

RENEWABLE ENERGIES AND THE DEVELOPMENT OF LIGNITE MINES IN GERMANY, LUSATIA – CONFLICT OR CHANCE OF THE FUTURE OF ENERGY SUPPLY?

Kathrin Lehmann

FH Lausitz, University of Applied Sciences, 01968 Senftenberg, Germany, kathrin.lehmann@iem.fh-lausitz.de

ABSTRACT. The report will show the development of energy generation based on different energy resources in Germany within the next 20 years. On it will present on the one hand the plans for the development of renewable energies such as wind power, photovoltaic and biomass power plants, and on the other hand will discuss the necessity of conventional energies. Both points include energy-economical facts and technical aspects which will be discussed in the paper also.

Firstly the paper will present technical developments of the lignite mine equipment considering new techniques, technologies and management systems which were placed in the Lusatian lignite mines during the last years. The paper includes examples of efficient, long-term solutions for electrical supply of lignite mines, technical solutions for the drives of conveyor belts, automatic solutions for equipment complexes and energy management systems. All these technical solutions have an economic aspect of the competitiveness of lignite power generation now and in the future – they subserve to minimize operating, maintenance and energy costs.

Secondly the paper includes some examples of the development of renewable energies in the region considering their part in energy generation, some points of techniques and the influences into the energy transmission systems.

Summing up the paper shows, that the future of a certain, reliable and long-term energy supply in Germany can be assured by a mixture of different energy resources and that it is necessary, in the long term, to develop provident techniques and technologies.

ВЪЗООБНОВИМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ И РАЗВИТИЕТО НА ЛИГНИТНИТЕ МИНИ В ГЕРМАНИЯ, LUSATIA – КОНФЛИКТ ИЛИ ШАНС В БЪДЕЩЕТО НА ЕНЕРГОСНАБДЯВАНЕТО?

Катрин Леман

Университет по приложни науки, Сенфтенберг 01968, Германия, kathrin.lehmann@iem.fh-lausitz.de

РЕЗЮМЕ. Докладът излага развитието на енерго- производство, на базата на различни енергийни източници в Германия в близките 20 години. Авторът се спира на два пункта: от една страна перспективите за развитие на възобновими енерго- източници - като енергия на вятъра, фотоелектрична енергия и енергопроизводство на базата на биомаса, и от друга страна се дискутира необходимостта от конвенционални енергии. И в двата случая се разглеждат енерго-спестяващи технологии и техническите възможности за тяхната реализация.

Представени са етапите на развитие на технико-технологичното оборудване, разработването на нови технологии и системи за управление при производството на лигнитни въглища в Лусатия през последните години. Статията отразява резултатите от прилагането на дългосрочни технически решения и автоматизирани системи за управление в мините за лигнитни въглища. Всички те водят до траен икономически ефект при производството на лигнитни въглища, както и до минимизиране на енергийните загуби. Разгледани са и действията за развитие на възобновими енергийни източници в района, имайки предвид техния дял при производството на енергия, някои технически похвати и тяхното влияние в енергийната преносна система. В заключение се обобщава, че бъдещо, надеждно и дългосрочно енерго- производство в Германия може да бъде осигурено чрез комбиниране на различните енергийни източници и това е необходимо за целия период на развитие и усъвършенстване на различните производствени техники и технологии.

1. Einleitung

„Erneuerbare Energien“ auf einer Internationalen Konferenz zu Themen „Bergbau und Geologie“ – das erscheint paradox.

Der Beitrag wird jedoch zeigen – ausgehend von den Entwicklungen in der Energiewirtschaft Deutschlands – dass der Konflikt zwischen erneuerbarer und konventioneller Energieerzeugung nur ein Scheinbarer ist. Er stellt vor allem die Chancen für die Braunkohleverstromung in den Vordergrund, die sich aus den Veränderungen im Energiemix ergeben. Die Wettbewerbsfähigkeit eines Primärenergieträgers in einer liberalisierten Energiewirtschaft bildet eine Grundvoraussetzung für Langfristigkeit und so wird anhand konkreter technischer Entwicklungen in den Braunkohle-Tagebauen der Lausitz ein Weg skizziert, der diese Zukunftschancen langfristig absichert.

2. Ausgangspunkt

Die Bereitstellung erforderlicher Energie erfolgt aus einem Mix der Energieerzeugung verschiedener Primärenergieträger. Dieser Energie-Mix unterliegt über einen Betrachtungszeitraum Veränderungen bedingt durch folgende Ursachen:

- Technische Entwicklungen
- Alter vorhandener Energieerzeugungsanlagen
- Umweltauflagen/ Klimaschutz
- Politische und/ oder gesetzliche Vorgaben
- Preisentwicklungen der Primärenergieträger
- Liberalisierung des Energiemarktes

Die Abbildung 1 zeigt den Primärenergieträgermix in der Bruttostromerzeugung Deutschlands mit der Prognose bis zum Jahr 2020.

Der Energiebedarf in Deutschland wird heute noch vorrangig aus Kernenergie (ca. 27%), Braunkohle (ca. 26%) und Steinkohle (23%) gedeckt. Der Anteil Erneuerbarer Energien (Wind, Photovoltaik, Biomasse) liegt bei 9%, aus Wasserkraft bei 4,5%. Dabei stellt die Braunkohle den einzigen importunabhängigen Primärenergieträger dar, – 99% werden in den Tagebauen Deutschlands gefördert.

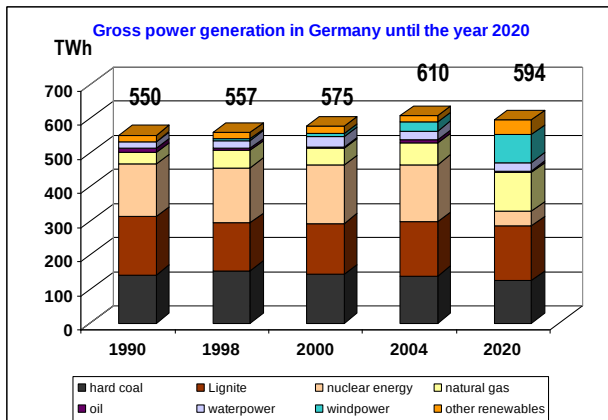


Abb. 1: Entwicklung der Bruttostromerzeugung Deutschland /1/, /2/, /3/

Die prognostizierte Entwicklung bis zum Jahr 2020 zeigt grundsätzliche Änderungen in den Anteilen der Primärenergieträger:

- Kernenergie wird nur noch einen Anteil von ca. 8% bilden
- Der Anteil aus Erdgas erzeugter Energie soll von heute ca. 10% auf ca. 19% ansteigen
- Erneuerbare Energien sollen mit ca. 20% an der Bruttostromerzeugung beteiligt sein
- Braun- und Steinkohle werden auch in 15 Jahren den Hauptanteil der Bruttostromerzeugung mit ca. 27% bzw. 21% sichern

