

The German Lignite Industry in 2016

Germany's domestic lignite output decreased by 3.7% from 178.1 mt to 171.5 mt between 2015 and 2016. 2016's extracted lignite had a net calorific value of 52.7 mtce. 155.2 mt, or more than 90%, of that output was used in utility power plants supplying the general public. This translates into a decrease of 2.6% compared to the previous year. 14.2 mt was used in the factories of

the lignite mining industry for the manufacture of solid products. 1.7 mt was used to generate electricity in mine-mouth power plants. 0.4 mt accounted for other sales of raw lignite and changes in stocks. Lignite's contribution to Germany's total gross electricity production amounted to 23.1% in 2016.

Die deutsche Braunkohlenindustrie im Jahr 2016

Die inländische Braunkohलगewinnung hat sich von 178,1 Mio. t im Jahr 2015 um 3,7% auf 171,5 Mio. t im Jahr 2016 verringert. Von der im Jahr 2016 realisierten Fördermenge, die einem Heizwert von 52,8 Mio. t SKE entspricht, wurden mit 155,2 Mio. t gut 90% in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung eingesetzt. Das waren 2,6% weniger als im Vorjahr. 14,2 Mio. t sind in den Fabriken des

Braunkohlenbergbaus zur Herstellung fester Produkte eingesetzt worden, 1,7 Mio. t wurden zur Stromerzeugung in Grubenkraftwerken genutzt. Auf sonstigen Rohkohlenabsatz und Bestandsveränderungen entfielen 0,4 Mio. t. Zur gesamten Brutto-Stromerzeugung in Deutschland hat die Braunkohle im Jahr 2016 mit 23,1% beigetragen.

1 Overview

In 2016, lignite had an 11.4% share in primary energy consumption. Lignite, thus, ranks fifth in Germany's energy consumption balance behind mineral oil (34.0%), natural gas (22.6%), renewables (12.6%), and hard coal (12.2%). Nuclear energy accounts for 6.9% and other energy sources for 0.3%.

With an output of 52.7 mtce, lignite held a share of 38.8% in Germany's primary energy production of 135.2 mtce in 2016. The contributions of the other energy sources to the primary energy production in 2016 are as follows: Hard coal 3.9 mtce, natural gas/petroleum gas 8.5 mtce, mineral oil 3.4 mtce, renewables 58.4 mtce, and other energy sources 8.2 mtce.

In 2016, 23.1% of Germany's total gross electricity volume was produced with lignite. Lignite, thus, assumed second place – behind renewables (29.0%) – in the ranking of the most important input energies for electricity production in 2016, followed by hard coal with 17.2%, nuclear energy with 13.1%, and natural gas with 12.4%. Other energy sources contributed 5.2% to total gross electricity production. The key figures for the contributions made by the individual lignite mining districts to Germany's energy supply are shown in table 1.

CO₂ emissions from lignite decreased by 3.0% from 171.6 mt in 2015 to 166.7 mt in 2016. The entire period between 1990 and 2016 exhibited a decline of 172.7 mt in CO₂ emissions from lignite, which translates into a decrease of 50.9%. Thus, lignite's share of the total CO₂ emissions in Germany – including industrial pro-

1 Überblick

Die Braunkohle war im Jahr 2016 mit 11,4% am Primärenergieverbrauch (PEV) beteiligt. Damit steht die Braunkohle in der deutschen Energieverbrauchs Bilanz hinter Mineralöl (34,0%), Erdgas (22,6%), erneuerbaren Energien (12,6%) und Steinkohle (12,2%) an fünfter Stelle. Auf Kernenergie entfallen 6,9% und auf sonstige Energien 0,3%.

Mit einer Fördermenge von 52,7 Mio. t SKE hielt die Braunkohle im Jahr 2016 bundesweit einen Anteil von rd. 39% an der Primärenergiegewinnung von 135,2 Mio. t SKE. Die Beiträge der anderen Energieträger zur Primärenergiegewinnung teilen sich im Jahr 2016 wie folgt auf: 3,9 Mio. t SKE Steinkohle, 8,5 Mio. t SKE Erdgas/Erdöl, 3,4 Mio. t SKE Mineralöl, 58,4 Mio. t SKE erneuerbare Energien sowie 8,2 Mio. t SKE sonstige Energieträger.

Im Jahr 2016 entfielen von der gesamten Brutto-Elektrizitätserzeugung in Deutschland 23,1% auf die Braunkohle. Damit stand die Braunkohle in der Rangliste der wichtigsten Einsatzenergien zur Stromerzeugung 2016 – hinter erneuerbaren Energien (29,0%) – auf dem zweiten Rang, gefolgt von Steinkohle mit 17,2%, Kernenergie mit 13,1% und Erdgas mit 12,4%. Sonstige Energien trugen mit 5,2% zur gesamten Brutto-Stromerzeugung bei. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Kennzahlen zum Beitrag der einzelnen Braunkohlenreviere zur Energieversorgung in Deutschland ausgewiesen.

Die CO₂-Emissionen aus Braunkohlen sind von 171,6 Mio. t im Jahr 2015 um 3,0% auf 166,7 Mio. t im Jahr 2016 gesunken. Im

	Unit/ Einheit	Rhineland Rheinland	Lusatia Lausitz	Central Germany Mittel- deutschland	Helmstedt, others/übrige	Total/ Insgesamt
Primary-energy production (PEP) Primärenergiegewinnung (PEG)	mtce Mio. t SKE	27,9	17,9	6,4	0,4	52,7
Share of PEP in Germany Anteil an der PEG in Deutschland	%	20,6	13,3	4,7	0,3	38,8
Primary-energy consumption (PEC) Primärenergieverbrauch (PEV)	mtce Mio. t SKE	27,3	17,7	6,4	0,4	51,8
Contribution to cover PEC in Germany Beitrag zur Deckung des PEV in Deutschland	%	5,9	3,9	1,4	0,1	11,4
Gross lignite-based power generation Brutto-Stromerzeugung aus Braunkohle	TWh	74,5	55,0	18,5	2,0	150,0
Contribution to gross power generation in Germany Beitrag zur Brutto-Stromerzeugung in Deutschland	%	11,5	8,5	2,9	0,3	23,1

Table 1. Contribution of lignite-mining areas to Germany's energy supply, 2016 (provisional, some estimates).

Tabelle 1. Beitrag der Braunkohlenreviere zur Energieversorgung in Deutschland 2016 (vorläufig, z.T. geschätzt).

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

cesses, this amounted to 796 mt in 2016 – dropped from 32.3 % in 1990 to 20.9 % in 2016.

2 Total Volume and Foreign Trade

Germany's total volume of lignite amounted to 52.729 mtce in 2016. 52.698 mtce of this figure came from domestic outputs and 0.031 mtce from imports (Figure 1).

Lignite mining, which amounted to 171.5 mt in 2016, was concentrated in four 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 sector of the State of Saxony, the Central

Gesamtzeitraum von 1990 bis 2016 war ein Rückgang der CO₂-Emissionen aus Braunkohlen um 172,7 Mio. t entsprechend 50,9 % zu verzeichnen. Der Anteil der Braunkohle an den gesamten CO₂-Emissionen in Deutschland – einschließlich Industrieprozesse beliefen sich diese im Jahr 2016 auf 796 Mio. t – hat sich damit von 32,3 % im Jahr 1990 auf 20,9 % im Jahr 2016 vermindert.

2 Aufkommen und Außenhandel

Das Aufkommen an Braunkohle in Deutschland belief sich im Jahr 2016 auf 52,729 Mio. t SKE. Es setzte sich mit 52,698 Mio. t SKE aus inländischen Fördermengen und mit 0,031 Mio. t SKE aus Importen zusammen (Bild 1).

Der Abbau der Braunkohle im Tagebau von 171,5 Mio. t im Jahr 2016 konzentrierte sich auf vier Regionen: das Rheinische Revier im Städtedreieck Köln-Aachen-Mönchengladbach, das Lausitzer Revier im Südosten des Landes Brandenburg und im Nordosten des Landes Sachsen, das Mitteldeutsche Revier im Südosten des Landes Sachsen-Anhalt und im Nordwesten des Landes Sachsen sowie das Helmstedter Revier in Niedersachsen.

Der Braunkohlenbergbau im Tagebau erfordert ein Abräumen der über der Kohle liegenden Erdschichten. Im Jahr 2016 sind insgesamt 851,9 Mio. m³ Deckgebirgsmassen bewegt worden. Daraus ergibt sich ein Leistungsverhältnis von 5,0:1 zwischen Abraum und Kohle (jeweils m³ Abraum zu t Kohle). Die in den einzelnen Revieren im Durchschnitt erreichten Relationen gehen – ebenso wie die jeweiligen Heizwerte der geförderten Kohle – aus Tabelle 2 hervor.

