consumption of the year 2021 by 20 % to 30 %. The exit from coal power should “ideally” be attained by 2030. The supply shortfall which is anticipated as a result of this exit is to be compensated, e. g., through gas-fired power plants capable of running on hydrogen.

A question remains as to whether an additional use of natural gas for the production of electric power, as outlined and specified in the Coalition Agreement of November 2021, can still be harmonized with the objectives pursued by the Federal Minister for Economic Affairs and Climate Action in the aftermath of Russia's war of aggression against the Ukraine which commenced on 24th February 2022, that are designed to essentially achieve independence from Russian gas in a joint effort by all stakeholders by the summer of 2024. “That's how it will be possible to gradually reduce Russian gas to only 10 % of the total gas consumption by the summer of 2024.” (5) This is to be checked and verified within the context of the “Check Points” specified in the KVVG for 2026 which, though in line with the Coalition Agreement of November 2021, are to be moved forward now to the end of 2022. The KVVG specifies that the impact of the reduction and the end of coal-fired power generation is to be analyzed under the following criteria:

Im KVVG sind ein Fahrplan für die schrittweise, geordnete und sozialverträgliche Verminderung der Kohlenutzung in Kraftwerken und eine Beendigung der Kohlenutzung zur Stromerzeugung bis spätestens Ende 2038 festgelegt. Der öffentlich-rechtliche Vertrag mit den Braunkohlenkraftwerksbetreibern ist am 13. Januar 2021 vom Bundestag bestätigt worden. Der Vertrag wurde am 10. Februar 2021 zwischen der Bundesrepublik Deutschland auf der einen Seite sowie den Betreibern von Braunkohlengroßkraftwerken – RWE, LEAG, EnBW und Saale Energie – auf der anderen Seite geschlossen. Die Anlagenbetreiber haben in diesem Vertrag einen umfassenden Klageverzicht zugesagt. Ferner sind darin Entschädigungszahlungen zugunsten der betroffenen Betreiber von Braunkohlenkraftwerken geregelt. Die Vereinbarkeit der getroffenen Regelungen mit den EU-Beihilfevorschriften wird durch die Europäische Kommission geprüft. Das Verfahren war Ende Mai 2022 noch nicht abgeschlossen.

Gemäß der im Juni 2021 vom Bundestag beschlossenen Verschärfung des Bundes-Klimaschutzgesetzes wird das Ziel des Erreichens von Klimaneutralität für Deutschland um fünf Jahre auf 2045 vorgezogen. Zudem wird das nationale Treibhausgas-Minderungsziel für 2030 von zuvor 55 % auf 65 % gegenüber dem Stand von 1990 erhöht. Den größten Teil der zusätzlichen Minderung bis 2030 sollen die Sektoren Energiewirtschaft und Industrie übernehmen. Der Energiesektor soll 2030 nur noch 108 Mio. t CO<sub>2</sub>e emittieren dürfen. Das erfordert eine Senkung um 56 % im Vergleich zu den für das Jahr 2021 für den Energiesektor ausgewiesenen Treibhausgas-Emissionen.

Die Novelle des EEG von 2021 legt die Geschwindigkeit des Ausbaus von Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien fest, um zu gewährleisten, dass die in diesem Gesetz verankerte Zielvorgabe eines 65 %igen Anteils erneuerbarer Energien am Brutto-Inlandsstromverbrauch 2030 erreicht wird (4). Im Koalitionsvertrag von SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP, der im November 2021 geschlossen worden war, ist die Zielvorgabe für den Anteil erneuerbarer Energien an der Deckung des Brutto-Stromverbrauchs für das Jahr 2030 auf 80 % verschärft worden. Dazu sollen Planungs- und Genehmigungsverfahren für Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien Vorrang erhalten. Das Ausbauziel für PV-Anlagen soll u. a. bis 2030 auf 200 GW und für Offshore-Wind auf 30 GW erhöht werden. Von den bundesdeutschen Flächen sollen 2 % für Onshore-Wind vorgesehen werden, und es sollen 10 GW Elektrolyseure zugebaut werden. Der in Deutschland für 2030 erwartete Brutto-Stromverbrauch wurde mit einer Bandbreite von 680 bis 750 TWh heraufgesetzt. Das übertrifft den Brutto-Stromverbrauch des Jahres 2021 um 20 bis 32 %. Der Ausstieg aus der Kohleverstromung soll „idealerweise“ bis 2030 erfolgen. Die sich daraus ergebende Versorgungslücke soll u. a. durch wasserstofffähige Gaskraftwerke geschlossen werden.

