

# Schlüsselfaktor Innovation im Energiebereich

Priv.-Doz. Dr.-Ing. Udo Brockmeier,  
Vorsitzender des Vorstands der EnBW Kraftwerke AG

Effiziente Stromerzeugung und –nutzung im Kontext von Klimaschutz und Nachhaltigkeit – der Titel unseres Themenblocks innerhalb der Jahrestagung „Stromeffizienz 2005“ fokussiert den Blick auf die Rolle der Stromwirtschaft innerhalb der Energiewirtschaft.

Der Energiehunger der Welt stieg im Jahr 2004 mit einem Verbrauch von 10,2 Mrd. Tonnen Öleinheiten auf einen historischen Höchststand. Davon entfielen knapp 37 % auf Öl, 27 % auf Kohle, 24 % auf Erdgas und je 6 % auf die kohlenstofffreien Primärenergieträger Kernenergie und Wasserkraft. Inzwischen hat China einen Anteil von knapp 14 % am Weltenergiebedarf und liegt damit hinter den USA mit knapp 23 % an zweiter Stelle [1].

10,2 Mrd. Tonnen Öleinheiten, das sind umgerechnet rund 120.000 TWh. Der Anteil, der daraus für die Stromproduktion verbraucht wird, liegt heute bei 45.000 TWh, d. h. bei über einem Drittel. Der Beitrag der Kohlenstofffreien Wasserkraft und Kernenergie an der Weltstromproduktion liegt bei je ca. 19 %. Der Beitrag auf Basis von Kohle, Öl und Erdgas bei 62 %, worin wiederum Kohle mit ca. 35 %-Punkten den größten Anteil hat [2]. Die Gesamtstromproduktion liegt bei ca. 15.000 TWh, d. h. grob einem Drittel der eingesetzten 45.000 TWh. Definiert man auf dieser Basis das Kriterium Stromeffizienz, so liegt diese weltweit bei 33 %.

Wie sehen im Vergleich dazu die Zahlen in Deutschland aus?

Der Primärenergieverbrauch liegt in Deutschland heute bei ca. 4.000 TWh, davon werden ca. 1.500 TWh für die Stromproduktion aufgewendet. Der Bruttostromverbrauch liegt bei rund 600 TWh. Dabei basiert die Produktion prozentual mit 39 % in der gleichen Größenordnung wie weltweit auf den Kohlenstofffreien, allerdings hier mit einem überwiegenden Teil von 29 %-Punkten auf Basis Kernenergie plus 10 %-Punkten je ca. zur Hälfte auf Basis Wasserkraft und Wind. Die Stromeffizienz liegt mit ca. 40 % deutlich über dem Weltniveau.

Dabei setzt sich der Trend fort, dass bei ansteigendem Bruttoinlandsprodukt der Primärenergieverbrauch sich entkoppelt nahezu konstant verhält, während der Bruttostromverbrauch eher eng gekoppelt an das BIP ansteigt. Dies allerdings mit stetig sinkender Stromintensität (Bruttostromverbrauch pro 1.000 € BIP), so gemessen an 1990 rund 10 % Reduktion auf einen Wert von 300 kWh/1.000 € BIP im Jahr 2004.

Prognosen der Entwicklung des Weltenergiebedarfs gehen von einem starken Anstieg bis in die Mitte des Jahrhunderts aus. Verschiedene Szenarien gehen bis zum Jahr 2030 von einem Anstieg von 50 % aus und dies bei einem voraussichtlich überproportionalen Anstieg des Anteils an fossilen Energieträgern um fast den Faktor 2 gegenüber dem heutigen Stand [3].

Ein Blick auf China verdeutlicht den Trend. Im Jahr 2003 lag der Primärenergieeinsatz Chinas bei ca. 14.000 TWh, davon 2/3 auf Basis Kohle und knapp 8 % auf Basis der Kohlenstofffreien Kernenergie, Wasser und Wind. Je nach dem in welchem Maße das Wirtschaftswachstum der letzten Jahre fortgeschrieben wird, prognostizieren aktuelle

Szenarien einen Zuwachs des Primärenergieeinsatzes auf 25.000 bis 37.000 TWh im Jahr 2020. Die verfügbare Kraftwerksleistung lag 2003 bei 400 GW mit einem Anteil thermischer Kraftwerke vor allem auf Kohlebasis von über 80 %.