2.1 Entwicklung nach Revieren

2.1.1 Rheinisches Revier

Die Braunkohlenförderung der RWE Power AG, Essen, betrug im Jahr 2016 rd. 90,5 Mio. t. Sie war damit um 5,0 % niedriger als im Vorjahr. Zur Freilegung der Kohle wurden 428,2 Mio. m³ Abraum bewegt. Das Abraum-zu-Kohle-Verhältnis lag damit bei 4,7:1 (m³ : t).

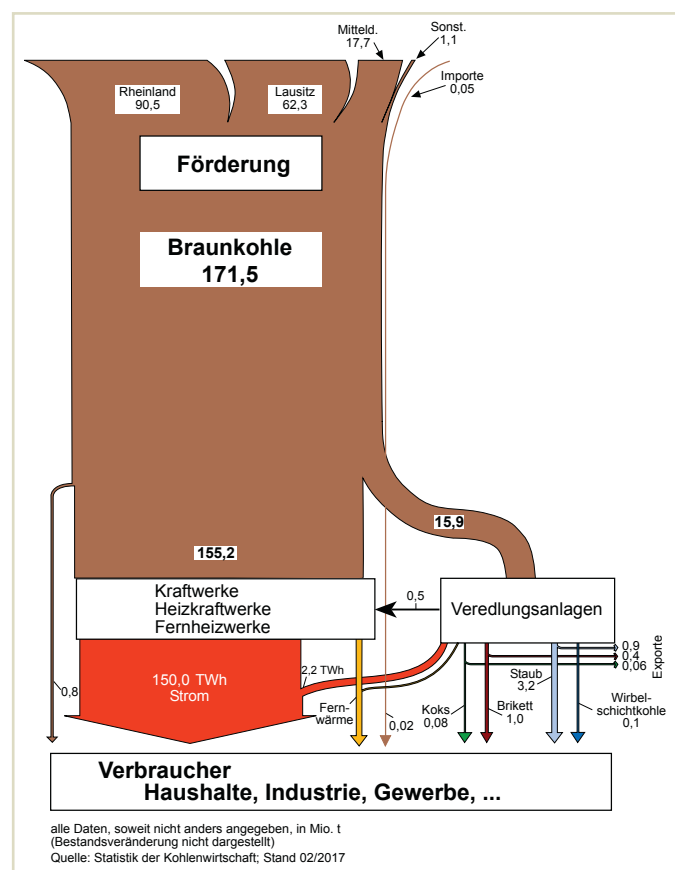


Fig. 1. Lignite flow image 2016.

Bild 1. Braunkohlenflussbild 2016.

	Overburden moved/ Abraumbewegung 1.000 m ³	Lignite extraction/ Braunkohlen- gewinnung 1.000 t	Extraction ratio O : C Förderverhältnis A/K m ³ /t	Net calorific value/ Heizwert kJ/kg	ce factor ^{a)} SKE-Faktor ^{a)} kg ce per kg / kg SKE je kg	Lignite output/ Braunkohlen- gewinnung 1.000 tce / 1.000 t SKE
Rhineland/Rheinland	428.242	90.451	4,7 : 1	9.005	0,307	27.915
Lusatia/Lausitz	372.712	62.292	6,0 : 1	8.528	0,291	17.945
Central Germany Mitteldeutschland	50.903	17.730	2,9 : 1	10.669	0,364	6.414
Helmstedt	37	1.074		10.878	0,371	0.423
Total / Insgesamt	851.895	171.547	5,0 : 1	9.030	0,308	52.698

^{a)} 1 kg ce = 29,308 kJ 1 kg SKE entspricht 29,308 kJ.

Table 2. Output figures of lignite industry and net calorific values of the coal mined, by mining area, 2016.

Tabelle 2. Leistungszahlen des Braunkohlenbergbaus sowie Heizwerte der geförderterten Kohle nach Revieren im Jahr 2016.

Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft

German District in the southeastern corner of the State of Saxony-Anhalt and the northwestern section of the State of Saxony as well as the Helmstedt District in Lower Saxony.

Extracting lignite from open-pit mines requires the removal of the soil layers located on top of the coal. In 2016, a total of 851.9 m³ of overburden was moved which translates into a performance ratio of 5.0:1 between the overburden and the coal, i. e. a m³ 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.

2.1 Development by Mining District

2.1.1 Rhenish District

In Essen/Germany based RWE Power AG's lignite output amounted to approximately 90.5 mt in 2016 which fell 5.0% below the previous year's value. To expose the coal, 428.2 m³ of overburden had to be removed. Thus, the overburden-to-coal ratio was 4.7:1 (m³:t) in 2016.

For each individual open-pit mine, the 2016 output can be broken down as follows: Garzweiler accounted for 32.5 mt, Hambach for 38.5 mt, and Inden for 19.5 mt.

The share of the Rhenish District in Germany's total lignite output amounts to 52.7%.

On 5th July 2016 the Cabinet of North Rhine-Westphalia's State Government concluded the "State Government of North Rhine-Westphalia's Regulatory Resolution on the Future of the Rhenish Lignite District/Garzweiler II" which ended the drafting process that had begun in 2014. As a result, the political objective of 2014 to forego the resettlement of the Holzweiler village, the Dackweiler colony, and the Hauerhof farmstead was confirmed by the regulatory resolution. The cancellation of the resettlement plans and the specification to extend the minimum distance between Holzweiler and the outer edge of the future mining area to at least 400 m represent a significant reduction of the already approved mining field of the Garzweiler open-pit mine which is associated with the loss of several hundred million tons of lignite. But the regulatory resolution also includes the statement that the necessity to operate the open-pit mine Garzweiler without any temporal restrictions even after 2030 and the open-pit mines Inden and Hambach within their approved mining boundaries continues to exist so as to assure and safeguard reliable energy

Nach Tagebauen setzte sich die Förderung im Jahr 2016 wie folgt zusammen: Es entfielen 32,5 Mio. t auf Garzweiler, 38,5 Mio. t auf Hambach und 19,5 Mio. t auf Inden. Der Anteil des rheinischen Reviers an der gesamten Braunkohlenförderung in Deutschland liegt bei 52,7%.

Das Kabinett der Landesregierung Nordrhein-Westfalens hatte am 5. Juli 2016 die „Leitentscheidung der Landesregierung von Nordrhein-Westfalen zur Zukunft des Rheinischen Braunkohlenreviers/Garzweiler II“ beschlossen und damit das im Jahr 2014 begonnene Erarbeitsverfahren beendet. Im Ergebnis wurde die politische Zielvorgabe aus dem Jahr 2014, auf die Umsiedlung der Ortschaft Holzweiler, der Siedlung Dackweiler und des Hauerhofs zu verzichten, mit der Leitentscheidung bestätigt. Der Entfall der Umsiedlung und die Festlegung eines auf mindestens 400 m vergrößerten Abstands zwischen Holzweiler und der zukünftigen Abbaukante bedeuten eine deutliche Verkleinerung des bereits genehmigten Abbaufelds des Tagebaus Garzweiler, verbunden mit dem Verlust mehrerer hundert Millionen Tonnen Braunkohle. Daneben enthält die Leitentscheidung aber auch die Aussage, dass die energiewirtschaftliche Erforderlichkeit des Tagebaus Garzweiler für die Zeit nach dem Jahr 2030 ohne zeitliche Begrenzung sowie der Tagebaue Inden und Hambach in ihren genehmigten Abbaugrenzen weiterhin besteht. Im September 2016 hatte der Braunkohlenausschuss seine Geschäftsstelle mit der Prüfung beauftragt, ob sich Grundannahmen des genehmigten Braunkohlenplans Garzweiler II geändert haben. Mit der Feststellung der entsprechenden Erforderlichkeit wird ein mehrjähriges komplexes Änderungsverfahren eingeleitet.

Der Braunkohlenplan für den dritten Umsiedlungsabschnitt im Tagebau Garzweiler war am 30. Oktober 2015 genehmigt worden. Diese gemäß der Leitentscheidung letzte Umsiedlung im Rheinischen Revier hat Ende 2016 begonnen. Die Wiederherstellung der Autobahn A 44 und das Braunkohlenplanverfahren zur Sicherung einer Trasse für die Rheinwassertransportleitung verlaufen weiterhin planmäßig. Die Inbetriebnahme der A 44n ist im Jahr 2018 vorgesehen.