Es steht infrage, ob sich ein zusätzlicher Erdgaseinsatz zur Stromerzeugung, wie noch im Koalitionsvertrag von November 2021 angestrebt, mit der nach Beginn des Angriffskriegs von Russland gegen die Ukraine am 24. Februar 2022 vom Bundesminister für Wirtschaft und Klimaschutz verfolgten Zielsetzung in Einklang zu bringen ist, in einem gemeinsamen Kraftakt bis Sommer 2024 die Unabhängigkeit von russischem Gas weitgehend zu erreichen. „So ist in Summe die schrittweise Reduktion von

- maintaining a secure and reliable supply of power;
- number/installed capacity of plants converted from coal to gas;
- maintaining a reliable heat supply;
- prices for electricity;
- achieving the climate protection targets;
- raw materials situation; and
- social compatibility of the reduction and end of coal-fired power generation.

According to the Coalition Agreement, a possible, even accelerated exit from coal is closely linked to achieving the significantly higher expansion targets for renewable energies, the progress made in the construction of gas-fired power stations and the maintenance of competitive prices for energy. The aggravated supply situation of imported natural gas in 2022 ought to be of considerable relevance when it comes to this review.

The stricter target of reducing greenhouse gases for the EU-27 to 55% when compared to 1990, which was adopted by the European Council and the European Parliament in 2021, means for the sectors that are covered by the EU-ETS, that is the energy industry and the energy-intensive industries, to increase the target by 18 percentage points from the previous minus 43% to a minus of 61% for 2030 when compared to 2005. Associated with this decision is an annual increase of the linear reduction path from 2.2% to 4.2%, retroactively as of 2021 when the new ETS Directive had become effective. This means that a “re-basing” will become necessary due to the cancellation of an anticipated 117 Mt EUA in 2024. The requirements for the emissions reduction in the sectors that are not included in the ETS have also been made stricter. They are now minus 40% for the EU-27 by 2030 when compared to 2005 as opposed to the previous minus 30%. Unlike the existing ETS sector, which only has an EU-wide target, stricter national regulations based on the Effort Sharing Regulation apply to the non-ETS sectors. Within the course of this burden sharing, Germany is now to reduce emissions by 50% instead of the previous 39% in the non-ETS branch, which encompasses the sectors buildings, transportation, agriculture, waste management industry, and small enterprises, by 2030 when compared to 2005.

### 6.1 Consequences for surface mining plans in the Rhenish District

On 23rd March 2021, the State Government of North-Rhine Westphalia approved and published the new “Regulatory Resolution 2021: New Prospects for the Rhenish Lignite District.” (6) During its meeting on 28th May 2021, the Lignite Committee at the Cologne Regional Planning Authority, which is responsible for the lignite plans, reached its first decisions which are necessary for the implementation of the Regulatory Resolution in the amendment procedures of the lignite plans. This includes the amendments of the lignite plan Hambach Subplan 12/1, the amendment/supplement of the lignite plan Rhine water transport pipeline Garzweiler to fill the open-pit mining lake Hambach, the amendment of the lignite plan Garzweiler II as well as the announcement of a lignite planning procedure for an outlet of the future open-pit mining lake Hambach.

On the basis of a preliminary environmental impact assessment which had been carried out by the mining authority at

russischem Gas auf nur noch 10% des Gasverbrauchs bis Sommer 2024 möglich.“ (5) Dies wird im Rahmen des gemäß KVVG für 2026 vorgesehenen „Checkpoints“, der gemäß Koalitionsvertrag von November 2021 auf das Ende des Jahres 2022 vorgezogen werden soll, zu überprüfen sein. Konkret sieht das KVVG vor, die Auswirkungen der Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung unter folgenden Gesichtspunkten zu analysieren:

- Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit,
- Anzahl/installierte Leistung der von Kohle auf Gas umgerüsteten Anlagen,
- Aufrechterhaltung der Wärmeversorgung,
- Strompreise,
- Erreichung der Klimaschutzziele,
- Rohstoffsituation und
- Sozialverträglichkeit der Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung.

Laut Koalitionsvertrag steht ein möglicher, nochmals beschleunigter Kohleausstieg in enger Verbindung mit dem Erreichen der deutlich erhöhten Ausbauziele für erneuerbare Energien, der Entwicklung bei der Errichtung von Gaskraftwerken und dem Erhalt wettbewerbsfähiger Energiepreise. Die 2022 verschärfte Situation bei der Versorgung mit importiertem Erdgas dürfte bei dieser Prüfung von erheblicher zusätzlicher Relevanz sein.