Grundlage für diese Prognosen bilden die folgenden Rahmenbedingungen:

- Ausstieg aus der energetischen Nutzung der Kernenergie auf der Basis nationaler Gesetzgebung
- Energiewirtschaftsgesetz Deutschlands (EnWG) von 1998 mit der Novellierung von 07/2005
- Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 mit der Novellierung von 05/2004 sowie des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes (KWKG) zur langfristigen staatlichen Förderung der darin verankerten Energieerzeugungsarten

2.1 Das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) Deutschlands

Das Energiewirtschaftsgesetz Deutschlands wurde 1998 erlassen und ersetzte geltendes Energierecht aus dem Jahr 1936. Das grundlegende Ziel des neuen Gesetzes war und ist:

- ☒ Aufhebung der Monopolstrukturen und Schaffung der Voraussetzungen für Liberalisierung = Wettbewerb in der Energiewirtschaft

Um diesem Anspruch Nachdruck zu verleihen und die praktische Umsetzung zu beschleunigen erfolgte zum Juli 2005 die Novellierung des Gesetzes mit detaillierten Vorgaben zur Liberalisierung.

Der §1 beinhaltet die Hauptaufgabe, die sich im „Zieldreieck der deutschen Energie-wirtschaft“ (Abb. 2) schematisch darstellen lässt.

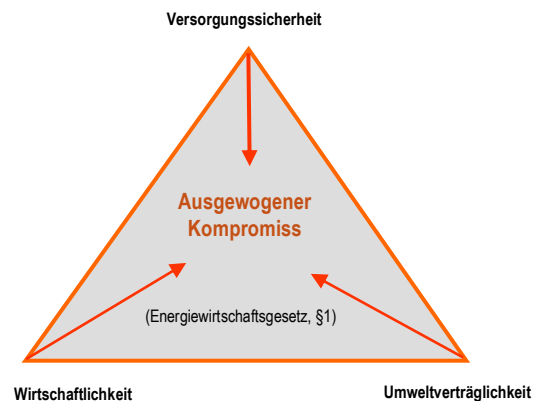


Abb. 2 Zieldreieck der deutschen Energiewirtschaft

Die Abbildung 3 weist die weiteren grundsätzlichen Zielstellungen des EnWG aus.

Die gesetzliche Fixierung der freien Wahl des Stromanbieters/-lieferanten durch die Kunden und des Handels mit Energie – europaweit – führten zu gravierenden Veränderungen in den energiewirtschaftlichen Beziehungen. Weiterführend ergab sich daraus ein Kostendruck auf die Unternehmen der Energiewirtschaft, wie er dem Wettbewerb eigen ist und der sich vor allem in den Entwicklungen der Strompreise widerspiegeln musste.

☐ Liberalisierung des Energiemarktes = Wettbewerb

Kunden haben freie Wahl des Stromlieferanten
Handel mit Energie - Europaweit

☐ Trennung (= **Unbundling**) von Stromlieferung und Netz

☐ **Regulierungsbehörde** → Netznutzungsentgelte

Abb. 3 Grundsätzliche Zielstellungen des EnWG

Am Markt etablierten sich neue Unternehmen – z.B. Stromhändler. Die deutsche Strombörse – heute EEX in Leipzig – wurde gegründet. Aus der gesetzlich vorgegebenen unternehmerischen Trennung von Netz und Vertrieb ergaben sich veränderte Unternehmensstrukturen in der Energieversorgung. Die Bundesnetzagentur (BNetzA) reguliert für die Netzbetreiber die zulässigen Netznutzungsentgelte.

Diese Entwicklung zu Liberalisierung und Wettbewerb wirkt bis in die Bereitstellung der Primärenergieträger, wie in folgenden Abschnitten gezeigt wird.

2.2 Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Im Jahr 2000 verabschiedete die deutsche Regierung das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) mit dem Ziel, umweltverträgliche Energieerzeugung gezielt zu fördern und deren Anteil an der Bruttostromerzeugung bis zum Jahr 2020 auf 20% zu steigern.

In der Abbildung 4 sind die grundsätzlichen Inhalte des EEG zusammenfassend dargestellt. Der Hauptanreiz für Investoren in erneuerbare Energieerzeugung ergab und ergibt sich aus zwei Aspekten des Gesetzes:

- Absoluter Vorrang der Einspeisung in das Netz
- Sehr hohe Vergütungssätze €/kWh(über dem Wettbewerbsstrompreis) mit einer sicheren, gesetzlichen Bindung über 20 Jahre ab Inbetriebnahme

Förderung erneuerbarer Energien wie Solarstrom, Windkraft, Geothermik, Bioenergie, Wasserkraft, Deponie-, Klär- und Grubengas	
Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien 2012 → 12,5% 2020 → 20,0%	
Vorrang der Einspeisung	Vergütung → langfristig gesichert
Förderung technischer Entwicklungen für erneuerbare Energien	

Abb. 4 Grundsätzliche Bestandteile des EEG

Die bis zum Jahr 2000 zwar vorhandenen Aktivitäten in Windenergieanlagen nahmen nach der Verabschiedung des EEG sprunghaft zu. Innerhalb von 5 Jahren erreichte die installierte Windenergieleistung den ca. 4fachen Wert. Die weiteren Prognosen für Deutschland können dem Diagramm in Abbildung 5 entnommen werden.

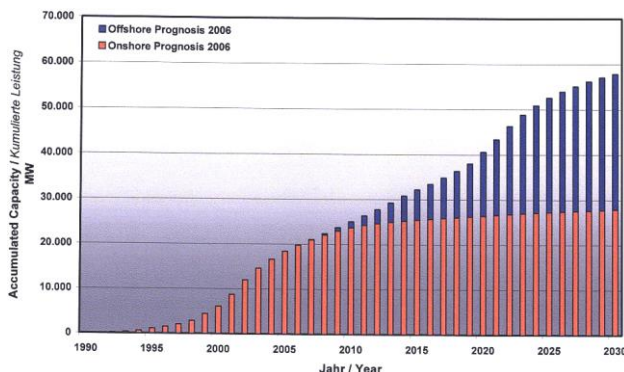


Abb. 5 Entwicklung der installierten Windenergieleistung /4/, /5/

Die Investitionen im Strombereich für Erneuerbare Energien betragen nach /1/ ca. 5 Mrd. €/Jahr, was bis 2020 kumuliert einen Wert von 75 Mrd. € bedeutet. Wirtschaftlich ist diese Entwicklung eng gekoppelt an die Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen, die Technologieentwicklung und Forschung

Im Jahr 2005 waren mit Erneuerbare-Energie-Anlagen 27.000 MW_{el} realisiert, bis 2010 wird ein Zuwachs auf 35.800 MW_{el} und bis 2020 auf 56.400 MW_{el} prognostiziert /1/.

