

## The German Lignite Industry in 2015

Germany's domestic lignite output decreased by 0.1% from 178.2 mt to 178.1 mt between 2014 and 2015. 2015's extracted lignite had a net calorific value of 54.9 mtce. 159.3 mt, or almost 90%, of that output were used in utility power plants supplying the general public. This translates into an increase of 0.2% compared to the previous year. 14.9 mt were used in the factories of the lignite

mining industry for the manufacture of solid products. 2.0 mt were used to generate electricity in mine-mouth power plants. 1.9 mt accounted for other sales of raw lignite and changes in stocks. Lignite's contribution to Germany's total electricity production amounted to 23.8% in 2015.

## Die deutsche Braunkohlenindustrie im Jahr 2015

Die inländische Braunkohlengewinnung hat sich von 178,2 Mio. t im Jahr 2014 um 0,1% auf 178,1 Mio. t im Jahr 2015 verringert. Von der im Jahr 2015 realisierten Fördermenge, die einem Heizwert von 54,9 Mio. t SKE entspricht, wurden mit 159,3 Mio. t knapp 90% in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung eingesetzt. Das waren 0,2% mehr als im Vorjahr. 14,9 Mio. t sind in den Fabriken des

Braunkohlenbergbaus zur Herstellung fester Produkte eingesetzt worden. 2,0 Mio. t wurden zur Stromerzeugung in Grubenkraftwerken genutzt. Auf sonstigen Rohkohlenabsatz und Bestandsveränderungen entfielen knapp 1,9 Mio. t. Zur gesamten Stromerzeugung in Deutschland hat die Braunkohle im Jahr 2015 mit 23,8% beigetragen.

In 2015, lignite had an 11.8% share in primary energy consumption. Lignite, thus, ranks fifth in Germany's energy consumption balance behind mineral oil (33.9%), natural gas (21.1%), hard coal (12.7%), and renewables (12.5%). Nuclear energy accounts for 7.5% and other energy sources for 0.5%.

With an output of 54.9 mtce, lignite held a share of 39.4% in Germany's primary energy production of 139.3 mtce in 2015. The contributions of the other energy sources to primary energy production in 2015 are as follows: Hard coal 6.4 mtce, natural gas 9.3 mtce, mineral oil 3.5 mtce, renewables 56.9 mtce, and other energy sources 8.3 mtce.

In 2015, 23.8% of Germany's total electricity volume was produced with lignite. Lignite, thus, assumed second place – behind renewables (30.1%) – in the ranking of the most important input energies for electricity production in 2015, followed by hard coal with 18.1%, nuclear energy with 14.1%, and natural gas with 9.1%. Other energy sources contributed 4.8% 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.

CO<sub>2</sub> emissions from lignite decreased by 0.2% from 173.5 mt in 2014 to 173.1 mt in 2015. The entire period between 1990 and 2015 exhibited a decline of 166.3 mt in CO<sub>2</sub> emissions from lignite, which translates into a decrease of 49.0%. Thus, lignite's share of the total CO<sub>2</sub> emissions in Germany – including industrial processes, this amounted to 798.6 mt in 2015 – dropped from 32.3% in 1990 to 21.7% in 2015.

Die Braunkohle war im Jahr 2015 mit 11,8% am Primärenergieverbrauch beteiligt. Damit steht die Braunkohle in der deutschen Energieverbrauchs Bilanz hinter Mineralöl (33,9%), Erdgas (21,1%), Steinkohle (12,7%) und erneuerbaren Energien (12,5%) an fünfter Stelle. Auf Kernenergie entfallen 7,5% und auf sonstige Energien 0,5%.

Mit einer Fördermenge von 54,9 Mio. t SKE hielt die Braunkohle im Jahr 2015 bundesweit einen Anteil von 39,4% an der Primärenergiegewinnung von 139,3 Mio. t SKE. Die Beiträge der anderen Energieträger zur Primärenergiegewinnung teilen sich im Jahr 2015 wie folgt auf: 6,4 Mio. t SKE Steinkohle, 9,3 Mio. t SKE Erdgas, 3,5 Mio. t SKE Mineralöl, 56,9 Mio. t SKE erneuerbare Energien sowie 8,3 Mio. t SKE sonstige Energieträger.

Im Jahr 2015 entfielen von der gesamten Elektrizitätserzeugung in Deutschland 23,8% auf die Braunkohle. Damit stand die Braunkohle in der Rangliste der wichtigsten Einsatzenergien zur Stromerzeugung 2015 – hinter erneuerbaren Energien (30,1%) – auf dem zweiten Rang, gefolgt von Steinkohle mit 18,1%, Kernenergie mit 14,1% und Erdgas mit 9,1%. Sonstige Energien trugen mit 4,8% zur gesamten Brutto-Stromerzeugung bei.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Kennzahlen zum Beitrag der einzelnen Braunkohlenreviere zur Energieversorgung in Deutschland ausgewiesen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Braunkohlen sind von 173,5 Mio. t im Jahr 2014 um 0,2% auf 173,1 Mio. t im Jahr 2015 gesunken. Im Gesamtzeitraum 1990 bis 2015 war ein Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Braunkohlen um 166,3 Mio. t entsprechend 49,0% zu verzeichnen. Der Anteil der Braunkohle an den gesamten CO<sub>2</sub>-

	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	29,3	18,2	6,9	0,5	54,9
Share of PEP in Germany Anteil an der PEG in Deutschland	%	21,0	13,0	4,9	0,4	39,4
Primary-energy consumption (PEC) Primärenergieverbrauch (PEV)	mtce Mio. t SKE	28,6	17,9	6,4	0,6	53,5
Contribution to cover PEC in Germany Beitrag zur Deckung des PEV in Deutschland	%	6,3	3,9	1,4	0,1	11,8
Gross lignite-based power generation Brutto-Stromerzeugung aus Braunkohle	TWh	78,4	55,1	19,0	2,5	155,0
Contribution to gross power generation in Germany Beitrag zur Brutto-Stromerzeugung in Deutschland	%	12,0	8,5	2,9	0,4	23,8

Table 1. Contribution of lignite-mining areas to Germany's energy supply, 2015 (provisional, some estimates).

Tabelle 1. Beitrag der Braunkohlenreviere zur Energieversorgung in Deutschland 2015 (vorläufig, z.T. geschätzt).

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

## Total Volume and Foreign Trade

Germany's total volume of lignite amounted to 55.0 mtce in 2015. 54.9 mtce of this figure came from domestic outputs and almost 0.01 mtce from imports.

