



## **Innovation und Nachhaltigkeit in der Energieversorgung und -anwendung** Das Energiebild Deutschlands im Jahr 2030

### **Ausgangslage und Aufgabe**

Energie ist lebensnotwendig und bildet eine grundlegende Basis für eine wettbewerbsfähige Wirtschaft und eine positive gesellschaftliche Entwicklung insgesamt.

Das Leitbild einer „Nachhaltigen Entwicklung“, das mit dem Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung - nach ihrer Vorsitzenden auch Brundtland-Kommission genannt - „Unsere gemeinsame Zukunft“ im Jahr 1987 Eingang in die entwicklungspolitische Diskussion gefunden hat, scheint geeignet, Orientierungen über das zukünftige Energiebild Deutschlands zu geben.

Nachhaltig ist eine Entwicklung, die eine Verbesserung der ökonomischen und sozialen Lebensbedingungen aller heute und zukünftig lebenden Menschen mit der langfristigen Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen in Einklang bringt. Das bedeutet, dass in ihrer Umsetzung die Aspekte der Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Sozialverträglichkeit miteinander in Einklang zu bringen sind.

Auf dem Gebiet der Kraftwerkstechnik stehen auf Grund der Altersstruktur sowohl in Deutschland als auch in Europa umfassende Ersatzinvestitionen an. Die weitere Nutzung der Windenergie auf See erweitert das Potenzial, ist aber mit einem höheren Kapitaleinsatz als bisher verbunden und erfordert eine neue technische Generation von Windenergieanlagen.

Der Beschluss Kernenergie auslaufen zu lassen, trägt nicht den technisch möglichen längeren Betriebsdauern bei niedrigen Stromerzeugungskosten Rechnung. Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Kernenergie mit veränderter Sicherheitsphilosophie werden im Ausland vorangetrieben und in die Praxis umgesetzt.

Die steigende Nachfrage nach Energie auf den Weltmärkten erhöht die Preise. Zunehmend wird die Importabhängigkeit der Energieversorgung, insbesondere bei Öl aus politisch unsicheren Regionen, zu einem nationalen und europäischen Problem.

Der veränderte Rechtsrahmen für die leitungsgebundene Energiewirtschaft im liberalisierten Markt führt einerseits zu Wettbewerb, schließt aber andererseits eine Konzentration der Anbieter von Elektrizität und Gas nicht aus.

Internationale Verpflichtungen, z.B. aus dem Kyoto Protokoll zur Minderung der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen, vermindern die Wettbewerbsfähigkeit fossiler Energieträger wie Kohle, Öl und Gas, bieten aber auch Chancen, die Energieeffizienz noch weiter zu verbessern.

Energieversorgung und -anwendung sind seit Langem durch einen stetigen Trend zur energieeffizienteren Umwandlung bei geringeren Emissionen und zur Entwicklung neuer Technik gekennzeichnet.

Deutschland verfügt über eine umfangreiche und fortschrittliche Technologiepalette mit einem breiten Mix verschiedener Energieträger zur Bereitstellung von Strom und Wärme oder zur Einsparung von Energie. Die weltweit effizientesten Kraftwerke, die am weitesten entwickelten Windenergieanlagen und die Kernkraftwerke mit dem höchsten Sicherheits- und Verfügbarkeitsstandard laufen in Deutschland.

Die Qualifikation von deutschen Technikern und Ingenieuren genießt international hohes Ansehen.

Mehr als 11.000 Fachleute aller Gebiete der Energietechnik und Energiewirtschaft bilden die Gesellschaft Energietechnik im VDI. Sie vertreten als Personen keine Einzelinteressen von Unternehmen oder Energieträgern, sondern fühlen sich als Sprecher der Technik für die Mitgestaltung der zukünftigen Energieversorgung verantwortlich. Trotz ihrer unterschiedlichen Ansichten sind sie auf Grund ihres Sachverstandes der Meinung, dass in den nächsten fünf Jahren die nachfolgenden beschriebenen Weichenstellungen in Energiepolitik und -wirtschaft vorgenommen werden müssen.

