



AUSGABE 39  
März 2007

# ANALYSEN & ARGUMENTE

## Versorgungssicherheit und Energienmix: Beitrag von neuen Technologien

von Hartmut Grewe

Nur ein ausgewogener, breiter Energiemix kann Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umwelt- bzw. Klimaverträglichkeit gleichermaßen gewährleisten. Trotzdem gibt es dabei Zielkonflikte wegen unterschiedlicher politischer Gewichtung dieser Ziele.

Prinzipiell dürfte kein Energieträger ausgeschlossen werden, weder die ungeliebte Kohle, noch die in Deutschland umstrittene Kernkraft. Trotz Ausbau von erneuerbaren Energiequellen bleiben auch die fossilen Energieressourcen Öl und Gas weiterhin unverzichtbar für die Energieversorgung.

Große Hoffnungen setzt man auf die Entwicklung neuer Technologien, wie z.B. die Abscheidung von CO<sub>2</sub>, damit weltweit Kohlekraftwerke künftig sauberer arbeiten können. Schließlich gilt es, Energie sparsamer und effizienter zu nutzen. Forschung und Innovationen, aber auch Visionen, sind gefragt.

### Ansprechpartner

Dr. Hartmut Grewe  
Koordinator für Energie- und Umweltpolitik  
Hauptabteilung Politik und Beratung  
E-Mail: hartmut.grewe@kas.de  
Telefon: +49(0)30-2 69 96-33 87

### Postanschrift

Klingelhöferstr. 23, 10785 Berlin

[www.kas.de](http://www.kas.de)  
[publikationen@kas.de](mailto:publikationen@kas.de)



Konrad  
Adenauer  
Stiftung



## **INHALT**

**3** | WELCHEN ENERGIEMIX FÜR DEUTSCHLAND?

**3** | CO<sub>2</sub>-ARME KRAFTWERKE: OPTION ODER UTOPIE?

**4** | KERNENERGIE: RENAISSANCE ODER AUSLAUFMODELL?

**5** | ERNEUERBARE ENERGIEN UND ENERGIEEFFIZIENZ

**7** | VISION EINER „2000-WATT-GESELLSCHAFT“



## WELCHEN ENERGIEMIX FÜR DEUTSCHLAND?

Als Energiemix bezeichnet man die Verwendung verschiedener Energieträger zur Energieversorgung. Dabei wird zwischen der Primärenergienutzung, also dem Einsatz von Energieressourcen für alle Energiedienstleistungen (Strom, Wärme, Verkehr) und dem zur Stromerzeugung erforderlichen Brennstoffmix unterschieden. Nur ein Drittel des Primärenergieverbrauchs entfällt auf Strom. Man sollte in der energiepolitischen Debatte deutlich machen, von welchem Energiemix man spricht, denn beide Bereiche unterscheiden sich erheblich. Während Mineralölprodukte für den Verkehrssektor fast unentbehrlich sind und nur langsam und teilweise durch Bio-Treibstoffe ersetzt werden, spielen die Verbrennung von Stein- und Braunkohle in Kraftwerken sowie die Nutzung der Kernenergie bei der Stromerzeugung eine herausragende Rolle. Während die Kernenergie mit mehr als einem Viertel zur Stromversorgung beiträgt, macht sie bei der Gesamtenergieversorgung (einschließlich Wärme- und Kraftstoffgewinnung) nur ein Achtel aus. Die erneuerbaren Energiequellen, vornehmlich Wasser- und Windkraft, tragen in einem kleinen, aber wachsenden Maße zum gegenwärtigen und künftigen Energiemix bei.