Die vom Europäischen Rat und vom Europäischen Parlament 2021 beschlossene Verschärfung des Treibhausgas-Minderungsziels der EU-27 auf 55% im Vergleich zum Stand von 1990 bedeutet für die Sektoren, die vom EU-ETS erfasst sind, also Energiewirtschaft und energieintensive Industrie, eine Zielanhebung um 18 Prozentpunkte von zuvor minus 43% auf minus 61% für 2030 gegenüber 2005. Damit ist eine Erhöhung des linearen Reduktionspfads von 2,2% auf 4,2% pro Jahr verknüpft, rückwirkend ab 2021 bei Inkrafttreten der neuen ETS-Richtlinie. Dadurch wird ein „re-basing“ mit der Löschung von voraussichtlich 117 Mio. t EUA im Jahr 2024 erforderlich. Die Vorgaben zur Emissionsminderung für die nicht in das ETS einbezogenen Sektoren sind ebenfalls verschärft worden. Sie lauten jetzt für die EU 27 minus 40% bis 2030 gegenüber 2005 im Vergleich zu minus 30% zuvor. Anders als für den bestehenden ETS-Sektor, der nur eine EU-weite Zielvorgabe beinhaltet, gelten für die Nicht-ETS-Sektoren nationale Verschärfungen auf Basis der Effort-Sharing-Regulation. Im Zuge dieser Lastenverteilung soll Deutschland nun im Nicht-ETS-Bereich, der die Sektoren Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und kleinere Unternehmen erfasst, die Emissionen um 50% statt zuvor um 39% bis 2030 im Vergleich zu 2005 mindern.

### 6.1 Konsequenzen für die Tagebauplanung im rheinischen Revier

Die nordrhein-westfälische Landesregierung hat am 23. März 2021 die neue „Leitentscheidung 2021: Neue Perspektiven für das Rheinische Braunkohlenrevier“ beschlossen und veröffentlicht (6). Der für die Braunkohlenpläne bei der Regionalplanungsbehörde Köln zuständige Braunkohlenausschuss hat in seiner Sitzung am 28. Mai 2021 die ersten Beschlüsse gefasst, die zur Umsetzung der Leitentscheidung in Änderungsverfahren zu Braunkohleplänen erforderlich sind. Dies betrifft die Änderung des Braunkohleplans Hambach Teilplan 12/1, die Änderung/Ergänzung des Braunkohle-

the behest of RWE Power, the Lignite Committee decided that no amendments were necessary for the open-pit mine Inden and that the adjustments which are named in the Regulatory Resolution are to be carried out in line with the licensing procedures according to mining law. The open-pit mine Inden will end a bit earlier than originally planned within the authorized mine borders due to the earlier decommissioning of the power plant Weisweiler in 2029. Due to the reduced demand for coal, the open-pit mining management can be adjusted so that the utilization of subsections of the authorized mining field are no longer needed.

For the procedure to amend the lignite plan Hambach and with regard to the Regulatory Resolution, the concrete project description was submitted to the Cologne District Government and presented to the Lignite Committee in October 2021. The Lignite Committee reached the preliminary draft resolution for the lignite plan amendment procedure in December 2021. The implementation of the adjusted open-pit planning is advancing steadily. Upon reaching the deepest point at -331 m mean sea level and, thus, about 411 m below the surface on 8th November 2021, a record was reached for an open-pit mine consisting of unconsolidated materials while at the same time also marking a turning point in the history of the open-pit mine Hambach. In the wake of the early termination of coal mining in this open-pit mine which will already be in 2029, high quality rehabilitation measures are to follow.

The ongoing procedure to amend the lignite plan Garzweiler II will be continued on the basis of the Regulatory Resolution passed in 2021. The project continues to plan the utilization of the third resettlement section under consideration of the increased distance to the communities at the edge of open-pit mines in accordance with the Regulatory Resolution of 2021. Due to the Federal Government's Coalition Agreement of November 2021, the Cologne Lignite Committee decided on 13th December 2021 to also request an additional project description parallel to these proceedings. This additional project description is to consider the retention of the third resettlement section as well as an earlier phase-out date for coal. The plan is to be submitted by the autumn of 2022.

## 6.2 Adjustment of the District Concept in Lusatia

In the Lusatian District, LEAG adjusted the district concept dating from 2017 to the requirements of the KVVG. In Brandenburg, this primarily affects the open-pit mine Welzow-Süd and in Saxony, the open-pit mine Reichwalde. However, due to its location, the quality of the Reichwalde coal as well as the actual surface mining progress, the full and unrestricted utilization of the subfield Mühlrose in the open-pit mine Nochten continues to be necessary to safeguard and assure, in particular, the long-term supply of the power plant Boxberg (7).