Auf die aus dieser Entwicklung resultierenden technischen Anforderungen an die Sicherung der Versorgungszuverlässigkeit der Energieerzeugung sowie die Netz- und Übertragungstechnik kann in diesem Beitrag nicht eingegangen werden.

2.3 Entwicklung und Sicherung des Leistungsbedarfes

Die Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Leistungsbedarfes in Deutschland bis zum Jahr 2020 sind in Abb. 6 dargestellt. Auch wenn in Veröffentlichungen der Bedarf variierend zwischen 20.000 und 40.000 MW angegeben wird – es müssen Erzeugungskapazitäten geschaffen werden, um den zukünftigen Bedarf im Sinn des Zieldreiecks „Versorgungszuverlässigkeit – Wirtschaftlichkeit – Umweltverträglichkeit“ nachhaltig zu sichern.

⇒ Stand 2000 = Überkapazität + 10.000 MW

⇒ **Tendenzen bis 2020**

geplante KW-Leistungserhöhung	+ 500 MW
geplante Zubauten KWK und EEG	+ 6.500 MW
geplante Zubauten Kraftwerke/ PSW	+ 3.000 MW
Ausstieg aus Kernenergie	- 19.000 MW
Wegfall durch KW- Altersstruktur	- 24.500 MW
Lastzuwachs ca. 0,5%/a	- 8.000 MW

Saldo Leistungsänderungen bis 2020

Unsicherheiten berücksichtigt **- 32.000 MW**

Bedarf an zusätzlicher Leistung bis 2020

ca. 25.000 –

Abb. 6 Entwicklungstendenz des Leistungsbedarfes bis 2020

Durch Unternehmen angekündigte Investitionsvorhaben im konventionellen Kraftwerksbereich ergeben derzeit folgendes Bild bis 2020 (Quellen: VDEW, VKU, Unternehmen) :

Primärenergieträger	elektrische Leistung
➤ Erdgas	11.135 MW _{el}
➤ Steinkohle	11.730 MW _{el}
➤ Braunkohle	4.075 MW _{el}
➤ Sonstige	279 MW _{el}

Bezogen auf das Thema Braunkohle bedeutet das, zusätzlich zu den vorhandenen, hochmodernen Braunkohlestrom erzeugenden Kraftwerken werden weitere - mit modernsten Technologien ausgestattete – hinzukommen. Das bedeutet auch, dass Braunkohle weiterhin benötigt wird und sich im Wettbewerb des Energiemixes behaupten muss. Entscheidende Grundlagen dafür wurden in den Braunkohletagebauen in den vergangenen Jahren bereits gelegt.

3. Braunkohle im Wettbewerb

Braunkohle wird auch in Zukunft einen wichtigen Bestandteil der Energieerzeugung bilden. Der heimische Rohstoff mit wettbewerbsfähigen Preisen, die Entwicklung hochmoderner Technologien der Braunkohleverstromung zur Senkung des CO₂-Ausstoßes und Erhöhung der Wirkungsgrade sowie die hohe Verfügbarkeit der Energie aus

Braunkohle auch unter extremen Witterungsbedingungen schaffen die solide Grundlage, langfristig am Markt gefragt zu sein.

Diese Position basiert auf zwei entscheidenden Säulen:

- ☑ Technische Entwicklungen der vergangenen Jahre haben die Wettbewerbsfähigkeit in der Gegenwart gesichert
- ☑ Zukünftige Aktivitäten müssen diese Wettbewerbsfähigkeit unter den Aspekten „Versorgungszuverlässigkeit und Umweltverträglichkeit“ garantieren

Dieser Abschnitt stellt an ausgewählten Beispielen vor, wie die Lausitzer Braunkohle durch technische Innovationen ein planbarer, kosteneffizienter Bestandteil der Braunkohlestromerzeugung geworden ist.

3.1 Das Lausitzer Braunkohle- und Energierevier

Das Lausitzer Braunkohlerevier befindet sich im Osten Deutschlands in unmittelbarer Nähe zum Nachbarland Polen. Aktive Braunkohleförderung wird in 4 Tagebauen betrieben – Jänschwalde, Cottbus-Nord, Welzow-Süd, Nochten. Die jährliche Förderleistung beträgt ca. 60 Mio t Rohbraunkohle, die zu 98% den Kraftwerken Schwarze Pumpe, Jänschwalde und Boxberg für die Verstromung zur Verfügung gestellt wird. Für das Jahr 2010 ist die Wiederinbetriebnahme des Tagebaus Reichwalde geplant.

Die Kraftwerke der Lausitz erzeugen ca. 50 TWh Elektroenergie aus Braunkohle, die vorrangig Grundlast sichern. Mit der Planung des Neubaublocks am Standort Boxberg und der Pilotanlage zum CO₂-freien Kraftwerk am Standort Schwarze Pumpe sind Grundlagen gelegt, langfristig wettbewerbsfähigen Braunkohlestrom zur Verfügung zu stellen.

3.1.1 Fördertechnologie und Geräteausstattung

Die Prinzip-Technologie der Kohleförderung bei Vattenfall Europe Mining (VE-M) ist in Abbildung 7 erkennbar.

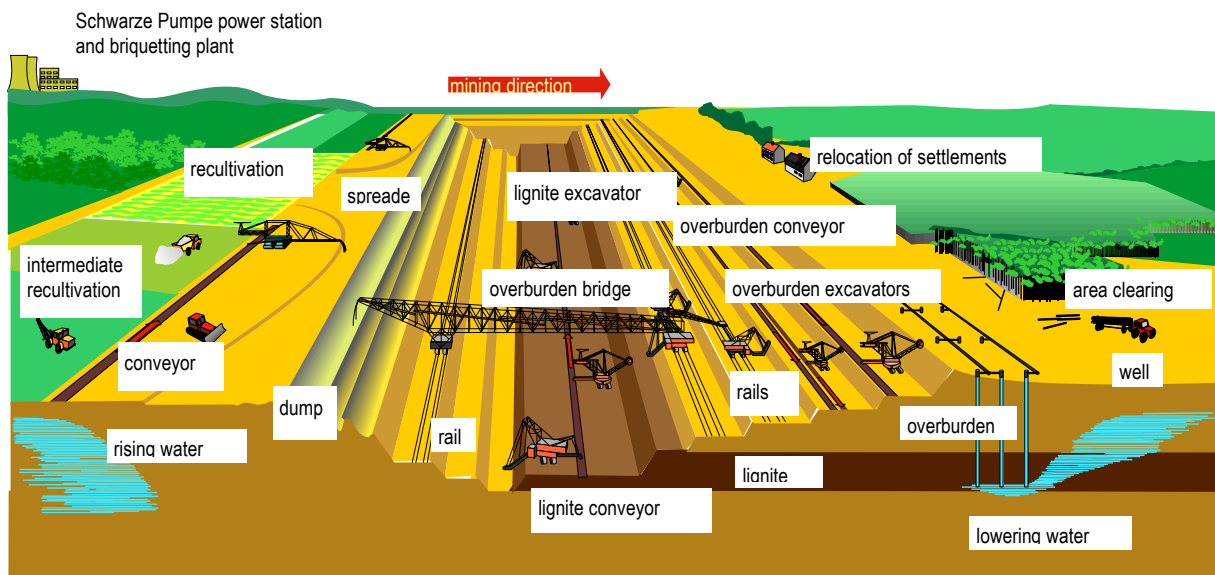


Abb. 7: Prinzipielle Tagebautechnologie in der Lausitz am Beispiel Tagebau Welzow-Süd