	Primärenergieverbrauch (Prozent)	Stromerzeugung (Prozent)
Mineralöl	36	3
Erdgas	23	10
Steinkohle	13	21
Braunkohle	11	26
Kernenergie	13	29
Erneuerbare	4	11

Quelle: AG Energiebilanzen (Zahlen von 2005)

Die Wahl der jeweiligen Energierohstoffe zur Stromgewinnung ist in erster Linie eine wirtschaftliche und unternehmerische Entscheidung zu Gunsten eines bestimmten Kraftwerktyps. So unterscheiden sich auch die großen Stromversorger hinsichtlich der spezifischen Mischung von verwendeten Brennstoffen. Wer eigene Braunkohlevorkommen besitzt, wird sie zur Verstromung auch einsetzen wollen. Und ein Unternehmen, das Kernkraftwerke betreibt, möchte diese auch wirtschaftlich nutzen wollen, so lange der Betrieb sich ökonomisch rechnet und politisch erlaubt ist. Was die Nutzung von Kernkraftanlagen in Deutschland betrifft, so gibt es einen politisch erzwungenen, aber vertraglich mit den großen Konzernen der Stromwirtschaft vereinbarten Ausstieg aus der Kernenergie. Das Thema einer möglichen Laufzeitverlängerung bleibt politisch umstritten in der großen Regierungskoalition von CDU/CSU und SPD und ist trotz der laufenden Klimadebatte vorläufig ausgeklammert. Die EU hält sich in dieser Frage bedeckt und überlässt die Wahl des Energiemix den einzelnen Mitgliedstaaten.

Deutschland muss knapp 75 Prozent der Rohstoffe importieren, die zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen benötigt werden. Energieimporte betreffen fast ausschließlich die fossilen Energieträger, wie Mineralöl, Erdgas und Steinkohle, aber auch Uran, als Grundstoff der nuklearen Stromwirtschaft. Deren Beschaffungskosten sind auf den Weltmärkten in letzter Zeit stark gestiegen, nicht zuletzt wegen des hohen Nachfrage- und Preisdrucks von Seiten der großen Schwellenländer China und Indien. Diese konkurrieren mit den großen Industrienationen zunehmend um Zugang zu den globalen Energieressourcen, um ihr rasantes Wirtschaftswachstum anzutreiben. So soll die Abhängigkeit von Öl- und Gasimporten nicht nur aus Sorge um eine gesicherte, strategische Versorgungslage reduziert werden, sondern auch aus ökonomischen Gründen, weil dann beträchtliche Devisenausgaben als Kosten eingespart und somit die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft sowie eine ausreichende Binnenkaufkraft gesichert werden können.

Braunkohle und die erneuerbaren Energien gelten als heimische Energievorräte, die aber unterschiedlich bewertet werden. Da die fossilen Energien, insbesondere aber die Braunkohle, für klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind, ruhen die deutschen Hoffnungen auf einer zügigen Entwicklung der erneuerbaren Energieträger, zumal der klimaneutralen Kernenergie von politischer Seite nur noch eine begrenzte Nutzungsdauer eingeräumt wird. Ob die sich möglicherweise ergebende Versorgungslücke rechtzeitig durch einen Zuwachs an Strom aus Wind- und Solarenergie, sowie von Kraftstoffen und Wärme aus Biomasse bzw. Geothermie ohne die Option Kernenergie geschlossen werden kann, hängt auch von einem sparsameren Verbrauch und einem effizienteren Umgang mit Energie ab. Dies betrifft sowohl die Frage von Forschung und Innovation, also nach Art und Tempo der Entwicklung von neuen Energietechnologien, als auch die notwendigen Änderungen im Verbraucherverhalten. Die zentrale Energiefrage präsentiert sich demnach als eine komplexe Gleichung mit mehrfachen Unbekannten. Es darf aber der Schluss gezogen werden, dass nur ein ausgewogener Energiemix wirtschaftlich sinnvoll und politisch vertretbar ist. Er schützt vor zu großer Abhängigkeit von Energieimporten und schafft Raum für Handlungsoptionen, auch und gerade bei der Klimapolitik.

## CO<sub>2</sub>-ARME KRAFTWERKE: OPTION ODER UTOPIE?

Eine der von Energiewirtschaft und Energiepolitik derzeit am meisten diskutierten Optionen ist die Entwicklung einer neuen Technologie im Umgang mit der Kohle. Es handelt sich um die wissenschaftliche Erforschung und industrielle Erprobung einer Trennung von CO<sub>2</sub> aus der in den thermischen Kraftwerken der Elektrizitätswirtschaft zu verfeuern-



den Stein- und Braunkohle bzw. Gas sowie dessen anschließende klimaverträgliche Lagerung in unterirdischen Kavernen bzw. Gesteinsformationen.