Lignite mining, which amounted to 178.1 mt in 2015, is 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 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 2015, a total of 887.8 Mm<sup>3</sup> of overburden was moved which translates into a performance ratio of 5.0 : 1 between the overburden and the coal (a 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.

## Development by Mining District

### Rhenish District

The lignite output of the RWE Power AG, Essen, amounted to approximately 95.2 mt in 2015 which exceeded the previous year's

Emissionen in Deutschland – einschließlich Industrieprozesse beliefen sich diese 2015 auf 798,6 Mio. t – hat sich damit von 32,3 % im Jahr 1990 auf 21,7 % im Jahr 2015 vermindert.

## Aufkommen und Außenhandel

Das Aufkommen an Braunkohle in Deutschland belief sich im Jahr 2015 auf 55,0 Mio. t SKE. Es setzte sich mit 54,9 Mio. t SKE aus inländischen Fördermengen und mit knapp 0,01 Mio. t SKE aus Importen zusammen.

Der Abbau der Braunkohle im Tagebau von 178,1 Mio. t im Jahr 2015 konzentriert sich auf vier Regionen. Das sind 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 2015 sind insgesamt 887,8 Mio. m<sup>3</sup> Deckgebirgsmassen bewegt worden. Daraus ergibt sich ein Leistungsverhältnis von 5,0 : 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 geförderten Kohle – aus Tabelle 2 hervor.

	Overburden moved/ Abraumbewegung mtce / 1000 m <sup>3</sup>	Lignite extraction/ Braunkohlen- gewinnung 1000 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> per kg / je kg	Lignite output/ Braunkohlen- gewinnung 1000 tce / SKE
Rhineland/Rheinland	446.091	95.214	4,7 : 1	9.005	0,307	29.255
Lusatia/Lausitz	370.474	62.452	5,9 : 1	8.528	0,291	18.173
Central Germany Mitteldeutschland	70.074	18.924	3,7 : 1	10.669	0,364	6.889
Helmstedt	1.124	1.474	0,8 : 1	10.878	0,371	547
Total / Insgesamt	887.763	178.065	5,0 : 1	9.030	0,308	54.864

<sup>a)</sup> 1 kg ce = 29308 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, 2015.

Tabelle 2. Leistungszahlen des Braunkohlenbergbaus sowie Heizwerte der geförderten Kohle nach Revieren im Jahr 2015.

Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft

value by 1.7%. To expose the coal, 446.1 Mm<sup>3</sup> of overburden had to be removed. The overburden-to-coal ratio was 4.7 : 1 (m<sup>3</sup> : t) in 2015.

For each individual open-pit mine, the 2015 output can be broken down as follows: Garzweiler accounted for 35.1 mt, Hambach for 41.0 mt, and Inden for 19.1 mt.

The share of the Rhenish District in Germany's total lignite output amounts to 53.5%.

Against the backdrop of the energy turnaround, the State Government had announced a new regulatory resolution on lignite policy. According to the State Government's declaration of 28th March 2014, the political goal of this regulatory resolution is "to ensure that there will be no further resettlement planning procedure after the 3rd resettlement section." During the first half of 2015, three so called "expert meetings" had been held on the topics energy, water management/residual lake, and municipal planning/professional planning. After the draft of the regulatory resolution had been presented by the State Chancellery of North Rhine-Westphalia on 29th September 2015, the public participation procedure commenced which ended on 8th December 2015. After the subsequent evaluation of all responses and comments and after any possible subsequent revisions of the regulatory resolution have been made, the procedure is expected to be completed by the State Government in mid 2016. In line with the proposed draft, the Garzweiler open-pit mine will be downsized so that the resettlement of Holzweiler will not be necessary any more. This would reduce the original coal volume of 1.2 bn t, which had been earmarked for mining, by up to 400 mt. Consequently, the Garzweiler II lignite mining plan (dated 31st March, 1995) will need to be amended accordingly in order to adjust the boundaries of the mine. The plans for the open-pit mines Hambach and Inden were affirmed by the State Government. The coal deposits earmarked for future mining in the Rhenish District, thus, amount to almost 2.5 bn t.

The lignite mining plan for the 3rd resettlement section in the Garzweiler open-pit mine was officially approved on 30th October 2015. Both the resettlement and the rebuilding of Federal Expressway A 44 continue to be right on schedule. The lignite mining plan procedure designed to secure the route of the Rhine water pipeline has commenced. That is why the Lignite Committee agreed to prepare a draft of the lignite mining plan on 22nd June 2015.

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 April 2013, the City of Düren filed a lawsuit against the general operating plan which the District Government of Arnsberg, as the responsible mining administration, had approved for the Inden open-pit mine in December 2012. The general operating plan followed the amendment of the Inden lignite mining plan which changed the rehabilitation from a complete backfill of the mining area into a partial backfill that now also includes a residual lake. After its municipal constitutional complaint had been rejected by the Constitutional Court of North Rhine-Westphalia already at an earlier stage, the City of Düren withdrew its administrative court action in October 2015. Consequently, the approval of the general operating plan has become final and conclusive and can, thus, provide a basis for further rehabilitation plans, including a residual lake.

## Entwicklung nach Revieren

### Rheinisches Revier

Die Braunkohlenförderung der RWE Power AG, Essen, betrug im Jahr 2015 rd. 95,2 Mio. t. Sie war damit um 1,7% höher als im Vorjahr. Zur Freilegung der Kohle wurden 446,1 Mio. m<sup>3</sup> Abraum bewegt. Das Abraum-zu-Kohle-Verhältnis lag damit 2015 bei 4,7 : 1 (m<sup>3</sup> : t).

Nach Tagebauen setzte sich die Förderung 2015 wie folgt zusammen: Es entfielen 35,1 Mio. t auf Garzweiler, 41,0 Mio. t auf Hambach und 19,1 Mio. t auf Inden.

Der Anteil des rheinischen Reviers an der gesamten Braunkohlenförderung in Deutschland liegt bei 53,5%.