Im Abbaugbiet des Tagebaus Hambach geht die im Jahr 2012 aufgenommene Umsiedlung von Kerpen-Manheim weiter voran. Das Gleiche gilt für die Umsiedlung des benachbarten Orts Merzenich-Morschenich, mit der im Dezember 2013 begonnen wurde.

supplies also in the future. In September 2016, the Lignite Committee authorized its office to examine whether the basic assumptions as stipulated by the approved Garzweiler II lignite mining plan have changed. By specifying the respective necessity, a complex amendment procedure has been initiated which will span several years.

The lignite mining plan for the third resettlement section in the Garzweiler open-pit mine had been officially approved on 30th October 2015. This resettlement, which is meant to be the final one in the Rhenish District pursuant to the regulatory resolution, commenced in late 2016. The rebuilding of Federal Expressway A 44 and the lignite mining plan procedure designed to secure the route of the Rhine water pipeline continue to be right on schedule. The A 44n is to be put into operation in 2018.

In the mining area of the Hambach open-pit mine, the resettlement of Kerpen-Manheim, which commenced in 2012, continues to make progress. The same is true for the resettlement of the neighboring town of Merzenich-Morschenich, which began in December 2013.

In December 2014, the general operating plan for the continuation of the open-pit mine Hambach between 2020 and 2030 was approved by the District Government of Arnsberg. This general operating plan, which regulates lignite extraction in the open-pit mine for the aforementioned period of time, also includes comprehensive rules and provisions designed to guarantee ecological compensation and species protection within and outside the mining area.

Because the permission required under water law for draining the open-pit mine Hambach currently ends on 31st December 2020, there are plans to apply for an extension of the permission issued under water law with regard to the mining project indicated in the third general operating plan so that the drainage measures in the open-pit mine Hambach can be continued until 31st December 2030.

The first slopes for the residual lake are currently under construction in the open-pit mine Inden. Furthermore, the backfill of the overburden deposit has begun which will be followed by the recultivation of the open-pit mining facilities and the residual lake's western shore after the end of coal extraction. The special operating plan for species protection in the remaining open-pit mine perimeter was approved. Applications pursuant to water law were filed for the construction of both a shallow water zone in the future residual lake Inden and a water landscape in the residual lake's environment.

2.1.2 Lusatian District

With entries in the Commercial Register on 12th October 2016 the Vattenfall Europe Mining AG corporation was renamed Lausitz Energie Bergbau AG (LE B) and the Vattenfall Europe Generation AG corporation was renamed Lausitz Energie Kraftwerke AG (LE G). They are jointly operated under the united label LEAG based in Cottbus/Germany.

In the Lusatian District, LE B extracted 62.3 mt of raw lignite in 2016. For each individual open-pit mine, the output can be broken down as follows: Jänschwalde accounted for 10.0 mt, Welzow-Süd for 23.8 mt, Nochten for 14.8 mt, and Reichwalde for 13.7 mt. To expose the coal, 372.7 m³ of overburden had to be removed in the

Der Rahmenbetriebsplan für die Fortsetzung des Tagebaus Hambach im Zeitraum 2020 bis 2030 war im Dezember 2014 durch die Bezirksregierung Arnsberg zugelassen worden. Dieser Rahmenbetriebsplan, der den Braunkohlenabbau im Tagebau für den genannten Zeitraum regelt, enthält des Weiteren umfangreiche Regelungen zur Gewährleistung des ökologischen Ausgleichs und zum Artenschutz innerhalb und außerhalb des Abbaugebiets.

Da die wasserrechtliche Erlaubnis für die Sumpfung des Tagebaus Hambach derzeit bis zum 31. Dezember 2020 befristet ist, besteht die Absicht, für das im 3. Rahmenbetriebsplan angezeigte Abbauvorhaben eine Verlängerung der wasserrechtlichen Erlaubnis zu beantragen, damit die Entwässerungsmaßnahmen des Tagebaus Hambach bis zum 31. Dezember 2030 fortgeführt werden können.

Im Tagebau Inden werden derzeit die ersten Restseeböschungen angelegt. Ferner wurde mit der Befüllung des Abraumdopots für die nach der Auskohlung erfolgende Rekultivierung der Tagesanlagen und des westlichen Restseeufers begonnen. Der Sonderbetriebsplan für den Artenschutz des verbleibenden Tagebauvorfelds wurde zugelassen. Die wasserrechtlichen Anträge zur Herstellung der Flachwasserzone im zukünftigen Restsee Inden sowie der Gewässerlandschaft im Umfeld des Restsees wurden eingereicht.

2.1.2 Lausitzer Revier

Mit Eintragung in das Handelsregister am 12. Oktober 2016 sind die Vattenfall Europe Mining AG in die Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) und die Vattenfall Europe Generation AG in die Lausitz Energie Kraftwerke AG (LE-G) umbenannt worden. Gemeinsam werden sie unter der Dachmarke LEAG von Cottbus aus geführt.

Im Jahr 2016 förderte die LE-B im Lausitzer Revier 62,3 Mio. t Rohbraunkohle. Nach Tagebauen verteilte sich die Förderung wie folgt: Jänschwalde 10,0 Mio. t, Welzow-Süd 23,8 Mio. t, Nochten 14,8 Mio. t, Reichwalde 13,7 Mio. t. Zur Kohlenfreilage wurden in den Tagebauen 372,7 Mio. m³ Abraum bewegt. Der aktive Betrieb des Tagebaus Cottbus-Nord war Ende 2015 nach Erschöpfen der Kohlereserven eingestellt worden. Aus dem Tagebau wird bis Mitte der 2020er Jahre der größte Bergbaufolgesee Deutschlands mit einer Wasserfläche von rd. 19 km² entstehen.

Die Aktivitäten zur langfristigen Tagebauentwicklung wurden im Jahr 2016 wie geplant weitergeführt. Der Braunkohlenplan Tagebau Welzow-Süd, Räumlicher Teilabschnitt II, betreffend den brandenburgischen Teil, ist seit dem 2. September 2014 rechtswirksam. Für den sächsischen Teil ist der Braunkohlenplan seit dem 16. Juli 2015 rechtswirksam.

Der Aufsichtsrat der LE-B hat am 30. März 2017 ein Konzept für das Lausitzer Braunkohlenrevier für die kommenden 25 bis 30 Jahre beschlossen. Das Revierkonzept sieht keinen Kraftwerksneubau am Standort Jänschwalde und keine Inanspruchnahme des Zukunftsfelds Jänschwalde-Nord vor. Das Unternehmen plant, den Tagebau Jänschwalde voraussichtlich im Jahr 2023 planmäßig zu Ende führen. Das Kraftwerk Jänschwalde soll dann noch für einen Zeitraum von acht bis zehn Jahren mit Kohle aus dem Süden des Reviers betrieben werden.

In Nochten soll anschließend an das Abbaugbiet 1 das Sonderfeld Mühlrose als Teil des Abbaugebiets 2 mit einer Kohlere-

open-pit mines. The active operation of the open-pit mine Cottbus-Nord was discontinued in late 2015 after the coal reserves had been depleted. Until the mid 2020s, the open-pit mine will be turned into Germany's largest post-mining lake with an approximate water surface of 19 km².

The activities revolving around the long-term development of open-pit mines were continued according to plan in 2016. The lignite mining plan for the open-pit mine Welzow-Süd, Spatial Section II, pertaining to the Brandenburg section, has been legally effective since 2nd September 2014. For the Saxon section, the lignite mining plan has been legally effective since 16th July 2015.

On 30th March 2017 the Supervisory Board of the LE-B adopted a concept for the Lusatian lignite mining district for the next 25 to 30 years. The district concept neither includes the construction of a new power plant in Jänschwalde nor the utilization of the future field Jänschwalde-Nord. The company intends to terminate the open-pit mine Jänschwalde according to plan presumably by 2023. Thereafter, the Jänschwalde power plant is to be operated for another eight to ten years with coal from the southern part of the district.

Subsequent to Mining Area 1, the special field Mühlrose, which has a coal reserve of about 150 mt, is to be extracted as a part of Mining Area 2 in Nochten with the objective of safeguarding and assuring a demand-oriented supply of the Boxberg power plant in the long run. Mining in the special field Mühlrose requires the resettlement of approximately 200 inhabitants of the Trebendorf village district.

In order to safeguard and assure reliable energy supplies also in the future, LEAG continues to see the necessity of extracting coal in Welzow-Süd's Spatial Section II. In contrast to the open-pit mine Nochten, however, the mine management believes that for the time being, an investment decision regarding the open-pit mine Welzow-Süd's Spatial Section II is not yet absolutely necessary. This decision must be reached by no later than 2020.