The following key points result from the modified corporate planning:

- Open-pit mine Welzow-Süd: Contrary to the lignite mining plan of 2014, the spatial subsection II will not be utilized. This entails a production loss of more than 200 Mt of coal which are stored in this field. Thus, LEAG also meets the needs and

plans Rheinwassertransportleitung Garzweiler zur Befüllung des Tagebausees Hambach, die Änderung des Braunkohleplans Garzweiler II sowie die Ankündigung eines Braunkohleplanverfahrens für den Ablauf des zukünftigen Tagebausees Hambach.

Auf der Grundlage einer bei der Bergbehörde auf Antrag der RWE Power durchgeführten Umweltverträglichkeitsvorprüfung beschloss der Braunkohlensausschuss, dass für den Tagebau Inden keine Änderung des Braunkohleplans erforderlich ist und die in der Leitentscheidung genannten Anpassungen über die bergrechtlichen Genehmigungsverfahren erfolgen sollen. Der Tagebau Inden wird infolge der vorgezogenen Außerbetriebnahme des Kraftwerks Weisweiler im Jahr 2029 etwas früher als ursprünglich geplant in den genehmigten Abbaugrenzen beendet. Aufgrund des reduzierten Kohlebedarfs kann die Tagebauführung derart angepasst werden, dass die Inanspruchnahme von Teilbereichen des genehmigten Abbaufelds entfällt.

Für das Verfahren zur Änderung des Braunkohleplans Hambach wurde mit Blick auf die genannte Leitentscheidung die konkretisierte Vorhabensbeschreibung bei der Bezirksregierung Köln eingereicht und dem Braunkohlensausschuss im Oktober 2021 vorgestellt. Der Braunkohlensausschuss hat im Dezember 2021 den Vorentwurfsbeschluss im Braunkohlenplanänderungsverfahren getroffen. Die Umsetzung der angepassten Tagebauplanung schreitet weiter voran. Mit dem Erreichen des tiefsten Punkts bei - 331 m NHN und damit rd. 411 m unter dem Gelände am 8. November 2021 ist ein Rekord für einen Lockergesteinstagebau markiert und gleichzeitig ein Wendepunkt in der Geschichte des Tagebaus Hambach bezeichnet. Im Zuge der vorzeitigen Beendigung der Kohlegewinnung in diesem Tagebau bereits im Jahr 2029 erfolgt eine weiterhin hochwertige Rekultivierung.

Das laufende Verfahren zur Änderung des Braunkohleplans Garzweiler II wird auf Basis der Leitentscheidung 2021 weitergeführt. Das Vorhaben sieht – unter Berücksichtigung des gemäß Leitentscheidung 2021 vergrößerten Abstands vor den Tagebaurandorten – weiterhin eine Inanspruchnahme des dritten Umsiedlungsabschnitts vor. Aufgrund des Koalitionsvertrags der Bundesregierung vom November 2021 hat der Braunkohlensausschuss Köln am 13. Dezember 2021 beschlossen, parallel eine weitere Vorhabensbeschreibung anzufordern. Diese soll den Erhalt des dritten Umsiedlungsabschnitts sowie ein vorgezogenes Kohleausstiegsdatum berücksichtigen. Die Planung wird bis Herbst 2022 vorgelegt.

## 6.2 Anpassung des Revierkonzepts in der Lausitz

Im Lausitzer Revier hat die LEAG das Revierkonzept aus dem Jahr 2017 an die Vorgaben des KVVG angepasst. In Brandenburg sind davon vor allem der Tagebau Welzow-Süd und in Sachsen der Tagebau Reichwalde betroffen. Die uneingeschränkte Inanspruchnahme des Teilfelds Mühlrose im Tagebau Nochten bleibt indes aufgrund seiner Lage, der Beschaffenheit der Reichwalder Kohle sowie des Tagebaufortschritts notwendig, um insbesondere das Kraftwerk Boxberg langfristig zu versorgen (7).

Folgende Eckpunkte ergeben sich aus der veränderten Unternehmensplanung:

- Tagebau Welzow-Süd: Entgegen dem Braunkohleplan von 2014 erfolgt keine Inanspruchnahme des räumlichen Teilabschnitts II.

requirements of the resolution passed on the open-pit mine Welzow-Süd by virtue of the Brandenburg State Government's Coalition Agreement.