Entscheidungen im Energiebereich, insbesondere in der Energiebereitstellung, sind durch ihre Langfristigkeit gegenüber anderen Investitionsentscheidungen gekennzeichnet. Es handelt sich um kapitalintensive Anlagen mit langer technisch möglicher Lebensdauer. Deshalb erfordert die Energieversorgung ein hohes Maß an gesellschaftlicher Akzeptanz.

Um Entscheidungsnotwendigkeiten zu erkennen, ist es von Nutzen, ausgehend von der derzeitigen Situation, ein Bild der längerfristigen Energieversorgung zu entwerfen.

## **Das heutige Bild**

Die derzeitige Energieversorgung wird wie folgt beurteilt:

? Mineralöl und Erdgas haben einen hohen Stellenwert vor allem im Wärmemarkt, Mineralöl ist Hauptenergieträger im Verkehrsbereich, zunehmend wird Erdgas zur Stromerzeugung in hoch effizienten Kombianlagen mit Wirkungsgraden nahe 60% verwendet. Damit ist eine Zunahme der Importabhängigkeit verbunden.

? Kohle sichert als Energieträger in der Stromerzeugung eine weitgehende Importunabhängigkeit, trägt aber wesentlich zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Die Verstromung heimischer Braunkohle ist in hohem Maße wirtschaftlich. Mit der entwickelten Technik zur Stromerzeugung ist Deutschland Weltmarktführer. Die Akzeptanz der Kohlenutzung ist aber nicht immer gegeben. Für die Ingenieure besteht die Aufgabe, die Kohlenutzung noch umweltfreundlicher zu gestalten. Ein Baustein auf dem Weg dahin ist beispielsweise die erarbeitete Konzeptstudie zum Steinkohlen-Referenz-Kraftwerk Nordrhein-Westfalen.

? Erneuerbare Energien wie Windkraft und Biomasse unterstützen zunehmend die Energieversorgung. Während ihr Nutzen für die Importunabhängigkeit und Umweltfreundlichkeit unumstritten ist, gibt es zunehmend Bedenken hinsichtlich der volkswirtschaftlichen Auswirkungen der eingeführten Fördermechanismen. Für die Ingenieure besteht die Aufgabe weitere Entwicklungen voranzutreiben, die die Kosten für die Nutzung erneuerbarer Energien senken.

? Kernenergie sichert ein Drittel der elektrischen Energieversorgung, vor allem im Grundlastbereich. Deutschland verfügt derzeit über die weltweit effizientesten und sichersten kerntechnischen Anlagen, aber auf Grund starker Verunsicherungen in der Bevölkerung besteht zu wenig Akzeptanz zur Nutzung dieses Energieträgers.

## **Das Bild im Jahr 2030**

Die VDI-Mitglieder der Gesellschaft Energietechnik haben sich die Aufgabe gestellt, ein Bild der Energieversorgung für die nächsten 25 Jahre bis etwa 2030 zu entwerfen.

Für diesen Zeitraum ist von folgenden Fakten und Notwendigkeiten auszugehen

- Der Weltenergieverbrauch und die Nachfrage nach Primärenergie nehmen zu.
- Der Ausgleich zwischen armen und reichen Ländern - auch bei Energie - ist ethisch geboten.

- Es ist erklärtes Ziel der Politik in Europa und Deutschland CO<sub>2</sub>-Emissionen zu mindern und eine bewusste Umweltpolitik zu verfolgen.
- Der Wirtschaftsstandort Deutschland muss im internationalen Wettbewerb durch wettbewerbsfähige Energiepreise gesichert werden.
- Energie (in Form von ausreichenden Ressourcen und Anlagen) soll sicher und darüber hinaus preiswert zur Verfügung gestellt werden;
- Eine aktive Forschungs- und Entwicklungspolitik und verstärkte Anstrengungen für die Ausbildung von zukünftigen Energieingenieuren sind notwendig
- Um keine zukünftige Option und Entscheidungsmöglichkeit aus der Hand zu geben, ist eine aktive Forschungs- und Entwicklungspolitik, verbunden mit verstärkten Anstrengungen für die Ausbildung von Fachleuten notwendig.

Die demografische Struktur, die weitere Zunahme der Energieeffizienz und die gewünschte wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit des Industriestandortes Deutschland lassen für das Jahr 2030 einen Primärenergieverbrauch erwarten, der in der Summe der Einflüsse leicht unter dem heutigen liegen wird.