With its new concept for the Lusatian District, LEAG also declared that it will not start planning the exploration of the open-pit mines Bagenz-Ost and Spremberg-Ost. The open-pit mine Reichwalde will be continued according to the approved plans.

2.1.3 Central German District

The most important company in this mining district is the Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG), Zeitz/Germany. This corporation is wholly owned by the EP Holding (EPH) from the Czech Republic. In 2016, MIBRAG realized a total output of 17.3 mt of raw lignite. This was 1.3 mt less than the previous year. The open-pit mine Profen accounted for 7.3 mt and the open-pit mine Schleenhain for 10.0 mt of the total production in 2016. To expose the coal, 47.3 m³ of overburden had to be removed.

Located also in the Central German District, the Romonta GmbH corporation operates an open-pit mine for crude montan wax production in Arnsdorf. In 2016, the output amounted to 0.48 mt. 3.6 m³ of overburden had to be removed.

2.1.4 Helmstedt District

30th August 2016 marked the end of the mining history in the Helmstedt District after more than 140 years. About 1.1 mt of lignite were produced until the day when coal extraction ended in

serve von rd. 150 Mio. t gewonnen werden, um langfristig eine bedarfsgerechte Versorgung des Kraftwerks Boxberg zu sichern. Für die Gewinnung des Sonderfelds Mühlrose wird die Umsiedlung von etwa 200 Einwohnern des Trebendorfer Ortsteils notwendig.

Die LEAG sieht weiterhin die energiewirtschaftliche Notwendigkeit zur Kohlegewinnung des Teilabschnitts II in Welzow-Süd. Anders als beim Tagebau Nochten ist eine Investitionsentscheidung für den Teilabschnitt II des Tagebaus Welzow-Süd aus Sicht der Tagebauführung jetzt jedoch noch nicht zwingend notwendig. Diese muss bis spätestens 2020 getroffen werden.

Mit ihrem neuen Lausitzer Revierkonzept erklärte die LEAG darüber hinaus, dass sie keine Planungen zum Aufschluss der Tagebaue Bagenz-Ost und Spremberg-Ost aufnehmen wird. Der Tagebau Reichwalde wird entsprechend der genehmigten Planungen weitergeführt.

2.1.3 Mitteldeutsches Revier

Wichtigstes Unternehmen dieses Reviers ist die Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG) in Zeitz. Diese Gesellschaft gehört zu 100 % der EP Holding (EPH) aus der tschechischen Republik. Die MIBRAG erzielte im Jahr 2016 ein Förderergebnis von 17,3 Mio. t Rohbraunkohle. Im Vergleich zum Vorjahr wurden 1,3 Mio. t weniger abgebaut. Zur Förderung im Jahr 2016 trugen der Tagebau Profen mit 7,3 Mio. t und der Tagebau Schleenhain mit 10,0 Mio. t bei. Zur Kohlenfreilage wurden 47,3 Mio. m³ Abraum bewegt.

Ebenfalls im Mitteldeutschen Revier unterhält die ROMONTA GmbH am Standort Amsdorf zur Rohmontanwachsproduktion einen Tagebau. Die Förderung belief sich im Jahr 2016 auf 0,48 Mio. t. Es wurden 3,6 Mio. m³ Abraum bewegt.

2.1.4 Helmstedter Revier

Am 30. August 2016 endete nach über 140 Jahren die Bergbaugeschichte des Helmstedter Reviers. Bis zum Zeitpunkt der Auskohlung wurden im Jahr 2016 rd. 1,1 Mio. t Braunkohle gefördert. Die Abraumbewegung im Tagebau Schöningen erreichte in dieser Zeit 37.000 m³.

2.2 Sanierungsbergbau

Die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV), Senftenberg, als Projektträger der Braunkohlensanierung führte im Jahr 2016 die geplanten Sanierungsmaßnahmen kontinuierlich fort. Dabei wurden Sanierungsleistungen im Umfang von 246 Mio. € erbracht.

3 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 eingesetzt bzw. zu Braunkohlenprodukten veredelt (Tabelle 3).

3.1 Stromerzeugung

Schwerpunkt der Braunkohlennutzung ist die Stromerzeugung. Im Jahr 2016 setzten die Kraftwerke der allgemeinen Versorgung 155,2 Mio. t Braunkohle aus inländischer Förderung zur Strom-

	1990 1.000 t	2014 1.000 t	2015 1.000 t	2016 1.000 t
Rhineland / Rheinland Output / Förderung	102.181	93.598	95.214	90.451
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	84.564	82.574	84.349	80.353
of which / darunter				
utility power plants / Kraftwerke der allg. Versorgung	83.454	81.652	83.507	79.686
mine-mouth power plants / Grubenkraftwerke	1.111	922	842	666
sales to co-generation plants / Absatz an Heizwerke	-	-	-	-
Input in upgrading plants / own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben / Selbstverbrauch	13.429	10.705	10.571	9.816
Sales to other buyers / Absatz an sonstige Abnehmer	4.187	206	186	183
Sales to MIBRAG / Abgabe an MIBRAG	-	114	113	99
Changes in stocks ²⁾ / Bestandsveränderung ²⁾	-	-2	-5	-
Lusatia / Lausitz Output / Förderung	168.045	61.814	62.452	62.292
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	98.488	58.232	58.820	58.630
of which / darunter				
utility power plants ¹⁾ / Kraftwerke der allg. Versorgung ¹⁾	80.548	58.232	58.820	58.630
mine-mouth power plants / Grubenkraftwerke	11.440	-	-	-
sales to co-generation plants ¹⁾ / Absatz an Heizwerke ¹⁾	6.500	-	-	-
Input in upgrading plants / own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben / Selbstverbrauch	58.911	3.641	3.575	3.663
Sales to other buyers / Absatz an sonstige Abnehmer	11.230	7	6	-
Changes in stocks ²⁾ / Bestandsveränderung ²⁾	-584	-66	+52	-1
Central Germany / Mitteldeutschland Output / Förderung	80.879	20.931	18.924	17.730
Purchase by RWE / Bezug von RWE	-	114	113	99
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	28.705	17.873	16.160	16.362
of which / darunter				
utility power plants ¹⁾ / Kraftwerke der allg. Versorgung ¹⁾	18.468	16.657	14.979	15.312
mine-mouth power plants / Grubenkraftwerke	2.737	1.216	1.181	1.050
sales to co-generation plants ¹⁾ / Absatz an Heizwerke ¹⁾	7.500	-	-	-
Input in upgrading plants / own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben / Selbstverbrauch	36.131	683	724	713
Sales to other buyers / Absatz an sonstige Abnehmer	16.483	1.688	1.424	594
Sales to Helmstedt / Abgabe an Helmstedt	-	705	549	358
Changes in stocks / Bestandsveränderung	-440	+96	+180	-198
Helmstedt total availability / Aufkommen		2.494	2.025	1.579
of which / darunter				
Output / Förderung	4.348	1.812	1.474	1.074
Purchase by MIBRAG / Bezug von MIBRAG	-	705	549	358
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	4.295	2.494	2.025	1.579
of which / darunter				
utility power plants / Kraftwerke der allg. Versorgung	4.295	2.494	2.025	1.579
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	+23	-2	-147
Germany total / Deutschland insgesamt Output / Förderung	356.513	178.155	178.065	171.547
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	216.975	161.173	161.354	156.924
of which / darunter				
utility power plants ¹⁾ / Kraftwerke der allg. Versorgung ¹⁾	187.688	159.035	159.331	155.207
mine-mouth power plants / Grubenkraftwerke	15.288	2.138	2.023	1.716
sales to co-generation plants ¹⁾ / Absatz an Heizwerke ¹⁾	14.000	-	-	-
Input in upgrading plants / own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben / Selbstverbrauch	108.534	15.029	14.870	14.193
Sales to other buyers / Absatz an sonstige Abnehmer	31.993	1.902	1.616	777
Changes in stocks ²⁾ / Bestandsveränderung ²⁾	-990	+51	+225	-346

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

²⁾ addition to factories' bunkers / Zugang Bunker Fabriken

Table 3. Lignite utilization. // Tabelle 3. Verwendung der Braunkohlenförderung.
Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft

2016. During this time 37,000 m³ of overburden were removed in the open-pit mine Schöningen.

2.2 Remediation Mining

As the project's executing body, the Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) corporation, Senftenberg/Germany, continued the scheduled remediation measures without any interruption in 2016. These remediation services amounted to a total of 246 m €.