Zu unterscheiden sind die folgenden Teiltechnologien:

1. Entwässerung
2. Im Abraumschnitt wird der Abraum in einer Mächtigkeit von bis zu 40 m abgetragen, mit Bandanlagen zum Absetzer transportiert und dort verkippt
3. Die Förderbrücken F60 bewältigen eine Abraummächtigkeit von bis zu 80m. Der Abraum wird über Bandanlagen der Förderbrücke direkt verkippt.
4. Die Kohleförderung erfolgt im freigelegten Kohleflöz unter der F60. Die Kohle wird mit Bandanlagen zu den Lagerplätzen transportiert und von dort erfolgt mit Zugbetrieb die Verteilung zu den entsprechenden Kraftwerken.

Für die Förderprozesse in den 4 Tagebauen der Lausitz steht folgender Gerätebestand zur Verfügung:

- 1 x 34m, 3 x 60m Förderbrücken mit den zufördernden Eimerkettenbaggern
- 5 Bagger, Bandanlagen, 4 Absetzer im Abraumschnitt
- 18 Bagger (Hoch- und Tiefschnitt), Bandanlagen in der Kohleförderung

3.2 Grundsätze der technischen Strategien

Der Weg in die Wettbewerbsfähigkeit der Lausitzer Braunkohle gestaltete sich in zwei grundsätzlichen Etappen:

1. beginnend mit der Wiedervereinigung Deutschlands im Jahr 1990 als Weg in die Marktwirtschaft
2. beginnend mit der Verabschiedung des EnWG 1998 als Weg in den liberalisierten Energiemarkt

Rückblickend kann man sagen – es war eine Herausforderung, ein hoher Anspruch aber es war die Chance, technische Innovationen mit dem Ziel der Kosteneffizienz der Braunkohleförderung in die Prozesse der Entwässerung, der Abraum- und Kohleförderung, des Kohletransportes und des Energieverbrauchs einzubringen. Alle realisierten Maßnahmen mussten folgende unternehmerische Anforderung erfüllen:

- Wirtschaftlichkeit = über einen Zeitraum von 20 Jahren nach einer sehr kurz angesetzten Amortisationszeit mussten die neuen Lösungen kostengünstiger sein, als die bisherigen und damit die Förderung der Tonne Rohbraunkohle billiger machen

So waren die vergangenen 15 Jahre in der Lausitzer Braunkohle durch folgende Richtungen geprägt:

- Anpassung des Gerätebestandes und der –ausrüstung an veränderte Leistungsanforderungen
- Realisierung innovativer technischer Systemlösungen auf höchstem technischen Niveau in allen Fachbereichen
- komplexe Gestaltung von Kommunikationsinfrastrukturen und Prozesstechnik
- Effizienzbewertung der Maßnahmen mit langfristigen Wirkungen auf Kostensenkungen
- Entwicklung und Umsetzung einer effizienten Instandhaltungsstrategie
- Optimierung von Betriebs- und Managementprozessen
- Aufbau eines Technischen Controlling

Heute verfügen die Tagebaue der Lausitz über eine Anlagentechnik auf höchstem technischen Niveau, mit der Produktions- und Betriebsprozesse optimal realisiert werden können.

Der Rahmen dieses Beitrages lässt es nicht zu, die Entwicklungen der vergangenen 15 Jahre im Detail zu präsentieren. Es können nur ausgewählte, grob skizzierte Beispiele aus einem großen Spektrum dargestellt werden.

3.2.1 Zentrale Leit- und Steuerungssysteme

Der Prozess der Braunkohleförderung ist gekennzeichnet durch zahlreiche, im Territorium verteilter Geräte und Anlagen, deren Zusammenwirken vorrangig durch die Fördertechnologie bestimmt wird. In den vergangenen Jahren erfolgte die Realisierung Zentraler Leitstände in allen Tagebaubereichen, in der Entwässerung und im Eisenbahnbetrieb als Bestandteil der komplexen Kommunikationsinfrastruktur in Verbindung mit der Prozesstechnik. Mit dieser Strategie wurden die folgenden Ziele verfolgt und in die Praxis umgesetzt:

- Zentralisierung von Bedien- und Beobachtungsfunktionen der Betriebsführung dezentral verteilter Anlagen
- Erfassung und Visualisierung von Systemzuständen und daraus strukturierte Ableitung von Handlungen im Gesamtzusammenhang des jeweiligen Prozesses
- Optimierung der Datenerfassung und -verarbeitung
- Optimierung des Personaleinsatzes
- Verringerung des Aufwandes für Instandhaltungsmaßnahmen durch Informationen über Stöorzustände und gezielten Einsatz von Instandhaltungspersonal

Grundlegende Voraussetzung für die Funktionalität der zentralen Leitstände war die Sicherung der Datenbasis. Auf den verteilten Anlagen erfolgt durch entsprechende Messtechnik die Aufnahme relevanter Messwerte. Im Feld werden die Daten teilweise vorverarbeitet, über Bus-Systeme und das Weitverkehrsnetz (WAN) bzw. OTN erfolgt die Übertragung zu den jeweiligen Zentralen Leitständen mittels Lichtwellenleiter. Beispielsweise liefern GPS-Erfassung von Geräte-Standorten, Modellierung der geologischen Gegebenheiten zur Kohlequalität und digitale Kippenmodelle zusätzliche Informationen für die Betriebsführung.

In den Leitständen werden die Zustände der Prozesslinien sowohl auf Großbildwänden als auch auf den PC's der Leitstandsfahrer visualisiert, mit technologischen Vorgaben verknüpft und mit Zustandsbewertungen versehen. Auf dieser Basis steuern die Leitstandsfahrer die Prozesslinien.

Abbildung 8 zeigt den Zentralleitstand der Entwässerung. Hier laufen alle Informationen aus den Automatisierungsanlagen in den Pumpenriegeln der Vorfeldentwässerung zusammen, so dass der Leitstandsfahrer über den Zustand der Pumpen, die Wasserpegel, Betriebszustände und Störungen aktuell informiert ist und entsprechende Handlungen veranlassen kann.