Die Forschung mit dieser neuen CCS-Technologie wird seit einiger Zeit intensiv in den USA und Europa betrieben, wobei mit drei technischen Varianten zur Trennung von Kohlendioxyd vor oder nach der Verfeuerung des Brennstoffs experimentiert wird. Auch die Einlagerung des Treibhausgases wird technisch erprobt, wobei es die meisten praktischen Erfahrungen bei der Öl- und Gasförderung gibt. Dort wird CO<sub>2</sub> in alte Lagerstätten verpresst, um den Förderdruck naheliegender Quellen zu erhöhen. So lässt sich die Produktion kostengünstig steigern. Allerdings muss das sichere Verbleiben ohne das Risiko einer Leckage noch ausreichend erforscht werden. Die diversen rechtlichen Voraussetzungen für eine entsprechende Deponierung unter der Erde müssen erst noch geschaffen werden. Das könnte zusätzliche Zeit kosten. Auch die Frage der öffentlichen Akzeptanz solcher Lagerstätten für Kohlendioxyd darf die Politik nicht vernachlässigen.

Die Entwicklung der neuen Kraftwerkstechnologie ist derzeit noch im Experimentierstadium. Kraftwerksbetreiber wie Vattenfall oder RWE wollen sie in kleinen Referenzkraftwerken erproben, bevor sie eventuell in geplanten Neubauten mit größerer Leistung wirtschaftlich eingesetzt werden können. Ob und wann das der Fall sein wird, kann im Moment noch niemand verlässlich voraussagen. Für manche Kritiker ist es ein Experiment mit ungewissem Ausgang. Die Zeitschiene auf der diese Entwicklung fahren soll, wird von Optimisten mit zehn bis 15 Jahren angesetzt. Vor 2020 wird aber kaum mit einem kommerziellen, großtechnischen Einsatz gerechnet. Dabei sind saubere Kohle- und Gaskraftwerke, die wenig bis fast kein Kohlendioxyd an die Umwelt abgeben, wegen der auch künftig in vielen Ländern (insbesondere aber in China und Indien) zur Verstromung eingesetzten Kohlevorräte extrem wichtig für den globalen Klimaschutz.

Es handelt sich also um eine noch unerprobte potentielle Klimaschutz-Technik, deren Anwendung zwangsläufig zu erhöhtem Energieverbrauch führen wird. Die bisher gemachten Fortschritte beim Wirkungsgrad von Kraftwerken durch technologische Innovationen und neue Materialien, die höhere Temperaturen und Betriebsdrücke erlauben, werden somit wieder kassiert. Damit sich diese beträchtlichen Investitionen in Klimaschutz rentieren, muss aber ein verlässlicher Preis für CO<sub>2</sub> weltweit als Kostenfaktor in Rechnung gestellt werden. Der im Rahmen der EU praktizierte Handel mit Emissionsrechten ist ein erster Schritt in diese Richtung. Wichtig und unverzichtbar ist jedoch, dass sich auch die größten Emittenten einer solchen Regelung nicht verschließen und weitere große Verbrauchssektoren, wie z.B. Auto-, Schiffs- und Luftverkehr sowie die Privathaushalte, künftig einbezogen werden.

Politik und Energiewirtschaft setzen große Hoffnungen auf einen Erfolg der weltweiten Forschungs- und Entwicklungsbemühungen. Als Prämie winken den Unternehmen, die hier investiert haben und diese neue Technologie zuerst patentieren und wirtschaftlich einsetzen, riesige Wachstums- und Exportmärkte. Damit würden die weltweiten Kohlevorräte als wertvolle fossile Brennstoffe künftig klimaverträglich eingesetzt werden können. Dies wäre ein doppelt positiver Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiesicherheit.