3 Use of Lignite

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

3.1 Electricity Production

The focus of using lignite is on electricity production. In 2016, the power plants supplying the general public used 155.2 mt of lignite from domestic production for the generation of power and district heating (2015: 159.3 mt). This input equaled more than 90 % of the total lignite extraction. The total gross electricity production from lignite amounted to 150.0 TWh in 2016. The lignite-fired power plant capacity, which was operated with an average of 6,610 full-load hours in 2016 (2015: 6,840 full-load hours), amounted to 22,727 MW (gross) at the beginning of the year 2017. An overview of the capacity and electricity production in lignite-fired power plants is shown in table 4.

The Act on the Further Development of the Electricity Market, which was published in the Federal Law Gazette 2016, Part I, No. 37 dated 29th July 2016 regulates the transfer of eight lignite-fired power plant units with a total capacity of 2,728 MW into the so called secure and reliable standby. 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 receive a remuneration for guaranteeing a secure and reliable standby and for the decommissioning. The total costs amount to approximately 230 m €/a for a period of seven years. This amount is financed by a surcharge on the power grid fees amounting to around 0.05 ct/kWh. The decommissioning of the aforementioned lignite-fired power plant capacity, which is regulated by § 13g of the Energy Industry Act (EnWG), will decrease electricity production from lignite by about 15 % by 2023 and result in a reduction of the lignite output by about 21 mt which translates into some 21 mt of CO₂ per year.

3.1.1 Power Plants in the Rhenish District

In 2016, gross electricity production in the lignite-fired power plants of the Rhenish District amounted to 74.5 TWh with a gross installed capacity of 11,523 MW. Five of the existing 300 MW power plant units will be transferred into a secure and reliable standby by 1st October 2017 (Frimmersdorf P and Q), by 1st October 2018 (Niederaußem E and F), and by 1st October 2019 (Neurath C) each for a duration of four years.

After the regional planning procedure and the municipal development planning procedure for the power plant project

Federal State / Bundesland	Gross installed power Jan. 1, 2017 / Install. Bruttoleistung am 01.01.2017 MW	Gross electricity generation 2016 ⁵⁾ Bruttostromerzeugung 2016 ⁵⁾ TWh
North Rhine-Westphalia / Nordrhein-Westfalen	11,523 ¹⁾	74,5
Brandenburg / Brandenburg	4,705 ²⁾	34,6
Saxony / Sachsen	4,640 ³⁾	31,8
Saxony-Anhalt / Sachsen-Anhalt	1,220 ⁴⁾	6,4
Lower Saxony / Niedersachsen	407	1,9
Berlin	188	0,8
Hesse / Hessen	40	
Bavaria / Bayern	2	
Baden Wuerttemberg / Baden Württemberg	2	
Total / Insgesamt	22,727	150,0

including newly built power station since 1995:
inkl. neu errichteter Kraftwerke seit 1995:

¹⁾ Niederaußem (1.012 MW), Neurath (2.200 MW)

²⁾ Schwarze Pumpe (1.600 MW)

³⁾ Boxberg (900 MW und 675 MW), Lippendorf (1.840 MW)

⁴⁾ Schkopau (980 MW) ⁵⁾ estimated / geschätzt

Table 4. Capacity and generation of lignite power stations.
Tabelle 4. Leistung und Stromerzeugung der Braunkohlenkraftwerke.

und Fernwärmeerzeugung ein (2015: 159,3 Mio. t). Dies entsprach gut 90 % der gesamten Gewinnung. Die gesamte Bruttostromerzeugung aus Braunkohle belief sich im Jahr 2016 auf 150,0 TWh. Die Braunkohlenkraftwerksleistung, die im Jahr 2016 mit durchschnittlich 6.610 Volllaststunden betrieben wurde (2015: 6.840 Volllaststunden), betrug 22.727 MW (brutto) mit Stand Jahresbeginn 2017. Eine Übersicht über Leistung und Stromerzeugung der Braunkohlenkraftwerke gibt Tabelle 4.

Im Gesetz zur Weiterentwicklung des Strommarkts, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt 2016, Teil I, Nr. 37 vom 29. Juli 2016, wird die Überführung von acht Braunkohlenkraftwerksblöcken mit einer Gesamtleistung von 2.728 MW in die sogenannte Sicherheitsbereitschaft geregelt. 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. Sie erhalten für die Gewährleistung der Sicherheitsbereitschaft und für die Stilllegung eine Vergütung. Die Gesamtkosten belaufen sich auf rd. 230 Mio. €/a über sieben Jahre. Die Finanzierung erfolgt über einen Aufschlag auf die Netzentgelte in Höhe von rd. 0,05 Cent/kWh. Die in § 13g Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) gesetzlich geregelte Stilllegung der genannten Braunkohlenkraftwerksleistung wird die Stromerzeugung aus Braunkohle bis zum Jahr 2023 um etwa 15 % absenken und zu einer Reduzierung der Braunkohlenförderung um etwa 21 Mio. t entsprechend rd. 21 Mio. t CO₂ pro Jahr führen.

3.1.1 Kraftwerke im Rheinischen Revier

Die Bruttostromerzeugung in den Braunkohlenkraftwerken des Rheinischen Reviers belief sich im Jahr 2016 auf 74,5 TWh bei einer

BoAplus had been completed in late March 2015, applications for the requisite permits under immission protection law and water protection law were filed at the District Government of Cologne as the authorizing entity in July 2016. The further approval procedure is expected to continue until the end of 2017. This is not associated with any decision on the construction. RWE Power wants to create the prerequisites for the continued renovation of power plants in the Rhenish lignite mining district. An investment decision will be reached after the requisite permits have been submitted in a legally secure manner and after having taken the changes in the market and the profitability of the project into consideration.

3.1.2 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 including Berlin has a gross installed capacity of around 7,500 MW with which about 55 TWh of electric power was produced in 2016.

Unit F of the Jänschwalde power plant (gross installed capacity of 500 MW) will be transferred into a secure and reliable standby on 1st October 2018, and Unit E (gross installed capacity of 500 MW) on 1st October 2019; both for a period of four years.

3.1.3 Power Plants in the Central German District

About 3,300 MW of power plant capacities based on lignite are installed in the Central German District. Electricity 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 Arnsdorf as well as in smaller industrial power plants. In 2016, the total electric power production amounted to 18.5 TWh (gross).

3.1.4 Power Plant in the Helmstedt District

The power plant Buschhaus in the Helmstedt District provides a gross installed capacity of 390 MW. In 2016 the total gross electricity produced from lignite in Lower Saxony – including smaller plants, e. g., in Osnabrück – amounted to 1.9 TWh.

On 1st October 2016 the power plant Buschhaus was transferred into a secure and reliable standby for a period of four years. Since that date, the power plant may only be permitted to fire up at the request of the transmission grid operator.

3.2 Lignite Upgrading

In the Rhenish, Central German and Lusatian Districts about 6.4 mt of upgraded lignite products were manufactured in 2016 (Table 6). Increases were recorded for fluidized bed coal (+3.9%). In contrast, the production of pulverized lignite (-3.4%), briquette production (-5.8%) and coke production (-6.5%) remained below the previous year's results.

4 Research and Development

The primary fields of action for research and development in the power plant sector include the optimization of ongoing production processes, the continued development of innovative technologies all the way to their commercial maturity as well as the development of new, pioneering options. The research activities

Location / Standort	Unit / Block	Capacity / Kapazität		Reserve as of / Reserve ab
		Net / Netto MW	Gros / Brutto MW	
Buschhaus		350	390	Oct. 1, 2016 01. Okt 2016
Frimmersdorf	P	284	320	Oct. 1, 2017 01. Okt 2017
Frimmersdorf	Q	278	315	Oct. 1, 2017 01. Okt 2017
Niederaußem	E	295	325	Oct. 1, 2018 01. Okt 2018
Niederaußem	F	299	329	Oct. 1, 2018 01. Okt 2018
Jänschwalde	F	465	500	Oct. 1, 2018 01. Okt 2018
Jänschwalde	E	465	500	Oct. 1, 2019 01. Okt 2019
Neurath	C	292	323	Oct. 1, 2019 01. Okt 2019
Total / Insgesamt		2,728	3,002	

Table 5. Secure and reliable standby of lignite-fired power plants.
Tabelle 5. Sicherheitsbereitschaft Braunkohlenbergwerke.

installierten Bruttoleistung von 11.523 MW. Fünf der bestehenden 300 MW-Blöcke werden zum 1. Oktober 2017 (Frimmersdorf P und Q), zum 1. Oktober 2018 (Niederaußem E und F) bzw. zum 1. Oktober 2019 (Neurath C) für die Dauer von jeweils vier Jahren in die Sicherheitsbereitschaft überführt.