- Open-pit mine Reichwalde: Due to the requirements of the KVBG and compared to previous plans, the scope and dimension of the open-pit mine Reichwalde needs to be reduced. Thus, the garrison headquarters of the Federal Armed Forces' military training area Upper Lusatia, which are located in Haide, will no longer be utilized.
- Open-pit mine Nochten: Analogous to the Lusatian district concept of 2017, the adjusted Lusatian district planning also specifies the utilization of the subfield Mühlrose. Its location, the quality of the Reichwalde coal, and the actual surface mining progress leave no alternative other than, above all, supplying the power plant Boxberg in the long run. For this purpose, the resettlement of Trebendorf's municipal district of Mühlrose will continue.

### 6.3 Consequences for the Central German District

MIBRAG has adapted the mining plans for the open-pit mine Vereinigtes Schleenhain to the terms and conditions specified by the KVBG. Due to the fact that the service life of the power plant Lippendorf, which is supplied with coal from MIBRAG, was shortened to the end of 2035, the municipality of Pödelwitz and the mining field Groitzscher Dreieck located within the municipality of Obertitz will no longer be utilized for coal production (8).

### 7 Pioneering projects of the future in the lignite sector

The societal compromise of the phase-out from coal in Germany by the latest at the end of 2038 calls for an input from research and development projects to assure a continued maximum safe and secure supply of electric power. The key areas of research and development activities in the lignite industry include, e.g., increasing the flexibility of conventional power plants in order to compensate for the fluctuating input from solar plants and wind turbines including the restrictions due to the increased material wear and tear caused by the frequent load changes.

In order to explore and examine the potentials of utilizing geothermal energy at the Weisweiler site, RWE Power is cooperating with the Fraunhofer Research Institution for Energy Infrastructures and Geothermal Energy IEG. This also includes the joint participation in a European project (DGE-Rollout) to explore and map the subsurface as well as supporting the Fraunhofer IEG in establishing a geothermal technical center at the Weisweiler site – to augment its locations in Bochum and Aachen.

As another, important research focus, RWE has already been developing processes for more than ten years now that permit both a reduction of the CO<sub>2</sub> footprint as well as using CO<sub>2</sub> in an ecologically sensible way. That is why RWE Power has also been cooperating with numerous universities and research institutions in order to jointly develop the technical and systematic prerequisites for CO<sub>2</sub>-neutral circular flows in the economy.

A key procedure for entering the circular carbon economy is the thermal conversion of carbonaceous materials. It is for this reason that RWE Power is working with considerable energy at the RWE Innovation Centre Niederaußem on a high-temperature process with which carbonaceous materials can be used for

Dies beinhaltet einen Förderverlust von mehr als 200 Mio. t Kohle, die in diesem Feld lagern. Damit trägt die LEAG auch dem im Koalitionsvertrag der brandenburgischen Landesregierung festgelegten Beschluss zum Tagebau Welzow-Süd Rechnung.

- Tagebau Reichwalde: Aufgrund der Vorgaben des KVBG muss der Umfang des Tagebaus Reichwalde im Vergleich zu den bisherigen Planungen reduziert werden. Damit wird der Bereich der Kommandantur des Bundeswehr-Truppenübungsplatzes Oberlausitz am Standort Haide nicht mehr in Anspruch genommen.
- Tagebau Nochten: Auch die angepasste Lausitzer Revierplanung sieht analog dem Lausitzer Revierkonzept 2017 die Inanspruchnahme des Teilfelds Mühlrose vor. Aufgrund seiner Lage, der Beschaffenheit der Reichwalder Kohle sowie des Tagebaufortschritts gibt es keine Alternative, um insbesondere das Kraftwerk Boxberg langfristig zu versorgen. Dazu wird die Umsiedlung des Trebendorfer Ortsteils Mühlrose weiter fortgeführt.

### 6.3 Konsequenzen für das Mitteldeutsche Revier

Die MIBRAG hat die Bergbauplanung für den Tagebau Vereinigtes Schleenhain an die Bedingungen angepasst, die durch das KVBG vorgegeben werden. Die Verkürzung der Laufzeit des von der MIBRAG mit Kohle belieferten Kraftwerks Lippendorf auf Ende 2035 hat zur Folge, dass der Ort Pödelwitz und das Abbaufeld Groitzscher Dreieck mit der Ortschaft Obertitz für die Kohleförderung nicht mehr in Anspruch genommen werden (8).