### **KERNENERGIE: RENAISSANCE ODER AUSLAUFMODELL?**

Auf die spezielle Haltung in Deutschland zur Frage der Kernenergienutzung ist bereits hingewiesen worden. Die Betriebslaufzeit der deutschen Anlagen ist im Jahr 2001 gesetzlich auf 32 Jahre begrenzt worden, so dass sukzessive alte Anlagen vom Netz genommen werden. Nach diesem Plan werden die letzten AKWs im Jahr 2021 außer Betrieb sein, es sei denn neue politische Mehrheiten würden einen „Ausstieg aus dem Ausstieg“ veranlassen. Das würde die Kernkraftgegner wohl nicht ruhen lassen. Solange die öffentliche Meinung in dieser Frage gespalten ist, wird sich hier vermutlich auch politisch nichts ändern. Wobei die deutsche Position innerhalb der EU eher als Sonderrolle wahrgenommen und nur von wenigen Staaten geteilt wird. Viele Staaten halten die Kernenergie für einen unverzichtbaren Stromlieferanten im Grundlastbereich, weil sie insbesondere den Klimaschutzziele dienlich ist.

Mittlerweile sind 50 Jahre Erfahrung bei der friedlichen Nutzung der Kernenergie in Kraftwerken zur Stromerzeugung gesammelt worden, auch mit diversen Störfällen und einigen schweren Havarien, wie in Tschernobyl. Es werden weltweit 435 Kernkraftwerke in 31 Staaten betrieben, die meisten in den USA, Frankreich und Japan. Sie sind durchschnittlich 23 Jahre im Einsatz, wobei die kalkulierte mittlere Laufzeit bei sicherem Betrieb mit 40 Jahren angegeben wird. In den letzten Jahren sind kaum Neubauten in Angriff genommen worden, dafür sind aber einige alte Anlagen still gelegt worden. Um die Erzeugungskapazität in jetziger Höhe aufrecht zu erhalten, müssten viele der derzeitigen Anlagen in den nächsten zwei Jahrzehnten durch neuere ersetzt werden, weil 80 Anlagen bis 2015 und weitere 200 Anlagen bis 2025 ihre maximale Betriebsdauer von 40 Jahren erreichen.

Das hieße konkret, dass jedes Jahr ein Dutzend neue Kraftwerke ans Netz gehen müssten, es sei denn, es gäbe eine erweiterte Betriebsgenehmigung. Doch allein die begrenzte Fachkapazität der hoch spezialisierten Kraftwerksbauer setzt diesen Neubauplänen eine Grenze. Hinzu kommen die hohen Kapitalkosten, die rund 70 Prozent der Gesamtkosten eines Neubaus ausmachen. Der derzeit in Finnland in Bau befind-



liche Reaktor ist mit mehr als drei Mrd. Euro kalkulierten Baukosten rund viermal so teuer sind wie ein konventionelles Kohlekraftwerk und rund zehnmals so teuer wie ein Gaskraftwerk. Allerdings sind deren Betriebskosten wesentlich höher. Aus wirtschaftlichen Gründen wird man kaum von einer Renaissance der Kernkraft sprechen können, obwohl sich angeblich Neubauten in einer Reihe von Staaten in Planung befinden. Wie viele Projekte davon letztlich realisiert werden, ist noch offen.

Dabei sollte aber die Notwendigkeit weiterer finanzieller Aufwendungen für Forschung und Entwicklung zum sicheren Betrieb und zur Modernisierung der Anlagen nicht vergessen werden. Dazu gehört auch die fachliche Qualifizierung und Weiterbildung der Ingenieure und der Bedienungsmannschaften. Auch die Frage einer sicheren Entsorgung radioaktiver Abfälle ist in fast allen Staaten immer noch unbefriedigend geregelt. Das fördert nicht gerade die öffentliche Akzeptanz.