In dem von der chinesischen Regierung angestrebtem Erzeugungsmix für das Jahr 2020 haben Kohlekraftwerke bei leicht rückläufiger Tendenz mit 560 GW noch einen Anteil von 63 % an der installierten Leistung, erneuerbare Energien und Kernenergie je einen Anteil in der Größenordnung von 12 - 14 %.

Trotz der erheblichen relativen Zuwächse der CO<sub>2</sub>-freien Stromerzeugung mit einer Verdoppelung der Wasserkraft, einer Versiebenfachung der Kernenergie und einer Vervierzigfachung bei Wind und Biomasse verbleibt absolut gesehen der Hauptbeitrag des Zuwachses in China bei der Kohleverstromung [1].

Weltweit wird denn auch mit einem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emission von heute 26 Mrd. Jahrestonnen auf 39 Mrd. Jahrestonnen bis zum Jahr 2030 ausgegangen [3]. Unbeschadet der bedeutenden Rolle, die der Kernenergie und dem Ausbau der Erneuerbaren in der globalen Klimavorsorge zukommt, liegt ein Schlüssel für eine effiziente Stromerzeugung im Kontext von Klimaschutz und Nachhaltigkeit in der Technologie zur CO<sub>2</sub>-Minderung bei den fossilen Energieträgern und hier insbesondere der Kohle. Hier sehen wir zwei Strategielinien wie sie u. a. auch im 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung aufgezeigt werden [4]: die Strategielinie Energieeffizienz und die Strategielinie CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Speicherung. Letztere beschreitet technologisches Neuland mit unterschiedlichen Entwicklungslinien entweder über eine Abtrennung des CO<sub>2</sub> am Rauchgasende oder über die Kohlevergasung bereits vor der Verbrennung. Gemein ist beiden Entwicklungslinien die Problematik der sicheren Speicherung des abgetrennten CO<sub>2</sub> in geologischen Strukturen oder in der Tiefsee. Hinzu kommen die erheblichen Aufwendungen im Aufbau einer entsprechenden CO<sub>2</sub>-Transportlogistik sowie der Eigenbedarf des Abtrennungsprozesses mit Wirkungsgradeinbußen für den Gesamtumwandlungsprozess im Kohlekraftwerk von 10 - 15 %-Punkten bei entsprechender Belastung der Primärenergieressourcen.

Die Strategielinie Energieeffizienz verfolgt daher die Schaffung einer unabdingbaren Randbedingung auf dem Weg zum Fernziel CO<sub>2</sub>-freies Kohlekraftwerk. Sie führt zudem über den Pfad des technologisch Bekannten. Ziel ist zunächst das Überschreiten der 50 %-Wirkungsgrad-„Schallmauer“ bei kohlestaubgefeuerten Kraftwerken mit überkritischen Dampfparametern von 700/720°C und 350 bar. Bei weitgehend bekannter Technik liegt die Herausforderung vor allem in der Entwicklung von Nickelbasis-Werkstoffen für die hochbelasteten Kraftwerkskomponenten. Die Komponententestanlage COMTES700 im Kraftwerk Scholven soll im Rahmen eines aus Mitteln des Forschungsfonds für Kohle und Stahl der Europäischen Union geförderten Projekts die Eignung dieser Werkstoffe für die Kraftwerke der nächsten Generation nachweisen. Erste wesentliche Erkenntnisse aus dieser gemeinsamen Initiative europäischer Energieversorger und Anlagenhersteller werden bereits Mitte 2007 erwartet.