Abb. 8 Zentralleitstand der Entwässerung von VE-M

Als weiteres Beispiel zeigt die Abbildung 9 den Leitstand im Zentralstellwerk des Eisenbahnbetriebes. Von diesem steuern der Zentralfahrdienstleiter (Mitte), der Mitarbeiter der Schaltbefehlsstelle (rechts) und der Fachingenieur (links) alle Anlagen des Eisenbahnbetriebes, die über eine territoriale Ausdehnung von ca. 70 x 30 km verteilt sind. Hierzu gehören die dezentralen elektronischen Stellwerke, Weichen, die Signal- und Sicherungsanlagen, die Zugbewegungen und die Stromversorgung (2,4-kV-DC).



Abb. 9 Leitstand des zentralen Eisenbahnbetriebes im elektronischen Zentralstellwerk

Die Leitstände der Tagebaue realisieren die Betriebsführung der Abraum- und Kohlegeräte. Die technologischen Vorgaben sind hinterlegt, die Kohlequalität wird auf der Basis des Qualitätsmodells der Lagerstätte gesteuert. Es bestehen Verbindungen zum Leitstand des Eisenbahnbetriebes, um die Beladung der Züge für die jeweiligen Kraftwerke mit der geforderten Kohlequalität abzusichern. Eine weitere Aufgabe aus dem Spektrum der Tagebau-Leitstände ist die Arbeit mit dem Zentralen Energiemanagement-System, um die Maximalleistungs-Grenze zu sichern (siehe auch Abschnitt 3.2.4).

3.2.2 Diagnosesysteme

Der Instandhaltungsprozess ist ein wesentlicher Bestandteil des Anlagenbetriebes – die Beanspruchungen der Anlagen führen zu Verschleiß und damit zur Notwendigkeit, den erforderlichen Soll-Zustand durch Maßnahmen zu erhalten bzw. wieder her zu stellen. In die Umsetzung effizienter Instandhaltungsstrategien wurde die Realisierung von Diagnosesystemen mit den folgenden Zielen integriert:

- Ausnutzung der Restlebensdauer bei kalkulierbarem Ausfallrisiko
- Optimierung von Wartungs-, Kontroll- und Prüfzyklen nach Beanspruchung
- Vermeidung von Ausfällen und Folgeschäden
- kontinuierliche Bewahrung der anlagentechnischen Substanz
- Sicherung einer optimalen Leistungsdichte bei notwendigem Aufwand
- Verbesserung des Anlagenwissens, Schaffung von Grundlagenwissen

Das Grundprinzip der Diagnosesysteme zeigt die Abb. 10. Erkennbar ist, dass ein enger Zusammenhang zur Entwicklung der Kommunikationsinfrastruktur besteht. Technische Datenerfassung durch Geber und Messtechnik erfolgt unmittelbar an den zu bewertenden Anlagenkomponenten (z.B. Schwingungsdiagnose, Trommelbelagsmessung, Geräuschpegel u.w.). Monitoringsysteme verarbeiten die Messwerte und verknüpfen sie. Die Ergebnisse finden Eingang in die Zustandsdarstellung in den Leitständen, wo entsprechende Fachingenieure Diagnosebewertungen durchführen.

nutzung führt, woraus sehr hohe Beanspruchungen der Anlagenteile resultieren. Die Herausforderung für die Instandhaltung besteht in hohem Maße in der Verhinderung ungeplanter Stillstände. So stellen die Diagnosesysteme einen integralen Teil der Instandhaltungsstrategie dar.

3.2.3 Geregelte Antriebe für Bandanlagen

Im Zuge der anlagentechnischen Innovationen erfuhr vor allem die Antriebstechnik an Bandanlagen gravierende technische Entwicklungssprünge, die in Folge zu Effizienzsteigerungen im Anlagenbetrieb und in der Instandhaltung führten.

Die technische Umsetzung der Umrichterantriebe wurde mit folgenden Zielen auf den Weg gebracht /6/:

- Anpassung der Fördergeschwindigkeit an den Volumenstrom (Reduzierung von Energiebedarf und Verschleiß)
- bessere Beherrschung des dynamischen Verhaltens von Mehrfachantrieben großer Leistung (günstigere Anlagendimensionierung und geringere Dynamik)
- geringere mechanische Beanspruchungen
- Verringerung der Antriebsleistung durch bessere energetische Ausnutzung bzw. bei gleich bleibender Antriebsleistung mögliche Verlängerung der Bandabschnitte zwischen den Antriebsstationen
- Minimierung erforderlicher Heck-Antriebsstationen
- besserer Zugriff auf Anlagenparameter und Statistik durch Nutzung der Infrastruktur (siehe auch 3.2.1 und 3.2.2)

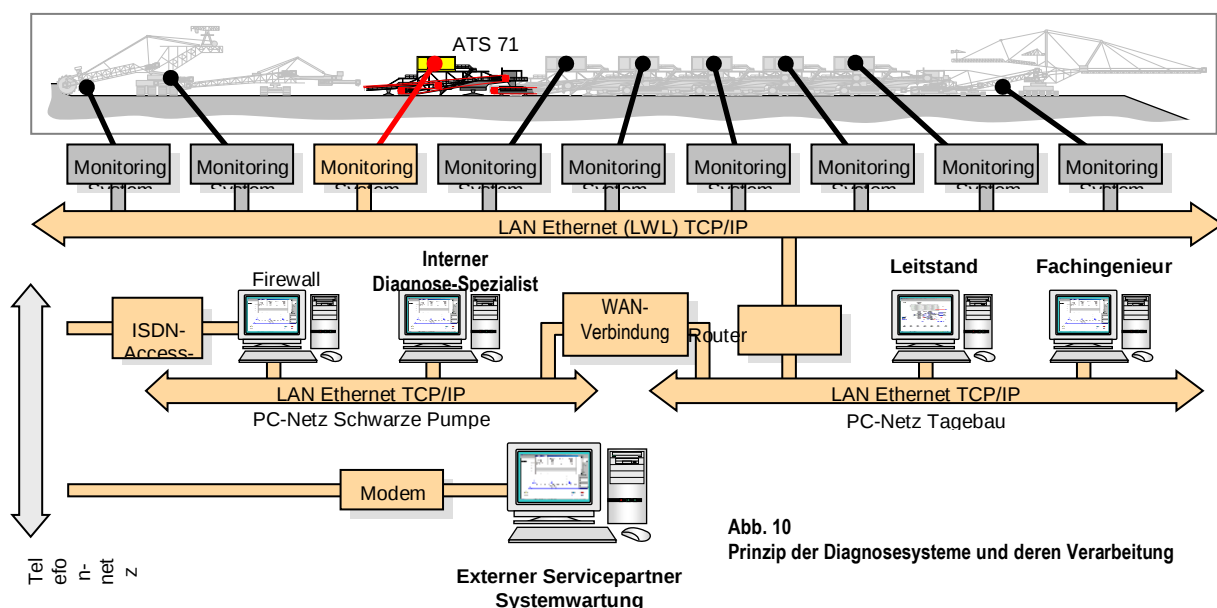


Abb. 10
Prinzip der Diagnosesysteme und deren Verarbeitung

Dort wo die Diagnosedatenerfassung gekoppelt ist mit Bewertungsalgorithmen zum Anlagen-/Komponentenzustand ergibt sich als Effekt, dass Verschleiß- und Alterungsprozesse erfasst werden und gezielt Maßnahmen zur Verhinderung ungeplanter Störungen eingeleitet werden können. So unterstützen diese Systeme die Instandhaltungssteuerung.