Was die nukleare Grundlagenforschung und die Weiterentwicklung von Reaktorlinien betrifft, so sind insbesondere drei Projekte hervor zu heben:

- ▣ Die Wiederaufbereitung von Spaltmaterial und die Möglichkeit, die Langlebigkeit von radioaktiven Isotopen durch Transmutation entscheidend zu verkürzen, was die Endlagerfrage entschärfen könnte.
- ▣ Die Weiterentwicklung des auf deutscher Technologie basierenden Hochtemperaturreaktors (HTR) in Südafrika und China mit kombinierter Strom- und Wärmeerzeugung in kleineren Einheiten.
- ▣ Die Forschung und Entwicklungsvorhaben zur Kernfusion im Rahmen des internationalen Projekts ITER mit einer im Bau befindlichen Versuchsanlage in Cadarache, Südfrankreich. Experten rechnen mit mehreren Jahrzehnten.

Welche der Technologien in einem vertretbaren Zeitrahmen kommerziell einsetzbar sein werden ist eine offene Frage.

## ERNEUERBARE ENERGIEN UND ENERGIEEFFIZIENZ

Mit dem Sammelbegriff „erneuerbare Energien“ bezeichnet man die in der Natur mehr oder weniger reichlich vorkommenden Kraftquellen wie Wasser, Wind, Sonne, Erdwärme, Wellenkraft oder Pflanzen bzw. Biomasse. Diese können in der Regel mit Hilfe technischer Vorrichtungen direkt oder indirekt in verschiedene Energieformen wie Strom, Wärme oder Treib- bzw. Brennstoffe umgewandelt werden. Der Mensch hat schon immer versucht, die Naturkräfte zu bändigen und für seine Bedürfnisse zu nutzen. Auch ohne konkrete Verweise in die Kultur- und Industriegeschichte der Mensch-

heit, wird deutlich, dass nachwachsende Rohstoffe wie Holz, oder technische Erfindungen wie Windmühlen und Wasserräder dem Menschen schon immer zu Diensten waren. Es handelt sich bei den erneuerbaren Energien also um keine revolutionäre Neuheit, vielmehr um die Wiederentdeckung und eine zweifellos effizientere Nutzung von heimischen natürlichen Kraftquellen zur Energiegewinnung.

Der Einsatz und Ausbau erneuerbarer Energien ist eine zentrale Schlüsselgröße in allen energie- und klimapolitischen Visionen und Diskussionen. Sie ist aber auch energiewirtschaftliche Realität und ein erfolversprechender Wachstumsmotor für die deutsche und internationale Wirtschaft. Es geht dabei um viele Arbeitsplätze und neue Exportmärkte, wobei der deutsche Vorsprung bei Technologieentwicklung und Markteinführung ein klarer Wettbewerbsvorteil ist. Die Konkurrenz schläft nicht und viele Staaten orientieren sich mittlerweile am deutschen Fördermodell des Erneuerbaren Energiengesetzes (EEG). Diese regelt die Stromspeisung von dezentralen Erzeugungseinheiten ins zentrale Übertragungsnetz zu festgesetzten finanziellen Vergütungen. Sie schafft damit die notwendigen Anreize für die Betreiber dieser Anlagen. Wenn diese kontinuierlich verbessert und ertragreicher werden, können sie sich bald auch wirtschaftlich am Markt durchsetzen.

Investitionen in Forschung und Entwicklung sind unverzichtbar für die Branche, damit sie sich auch künftig gegen immer stärkere ausländische Konkurrenz behaupten kann. Jede dieser Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen muss auf Grund der jeweiligen Ressourcenlage und Förderbedingungen spezifisch betrachtet werden. Die Wasserkraft ist in Deutschland kaum noch ausbaufähig, dafür hat die Windindustrie einen Wirtschaftsboom erlebt. Weil jedoch günstige Standorte an Land rar werden und die Akzeptanz schwindet, setzt die Branche auf eine Strategie des „repowering“, d.h. den Ersatz von kleinen älteren Windrädern durch wenige große, wobei eine einzelne Anlage schon eine Kapazität von 1,5 MWe oder mehr haben kann. Mittel- und langfristig wird jedoch die Chance gesehen, „off-shore“, d.h. im Meer vor der deutschen Küste riesige Windparks zu installieren und den erzeugten Strom gebündelt in die Netze an Land einzuspeisen. Diese müssen jedoch erst noch in beträchtlichem Maße ausgebaut werden, was nicht nur viel Geld, sondern auch Zeit für die Planungs- und Genehmigungsprozesse braucht. Ferner gilt es die Anlagen wetter- und seefest zu machen, was Anforderungen an Material und Design stellt.