Effizienzsteigerung in Kohlekraftwerken; dieser Weg erschließt kurz- und mittelfristig das größte Potenzial zur globalen CO<sub>2</sub>-Minderung in der Stromerzeugung. Dabei liegen die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten deutlich unterhalb derer erneuerbarer Energien. Schon der konsequente weltweite Ersatz nur der über 20jährigen Kohlekraftwerke mit ihrem Durchschnittswirkungsgrad von 29 % durch solche mit der bereits zur Verfügung stehenden 600/620°C-Technologie führt zu einer Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der

Kohleverstromung von derzeit 6 Mrd. Jahrestonnen um 23 %. Allein diese Minderung entspräche 75 % des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes des europäischen Straßenverkehrs [5]. Die deutsche Stromwirtschaft ist daher aufgerufen, mit der Forcierung eines 700°C-Pilotprojekts in die Effizienzoffensive bei der Stromerzeugung aus Kohle zu gehen.

Die Bundesregierung hat im Jahr 2004 die EnBW zum „Partner für Innovation für den Bereich Energie“ ernannt. Unter Führung der EnBW erarbeiten die im „Impulskreis Energie“ zusammengeschlossenen Firmen, Forschungseinrichtungen und Regierungsstellen innovative interdisziplinäre Ansätze im Bereich Energieeffizienz. Die Anlagenhersteller sind vertreten durch die Siemens AG Power Generation und Power Transmission and Distribution, ALSTOM Power AG und General Electric (GE) Deutschland Power Systems, die Elektrizitätswirtschaft durch die Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) und RWE Fuel Cells GmbH. Zudem wird die Energiewirtschaft in einem gesonderten Kreis ständig in die Arbeit einbezogen. Mitglieder sind neben den Vertretern der vier großen EVUs auch der VDEW. Für die Energiedienstleister ist STEAG Energie Contracting GmbH dabei, für die Intermediäre die Deutsche Energieagentur (dena) sowie der Fachverband für Energie-Marketing und Anwendung (HEA) e.V. beim VDEW. Die Interessen der Arbeitnehmer werden gewahrt durch die Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie und Energie (IGBC) sowie die Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft (ver.di). Für die Politik nehmen Vertreter des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA), des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) als Gäste teil. Die Wissenschaft ist vertreten durch den Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik der Universität München, die Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE), das Institut für Energetik und Umwelt GmbH, das Centre of Energy Policy and Economics (CEPE) der ETH Zürich sowie die Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren Instituten für Bauphysik (IBP), für Solare Energiesysteme (ISE) sowie für System- und Innovationsforschung (ISI). Letzteres übernahm auch die wissenschaftliche Begleitung des Impulskreises. Der Impulskreis Energie hat in der Zwischenzeit knapp zwei Dutzend Pilotprojekte entwickelt, darunter vier Leuchtturmprojekte zu den Themenbereichen Energieeffizienz, Wissensmanagement und Förderung erneuerbarer Energien [6]. Der Erfolg dieser Projekte hat zu der Entscheidung geführt auch der neuen Bundesregierung den Vorschlag zu unterbreiten, das Programm fortzuführen.

Mit „EnBW EnyCity“, der Energiestadt der Zukunft hat EnBW darüber hinaus einen weiter greifenden Beitrag vorgestellt, mit dem deutsche Spitzentechnologien aus dem Energiesektor einen weltweiten Exportverbund eingehen sollen. Mit der gebündelten Kompetenz der Kraftwerksbauer und der Energielieferanten, der Ingenieure und der Wissenschaftler wird das Potenzial für eine Effizienzoffensive in der Strom- und Energienutzung aufgezeigt. „EnBW EnyCity“ ist die Referenz für eine Energiestadt der Zukunft, in der die bereits heute vorhandenen Spitzentechnologien in den einschlägigen Technologiefeldern modulartig zu städtischen Gesamtsystemen kombiniert werden, um Energie optimal zu erzeugen, einzusetzen und maximal effizient zu nutzen [6].

„EnBW EnyCity“ verknüpft dabei drei wesentliche Ziele. Zum einen soll das in Deutschland entwickelte Energie-Know-How exportiert werden, um einen Beitrag zu einer globalen, nachhaltigen Energiepolitik zu liefern. Für die deutsche Wirtschaft kann der Export im Verbund mit einem gemeinsamen starken Kompetenzbereich ein nachhaltiges Wachstum

und außerdem wichtige Beschäftigungsimpulse für den Standort Deutschland ermöglichen. Und nicht zuletzt kann diese große gemeinsame Maßnahme ein neues Bewusstsein für die Innovationspotenziale in Deutschland schaffen.