Der Anspruch an die Funktionalität solcher Systeme wird zunehmend höher, da die enge Kopplung der Bedarfsanforderung durch die Kraftwerke an die Tagebau-Betriebsführung zu einem sehr hohen Last- und Zeitgrad der Anlagenaus-

- gesicherte, detaillierte Historie als Basis für eine Änderung der Ansätze für die zukünftige Leistungsbestimmung von Gurtförderern.

Heute sind umrichterregelte Bandantriebe nach dem Wirkprinzip aus Abbildung 11 im Niederspannungsbereich (ABB, Siemens) und im Mittelspannungsbereich 6kV (Rockwell Automation) erfolgreich im Einsatz wie die folgende Übersicht realisierter Maßnahmen zeigt:

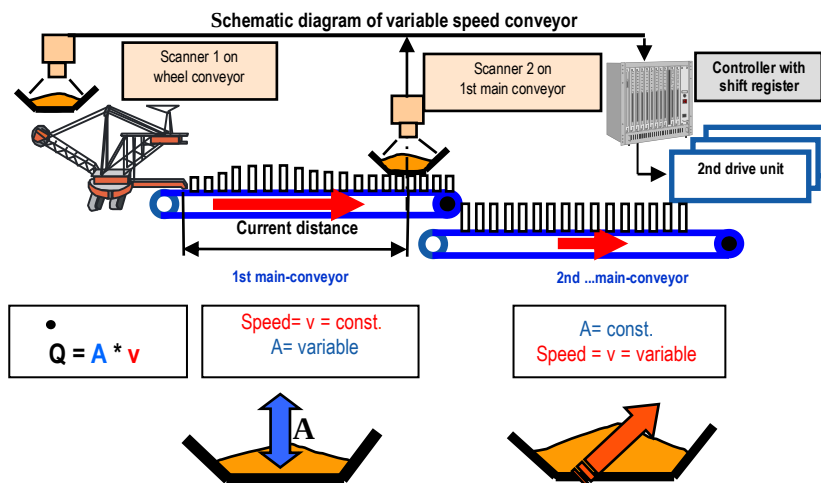


Abb. 11
Prinzip der geregelten Bandantriebe

- 12/97: Neue Kohlebandanlage im Tagebau Nochten als Pilotprojekt in Niederspannungstechnik
- 08/99: Modernisierung der Kohlebandanlage in Welzow-Süd
- 05/00: Neue 2.0 m Abraumbandanlage in Jänschwalde sowie Modernisierung der Kohlebandanlage
- 12/01: Modernisierung der Antriebsstation A203 der Abraumbandanlage in Welzow-Süd mit 3 x 2000 kW Antrieben in 6-kV-Umrichtertechnik
- 02/03: Modernisierung der Antriebsstation A301 der Abraumbandanlage in Welzow-Süd mit 2 x 2000 kW Antrieben in 6-kV-Umrichtertechnik
- 11/03: Modernisation der Antriebsstation A2302 der Abraumbandanlage in Welzow-Süd mit 4 x 2000 kW Antrieben in 6-kV-Umrichtertechnik
- 03/04: Erweiterung mit 1 x 2000 kW für die A301
- 11/05: Antriebsstation A201 der Abraumbandanlage mit 4 x 2000 kW

Mit dieser anlagentechnischen Innovation sind nachhaltige Kostensenkungen vorrangig in zwei Komplexen verbunden:

- Verringerung der Ausrüstungskosten infolge optimierter Anlagendimensionierung
- Reduzierung der Aufwendungen in der Betriebsführung und Instandhaltung.

Bei einem Anteil der Abraumbetriebe von 26% an den Energiekosten und 21% der Instandhaltungsaufwendungen wirken diese Komponenten nachhaltig auf die Effizienz des Förderprozesses als Gesamtheit.

3.2.4 Energiemanagement

Der Energiebedarf der Lausitzer Tagebaue liegt bei ca. 1150 GWh/a bei einer durchschnittlichen Leistungsanspruchnahme zwischen 240-250 MW. Der spezifische Energiebedarf hat eine Größenordnung von 18-20 kWh/t Kohle. Der Energieverbrauch teilt sich wie folgt auf die Betriebsbereiche auf:

33%	Brückenbetriebe
26%	Vorschnittbetriebe
22%	Wasserhebung
13%	Grubenbetriebe
3%	Eisenbahnbetrieb
3%	sonstige

Die Entwicklung der Energiekosten ausgehend vom Start-Jahr der Liberalisierung zeigt die Grafik in Abbildung 12.

Der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten des Unternehmens liegt bei 8-9%. Die Energieeffizienz der Anlagen und ein gezieltes Energiemanagement waren Schwerpunktaufgaben der anlagentechnischen Bereiche.

Kohleförderung, Energieverbrauch und Energiekosten mit Wertdeckung

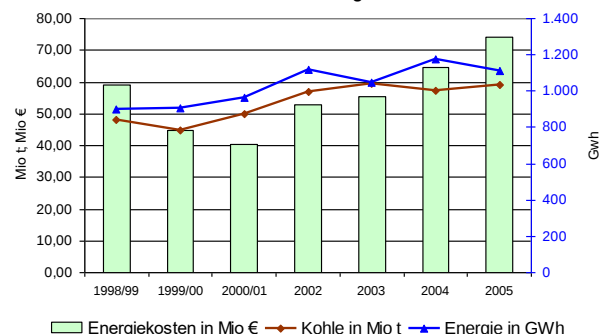


Abb. 12
Entwicklung Energieverbrauch und Energiekosten

Zur Beeinflussung der Energiekosten bestehen zwei grundlegende Möglichkeiten:

1. Optimierung des Energieverbrauches der Anlagen durch entsprechende energieeffiziente Auslegung - Beispiele hierfür sind geregelte Antriebe, Trennebenenoptimierung zwischen Vorschnitt- und Brückenbetrieb
2. Energiemanagement zur Optimierung vertraglich vereinbarter Preiskomponenten
3. Neue Wege der Netznutzung – verhandelter Netzzugang

Grundsätzliche Bestandteile von Energielieferverträge sind der Arbeitspreis €/kWh unterteilt nach Hoch- und Niedertarifzeit, ein Leistungspreis für die im Jahr inanspruchgenommene Maximalleistung $P_{\max}$ €/MW, Grenzwertvereinbarungen mit Toleranzband, Blindleistungsvereinbarungen. Die Netznutzung ist separat vereinbart.