Die Landesregierung hatte vor dem Hintergrund der Energiewende eine neue Leitentscheidung zur Braunkohlenpolitik angekündigt. Politisches Ziel dieser Leitentscheidung ist es laut Erklärung der Landesregierung vom 28. März 2014, „dass nach dem 3. Umsiedlungsabschnitt kein weiteres Umsiedlungsplanverfahren mehr durchgeführt werden muss.“ In der ersten Jahreshälfte 2015 waren dazu drei sogenannte „Expertengespräche“ zu den Themen Energie, Wasserwirtschaft/Restsee und kommunale Planungen/Fachplanungen durchgeführt worden. Nach erfolgter Vorstellung des Entwurfs der Leitentscheidung durch die Staatskanzlei NRW am 29. September 2015 startete das öffentliche Beteiligungsverfahren, das am 8. Dezember 2015 endete. Nach der folgenden Auswertung aller Stellungnahmen und ggf. Überarbeitung des Entwurfs der Leitentscheidung wird Mitte 2016 mit einem Abschluss des Verfahrens durch die Landesregierung gerechnet. Gemäß dem vorliegenden Entwurf wird der Tagebau Garzweiler so verkleinert, dass die Umsiedlung des Ortes Holzweiler entfällt. Damit würde die ursprünglich für den Abbau vorgesehene Kohlenmenge von 1,2 Mrd. t um bis zu 400 Mio. t reduziert. Im Ergebnis ist dann auch der Braunkohlenplan Garzweiler II (vom 31.03.1995) entsprechend zu ändern, um die Abbaugrenzen anzupassen. Die Planungen für die Tagebaue Hambach und Inden wurden von der Landesregierung bestätigt. Damit liegt der zukünftig zum Abbau vorgesehene Kohlenvorrat im Rheinischen Revier bei knapp 2,5 Mrd. t.

Der Braunkohlenplan für den 3. Umsiedlungsabschnitt im Tagebau Garzweiler wurde am 30. Oktober 2015 genehmigt. Die Umsiedlung sowie auch die Wiederherstellung der Autobahn A 44 verlaufen weiterhin planmäßig. Das Braunkohlenplanverfahren zur Sicherung einer Trasse für die Rheinwassertransportleitung ist angelaufen. Der Braunkohlenausschuss hat hierzu am 22. Juni 2015 die Erarbeitung eines Braunkohlenplanentwurfs beschlossen.

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

Im April 2013 hatte die Stadt Düren gegen den von der Bezirksregierung Arnsberg als Bergverwaltung im Dezember 2012 zugelassenen Rahmenbetriebsplan für den Tagebau Inden Klage erhoben. Der Rahmenbetriebsplan vollzog die Änderung des Braunkohlenplans Inden nach, mit der die Wiedernutzbarmachung von einer vollständigen Verfüllung des Abbaugebiets hin zu einer Teilverfüllung mit der Anlage eines Restsees geändert worden war. Nachdem ihre kommunale Verfassungsbeschwer-

## Lusatian District

In the Lusatian District, Vattenfall Europe Mining AG (VE M), Cottbus, extracted 62.5 mt of raw lignite in 2015. For each individual open-pit mine, the output can be broken down as follows: Cottbus-Nord accounted for 2.4 mt, Jänschwalde for 11.9 mt, Welzow-Süd for 18.2 mt, Nochten for 17.8 mt, and Reichwalde for 12.2 mt. To expose the coal, 370.5 Mm<sup>3</sup> of overburden had to be removed in the 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 km<sup>2</sup>.

On 18th April 2016, the Swedish Vattenfall corporation and the Czech EPH Group announced their decision that the open-pit lignite mines and lignite-fired power plants in Lusatia will be acquired by the EPH Group. The Czech investment company PPF also participates in purchasing the Vattenfall activities.

## Central German District

The most important company in this mining district is the Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG), Zeitz. This corporation is wholly owned by EP Energy a.s. (EPE), a subsidiary of the EP Holding (EPH) from the Czech Republic. In 2015, MIBRAG achieved a total output of 18.6 mt of raw lignite. This was 2.3 mt less than the previous year. The open-pit mine Profen accounted for 8.6 mt and the open-pit mine Schleenhain for 10.0 mt of the total production in 2015. To expose the coal, 66 mt of overburden had to be removed.

Also in the Central German District, the Romonta GmbH corporation operates an open-pit mine for crude montan wax production in Arnisdorf. In 2015, the output amounted to 0.32 mt. The considerably lower output (0.01 mt) exhibited in 2014 was the result of a landslide incident which had interrupted the open-pit mining operations. MIBRAG had assured the production of crude montan wax by delivering raw lignite from the open-pit mine Vereinigtes Schleenhain throughout the entire year 2014.

## Helmstedt District

About 1.5 mt of lignite was extracted in the Helmstedt District in 2015. This was 18.6% below the previous year's output. Since 1st January 2014, the Helmstedt District has been operating under the name Helmstedter Revier GmbH (HSR). The MIBRAG Group had acquired the mining district from the E.ON Kraftwerke GmbH corporation at the end of 2013. The HSR's core business is the generation of electricity from lignite, which is extracted in the open-pit mine Schöningen, in the power plant Buschhaus. The coal reserves in the Helmstedt District will be depleted in 2017. Thereafter, MIBRAG will supply the power plant, which will be relegated to Germany's safety reserve as of 1st October 2016, with coal from the Central German District.

## Remediation Mining

As the project's executing body, the Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV), Senftenberg, corporation continued the scheduled remediation measures without any interruption in 2015. These remediation services amounted to a total of 260 m €.

de vom Verfassungsgerichtshof NRW bereits zuvor zurückgewiesen worden war, hat die Stadt Düren im Oktober 2015 die verwaltungsgerichtliche Klage zurückgenommen. Damit ist die Zulassung des Rahmenbetriebsplans bestandskräftig und kann der weiteren Planung einer Wiedernutzbarmachung mit Restsee zugrunde gelegt werden.

## Lausitzer Revier

Im Lausitzer Revier förderte die Vattenfall Europe Mining AG (VE-M), Cottbus, im Jahr 2015 62,5 Mio. t Rohbraunkohle. Nach Tagebauen verteilte sich die Förderung wie folgt: Cottbus-Nord: 2,4 Mio. t, Jänschwalde: 11,9 Mio. t, Welzow-Süd: 18,2 Mio. t, Nochten: 17,8 Mio. t, Reichwalde: 12,2 Mio. t. Zur Kohlenfreilage wurden in den Tagebauen 370,5 Mio. m<sup>3</sup> Abraum bewegt. Der aktive Betrieb des Tagebaus Cottbus-Nord ist Ende 2015 nach Erschöpfen der Kohlenreserven eingestellt worden. Aus dem Tagebau wird bis Mitte der 2020er Jahre der größte Bergbaufolgesee Deutschlands mit einer Wasserfläche von rund 19 km<sup>2</sup> entstehen.