### 7 Zukunftsprojekte im Bereich der Braunkohle

Der gesamtgesellschaftliche Kompromiss zum Kohleausstieg in Deutschland bis spätestens Ende 2038 erfordert einen Beitrag von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu einer weiterhin möglichst sicheren Stromversorgung. Zu den zentralen Handlungsfeldern der Forschung und Entwicklung der Braunkohlenindustrie gehören u.a. die Steigerung der Flexibilität der konventionellen Kraftwerke, um die fluktuierende Einspeisung der Solar- und Windkraftanlagen auszugleichen einschließlich der Begrenzung des durch die häufigen Lastwechsel erhöhten Materialverschleißes.

Um Möglichkeiten zur Nutzung von Erdwärme am Standort Weisweiler zu untersuchen, kooperiert RWE Power mit dem Fraunhofer IEG. Dies beinhaltet die gemeinsame Teilnahme an einem Europäischen Projekt (DGE-Rollout) zur Untersuchung und Kartographierung des Untergrunds sowie die Unterstützung der Fraunhofer IEG bei der Etablierung eines geothermischen Technikums am Standort Weisweiler als Ergänzung zu deren Standorten in Bochum und Aachen.

Als weiterer, wichtiger Forschungsschwerpunkt entwickelt RWE bereits seit mehr als zehn Jahren Verfahren, die es sowohl ermöglichen, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu senken als auch CO<sub>2</sub> ökologisch sinnvoll zu nutzen. Dazu arbeitet RWE Power auch mit einer Vielzahl von Universitäten und Forschungseinrichtungen zusammen zur gemeinsamen Erarbeitung von technischen und systemischen Voraussetzungen für CO<sub>2</sub>-neutrale Wirtschaftskreisläufe.

Ein Schlüsselverfahren für den Einstieg in die Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft ist die thermische Konversion kohlenstoffhaltiger Materialien. Hierzu beschäftigt sich RWE Power im RWE-Innovationszentrum Niederaußem intensiv mit einem Hochtemperaturverfahren, mit dem kohlenstoffhaltige Materia-

the production of base chemicals for the chemical industry and for synthetic fuels after these materials have been converted into gas. One of the associated pilot projects is the "Multi Fuel Conversion Plant," i. e. MFC plant, for the high-temperature conversion of sewage sludge. At the beginning of July 2021, it went officially into operation in the Innovation Centre Niederaußem and is part of the Virtual Innovation and Technology Centre for the Material Use of Sustainable Carbon Sources (ITZ-CC), a joint project of RWE with the Fraunhofer Institute for Environmental, Safety, and Energy Technology UMSICHT and the Ruhr University Bochum.

The separation of CO<sub>2</sub> from power plant flue gas continues to be an important topic. The pilot plant for the separation of CO<sub>2</sub> from power plant flue gas, a joint project of RWE Power AG, Linde and BASF, which had been funded by the Federal Ministry for Economic Affairs (BMWK), continues to be in operation within the scope of other funded projects focusing on the utilization of CO<sub>2</sub>. Due to the low energy requirements and the high stability of the "detergent", this procedure is one of the world's leading CO<sub>2</sub> separation processes. Since it started in 2009, the plant has been operating for more than 90,000 h with a number of different detergents and achieved an uptime availability of 97%.

Within the scope of several EU-funded projects, the infrastructure of the Innovation Centre Niederaußem which is associated with the pilot CO<sub>2</sub> washing plant has been used as a platform to build test facilities in which the entire process chain of the separation, synthesis and utilization of CO<sub>2</sub> is demonstrated ranging from the use of hydrogen produced with electric power via electrolysis all the way to the extraction of useful chemical products (CCU: Carbon Capture and Usage).

In the ALIGN-CCUS project, RWE has produced in Niederaußem up to 50 kg/d of dimethyl ether (DME) from captured CO<sub>2</sub> and from hydrogen produced via electrolysis. The synthetic product DME serves, on the one hand, as a climate friendly chemical energy storage and, on the other hand, as a low-emission diesel fuel in the transportation sector. The test operation of the plant, which has been developed and put into operation by seven partners from Germany and the Netherlands within the scope of ALIGN-CCUS during the past few years, was brought to an end on schedule in late 2020 with the operation of a DME-run power generator for the peak load generation.

The ALIGN-CCUS plant in Niederaußem has continued to be in operation within the scope of the EU-funded TAKE-OFF project since January 2021. Together with nine partners from six countries, RWE produces airplane fuel from hydrogen and CO<sub>2</sub> in this project. The project uses methanol and DME from Niederaußem. An additional follow-up project which began in June 2021, the "NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel" project, focuses on the production of climate-neutral airplane fuel from separated CO<sub>2</sub> at an industrial scale. That is the focus of a joint study RWE Power is currently working on with its partners BP Europe and the Jülich Research Centre.