Für das Kraftwerksprojekt BoAplus waren – nach Abschluss des Regionalplanverfahrens und der kommunalen Bauleitplanverfahren Ende März 2015 – im Juli 2016 sowohl der immissionschutzrechtliche als auch der wasserrechtliche Genehmigungsantrag bei der Bezirksregierung Köln als zuständiger Behörde eingereicht worden. Der weitere Genehmigungsprozess wird voraussichtlich noch bis Ende 2017 andauern. Eine Bauentscheidung ist damit nicht verbunden. RWE Power will die Voraussetzungen schaffen, die Kraftwerke im Rheinischen Revier weiter zu erneuern. Über eine Investition wird nach rechtssicherem Vorliegen der Genehmigungen in Abhängigkeit von den Veränderungen des Markts und der Wirtschaftlichkeit des Projekts entschieden.

3.1.2 Kraftwerke im Lausitzer Revier

Im Lausitzer Revier konzentriert sich die Stromerzeugung vor allem auf die Kraftwerksstandorte Jänschwalde, Boxberg und Schwarze Pumpe. Insgesamt sind im Lausitzer Revier einschließlich Berlin rd. 7.500 MW Bruttoleistung installiert, mit denen im Jahr 2016 rd. 55 TWh Strom erzeugt wurden.

Block F des Kraftwerks Jänschwalde (500 MW Bruttoleistung) wird am 1. Oktober 2018 und Block E (500 MW Bruttoleistung) am 1. Oktober 2019 für die Dauer von vier Jahren in die Sicherheitsreserve überführt.

3.1.3 Kraftwerke im Mitteldeutschen Revier

Im Mitteldeutschen Revier sind Kraftwerkskapazitäten auf Basis Braunkohle mit einer Leistung von rd. 3.300 MW installiert. Die Stromerzeugung erfolgt in den Großkraftwerken Lippendorf und Schkopau, in den Industriekraftwerken Deuben und Wähltitz der MIBRAG mbH, in dem Industriekraftwerk Amsdorf der ROMONTA GmbH sowie in kleineren Industriekraftwerken. Sie betrug im Jahr 2016 insgesamt 18,5 TWh (brutto).

	1989	2000	2005	2014	2015	2016
Rhineland/Rheinland						
Briquettes / Brikkett	2.158	1.068	964	1.021	988	860
Pulverized lignite / Staub	2.509	2.025	2.238	3.248	3.174	3.054
Fluidized-bed coal / Wirbelschichtkohle	67	372	408	247	323	318
Dried coal / Trockenkohle	172	-	-	-	-	-
Coke / Koks	135	179	173	175	170	160
Lusatia / Lausitz						
Briquettes / Brikkett	24.640	663	526	631	597	631
Pulverized lignite / Staub	1.111	481	493	1.027	1.065	1.044
Fluidized-bed coal / Wirbelschichtkohle	-	189	252	160	127	150
Dried coal / Trockenkohle	-	-	-	-	-	-
Coke / Koks	3.504	-	-	-	-	-
Central Germany / Mitteldeutschland						
Briquettes / Brikkett	22.596	89	-	57	54	48
Pulverized lignite / Staub	724	173	192	142	159	155
Dried coal / Trockenkohle	533	-	-	-	-	-
Coke / Koks	2.487	-	-	-	-	-
Germany total / Deutschland gesamt						
Briquettes / Brikkett	49.394	1.819	1.490	1.709	1.640	1.539
Pulverized lignite / Staub	4.344	2.679	2.924	4.417	4.398	4.253
Fluidized-bed coal / Wirbelschichtkohle	67	561	660	407	450	467
Dried coal / Trockenkohle	705	-	-	-	-	-
Coke / Koks	6.126	179	173	175	170	159

Table 6. Manufacture of solid lignite-based upgrading products, by mining areas, 1989 to 2016, in 1,000 t.

Tabelle 6. Herstellung von festen Braunkohlen-Veredlungsprodukten nach Revieren 1989 bis 2016 in 1.000 t.

Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft

are mostly geared towards making power plants more efficient or reducing their emissions. Due to the rapid expansion of solar power systems and wind turbines, increasing the flexibility of conventional power plants was added as a new research focus in order to compensate and balance the fluctuating feeding volumes of renewable energies. The question of how to limit material wear and tear which increases as a result of frequent load changes assumes a crucial role in this context.

RWE Power and LEAG actively participate in a number of research projects focusing on the development of new, innovative procedures and materials. Such procedures pursue the objective of improving the understanding of and better forecasting the material behavior with regard to frequent load changes in the power plant units.

Due to the growing proportion of renewables and the associated more frequent fire ups and load changes, power plants are exposed to increasing stress. That's why it becomes more and more important to monitor the consequences of the increasing

3.1.4 Kraftwerk im Helmstedter Revier

Das Kraftwerk Buschhaus im Helmstedter Revier verfügt über eine installierte Bruttoleistung von 390 MW. Die gesamte Bruttostromerzeugung aus Braunkohle in Niedersachsen lag – einschließlich kleinerer Anlagen u.a. in Osnabrück – im Jahr 2016 bei 1,9 TWh.

Am 1. Oktober 2016 wurde das Kraftwerk Buschhaus für vier Jahre in die Sicherheitsreserve überführt. Ein Anfahren des Kraftwerks ist seitdem nur auf Anforderung des Übertragungsnetzbetreibers gestattet.

3.2 Braunkohlenveredlung

Im Rheinischen, Mitteldeutschen und Lausitzer Revier wurden im Jahr 2016 rd. 6,4 Mio. t Braunkohlenveredlungsprodukte hergestellt (Tabelle 6). Zuwächse waren bei Wirbelschichtkohle (+3,9%) zu verzeichnen. Dagegen blieben die Herstellung von Braunkohlenstaub (-3,4%), Brikketterzeugung (-5,8%) und Koksproduktion (-6,5%) unter dem Vorjahresergebnis.

4 Forschung und Entwicklung

Die wesentlichen Handlungsfelder der Forschung und Entwicklung im Kraftwerksbereich sind Optimierung der laufenden Produktion, Weiterentwicklung innovativer Technologien zur kommerziellen Einsatzreife sowie Entwicklung neuer zukunftsweisender Optionen. Die Forschungsaktivitäten sind großenteils darauf ausgerichtet, Kraftwerke effizienter zu machen oder die durch sie verursachten Emissionen zu verringern. Durch den rasanten Ausbau der Solar- und Windkraftanlagen ist als neuer Forschungsschwerpunkt die Steigerung der Flexibilität der konventionellen Kraftwerke hinzugekommen, um die fluktuierende Einspeisung der erneuerbaren Energien auszugleichen. Eine Schlüsselrolle spielt dabei die Frage, wie der durch die häufigen Lastwechsel erhöhte Materialverschleiß begrenzt werden kann.

RWE Power und LEAG engagieren sich in mehreren Forschungsprojekten zur Entwicklung neuer Verfahren und Werkstoffe. Die Verfahren zielen darauf ab, das Werkstoffverhalten bei häufigen Laständerungen der Kraftwerksblöcke noch besser verstehen und prognostizieren zu können.

Durch den wachsenden Anteil der erneuerbaren Energien und den damit verbundenen häufigeren Anfahrten und Lastwechseln sind die Kraftwerke einer zunehmenden Beanspruchung ausgesetzt. Daher wird es immer wichtiger, die Folgen der zunehmenden Flexibilitätsanforderungen an den Kraftwerkspark zu überwachen. Die RWE Generation hat dazu im Rahmen ihrer Big Data-Aktivitäten das Projekt „rLife“ ins Leben gerufen. Ziel von „rLife“ ist es, durch Weiterentwicklung eines kommerziell verfügbaren IT-Tools eine zentrale Online-Überwachung für hochbelastete Komponenten bereitzustellen und zu implementieren. Mit einer genauen Vorhersage des Lebensdauerverbrauchs lassen sich nicht nur das Risiko eines Schadens, sondern auch die Prüfkosten durch Streckung der Betriebsintervalle zwischen Prüfungen reduzieren.

Der Versuchsbetrieb der Prototypanlage zur Wirbelschicht-trocknung mit interner Abwärmennutzung (WTA) bei RWE Power wurde Anfang 2015 beendet und für den kommerziellen Betrieb an das Kraftwerk Niederaußem übergeben. Die WTA-Trocknungstechnologie hat das Potential, den Wirkungsgrad eines Braun-

demands for greater flexibility posed on the power plant fleet. Towards this end, RWE Generation has launched the "rLife" project within the scope of its big data activities. By further developing a commercially available IT tool, "rLife" pursues the objective of providing and implementing a central online monitoring system for highly stressed components. With an accurate prediction of the service lifetime, it will not only be possible to reduce the risk of damages, but also the inspection costs by extending the operating intervals between inspections.