Die Solarindustrie boomt in Deutschland, insbesondere im Photovoltaik-Bereich, nicht zuletzt wegen günstiger Einspeisungstarife für Strom, trotz relativ geringer Sonnenscheindauer. Der Grundstoff Silizium ist schon knapp geworden und verteuert somit die Solar-Panels. Doch die Auftragsbücher der Branche sind gerade auch für den Export gut gefüllt.



Etwas anders sieht es bei der solarthermischen Anwendung aus, obwohl auch hier deutsche Unternehmen markt führend sind. Der Bau von ersten Kraftwerken muss zwangsläufig in Südeuropa, wie z.B. in Spanien, erfolgen, wegen der günstigen Sonneneinstrahlung und höheren Effizienz. Es gibt weiterreichende Pläne, diese neue Technologie auch im Sonnengürtel der Sahara in Nordafrika zum Einsatz zu bringen. Solarthermische Kraftwerke könnten Strom für den Bedarf vor Ort und auch für den Export nach Westeuropa produzieren, aber auch Prozesswärme. Diese könnte in Meeresnähe zur Entsalzung von Meerwasser sinnvoll genutzt werden.

Doch ohne eine politische Initiative im Rahmen einer gemeinsamen Energieaußenpolitik der EU-Staaten werden sich diese Pläne wohl kaum umsetzen lassen.

Nachwachsende pflanzliche Rohstoffe, allgemein auch als „Biomasse“ bezeichnet, haben einen zentralen Stellenwert erhalten, weil sie der deutschen und europäischen Landwirtschaft eine neue wirtschaftliche Perspektive eröffnen. „Vom Landwirt zum Energiewirt“ heißt die Losung. Der Anbau von Energiepflanzen wird zum neuen lukrativen Geschäftsfeld der kriselnden europäischen Agrarwirtschaft. Die EU-Kommission kann in einem größeren Binnenmarkt nun ihre Subventionen umlenken und somit etwas zur Energiesicherheit Europas beitragen. Mit dem teilweisen Ersatz von Öl im Verkehrs- und Transportsektor durch Bio-Treibstoffe soll die Abhängigkeit der EU-Staaten von Energieimporten aus Krisenregionen reduziert werden. Gleichzeitig erhofft man sich davon eine Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und einen positiven Beitrag zum Klimaschutz. Biomasse ist universell einsetzbar zur Produktion aller Energiedienstleistungen, also auch zur Strom- und Wärmeerzeugung.

Da man aber jede Pflanze nur einmal verwenden kann, stehen die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten miteinander und mit der Nahrungsmittelproduktion in Konkurrenz. Experten schätzen, dass in Deutschland das derzeit technisch nutzbare Potential der Biomasse etwa zehn Prozent des Gesamtverbrauchs an Strom, Wärme und Kraftstoff decken kann – unter der Voraussetzung, dass stets genügend Ackerfläche zur Nahrungsmittelproduktion vorhanden bleibt. Die Biomasse-Nutzung kann aber auch indirekt zu Problemen einer Verknappung und Verteuerung von Grundnahrungsmitteln führen. So hat die massive Ausweitung der Bioethanol-Produktion in den USA dazu geführt, dass die Weltmarktpreise für Mais sich in kurzer Zeit verdoppelt haben. In Mexiko, das bislang große Mengen billigen Mais aus den USA importierte, kam es wegen der stark gestiegenen Tortilla-Preise zu öffentlichen Demonstrationen und Ausschreitungen.

Wenn der Anbau von Energiepflanzen für die Agrarwirtschaft eines Landes mehr Gewinne verspricht als der Anbau von Nahrungsmitteln, wird der Markt entsprechend reagieren.