Am 18. April 2016 gaben die schwedische Vattenfall und die tschechische EPH-Gruppe die Entscheidung zur Übernahme der Braunkohlen-Tagebaue und -Kraftwerke in der Lausitz durch die EPH-Gruppe bekannt. Am Kauf der Vattenfall-Aktivitäten ist auch die tschechische Investmentgesellschaft PPF beteiligt.

## Mitteldeutsches Revier

Wichtigstes Unternehmen dieses Reviers ist die Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG), Zeitz. Diese Gesellschaft gehört zu 100% der EP Energy a.s. (EPE), einem Tochterunternehmen der EP Holding (EPH) aus der tschechischen Republik. Die MIBRAG erzielte im Jahr 2015 ein Förderergebnis von 18,6 Mio. t Rohbraunkohle. Im Vergleich zum Vorjahr wurden 2,3 Mio. t weniger abgebaut. Zur Förderung im Jahr 2015 trugen der Tagebau Profen mit 8,6 Mio. t und der Tagebau Schleenhain mit 10,0 Mio. t bei. Zur Kohlenfreilage wurden 66 Mio. m<sup>3</sup> Abraum bewegt.

Ebenfalls im Mitteldeutschen Revier unterhält die Romonta GmbH am Standort Amsdorf zur Rohmontanwachsproduktion einen Tagebau. Die Förderung belief sich im Jahr 2015 auf 0,32 Mio. t. Die im Jahr 2014 verzeichnete erheblich niedrigere Förderung (0,01 Mio. t) war Folge eines Rutschungsereignisses, das zur Unterbrechung des Tagebaubetriebs geführt hatte. Die MIBRAG hatte die Versorgung der Rohmontanwachsproduktion mit der Lieferung von Rohbraunkohle aus dem Tagebau Vereinigtes Schleenhain über das gesamte Jahr 2014 sichergestellt.

## Helmstedter Revier

Im Helmstedter Revier wurden im Jahr 2015 rd. 1,5 Mio. t Braunkohle abgebaut. Damit wurde die Leistung des Vorjahres um 18,6% unterschritten. Seit dem 1. Januar 2014 firmiert das Helmstedter Revier als Helmstedter Revier GmbH (HSR). Die MIBRAG hatte das Revier Ende 2013 von der E.ON Kraftwerke GmbH erworben. Kerngeschäft der HSR ist die Verstromung von Braunkohle aus dem Tagebau Schöningen im Kraftwerk Buschhaus. Im Jahr 2017 werden die Kohlenvorräte im Helmstedter Revier ausgeschöpft sein. Danach versorgt die MIBRAG das Kraftwerk, das ab 1. Oktober 2016 in die Sicherheitsreserve geht, mit Kohle aus dem Mitteldeutschen Revier.

	1990 1000 t	2013 1000 t	2014 1000 t	2015 1000 t
<b>Rhineland / Rheinland Output / Förderung</b>	102.181	98.616	93.598	95.214
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	84.564	87.230	82.574	84.349
of which / darunter				
utility power plants / Kraftwerke der allg. Versorgung	83.454	86.196	81.652	83.507
mine-mouth power plants / Grubenkraftwerke	1.111	1.034	922	842
sales to co-generation plants / Absatz an Heizwerke	-	-	-	-
Input in upgrading plants / own consumption Einsatz in Veredlungsbetrieben / Selbstverbrauch	13.429	11.055	10.705	10.571
Sales to other buyers / Absatz an sonstige Abnehmer	4.187	199	206	186
Sales to MIBRAG / Abgabe an MIBRAG	-	129	114	113
Changes in stocks <sup>2)</sup> / Bestandsveränderung <sup>2)</sup>	-	+3	-2	-5
<b>Lusatia / Lausitz Output / Förderung</b>	168.045	63.600	61.814	62.452
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	98.488	59.907	58.232	58.820
of which / darunter				
utility power plants <sup>1)</sup> / Kraftwerke der allg. Versorgung <sup>1)</sup>	80.548	59.907	58.232	58.820
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	3.652	3.641	3.575
Sales to other buyers / Absatz an sonstige Abnehmer	11.230	50	7	6
Changes in stocks <sup>2)</sup> / Bestandsveränderung <sup>2)</sup>	-584	-9	-66	+52
<b>Central Germany / Mitteldeutschland Output / Förderung</b>	80.879	19.584	20.931	18.924
Purchase by RWE / Bezug von RWE	-	129	114	113
Utilization / Verwendung: power and district heating	28.705	18.048	17.873	16.160
of which / darunter				
utility power plants <sup>1)</sup> / Kraftwerke der allg. Versorgung <sup>1)</sup>	18.468	16.528	16.657	14.979
mine-mouth power plants / Grubenkraftwerke	2.737	1.519	1.216	1.181
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	791	683	724
Sales to other buyers / Absatz an sonstige Abnehmer	16.483	660	1.688	1.424
Sales to Helmstedt / Abgabe an Helmstedt	-	178	705	549
Changes in stocks / Bestandsveränderung	-440	+35	+96	+180
<b>Helmstedt total availability / Aufkommen</b>		1.402	2.494	2.025
of which / darunter				
Output / Förderung	4.348	1.196	1.812	1.474
Purchase by MIBRAG / Bezug von MIBRAG	-	178	705	549
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	4.295	1.402	2.494	2.025
of which / darunter				
utility power plants / Kraftwerke der allg. Versorgung	4.295	1.402	2.494	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	-29	+23	-2
<b>Germany total / Deutschland insgesamt Output / Förderung</b>	356.513	182.995	178.155	178.065
Utilization / Verwendung: power and district heating / Strom- und Fernwärmeerzeugung:	216.975	166.587	161.173	161.354
of which / darunter				
utility power plants <sup>1)</sup> / Kraftwerke der allg. Versorgung <sup>1)</sup>	187.688	164.034	159.035	159.331
mine-mouth power plants / Grubenkraftwerke	15.288	2.553	2.138	2.023
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	15.499	15.029	14.870
Sales to other buyers / Absatz an sonstige Abnehmer	31.993	909	1.902	1.616
Changes in stocks <sup>2)</sup> / Bestandsveränderung <sup>2)</sup>	-990	+1	+51	+225