The pilot operation of a prototype unit for fluidized bed drying with internal waste heat utilization (WTA) was completed at RWE Power in early 2015 and handed over to the Niederaußem power plant for commercial operation. The WTA drying technology has the potential of increasing a lignite-fired power plant's degree of efficiency by 4 to 6 % points. The lignite dried in the WTA prototype unit is co-fired in the power plant unit Niederaußem K (BoA 1). This is not only possible without restriction, but it also offers the potential for further operational optimizations with the integrated operation of both systems.

At RWE Power, an innovative flue gas desulfurization technology (REAplus), which had been developed and tested in a pilot plant in the Niederaußem Coal Innovation Center together with the Austrian project partner Andritz since 2008, was transferred into commercial implementation. This new technology helps achieve a higher separation performance in a more efficient manner than is the case with conventional technology. After an absorber of the 600 MW G unit in the Niederaußem power plant had been equipped for the first time ever with a so-called REAplus module in the summer of 2014, it was possible to integrate additional REAplus modules into the two absorbers of the 600 MW H unit for commercial use in the summer of 2015. The absorbers were operated successfully during the entire year 2016 and contribute to a sustainable improvement of the units' efficiency.

CO₂ capture from flue gas at power stations continues to be an important topic. In a joint project of the RWE Power AG, Linde, and BASF corporations which is supported financially by Germany's Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), a procedure for capturing CO₂ from flue gas is being developed and tested in the Niederaußem power plant which will be suitable both for new power plants and as a retrofit option. The low energy demand and high stability of the scrubbing agent make this procedure one of the leading CO₂ capturing methods on the entire globe. The agenda of the current project phase features the analysis of lignite-specific process parameters, the optimization of emission reductions as well as the testing of a BASF scrubbing agent which was improved even further. Since its commissioning in 2009, the plant has been operated for a period of 50,000 h and achieved an availability of 97%.

In a joint project of the Brandenburg University of Technology Cottbus, LEAG, MIBRAG and other industrial partners, the power plant concept of pressure-charged fluidized bed steam drying (DDWT) had been investigated since 2008. With this technology, it is also possible to increase the degree of efficiency by approximately 4 to 5 % points. The system went into commercial operation in October 2012. The dried, pulverized lignite produced here is used, e.g., in the new ignition and back up firing system of the Jänschwalde power plant. In 2015, the pressure-charged fluidized

kohlenkraftwerks um 4 bis 6 %-Punkte zu steigern. Die in der WTA Prototypanlage getrocknete Braunkohle wird im Kraftwerksblock Niederaußem K (BoA 1) zugefeuert. Dies ist nicht nur ohne Einschränkung möglich, sondern bietet auch Potential für weitergehende betriebliche Optimierungen bei einem integrierten Betrieb beider Anlagen.

Bei RWE Power wurde eine innovative Rauchgasentschwefelungstechnik (REAplus) in die kommerzielle Umsetzung überführt, die seit dem Jahr 2008 zusammen mit dem österreichischen Projektpartner Andritz an einer Pilotanlage im Innovationszentrum Kohle in Niederaußem entwickelt und erprobt wurde. Mit ihrer Hilfe kann eine Steigerung der Abscheideleistung effizienter erreicht werden als mittels konventioneller Technik. Nachdem im Sommer 2014 ein Absorber des 600 MW-Blocks G im Kraftwerk Niederaußem erstmalig mit einem sogenannten REAplus-Modul ausgestattet wurde, konnten im Sommer 2015 weitere REAplus-Module in die beiden Absorber des 600 MW-Blocks H zur kommerziellen Nutzung integriert werden. Die Absorber wurden über das gesamte Jahr 2016 erfolgreich betrieben und tragen zu einer nachhaltigen Effizienzverbesserung der Blöcke bei.

Die Abtrennung von CO₂ aus dem Kraftwerksrauchgas bleibt ein wichtiges Thema. In einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Gemeinschaftsprojekt von RWE Power, Linde und BASF wird im Kraftwerk Niederaußem ein Verfahren zur Abtrennung von CO₂ aus dem Rauchgas entwickelt und erprobt, das sowohl für neue Kraftwerke als auch als Nachrüstoption geeignet ist. Aufgrund des niedrigen Energiebedarfs und der hohen Stabilität des Waschmittels zählt dieses Verfahren zu den weltweit führenden CO₂-Abtrennprozessen. In der laufenden Projektphase stehen die Untersuchung von braunkohlenspezifischen Verfahrensparametern, die Optimierung der Emissionsminderung sowie der Test eines nochmals verbesserten Waschmittels von BASF auf dem Programm. Seit ihrer Inbetriebnahme im Jahr 2009 wurde die Anlage 50.000 h betrieben und erreichte eine Verfügbarkeit von 97%.

In einem Gemeinschaftsprojekt der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, der LEAG, der MIBRAG und weiterer Industriepartner wurde das Kraftwerkskonzept der druckaufgeladenen Dampfwirbelschichttrocknung (DDWT) seit dem Jahr 2008 untersucht, mit dem ebenfalls eine Wirkungsgradsteigerung von 4 bis 5 %-Punkten erreicht werden kann. Im Oktober 2012 ging die Anlage in den kommerziellen Betrieb über. Der produzierte Trockenbraunkohlenstaub wird u.a. in der neuen Anlage zur Zünd- und Stützfeuerung im Kraftwerk Jänschwalde eingesetzt. Im Jahr 2015 wurde die DDWT-Anlage um einen Dampfverdichter erweitert. Mit diesem Aggregat wird Abwärme zur Trocknerbeheizung nutzbar und die Verfahrenseffizienz gesteigert.

Im flexGen-Programm bündelt die LEAG alle Aktivitäten, mit denen eine flexible Betriebsweise der Braunkohlenkraftwerke erhöht werden kann. Ein Schwerpunkt ist hierbei die Absenkung der Mindestlast an den einzelnen Kraftwerksstandorten. Infolge von technischen Anpassungen ist es in den vergangenen Jahren gelungen, die Mindestlast an den bestehenden Anlagen auf unter 40 % abzusenken. Ein besonderer Weg wurde am Kraftwerksstandort Jänschwalde beschritten, indem eine Anlage zur Zünd- und Stützfeuerung auf Basis von Trockenbraunkohlenstaub installiert worden ist. Neben dem Austausch der acht

bed steam drying system was expanded by a steam compressor. This aggregate uses the waste heat to heat the dryer and, thus, increases the process efficiency.

In its flexGen program, LEAG pools all the activities designed to enhance flexibility in the operation of lignite-fired power plants. One key aspect is the reduction of the minimum load at the individual power plant locations. Thanks to technical adjustments, it was possible to reduce the minimum load in the existing plants to less than 40% over the past few years. A unique approach was taken at the power plant site Jänschwalde. An ignition and back up firing system based on dry pulverized lignite was installed here. Eight oil burners were replaced by dry pulverized lignite burners with electric plasma ignition, and the requisite infrastructure for fuel dosage and fuel storage was set up. This dry pulverized lignite system (TBG system) was put into operation on 13th November 2014 and is another leap forward in LEAG's flexibilization program. The new procedure permits a reduction of up to 20% of the installed capacity of the unit's minimum technical load. Other focal points which are investigated within the scope of the flexGen program aim to increase the fire up gradients, improve the operating parameters in the partial load range, and expand the provision of temporarily increased outputs in order to permit quick responses to the volatile feeding of renewables into the grid.

The reduced utilization of lignite-fired power plants, which is caused by the increased use of renewables, will provide the opportunity of harnessing lignite, the most important indigenous natural resource from a quantitative perspective, for the production of energy sources or basic chemicals in the future. The benefits of such material use of lignite, thus, range from increasing the supply security and reliability for providing the industry with energy and raw materials to achieving a competitive edge all the way to climate protection. That is why an important R&D activity addresses the development of economically viable concepts for the alternative use of lignite outside the electricity and heating business.

The development work conducted within the scope of the Coal to Liquid/Coal to Gas (CtL/CtG) project, which has been carried out by RWE Generation since early 2014, pursues the objective of qualifying the CtL/CtG technologies, which are in principle already available, for their use with Rhenish lignite and developing intelligent system technologies in order to reduce investment costs and, thus, enhance the economic profitability. Another aspect is the development of solutions for the reduction of CO₂ emissions. A promising approach is provided by the integration of renewable energy into CtL/CtG processes which, in turn, could also increase the process yield. The material use of lignite could, thus, make an additional contribution towards the integration of renewables into the chemical industry.