Das kann auch gravierende Folgen für die Umwelt in Entwicklungsländern haben. Die Ausweitung von Palmöl-Plantagen in Indonesien oder von Zuckerrohr-Plantagen in Brasilien gehen häufig zu Lasten von tropischen Regenwäldern, die abgeholzt und niedergebrannt werden, oder von ökologisch wertvollen Feuchtgebieten, die trocken gelegt werden. Anfänglich mögen es noch arme Kleinbauern sein, aber meist wird es schnell zum Geschäftsfeld von großen Agrarkonzernen, die mit viel Geld neue Anbauflächen im großen Stil erschließen. Die Politik ist dann eigentlich gezwungen, korrigierend dagegen zu steuern. Oftmals verfügt sie aber nicht über die ausreichenden Mittel, um sich entscheidend gegenüber mächtigen wirtschaftlichen Interessen zu behaupten. Weltweit betrachtet ergeben sich bei der Biomasse-Nutzung vielfältige Probleme, die ausreichend bedacht werden müssen.

Die geologischen Voraussetzungen für den Einsatz von Erdwärme sind in Deutschland eher bescheiden und nicht unproblematisch, was aktuelle Bohrerkundungen mit begleitenden Erdbeben im Rheinbecken ergeben haben. Island ist bei der Nutzung von Geothermie kaum zu übertreffen. Die kommerzielle energetische Nutzung der Wellen- und Gezeitenkraft bedarf noch intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Überhaupt ist der Stellenwert einer kontinuierlichen und besser ausgestatteten Energieforschung erst jetzt richtig erkannt worden, sowohl was die staatliche Seite betrifft, aber auch von der Wirtschaft selbst. Unternehmen müssen sich hier gewaltig anstrengen, um Marktanteile für ihre Produkte und Dienstleistungen auch künftig zu sichern.

Als ganz zentrales Feld ist die Erhöhung der Energieeffizienz erkannt worden. Zwar haben Forscher, wie Ernst-Ulrich von Weizsäcker mit seiner Faktor-4-These, schon frühzeitig auf das gewaltige Potential des Energiesparens aufmerksam gemacht. Doch lange Zeit wurde das Hauptaugenmerk auf wachsenden Energie- und Stromverbrauch und damit die Angebotsseite gelegt. Erst jetzt wird durch öffentlichen Druck und politische Vorgaben die Nachfrageseite bei der Energiegleichung beachtet. Dabei gilt es jedoch zwei Aspekte zu berücksichtigen. Einmal lässt sich Energie einsparen durch technische Verbesserungen bei der Energiewandlung von der Primär- zur Nutzenergie. Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein hervorragendes Beispiel, weil die bei der Stromerzeugung entstehende Abwärme zur Heizung von standortnahen Fabriken und Wohnungen genutzt wird. Auch die Steigerung des Wirkungsgrades von Braunkohlekraftwerken durch Vortrocknen des Brennstoffs oder den Einsatz von neuen hitze- und druckbeständigen Materialien ist zu erwähnen. Es kann die Übertragungsleistung der Stromnetze durch neue Verfahren optimiert werden. Die Palette denkbarer und machbarer technologischer Innovationen ist groß.

Allerdings muss man auch beim Verbraucher ansetzen. So sollte die Elektrobranche verstärkt energiesparende Geräte



anbieten. Neben den üblichen Sicherheitsstandards müssten dann auch verbindliche Verbrauchsnormen gelten. Das betrifft sowohl kleine und größere Haushalts- und Handwerksgeräte ebenso wie Computer oder Autos. Es müsste die beste verfügbare Technologie und nicht die billigste gewählt werden. Grenzüberschreitende Industrienormen, wie Verbrauchswerte und Abgasstandards, wären dabei als ordnungsrechtliches Instrument von der Politik gut einsetzbar. Verlässliche Etiketten schaffen die für den Verbraucher notwendige Transparenz.