In addition to the "GreenCarbon-Chem" project in Leuna in association with the planned real-world laboratory "GreenHydroChem", which is paving the way towards the long-term use of secondary carbon carriers in Germany, the "New Lignite Prod-

lien nach der Umwandlung in Gas für die Produktion von Grundstoffen der chemischen Industrie und für synthetische Treibstoffe verwendet werden können. Eines der Pilotprojekte in diesem Zusammenhang ist die Multi Fuel Conversion-Anlage (MFC-Anlage) zur Hochtemperaturkonversion von Klärschlamm. Sie ist Anfang Juli 2021 im Innovationszentrum Niederaußem offiziell in Betrieb gegangen und Teil des virtuellen Innovations- und Technologie-zentrums zur stofflichen Nutzung nachhaltiger Kohlenstoffquellen (ITZ-CC), einem der Kooperationsprojekte der RWE mit Fraunhofer UMSICHT und der Ruhr-Uni Bochum.

Die Abtrennung von CO<sub>2</sub> aus Kraftwerksrauchgas bleibt ein wichtiges Thema. Die in einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Gemeinschaftsprojekt von RWE Power AG, Linde und BASF entwickelte Pilotanlage zur Abtrennung von CO<sub>2</sub> aus Rauchgas wird im Rahmen weiterer geförderter Projekte zur CO<sub>2</sub>-Nutzung betrieben. Aufgrund niedrigen Energiebedarfs und hoher Stabilität des Waschmittels zählt dieses Verfahren zu den weltweit führenden CO<sub>2</sub>-Abtrennprozessen. Seit ihrer Inbetriebnahme 2009 wurde die Anlage mit verschiedenen Waschmitteln über 90.000 h betrieben und erreichte eine Verfügbarkeit von 97%.

Im Rahmen mehrerer EU-geförderter Projekte dient die Infrastruktur des Innovationszentrums Niederaußem rund um die CO<sub>2</sub>-Pilotwäsche als Plattform für die Errichtung von Testanlagen, in denen die gesamte Prozesskette der Abtrennung, Synthese und Nutzung von CO<sub>2</sub> unter Einsatz von aus Strom über Elektrolyse produziertem Wasserstoff hin zu chemischen Wertstoffen demonstriert wird (CCU: Carbon Capture and Usage).

Im Projekt ALIGN-CCUS hat RWE in Niederaußem bis zu 50 kg/d Dimethylether (DME) aus abgeschiedenem CO<sub>2</sub> und mittels Elektrolyse erzeugtem Wasserstoff produziert. Das synthetische Produkt DME dient zum einen als klimafreundlicher chemischer Energiespeicher und zum anderen als emissionsarmer Dieseleratztreibstoff im Transportsektor. Der Versuchsbetrieb der Anlage, die in den vergangenen Jahren von sieben Partnern aus Deutschland und den Niederlanden im Rahmen von ALIGN-CCUS entwickelt und realisiert worden war, wurde Ende 2020 mit dem Betrieb eines DME-betriebenen Stromgenerators zur Spitzenlastzeugung planmäßig abgeschlossen.

Die ALIGN-CCUS-Anlage in Niederaußem wird seit Januar 2021 im Rahmen des von der EU geförderten Projekts TAKE-OFF weiter betrieben. Zusammen mit neun Partnern aus sechs Ländern stellt RWE in dem Projekt Flugzeugtreibstoff aus Wasserstoff und CO<sub>2</sub> her. Dafür wird Methanol und DME aus Niederaußem genutzt. Ein darauf aufbauendes weiteres, im Juni 2021 angelaufenes Projekt „NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel“ beinhaltet die Herstellung von klimaneutralem Flugzeugtreibstoff aus abgeschiedenem CO<sub>2</sub> im industriellen Maßstab. Dazu erarbeitet RWE Power derzeit eine gemeinsame Studie mit den Partnern BP Europe und Forschungszentrum Jülich.