Im Jahr 1997 wurde das erste Zentrale Energiemanagementsystem (ZEMS) in Betrieb genommen. Mit seiner Hilfe wurde die Maximalleistungsanspruchnahme kontrolliert und über die Festlegung einer zulässigen Grenze gesteuert. Es gelang über einen Zeitraum von inzwischen 8 Jahren die Maximalleistung um ca. 25-30 MW unter dem ungesteuerten Wert zu halten, woraus eine nachhaltig wirkende Kosteneinsparung resultierte. Zusätzlich ergaben sich aus der gesteuerten Leistungsfahrweise höhere Benutzungsstunden, was sich positiv auf den Arbeitspreis auswirkte.

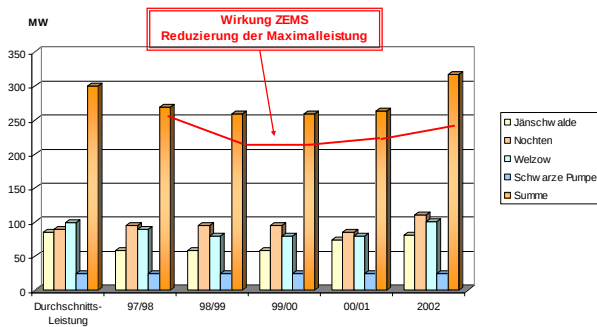


Abb. 13 Wirkungen des ZEMS auf die Maximalleistung

Mit der Neugestaltung der Energielieferverträge ergeben sich neue Herausforderungen zur Optimierung der Energiekosten:

- Fahrplanerstellung Jahr, Monat, Woche, Tag in 1/4-Stunden-Werten
- Neue Strategie Stromeinkauf – Jahresprodukte, Quartalsprodukte, Monatsprodukte
- Beherrschung der Toleranzbandfahrweise für die Maximalleistung – Anpassung der Funktionalitäten des ZEMS

Das Energiemanagementsystem stellt auch unter den veränderten vertraglichen Bedingungen ein entscheidendes Mittel dar, auf die Energiekosten Einfluss zu nehmen. Entscheidend dafür ist auch, dass das Betriebspersonal über die Jahre eine hohe Akzeptanz gegenüber dem ZEMS entwickelt hat und die Kostenwirkungen bekannt sind.

3.3 Kostenwirkungen

An dieser Stelle soll der Kreis zur Wettbewerbsfähigkeit der Braunkohlestromerzeugung geschlossen werden. In der Kette der Energiepreisbildung stellt der Primärenergieträgerpreis ein wichtiges Glied dar. Jede Reduzierung des Wertes „€/t SKE“ trägt zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit bei (siehe Abbildung 14).

Die im Beitrag - nur beispielhaft aus einer Fülle – ausgewählten anlagentechnischen Maßnahmen in der Lausitzer Braunkohle hatten und haben zum Ziel, den Preis der Braunkohle wettbewerbsfähig für die Zukunft zu sichern.

Eine Komponente, die die Effekte anlagentechnischer Entwicklungen widerspiegelt, ist der Instandhaltungsaufwand. Betrachtet man die Aufwandsentwicklung seit der Privatisierung im Jahr 1994 (Bezugsjahr = 100%), so ergibt sich die Grafik in Abbildung 15 [7]. Der prozentualen Darstellung ist der spezifische Wert „€/ t Rohbraunkohle“ hinterlegt. Dieser spezifische Wert beinhaltet alle mechanischen und elektrotechnischen Aufwendungen mit den Anteilen Fremd- und Eigenleistung, Material, Instandhaltungsprojekte.

Als zusätzlicher Maßstab für den Erfolg der realisierten Instandhaltungsstrategie sowie der anlagentechnischen Innovationen kann eine anlagentechnisch bestimmte Störungsquote von nur ca. 1,5% bezogen auf die Betriebszeit gewertet werden.

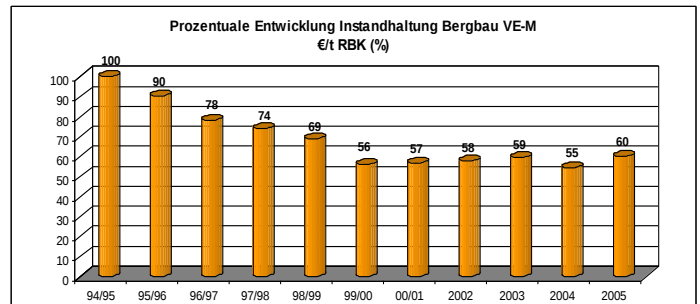


Abb. 15 Entwicklung der spezifischen Instandhaltungs-kosten bei VE-M

Die Reduzierung erfolgte unter den Prämissen der Beibehaltung der Sicherheitsanforderungen, der Sicherung des erhöhten Last- und Zeitgrades für die Gewährleistung des Förderergebnisses und der Varianz der Förderleistungen „Kohle + Abraum“. Diesen Zusammenhang zeigt die Grafik in Abbildung 16 [7] – steigende geförderte Mengeneinheiten (Mio ME) führen nicht zum Anstieg der absoluten Instandhaltungskosten. Die Umsetzung der gezielten anlagentechnischen Strategien ermöglicht eine hohe Instandhaltungseffizienz und wirkt damit nachhaltig auf die Wettbewerbsfähigkeit der Braunkohle im Energiemix.

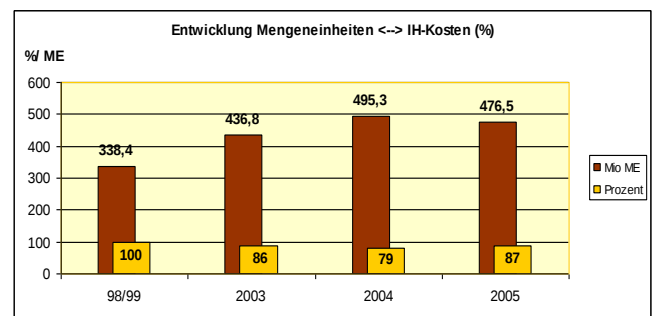


Abb. 16 Instandhaltungskosten und geförderte Mengeneinheiten

Abschließend muss bemerkt werden, dass der Aufwand in Zukunft nicht mehr in diesem hohen Maße reduziert werden kann. Zukünftige anlagentechnische Maßnahmen sind darauf ausgerichtet, den erreichten Wert als planbare Größe zu sichern.