Ganz schwierig ist es jedoch die Verbraucher in ihrem gewohnten Verhalten zu beeinflussen. Gebäudesanierung hat ein großes Energiesparpotential, doch wie kann man Bauherren und Hausbesitzer dazu veranlassen, energiesparend statt billig zu bauen bzw. zu investieren, um ihre Heizanlagen zu modernisieren oder Fenster und Türen auszutauschen? Hier müsste insbesondere der staatliche Sektor eine Vorbildfunktion ausüben, als Bauherr und Nutzer von öffentlichen Gebäuden, wie Schulen und Krankenhäusern. Hier müssten Bauvorschriften und Ausschreibungsrichtlinien geändert werden. Wie können Autofahrer zu einem anderen Mobilitäts- und Fahrverhalten überredet werden? Es ist berechnet worden, dass der verkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoß um sechs Prozent sinken könnte, wenn Fahrten bis 7,5 Kilometern mit dem Fahrrad statt mit dem Auto zurückgelegt würden. Wie kann man die durch Billig-Fluglinien geschaffene höhere Nachfrage nach Flugreisen wieder reduzieren? Schaffen staatliche Geldzuwendungen, Steuern und Abgaben sowie höhere Energiepreise die notwendigen finanziellen Anreize für Verhaltensänderungen oder sind Vorschriften und Gesetze dafür erforderlich?

#### **VISION EINER „2000-WATT-GESELLSCHAFT“**

Bedeutet diese teils freiwilligen und teils erzwungenen Sparmaßnahmen eine Beeinträchtigung der Lebensqualität oder wären sie für die große Masse der Bevölkerung akzeptabel? In der Schweiz haben Umweltverbände die Vision einer „2000-Watt-Gesellschaft“ in die öffentliche Debatte um eine nachhaltige Energiepolitik und einen effektiven Klimaschutz eingeführt. Das hieße, sich mit einem Drittel der jetzt genutzten Energie zufrieden zu geben. Insbesondere die internationale Gerechtigkeit gebietet, dass die Industriestaaten von ihren hohen Verbrauchs- und Emissionswerten heruntersinken, um anderen Gesellschaften eine Chance für wirtschaftliches Wachstum und höheren Lebensstandard zu ermöglichen. Dies müsse letztlich vonstatten gehen, ohne das Risiko eines weltweiten Klimakollapses zu erhöhen. Ist diese Vision bei uns überhaupt politisch umsetzbar?

Als Fazit kann man fest halten, dass viele kleine Schritte in eine als richtig erkannte Richtung erforderlich sein werden, um einen erkennbaren Fortschritt in Sachen Energieeffizienz

und Klimaschutz zu machen. Der Kurs muss deutlich abgesteckt werden. Insofern ist zu begrüßen, dass nicht nur einzelne Staaten, sondern auch die EU-Kommission den politischen Dialog angestoßen und detaillierte Vorschläge gemacht haben, um eine gemeinsame Energie- und Klimastrategie zu entwickeln. Wir müssen vor der Haustür anfangen mit den als notwendig erkannten energiesparenden Maßnahmen, doch die globalen Dimensionen müssen allen bewusst sein. Nur gemeinsam kann die Menschheit diese großen Herausforderungen meistern. Wegen unterschiedlicher Ausgangsvoraussetzungen können auch die Lasten ungleich verteilt werden. Die Industrienationen stehen in einer globalen Verantwortung.

Technologische Innovationen, die auf menschlicher Intelligenz basieren, haben eine ganz entscheidende Rolle bei der Bewältigung dieser Herausforderungen. Sie benötigen jedoch viel Geld und Zeit, um erfolgreich in neue Produkte und Verfahren umgesetzt zu werden. Entscheidend ist jedoch auch, dass sie von der Gesellschaft akzeptiert werden, denn nur dann können auch Markt und Politik die notwendigen Rahmenbedingungen setzen. Es wird viele Zielkonflikte geben wegen der unterschiedlichen Interessenlagen. Diese sollten transparent gemacht werden, damit die Zielfindung erleichtert wird. Dazu dient auch Politikberatung; gleichwohl sollte man den Einfluss von Gutachten und Fachkonferenzen nicht überbewerten. Politik bewegt sich eher durch reale und häufig dramatische Ereignisse als durch Expertenwissen und kluge Empfehlungen. Visionen können aber durchaus einen bewegenden Charakter entfalten und haben somit auch eine nützliche Funktion.