<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

	Location / Standort	Output in MW, gross / Leistung in MW, Brutto	Owner Eigentümer	Year commissioned / Inbetriebnahmejahr	Technology/ Technologie	electric efficiency / elektrischer Wirkungsgrad
Rhenish mining area <sup>4)</sup> / Rheinisches Revier <sup>4)</sup>						
BoA 1	Niederaußem	1.012	RWE Power	2002/2003	Power plants with supercritical steam conditions / Kraftwerke mit überkritischen Dampfzuständen	> 43
BoA 2	Neurath	1.100	RWE Power	2012		> 43
BoA 3	Neurath	1.100	RWE Power	2012		> 43
mtce	Niederaußem	1.100	RWE Power	open		> 45
Lusatian mining area / Lausitzer Revier						
Schwarze Pumpe	Schwarze Pumpe	800	Vattenfall Europe	1997	Power plants with supercritical steam conditions / Kraftwerke mit überkritischen Dampfzuständen	41,2
Schwarze Pumpe	Schwarze Pumpe	800	Vattenfall Europe	1998		41,2
Boxberg Block Q	Boxberg	907	Vattenfall Europe	2000		42,3
Boxberg Block R	Boxberg	675	Vattenfall Europe	2012		43,9
Cottbus	Cottbus	80 <sup>1)</sup>	Stadtwerke	1999	Fluidized-bed combustion (PFBC plant) Wirbelschichtfeuerung (PFBC-Anlage)	40
Frankfurt/Oder	Frankfurt/Oder	49 <sup>2)</sup>	Stadtwerke	1997	Pulverized-lignite combustion <sup>3)</sup> Braunkohlenstaubfeuerung <sup>3)</sup>	40
Central German mining area / Mitteldeutsches Revier						
Schkopau	Schkopau	980	E.ON, Saale Energie	1996	Power plants with supercritical steam conditions / Kraftwerke mit überkritischen Dampfzuständen	40
Lippendorf Block R	Lippendorf	920	Vattenfall Europe	1999		42,8
Lippendorf Block S	Lippendorf	920	EnBW	2000		42,8
Profen <sup>4)</sup>	Profen	660	MIBRAG	open		> 43

<sup>1)</sup> Output from co-generation of 120 MW or via peak-load boilers of 220 MW / Leistung aus Kraft-Wärme-Kopplung von 120 MW bzw. über Spitzenlastkessel von 220 MW

<sup>2)</sup> Co-generation plant with 80 MW of district-heating output that can be extracted / Heizkraftwerk mit 80 MW auskoppelbarer Fernwärmeleistung

<sup>3)</sup> Pulverized-lignite combustion/high-pressure steam generator / Braunkohlenstaubfeuerung/Hochdruck-Dampferzeuger

<sup>4)</sup> Replacement for old plants / Ersatz für Altanlagen

Table 4. Overview of new lignite-fired power plants in Germany // Tabelle 4. Übersicht über neue Braunkohlenkraftwerke in Deutschland.  
Source/Quelle: DEBRIV

## 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).

## Electricity Production

The focus of using lignite is on electricity production. In 2015, the power plants supplying the general public used 159.3 mt of lignite from domestic production for the generation of power and district heating (2014: 159.0 mt). This input equaled almost 90 % of the total production. The total gross electricity production from lignite amounted to 155.0 TWh in 2015. With an installed lignite power plant capacity of 22,774 MW (gross) at the end of 2015, this results in an average utilization – calculated for the entire year 2015 – of approximately 6,800 full-load operating hours. An overview of new lignite-fired power plants is shown in Table 4.

On 1st July 2015, the leaders of the ruling Berlin coalition agreed that 2.7 GW of lignite-fired power plant capacities – starting in October 2016 and ending in October 2019 – will be gradually transferred into a secure and reliable standby (Table 5). This measure affects eight power plant units, of which almost 1.5 GW are located in the Rhineland region, 1.0 GW in Lusatia, and almost 0.4 GW in the Central German District. These plants are to be on

## Sanierungsbergbau

Die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV), Senftenberg, als Projektträger der Braunkohlensanierung führte im Jahr 2015 die geplanten Sanierungsmaßnahmen kontinuierlich fort. Dabei wurden Sanierungsleistungen im Umfang von 260 Mio. € erbracht.

## 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).

## Stromerzeugung

Schwerpunkt der Braunkohlennutzung ist die Stromerzeugung. Im Jahr 2015 setzten die Kraftwerke der allgemeinen Versorgung 159,3 Mio. t Braunkohle aus inländischer Förderung zur Strom- und Fernwärmeerzeugung ein (2014: 159,0 Mio. t). Dies entsprach knapp 90 % der gesamten Gewinnung. Die gesamte Brutto-Stromerzeugung aus Braunkohle belief sich im Jahr 2015 auf 155,0 TWh. Bei einer installierten Braunkohlen-Kraftwerksleistung von 22.774 MW (brutto) zum Ende des Jahres 2015 ergibt sich eine durchschnittliche Auslastung – auf das Jahr 2015 gerechnet – von rd. 6.800 Voll-

standby for a period of four years in case Germany's power generation capacities should drop, and they are to be finally shut down thereafter. The decommissioning of 2.7 GW of lignite-fired power plant capacity, which was agreed upon and laid down in the draft legislation for the continued development of the electricity market (Electricity Market Act), will decrease electricity production from lignite by about 15% until 2023 and result in a reduction of the lignite output by about 21 mt which translates into some 21 mt of CO<sub>2</sub> per year.

### Power Plants in the Rhenish District

In 2015, electricity production in the lignite-fired power plants of the Rhenish District amounted to 78.4 TWh with a gross installed capacity of 11,502 MW.

For the new power plant unit BoAplus with an electrical power output of 1,100 MW, the preparation of the requisite application documents for the technical approval procedures commenced in late March 2015 – after the regional planning procedure and the municipal development planning procedure had been completed. In June 2015, an early public participation event was implemented for this project. This was followed by the scoping meeting which was held in September 2015 as a part of the legal pollution control procedure and during which the District Government of Cologne as the authorizing entity offered the public agencies and stakeholders the opportunity of submitting their opinions and concerns on the scope of the investigations in conjunction with the environmental impact assessment. The results of both meetings are included in the application documents that will be submitted for approval procedure.

### Power Plants in the Lusatian District

Electricity production in the Lusatian District focuses primarily on the power plant sites Jänschwalde, Boxberg, and Schwarze Pumpe which repeatedly exceeded with their high plant availability. All told, the Lusatian District including Berlin has a gross installed capacity of around 7,500 MW with which about 55.1 TWh of electric power was produced in 2015.