Thanks to concrete concepts, the research project "Innovative Lignite Integration in Central Germany" was revived in 2016. The second research phase (IBI 2.0) pursues the objective of building a research and demonstration plant for the material utilization of lignite in Leuna together with network partners from research and industry and with the support of the State of Saxony-Anhalt.

Since 2014 a follow up project to the ibi project "Material Use through Low Temperature Conversion of Lignite," which is sub-

Öl-Zündbrenner gegen Trockenbraunkohlenstaubbrenner mit elektrischer Plasmazündung wurde zusätzlich die Infrastruktur zur Brennstoffdosierung und -lagerung errichtet. Die Inbetriebsetzung dieser Trockenbraunkohlenstaubanlage (TBK-Anlage) Jänschwalde fand am 13. November 2014 statt und ist ein weiterer Schritt im Flexibilisierungsprogramm der LEAG. Mit dem neuen Verfahren kann die technische Mindestlast des Blocks auf bis zu 20% der installierten Leistung reduziert werden. Weitere Schwerpunkte, die im Rahmen des flexGen-Programms untersucht werden, sind die Erhöhung von Anfahrgradients, eine Verbesserung der Betriebsparameter im Teillastbereich sowie eine erweiterte Bereitstellung temporärer Mehrleistung, um auf die volatile Einspeisung der erneuerbaren Energien kurzfristig reagieren zu können.

Die durch die Zunahme der erneuerbaren Energien hervorgerufene Reduzierung der Auslastung der Braunkohlenkraftwerke bietet in Zukunft die Chance, den mengenmäßig wichtigsten heimischen Bodenschatz Braunkohle zur Produktion von Energieträgern oder Basischemikalien zu nutzen. Die Vorteile der stofflichen Nutzung der Braunkohle reichen dabei von einer Erhöhung der Versorgungssicherheit in der Energie- und Rohstoffversorgung der Industrie über die Erzielung von Wettbewerbsvorteilen bis hin zum Klimaschutz. Eine wichtige FuE-Aktivität besteht daher in der Entwicklung von wirtschaftlich tragfähigen Konzepten für die alternative Nutzung von Braunkohle außerhalb des Strom- und Wärmegeäfts.

Im Zentrum der Entwicklungsarbeit des Coal to Liquid/Coal to Gas-Projekts (CtL/CtG), das seit Anfang 2014 von RWE Generation verfolgt wird, steht, die prinzipiell verfügbaren CtL/CtG-Technologien für den Einsatz mit rheinischer Braunkohle zu qualifizieren und intelligente Anlagentechniken zu entwickeln, um die Investitionskosten zu senken und damit die Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Ein weiterer Aspekt ist die Entwicklung von Lösungen zur Minderung von CO₂-Emissionen. Einen Ansatz hierfür bietet die Integration von regenerativen Energien in CtL/CtG-Prozesse. Dabei kann auch die Ausbeute des Verfahrens gesteigert werden. Die stoffliche Nutzung kann so einen weiteren Beitrag zur Integration der erneuerbaren Energien in die chemische Industrie liefern.

Durch konkrete Konzepte wurde das Forschungsvorhaben „Innovative Braunkohlenintegration in Mitteldeutschland“ im Jahr 2016 wiederbelebt. Ziel der zweiten Forschungsetappe (IBI 2.0) ist die Errichtung einer Forschungs- und Demonstrationsanlage zur stofflichen Braunkohlenverwertung am Standort Leuna, gemeinsam mit Bündnispartnern aus Forschung und Industrie sowie mit Unterstützung des Lands Sachsen-Anhalt.

Seit dem Jahr 2014 wird ein im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördertes Folgeprojekt aus dem ibi-Projekt „Stoffliche Nutzung durch Niedertemperatur-Konversion von Braunkohle“ in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften der Hochschule Merseburg und ROMONTA bearbeitet. Ziel ist die Untersuchung der Eignung verschiedener Katalysatormaterialien für die direkte Umwandlung bitumenreicher Braunkohlen und polyolefinischer Altkunststoffe in olefinische, aromatische und wachsartige Basisstoffe mittels katalytischer Niedertemperaturkonversion. Diese Basisstoffe umfassen Lösungsmittel für die Extraktion von Mon-

	1989	2000	2005	2014	2015	2016
Rhineland/Rheinland	15.565	10.430	11.105	10.146	9.410	8.961
Lusatia / Lausitz	79.016	7.081	8.881	8.245	8.316	8.278
Central Germany / Mitteldeutschland	59.815	2.996	2.642	2.536	2.565	2.414
Helmstedt	1.693	703	665	479	453	199
Small operations (Hesse/Bavaria) / Kleinbetriebe (Hessen/Bayern)	642	77	6	-	-	-
Germany total / Deutschland insgesamt	156.731	21.287	23.299	21.406 ¹⁾	20.744 ¹⁾	19.852 ¹⁾

¹⁾ Contained in this figure: Employees in utility power plants of the lignite-mining companies (position: year-end) 5,159 – Apprentices (position: year-end) 1,320 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 5,159 – Auszubildende 1,320 ab 2003 einschließlich Beschäftigte in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung der Braunkohlenunternehmen

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

sized within the scope of the Central Innovation Program for SMEs (ZIM), has been carried out in cooperation with the Merseburg University of Applied Sciences' Department of Engineering and Natural Sciences and ROMONTA. This project aims to investigate the suitability of diverse catalyst materials for the direct conversion of bitumen-rich lignites and used polyolefinic plastics into olefinic, aromatic, and basic waxy substances through low temperature catalytic conversion. These basic substances include solvents for the extraction of montan wax as well as waxes which are produced via low-temperature catalytic conversion from lignites and used plastics for the partial substitution of montan wax. The overall objectives pursued by the project are a reduction of the chemical industry's dependence on petroleum imports (alternative hydrocarbon feedstocks), the efficient material use of used plastics and lignites in a material compound (conservation of resources and the environment) as well as the direct conversion of input materials into utilizable chemical precursors under moderate reaction conditions and without tapping any additional hydrogen sources.

5 Employees

As of 31st December 2016 the lignite mining industry and the lignite-fired utility power plants which supply the general public and are operated by lignite extracting companies employed a total of 19,852 persons. Of that total, the Rhineland accounted for 8,961, Lusatia for 8,278, Central Germany for 2,414, and Helmstedt for 199 employees (Table 7).

5,159 of the 19,852 employees worked in lignite-fired utility power plants supplying the general public. The total number of employees includes 1,320 apprentices.

Compared to the end of 2015 (20,744 employees), the number of employees decreased to 892 persons, which translates into a reduction of 4.3%.

tanwachs sowie Wachse aus katalytischer Niedertemperaturkonversion von Braunkohlen und Altkunststoffen zur Teilsubstitution von Montanwachs. Gesamtziel ist dabei eine Verringerung der Abhängigkeit der chemischen Industrie von Erdölimporten (alternative Kohlenwasserstoff-Feedstocks), eine effiziente stoffliche Nutzung von Altkunststoffen und Braunkohlen in einem Stoffverbund (Ressourcen- und Umweltschonung) sowie die Direktumwandlung der Einsatzstoffe in verwertbare chemische Grundstoffe bei moderaten Reaktionsbedingungen ohne Nutzung von zusätzlichen Wasserstoffquellen.

5 Beschäftigte

Im Braunkohlenbergbau und in Braunkohlenkraftwerken der allgemeinen Versorgung von Unternehmen mit Braunkohलगewinnung waren zum 31. Dezember 2016 insgesamt 19.852 Mitarbeiter beschäftigt. Davon entfielen 8.961 auf das Rheinland, 8.278 auf die Lausitz, 2.414 auf Mitteldeutschland und 199 auf Helmstedt (Tabelle 7).

In Braunkohlenkraftwerken der allgemeinen Versorgung waren 5.159 der 19.852 Mitarbeiter beschäftigt. Die Gesamtzahl der Mitarbeiter schließt 1.320 Auszubildende ein.

Im Vergleich zum Jahresende 2015 (20.744 Beschäftigte) hat sich die Zahl der Beschäftigten um 892 (4,3%) verringert.

Authors / Autoren

Dipl.-Volkswirt Uwe Maaßen, Managing Director, Federal German Association of Lignite Producing Industry (DEBRIV), Bergheim/Germany, Dr. rer. pol. Hans-Wilhelm Schiffer, Executive Chair World Energy Resources, World Energy Council (WEC), London/Great Britain