Ergänzend zum Projekt „GreenCarbon-Chem“ in Leuna in Verbindung mit dem geplanten Reallabor „GreenHydroChem“, das den Weg für eine langfristige Nutzung von sekundären Kohlenstoffträgern in Deutschland ebnet, wurde von den Partnern RWE Power, LEAG und MIBRAG unter Führung des Fraunhofer IMWS das Projekt „Neue Braunkohlenprodukte: Entwicklung innovati-

ucts: Development of Innovative Products and Business Models for the German Lignite Industry” project was initiated with the partners RWE Power, LEAG and MIBRAG under the leadership of the Fraunhofer Institute for Microstructure of Materials and Systems IMWS. Innovative fields of application for the raw material lignite are examined with the objective of developing products and business models within a short period of time while also identifying their market potential so as to bridge the time it takes to make the concepts for a circular carbon economy and a conceptual transformation of the lignite companies commercially viable. This was carried out in 2020. In close coordination with industrial partners, the following fields were identified and examined as possible applications of products based on lignite:

- activated carbon and coke dust for environmental applications;
- humic substances and other soil conditioners as well as
- carbon fiber precursors or applications of liquid products.

The joint research activities at a European level are accompanied and assisted within the scope of the Research Fund for Coal and Steel (RFCS) by the Technical Research Committee ATF at EURACOAL and actively supported by the experts from the companies of the German lignite industry.

ver Produkte und Geschäftsmodelle für die deutsche Braunkohlenwirtschaft“ initiiert. Es werden innovative Anwendungsfelder für den Rohstoff Braunkohle mit der Zielstellung untersucht, kurzfristig Produkte und Geschäftsmodelle zu entwickeln und Marktpotential aufzuzeigen, um den Zeitraum bis zur Marktfähigkeit der Ansätze zur zirkulären Kohlenstoffwirtschaft und einer konzeptionellen Umstellung der Braunkohlenunternehmen zu überbrücken. Die Bearbeitung erfolgte 2020. Als mögliche Anwendungsbereiche von Produkten aus Braunkohle wurden dabei in enger Abstimmung mit den Industriepartnern folgende Felder identifiziert und untersucht:

- Aktivkohle und Feinkoks für Umweltsanierungen,
- Huminstoffe und andere Bodenverbesserungsstoffe sowie
- Kohlenstofffaserprecursor oder Anwendungsbereiche von Flüssigprodukten.

Die gemeinschaftlichen Forschungsaktivitäten werden auf europäischer Ebene im Research Fund for Coal and Steel (RFCS) vom Ausschuss Technische Forschung (ATF) bei EURACOAL unter Mitwirkung der Fachleute aus den Unternehmen der deutschen Braunkohlenindustrie aktiv begleitet.

## References / Quellenverzeichnis

- (1) Jahresbericht der AG Energiebilanzen: Energieverbrauch 2021 wächst durch Pandemie und Wetter. [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/03/AGEB\\_Jahresbericht2020\\_20220325\\_dt.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/03/AGEB_Jahresbericht2020_20220325_dt.pdf). Abgerufen am 01.04.2022.
- (2) Umweltbundesamt, Pressemitteilung vom 15.03.2022.
- (3) Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung und zur Änderung weiterer Gesetze (Kohleverstromungsbeendigungsgesetz – KVVG) vom 8. August 2020, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2020 Teil I Nr. 37, ausgegeben zu Bonn am 13. August 2020.
- (4) Das Bruttoprinzip ist europäische Vorgabe. In: et 4/2022, [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/03/et\\_2022\\_04\\_Kramer\\_Maassen.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/03/et_2022_04_Kramer_Maassen.pdf). Abgerufen am 01.04.2022.
- (5) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Fortschrittsbericht Energiesicherheit. Berlin, 25.03.2022.
- (6) Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen: Leitentscheidung 2021: Neue Perspektiven für das Rheinische Braunkohlenrevier. Beschluss der Landesregierung vom 23. März 2021.
- (7) Lausitz Energie Bergbau AG und Lausitz Energie Kraftwerke AG (LEAG): LEAG passt Revierplanung an gesetzlichen Ausstiegspfad an. Presse-Information vom 13. Januar 2021.
- (8) MIBRAG GmbH: MIBRAG passt Bergbauplanung für den Tagebau Vereinigtes Schleenhain an. Presseinformation vom 21. Januar 2021.

## Authors / Autoren

Dipl.-Kauffrau Yvonne Dyllong, Mitglied der Geschäftsführung der Statistik der Kohlenwirtschaft e. V., Bergheim, Dipl.-Volkswirt Uwe Maaßen, Mitglied von Vorstand und Geschäftsführung der AG Energiebilanzen e. V., Berlin, Prof. Dr. rer. pol. Hans-Wilhelm Schiffer, Lehrbeauftragter für Energiewirtschaft an der RWTH Aachen University, Aachen