### Power Plants in the Central German District

About 3,300 MW of lignite-fired power plant capacities are installed in the Central German District. Gross electric power production in 2015 amounted to 19.0 TWh. 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.

### Power Plant in the Helmstedt District

The power plant Buschhaus in the Helmstedt District provides a gross installed capacity of 390 MW. In 2015, the gross electricity production of the power plant Buschhaus amounted to 2.4 TWh.

### Lignite Upgrading

In the Rhenish, Central German, and Lusatian Districts, about 6.7 mt of upgraded lignite products were manufactured in 2015 (Table 6). Increases were recorded for fluidized bed coal (10.5%). In contrast, briquette production (-4.1%) and coke production

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		2728	3002	

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

lastbetriebsstunden. Eine Übersicht über neue Braunkohlenkraftwerke gibt Tabelle 4.

Am 1. Juli 2015 hatten die Spitzen der Berliner Regierungskoalition beschlossen, dass 2,7 GW Braunkohlenkraftwerkskapazitäten – beginnend ab Oktober 2016 bis zum Oktober 2019 – schrittweise in eine Sicherheitsbereitschaft überführt werden (Tabelle 5). Betroffen sind acht Kraftwerksblöcke, die sich mit knapp 1,5 GW auf das Rheinland und 1,0 GW auf die Lausitz sowie knapp 0,4 GW auf das Mitteldeutsche Revier verteilen. Diese Anlagen sollen vier Jahre lang auf Abruf bereit stehen, wenn Stromerzeugungskapazitäten in Deutschland sehr knapp werden und danach endgültig stillgelegt werden. Die vereinbarte und im Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung des Strommarkts (Strommarktgesetz) fixierte Stilllegung von 2,7 GW 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 CO<sub>2</sub> pro Jahr führen.

### Kraftwerke im rheinischen Revier

Die Stromerzeugung in den Braunkohlenkraftwerken des rheinischen Reviers belief sich im Jahr 2015 auf 78,4 TWh bei einer installierten Bruttoleistung von 11.502 MW.

Für einen neuen Kraftwerksblock BoAplus mit einer elektrischen Leistung von 1.100 MW war Ende März 2015 – nach Abschluss des Regionalplanverfahrens und der kommunalen Bauleitplanverfahren – mit der Erstellung der erforderlichen Antragsunterlagen für die technischen Genehmigungsverfahren begonnen worden. Im Juni 2015 wurde hierzu eine frühe Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt. Im September 2015 folgte der Scopingtermin im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Verfahrens, bei dem die Bezirksregierung Köln als Genehmigungsbehörde den Trägern öffentlicher Belange Gelegenheit gab, Stellungnahmen zum Untersuchungsumfang der Umweltverträglichkeitsprüfung vorzubringen. Die Ergebnisse aus beiden Terminen werden in den Antragsunterlagen zur Genehmigung berücksichtigt.

(-3.0%) remained below the previous year's results. The production volume of pulverized lignite was almost on par with last year's figure (-0.4%).

## 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 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 increased as a result of frequent load changes assumes a crucial role in this context.

	1989	2000	2005	2013	2014	2015
<b>Rhineland/Rheinland</b>						
Briquettes / Brikett	2.158	1.068	964	1.227	1.021	988
Pulverized lignite / Staub	2.509	2.025	2.238	3.175	3.248	3.174
Fluidized-bed coal / Wirbelschichtkohle	67	372	408	356	247	323
Dried coal / Trockenkohle	172	-	-	-	-	-
Coke / Koks	135	179	173	161	175	170
<b>Lusatia / Lausitz</b>						
Briquettes / Brikett	24.640	663	526	662	631	597
Pulverized lignite / Staub	1.111	481	493	988	1.027	1.065
Fluidized-bed coal / Wirbelschichtkohle	-	189	252	188	160	127
Dried coal / Trockenkohle	-	-	-	-	-	-
Coke / Koks	3.504	-	-	-	-	-
<b>Central Germany / Mitteldeutschland</b>						
Briquettes / Brikett	22.596	89	-	62	57	54
Pulverized lignite / Staub	724	173	192	154	142	159
Dried coal / Trockenkohle	533	-	-	-	-	-
Coke / Koks	2.487	-	-	-	-	-
<b>Germany total / Deutschland gesamt</b>						
Briquettes / Brikett	49.394	1.819	1.490	1.951	1.709	1.640
Pulverized lignite / Staub	4.344	2.679	2.924	4.318	4.417	4.398
Fluidized-bed coal / Wirbelschichtkohle	67	561	660	544	407	450
Dried coal / Trockenkohle	705	-	-	-	-	-
Coke / Koks	6.126	179	173	161	175	170

Table 6. Manufacture of solid lignite-based upgrading products, by mining areas, 1989 to 2015, in 1,000 t.

Tabelle 6. Herstellung von festen Braunkohlen-Veredlungsprodukten nach Revieren 1989 bis 2015 in 1.000 t.

Source/Quelle: Statistik der Kohlenwirtschaft

## Kraftwerke im Lausitzer Revier

Im Lausitzer Revier konzentriert sich die Stromerzeugung vor allem auf die Kraftwerksstandorte Jänschwalde, Boxberg und Schwarze Pumpe, die sich erneut durch eine hohe Anlagenverfügbarkeit auszeichneten. Insgesamt sind im Lausitzer Revier einschließlich Berlin rd. 7.500 MW Bruttoleistung installiert, mit denen im Jahr 2015 rd. 55,1 TWh Strom erzeugt wurden.

## Kraftwerke im Mitteldeutschen Revier

Im Mitteldeutschen Revier sind Braunkohlenkraftwerkskapazitäten von rd. 3.300 MW installiert. Die Brutto-Stromerzeugung belief sich im Jahr 2015 auf 19,0 TWh. 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.

## Kraftwerk im Helmstedter Revier

Das Kraftwerk Buschhaus im Helmstedter Revier verfügt über eine installierte Bruttoleistung von 390 MW. Die Brutto-Stromerzeugung des Kraftwerks Buschhaus lag im Jahr 2015 bei 2,4 TWh.