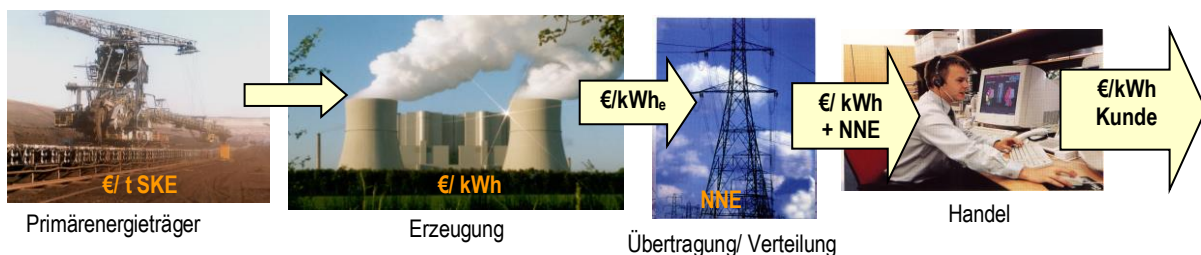


Abb. 14 Die Kette der Energiepreisbildung

4. Zusammenfassung

Der Beitrag stand unter dem Zeichen „paradox“ – Erneuerbare Energien und konventionelle Energieerzeugung aus Braunkohle. Betrachtet man noch einmal das Zieldreieck der deutschen Energiewirtschaft (siehe Abschnitt 2.1), dann kann nach den Ausführungen des Beitrages für die Braunkohle als Primärenergieträger abschließend das folgende Resümee gezogen werden (Abb. 16):

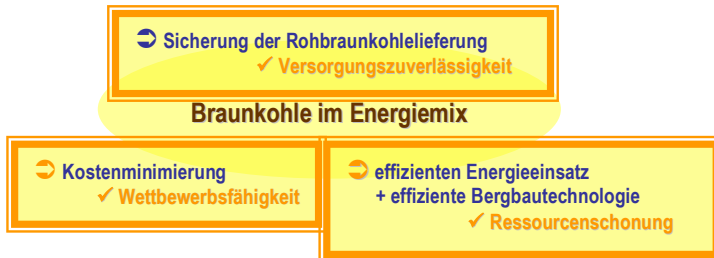


Abb. 16 Braunkohle im Zieldreieck der deutschen Energiewirtschaft

Die in den vergangenen Jahren realisierte Entwicklung der Lausitzer Braunkohletagebaue hat die Voraussetzung geschaffen, auch zukünftig im Energiemix Deutschlands berücksichtigt zu werden. Das ist Verpflichtung, weitere Optimierungsmöglichkeiten zu erschließen – dieses Ziel beschränkt sich natürlich nicht auf die Lausitzer Braunkohle.

Für die Zukunft ist das enge Zusammenwirken aller Beteiligten erforderlich – alle Tagebaureviere in Deutschland und die Kraftwerke, die die Braunkohle zu Elektroenergie veredeln. Die Braunkohleförderung soll so effizient gestaltet werden, dass der Preis pro Tonne/ SKE auch zukünftig spürbar unter dem Wert der Importsteinkohle (Stand 09/06: bei 65€/t SKE /9/) liegt. Die Kraftwerke verfolgen das Ziel, durch hochmoderne Technologien die entsprechende Umweltakzeptanz zu erreichen und so auch zukünftig vor allem die energetische Grundlast im Energiemix zuverlässig und wirtschaftlich zu sichern.

Mit einigen ausgewählten zukunftsweisenden Aktivitäten, die zur Erreichung dieser Ziele bereits heute intensiv betrieben werden, soll dieser Beitrag abgerundet werden:

- Für Anfang November 2006 ist in Magdeburg das „Kolloquium **I**nnovativer **B**ergbau“ (KIB) geplant. Dieses Kolloquium basiert auf gemeinsamen Aktivitäten von RWE, MIBRAG und VE-M unter dem Dach des DEBRIV (Deutscher Braunkohle-Industrie-Verein). Das vereinbarte Hauptziel steht unter dem Motto: Ermittlung von Optimierungsansätzen in enger Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen und der Anlagen-Industrie mit dem erwarteten Effekt: Anstoß für weitere,

bisher noch nicht erschlossene Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen im Langzeitbereich. Es kann davon ausgegangen werden, dass neue technische Lösungen vor allem im Modellierungsbereich, im Stoffhandling, der Prozessoptimierung, Diagnose- und Logistikbereich u.v.m. weitere Bausteine der Wettbewerbsfähigkeit liefern werden.

- Die Verstromung der Braunkohle steht unter dem Druck, den Eckpunkt der „Umweltverträglichkeit“ nicht zu erfüllen. Neue Technologien, Werkstoffentwicklungen, die höhere technologische Parameter zulassen, Filtertechnologien für die Abscheidung der Schadstoffe sind ein Ansatz für Kraftwerkserichter und -betreiber, durch Wirkungsgraderhöhung die Umweltverträglichkeit zu verbessern. Aber der CO₂-Ausstoß aus dem Verbrennungsprozess wird sich nicht 100%-ig vermeiden lassen. Vattenfall Generation und auch RWE gehen Wege, CO₂-freie Kraftwerke zu planen und als Pilot- bzw. Demonstrationsanlagen zu testen. Ziel ist die komplette Abscheidung des CO₂ aus dem Prozess mit anschließender Lagerung (CCS-Prozess).

Diese Bemühungen werden dazu beitragen, Braunkohlenstrom auch in Zukunft wettbewerbsfähig und zuverlässig zur Verfügung zu stellen – auch wenn die Umweltverträglichkeit teilweise ein Kompromiss bleiben muss.

Literaturquellen

- /1/ „Energieversorgung in Deutschland“, Statusbericht zum Energiegipfel am 03.04.2006, BMU.
- /2/ „Analyse der energiewirtschaftlichen Situation 2005 in Deutschland“, Dr. rer. oec., Ing. D. Ufer, 15. Zittauer Seminar, 26.-28.09.2005.
- /3/ Statistiken des BMWi, Prognos und DEBRIV.
- /4/ WindEnergy-Study 2006 – Assessment of the Wind Energy Market until 2014.
- /5/ DEWI (Deutsches Windenergie-Institut GmbH)-Magazin Nr. 28, Februar 2006.
- /6/ Dr. Frank Petrich, Vortrag auf der Automation-Fair 2005, St. Louis.
- /7/ Technische Jahresberichte Vattenfall Europe Mining AG.
- /8/ Dr. Kathrin Lehmann, EDMlive 2004, Vortrag „Selbst agieren: Mit Hilfe von EDM vom Energiekunden zum aktiven Marktteilnehmer“.
- /9/ Statistik der Kohlenwirtschaft e.V., Angaben Stand 08/2006.