Auch in 25 Jahren werden Kohle, Öl und Gas noch einen wesentlichen Teil der Energieversorgung decken müssen. Wegen steigender Preise durch weltweite Nachfragen werden die Anteile von Mineralöl und Erdgas gegenüber heute etwas abnehmen. Dafür werden im Wärmemarkt mehr regenerative Energieträger wie Biomasse, oberflächennahe geothermische Energie (Wärmepumpen) sowie solarthermische Energie Bedeutung erlangen. Der Anteil der Fern- und Nahwärmeversorgung in Kraft-Wärme-Kopplung wird sich erhöhen. Das Energieeinsparpotenzial durch eine verbesserte Wärmedämmung der Gebäude wird - auch unter dem Aspekt zunehmender Energiepreise - weiter erschlossen und den Raumwärmebedarf nennenswert senken.

Im Verkehrsbereich nehmen Biokraftstoffe und synthetische Kraftstoffe zu, der Anteil des Mineralöls wird geringer, Erdgas wird stärker genutzt. Verbesserte Motoren werden den Energieaufwand im Verkehrsbereich senken, die Fahr- und Transportleistungen nehmen dagegen zu.

Die Energiepreissteigerung wird in allen Bereichen die rationelle Energienutzung und Energieeffizienz fördern.

Besondere Bedeutung kommt dem Elektrizitätssektor zu, da hier 2/3 der bestehenden Infrastruktur altersbedingt erneuert werden muss, deren Lebensdauer gegenüber dem Wärmemarkt in vielen Fällen wesentlich länger ist. Kohle wird auch in Folge der Nutzung einheimischer Braunkohle in 25 Jahren einen mit heute vergleichbaren Anteil an der Stromerzeugung haben. Kernenergie wird im Strommix erhalten bleiben. Nach der Laufzeitverlängerung noch technisch junger Anlagen, wird es zu einem altersbedingten Ersatz von Kernenergieanlagen durch Neuanlagen mit innovativer Sicherheitstechnik kommen. Bei gleichzeitiger Notwendigkeit zukünftig geeignete Finanzierungsinstrumente zu finden, werden erneuerbare Energien zunehmend ausgebaut. Große Beiträge können insbesondere durch den Windenergieausbau auf See bei gleichzeitigem Ausbau des elektrischen Netzes erbracht werden.

Die Technik im Jahr 2030 ist gekennzeichnet durch CO<sub>2</sub>-arme Kohle- und Gaskraftwerke mit hohem Wirkungsgrad, effiziente Windkraftanlagen mit geringeren Stromgestehungskosten als heute, Verbrennungsanlagen für biogene Brennstoffe, durch Kernenergieanlagen wie dem Europäischen Druckwasserreaktor (derzeit in Finnland im Bau), bei dem die Auswirkungen einer eventuellen Kernschmelze auf das Reaktorgebäude begrenzt sind.

Die Internationalisierung von Politik und Wirtschaft wird nationale Entscheidungsspielräume immer mehr einengen: Der politisch gewollte Ausschluss einzelner Energieträger oder Technologien wird nicht mehr möglich sein.

### **Ständiges Monitoring (Meilensteine) auf dem Weg nach 2030**

Divergierende Interessenslagen hinsichtlich Umweltverträglichkeit einerseits und Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit andererseits machen ein technisches Monitoring (technology assessment, life cycle analysis) von Energiesystemen erforderlich, um Bewertungen vornehmen und Richtungsentscheidungen auf dem Weg nach 2030 treffen zu können.

Daher ist ein ständiges Überprüfen des erreichten Standes notwendig, um das Energiebild 2030 zu implementieren. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei folgenden Sachverhalten zu schenken:

- Wie entwickeln sich die Energiepreise in Zukunft international? Zeichnet sich ein Hochpreisszenario ab oder ist mit einer moderaten Entwicklung zu rechnen?