## Braunkohlenveredlung

Im Rheinischen, Mitteldeutschen und Lausitzer Revier wurden im Jahr 2015 rund 6,7 Mio. t Braunkohlenveredlungsprodukte hergestellt (Tabelle 6). Zuwächse waren bei Wirbelschichtkohle (+10,5%) zu verzeichnen. Dagegen blieben Briketterzeugung (-4,1%) und Koksproduktion (-3,0%) unter dem Vorjahresergebnis. Die Herstellungsmenge von Braunkohlenstaub war nahezu ebenso hoch wie im Vorjahr (-0,4%).

## 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 Vattenfall engagieren sich in mehreren Forschungsprojekten zur Entwicklung neuer Verfahren und Werkstoffe, um die Flexibilität der Stromerzeugung weiter zu steigern. Die Verfahren zielen darauf ab, das Werkstoffverhalten bei häufigen Laständerungen der Kraftwerksblöcke noch besser verstehen und prognostizieren zu können.

Der Versuchsbetrieb der Prototypanlage zur Wirbelschicht-trocknung mit interner Abwärmenutzung (WTA) wurde Anfang 2015 beendet und für den kommerziellen Betrieb an das Kraftwerk Niederaußem übergeben. Die WTA-Trocknungstechnologie hat das Potential, den Wirkungsgrad eines Braunkohlenkraftwerks um 4 bis 6%-Punkte zu steigern. Die in der WTA-Prototyp-



RWE Power and Vattenfall actively participate in a number of research projects focusing on the development of new procedures and materials in order to further increase the flexibility of electricity production. 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.

The pilot operation of a prototype unit for fluidized bed drying with internal waste heat utilization (WTA) was completed 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 percentage points. The lignite dried in the WTA prototype unit is co-fired in the power plant unit Niederaußem K (BoA 1). The pilot operation delivered important insights both into production and the co-incineration of dried lignite. Co-firing in the BoA 1 unit is, thus, not only possible without restriction, but it also offers the potential for further operational optimizations with the integrated operation of both systems.

In a joint project of the Brandenburg University of Technology (TU) Cottbus, Vattenfall Europe Mining & Generation, MIBRAG, and other industrial partners, the power plant concept of pressure-charged fluidized bed drying had been investigated since 2008. With this technology, it is also possible to increase the degree of efficiency by approximately 4 to 5 percentage points. The system went into commercial operation in October 2012. The dried, pulverized lignite produced here is used, i.e., in the new ignition and back up firing system of the Jänschwalde power plant. In 2015, the pressure-charged fluidized bed drying system was expanded by a steam compressor, which uses the waste heat to heat the dryer and, thus, increases the process efficiency.

In its flexGen program, Vattenfall 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 Vattenfall'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 start 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.

At RWE Power, an innovative flue gas desulfurization technology, 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

anlage getrocknete Braunkohle wird im Kraftwerksblock Niederaußem K (BoA 1) zugefeuert. Der Versuchsbetrieb hat wesentliche Erkenntnisse sowohl über die Produktion als auch über die Mitverbrennung getrockneter Braunkohle geliefert. Die Zufuehrung im BoA 1-Block ist damit nicht nur ohne Einschränkung möglich, sondern bietet Potential für weitergehende betriebliche Optimierungen bei einem integrierten Betrieb beider Anlagen.

In einem Gemeinschaftsprojekt der Brandenburgischen Technischen Universität (TU) Cottbus, der Vattenfall Europe Mining & Generation, der MIBRAG und weiterer Industriepartner wurde das Kraftwerkskonzept der Druckaufgeladenen Dampf-Wirbelschicht-trocknung (DDWT) seit dem Jahr 2008 untersucht, mit dem ebenfalls eine Wirkungsgradsteigerung von ca. 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 wird Abwärme zur Trocknerbeheizung nutzbar und die Verfahrenseffizienz gesteigert.

Im flexGen-Programm bündelt Vattenfall alle Aktivitäten, mit denen eine flexible Betriebsweise der Braunkohlenkraftwerke erhöht werden kann. Ein Schwerpunkt ist hierbei die Absenkung der Mindestlast an den einzelnen Kraftwerksstandorten. In Folge 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 Öl-Zündbrenner gegen Trockenbraunkohlenstaubbrenner mit elektrischer Plasmazündung wurde zusätzlich die Infrastruktur zur Brennstoffdosierung und -lagerung errichtet. Die Inbetriebsetzung dieser Trockenbraunkohlenstaub-Anlage (TBK-Anlage) Jänschwalde fand am 13. November 2014 statt und ist ein weiterer Schritt im Flexibilisierungsprogramm von Vattenfall. 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 Anfahrgradienten, eine Verbesserung der Betriebsparameter im Teillastbereich sowie eine erweiterte Bereitstellung temporärer Mehrleistung, um auf die volatile Einspeisung der erneuerbaren Energien kurzfristig reagieren zu können.

Bei RWE Power wurde eine innovative Rauchgasentschwefelungstechnik 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 der konventionellen 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 Abtrennung des Kohlenstoffdioxids aus dem Kraftwerksrauchgas bleibt ein wichtiges Thema. In einem vom Bundes-

separation performance in a more efficient manner than it 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.

Carbon dioxide capture from flue gas at power stations continues to be an important topic. In a joint project of the RWE Power AG, Linde AG, and BASF SE corporations which is supported financially by Germany's Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), a procedure for capturing CO<sub>2</sub> from flue gas is being developed and tested in the Niederaußem power plant which will be suitable both for new power stations and as a retrofit option. The low energy demand and high stability of the scrubbing agent make this procedure one of the leading CO<sub>2</sub> 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 34,000 hours and achieved an availability of 97%.

The research (R&D) activities in the lignite extraction sector are geared towards additionally increasing the efficiency of the open-pit mining operations, optimizing the integrated operational management and its accompanying processes, and improving pollution control. This includes, i.e., the continued development of bulky goods detection in large-scale equipment, the optimization of chassis components, and the development of energy-optimized conveyor belts. When it comes to pollution control, it was possible to make significant progress both in acoustic device monitoring and fine particles reduction.

The R&D activities in the reclamation sector, which are conducted in cooperation with institutes and universities, are particularly dedicated towards soil improvement measures for agricultural and forest areas in post-mining landscapes. Economic profitability and potential biodiversity of the reclaimed areas are paramount here. A specific focus is on the cultivation of renewable raw materials in reclaimed areas for efficient biomass production.