Der Ansatzpunkt ist dabei sehr konkret. In Asien, insbesondere in China, expandieren die urbanen Gebiete in für Europa unvorstellbarer Geschwindigkeit; Städte mit 500.000 bis 1 Mio. Einwohnern werden praktisch am Reißbrett entwickelt. Hier besteht eine sehr große Chance, nachhaltige Strukturen bzgl. Energiebedarf, Wasserbedarf und Entsorgung von Abfallstoffen und Abwasser herzustellen, für die sich ansonsten erst nach vielen Jahrzehnten der Re-Investitionszyklen eine weitere Chance zu nachhaltigen Infrastrukturen ergäbe.

Die Innovation liegt hier insbesondere in der konsequenten Vernetzung vorhandener Kompetenzpotenziale in Deutschland und den jeweiligen asiatischen Regionen. Ein Konsortium deutscher Unternehmen, unterstützt durch die Bundesregierung, könnte dieses komplexe Produkt zum Exportschlager für attraktive Märkte entwickeln. China mit seinen zurzeit schon gewaltigen Agglomerationen und seinen schnell wachsenden Bedürfnissen, einem riesigen Energiehunger und Infrastrukturbedarf lädt zu einem solchen innovativen Mix deutscher Spitzentechnologie ein. Ersten Schätzungen zufolge bietet ein Neusiedlungsvolumen für ca. 1 Mio. Einwohner hierfür Investitionspotenziale von ca. 3 Mrd. Euro. Die daraus folgenden Exportpotenziale für die deutsche Industrie werden deutlich, wenn man nur die Entwicklung im Großraum Shanghai betrachtet, wo derzeit allein neun Satellitenstädte von entsprechender Größe entstehen.

Seit Anfang dieses Jahres arbeitet ein Projektteam aus Ingenieuren und Wirtschaftsexperten an einer technischen und wirtschaftlichen Machbarkeitsstudie der EnBW EnyCity. Belegen die Ergebnisse dieser Studie eine ausreichende Wirtschaftlichkeit, kann schon in einigen Monaten der nächste Schritt gegangen werden: die Auswahl der ersten Energiestadt der Zukunft.

Der Impulskreis legt auch der neuen Bundesregierung und interessierten Unternehmen in der Wirtschaft nahe, diese Idee der EnBW EnyCity aufzugreifen und gemeinsam mit Mitgliedern des Impulskreises weiter zu verfolgen.

In der Rückführung auf unseren Ausgangspunkt im heutigen Themenblock „Effiziente Stromerzeugung und –nutzung im Kontext von Klimaschutz und Nachhaltigkeit“ abschließend fünf Thesen zum Schlüsselfaktor Innovation im Energiebereich:

- Weitreichende Auswirkungen anthropogener CO<sub>2</sub>-Emissionen auf das Weltklima sind inzwischen weitestgehender Konsens unter Klimaforschern.
- Die globale Dimension des Problems erfordert Lösungsansätze in technologischer wie finanzieller Hinsicht aus globalem Blickwinkel. Der Zeitdruck erfordert die Konzentration auf die effizientesten wie kostengünstigsten Lösungsansätze.
- Innovationen entstehend aus einer interdisziplinären Bündelung von Wissen sind der Schlüssel für Effizienzsteigerungen in der Energieerzeugung wie in der Energienutzung.
- Effizienzoffensiven haben ein Marktpotenzial.
- Es ist Aufgabe der deutschen Energiewirtschaft, dieses Marktpotenzial zu erschließen.

## Referenzen

- [1] Energiewirtschaftliche Tagesfragen 55. Jg. (2005) Heft 8
- [2] International Energy Outlook 2003-IEA
- [3] International Energy Agency, VGB Congress Power Plants 2005
- [4] Innovation und neue Energietechnologien; Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung, BMWA, 2005
- [5] VGB Power Tech 4/2005
- [6] Energiezukunft, Innovationsbericht der EnBW 2005