- Gelingt die Einbindung der Windenergie in das Versorgungssystem durch Ausbau und Verstärkung der elektrischen Netze? Ohne Netzausbau gibt es keinen Ausbau der Windenergienutzung.
- Wird die Nutzung von Kohle und insbesondere der Kernenergie in der Öffentlichkeit akzeptiert?
- Wie entwickelt sich die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft international? Gibt es signifikante Preisunterschiede bei der Energiebereitstellung? Nur wenn diese Entwicklungen positiv verlaufen, gibt es weitere Spielräume für die Markteinführung neuer, zur betrachteten Zeit noch unwirtschaftlicher Technologien.
- Wie entwickeln sich die Kosten der Strom- und Wärmebereitstellung durch erneuerbare Energien? Werden die Kostensenkungspotenziale bei der Windenergie-, Solarthermie- und Biomassenutzung erschlossen oder lässt die Forschung und Entwicklung weitere Kostenreduktionen bei anderen Energietechnologien zu, z.B. bei der Photovoltaik oder bei der Tiefengeothermie?
- Wie entwickeln sich die internationalen Bestrebungen, CO<sub>2</sub> in der Energieversorgung zu mindern und wie beeinflusst der Zertifikatehandel die Kosten? Ein höherer Druck führt zur verstärkten Einführung CO<sub>2</sub>-armer Technologien und zu weiteren Energiesparmaßnahmen.

### **Handlungsbedarf in den nächsten fünf Jahren**

Vor dem Hintergrund des skizzierten Energiebildes für die Zukunft sind in den nächsten fünf Jahren folgende Weichenstellungen zu treffen:

1. Verstärkung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Energiegebiet, damit Deutschland im internationalen Maßstab wieder anschließt. Hier wird insbesondere auf das Thesenpapier der VDI-GET zur Energieforschung vom Herbst 2004 verwiesen.
2. Intensivere Mitarbeit in internationalen Forschungsgremien, auch wieder auf dem Gebiet der Kernenergie.
3. Verstärkte Bemühungen ingenieur- und naturwissenschaftliche Ausbildung jungen Menschen nahe zu bringen, um ausreichendes Know-how zur Sicherung des Wirtschaftsstandortes Deutschlands auf dem Energiegebiet zu haben.
4. Ausweitung einer sachbezogenen Kommunikation in der Gesellschaft, in der sowohl Möglichkeiten, Potenziale und Grenzen, Vor- und Nachteile der einzelnen Energietechniken sachbezogen dargestellt werden, als auch die Bedeutung einer

sicheren und preisgünstigen Energieversorgung für die Wettbewerbsfähigkeit und die Arbeitsplätze verdeutlicht werden. Nur so ist eine Basis für eine von weiten Kreisen der Gesellschaft getragene Energiepolitik herzustellen.

5. Leitbild der Entscheidungen muss ein nachhaltiger Energiemix im „Zieldreieck“ von Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Versorgungssicherheit sein. Dazu gehören:

- die ständige Überprüfung energiepolitischer Instrumente mit dem Ziel des Erhalts der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Industrie,
- die Nutzung eines jeden wirtschaftlich vertretbaren Energieträgers,
- der weitere forcierte Ausbau erneuerbarer Energien mit der damit verbundenen Anschubfinanzierung, die jedoch nicht zu einer Dauerförderung einzelner Techniken werden darf,
- die Bewertung der Einführung von neuen Techniken und ihrer Anschubfinanzierung unter den Kriterien des „Zieldreiecks“,
- die Änderung der bestehenden Regelungen zum Auslaufen der Kernenergie mit dem Ziel der Laufzeitverlängerung einzelner Anlagen sowie eine politische Lösung für die Endlagerung.

### **Zielsetzung des VDI**

Angesichts eines schnell veränderlichen Umfelds im globalen Wettbewerb verfolgt der VDI mit seiner Position insgesamt den Weg, sicherzustellen, dass immer ausreichende technische Optionen im Energiebereich zur Verfügung stehen. Angesichts unterschiedlicher Einschätzungen von Energietechniken in der Öffentlichkeit diskutiert der VDI widerstreitende Meinungen Fach und Kultur übergreifend. Er möchte zur Schaffung von Akzeptanz für eine in die Zukunft gerichtete Energieversorgung beitragen und für die Entscheidungsträger ein verlässlicher, sachbezogener Partner sein.