The research projects in the water management/geothermal engineering sector revolve around planning measures and methods designed to augment the quality of mining waters, advance the development of drainage systems, and secure soil stability. A specific focus in the Rhenish District is on increasing the well yield; that is why studies are conducted on the optimization of the well design and the wells' operating mode. In the Central German District, the research project on the development of environmentally friendly and efficient horizontal filter well technology was completed successfully. The projects in Lusatia are primarily geared towards the development of innovative purification methods for highly mineralized and acidic mining waters and the creation of strategies designed to prevent iron contamination in receiving water systems.

When it comes to the upgrading sector, developing new, innovative products and increasing the efficiency of the upgrading systems are center stage. In addition to new coal drying tech-

ministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Gemeinschaftsprojekt von RWE Power AG, Linde AG und BASF SE wird im Kraftwerk Niederaußem ein Verfahren zur Abtrennung von CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>-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 34.000 Stunden betrieben und erreichte eine Verfügbarkeit von 97%.

Die Forschungsaktivitäten im Bereich der Braunkohlegewinnung sind auf die weitere Effizienzsteigerung des Tagebaubetriebs, die Optimierung der integrierten Betriebsführung und der flankierenden Prozesse sowie die Verbesserung des Immissions-schutzes ausgerichtet. Hierzu zählen u.a. die Weiterentwicklung der Sperrguterkenntnis an Großgeräten, die Optimierung von Fahrwerkskomponenten und die Entwicklung energieoptimierter Fördergurte. Beim Immissionsschutz konnten sowohl bei der akustischen Geräteüberwachung als auch bei der Feinstaubreduzierung entscheidende Fortschritte erzielt werden.

Im Bereich der Rekultivierung sind die F&E-Aktivitäten in Zusammenarbeit mit Instituten und Hochschulen insbesondere auf Bodenverbessernde Maßnahmen auf Acker- und Waldflächen in der Bergbaufolgelandschaft gerichtet. Dabei stehen die Wirtschaftlichkeit der Flächen und die mögliche Artenvielfalt im Fokus. Ein besonderer Schwerpunkt ist der Anbau nachwachsender Rohstoffe auf rekultivierten Flächen für eine effiziente Biomasseproduktion.

Im Bereich Wasserwirtschaft/Geotechnik befassen sich Forschungsprojekte mit planerischen Maßnahmen und Verfahren zur Qualitätsverbesserung von Bergbauwässern, zur Weiterentwicklung von Entwässerungssystemen und zur Bodenstabilität. Im rheinischen Revier bildet die Steigerung der Brunnenenergiebigkeit durch Untersuchungen zur Optimierung des Brunnen-designs und der Brunnenfahrweise einen besonderen Schwerpunkt. Im mitteldeutschen Revier wurde das Forschungsprojekt zur Entwicklung umweltschonender und effizienter Horizontalfilterbrunnentechnik erfolgreich abgeschlossen. In der Lausitz liegt der Fokus auf Projekten zur Entwicklung innovativer Reinigungsverfahren für hochmineralisierte und saure Bergbauwässer sowie zur Erarbeitung von Strategien zur Vermeidung der Eisenbelastungen von Vorflutsystemen.

Die Schwerpunkte im Veredlungssektor liegen in der Entwicklung neuer innovativer Produkte und der Effizienzsteigerung der Veredlungsanlagen. Neben den neuen Kohlentrocknungstechnologien sind hier Forschungen an Verfahren zur Herstellung von Braunkohlenstaubprodukten und Feinkoksen sowie zur Weiterentwicklung von Montanwachsen und Montanwachsdispersio-nen zu nennen.

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 Energieträ-

	1989	2000	2005	2013	2014	2015
Rhineland/Rheinland	15,565	10,430	11,105	10,730	10,146	9,410
Lusatia / Lausitz	79,016	7,081	8,881	8,369	8,245	8,316
Central Germany / Mitteldeutschland	59,815	2,996	2,642	2,512	2,536	2,565
Helmstedt	1,693	703	665	471	479	453
Small operations (Hesse/Bavaria) / Kleinbetriebe (Hessen/Bayern)	642	77	6	-	-	-
Germany total / Deutschland insgesamt	156,731	21,287	23,299	22,082	21,406 <sup>1)</sup>	20,744 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Contained in this figure: Employees in utility power plants of the lignite-mining companies (position: year-end) 5,316 – Apprentices (position: year-end) 1,387 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 5,316 – Auszubildende 1,387 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*

nologies, research on processes and methods for manufacturing pulverized lignite products and coking breeze as well as on the continued development of montan waxes and montan wax dispersions are to be mentioned here as well.

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 as of the mid 2020s. The development work conducted within the scope of the CtL/CtG (Coal to Liquid/Coal to Gas) 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 which reduce investment costs and, thus, enhance their economic profitability. Another aspect is the development of solutions for the reduction of CO<sub>2</sub> 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.

## Employees

As of 31st December 2015, 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 20,744 persons. Of that total, the Rhineland accounted for 9,410, Lusatia for 8,316, Central Germany for 2,565, and Helmstedt for 453 employees (Table 7).

5,316 of the 20,744 employees worked in lignite-fired utility power plants supplying the general public. The total number of employees includes 1,387 apprentices.

gern 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 Wärmegegeschäfts ab Mitte der 2020er Jahre. Im Zentrum der Entwicklungsarbeit des CtL/CtG (Coal to Liquid/Coal to Gas)-Projekts, 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, die Investitionskosten senken und damit die Wirtschaftlichkeit verbessern. Ein weiterer Aspekt ist die Entwicklung von Lösungen zur Minderung von CO<sub>2</sub>-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.

## Beschäftigte

Im Braunkohlenbergbau und in Braunkohlenkraftwerken der allgemeinen Versorgung von Unternehmen mit Braunkohlengewinnung waren zum 31. Dezember 2015 insgesamt 20.744 Mitarbeiter beschäftigt. Davon entfielen 9.410 auf das Rheinland, 8.316 auf die Lausitz, 2.565 auf Mitteldeutschland und 453 auf Helmstedt (Tabelle 7).

In Braunkohlenkraftwerken der allgemeinen Versorgung waren 5.316 der 20.744 Mitarbeiter beschäftigt. Die Gesamtzahl der Mitarbeiter schließt 1.387 Auszubildende ein.

## Authors / Autoren

Dipl.-Volkswirt Uwe Maaßen,  
Geschäftsführer Statistik der Kohlenwirtschaft e. V., Köln, und  
Dr. rer. pol. Hans-Wilhelm Schiffer, Executive Chair World Energy Resources, World Energy Council, London