

Die Netzausfälle im Münsterland, der Erdgasstreit zwischen Russland und der Ukraine und auch die in Deutschland wieder begonnene Diskussion um die Nutzung der Kernkraft setzten die Frage nach einer zuverlässigen Energieversorgung auf die Tagesordnung. Existiert ein schlüssiges Konzept für die zukünftige Energiepolitik?

Nachhaltige Energie- und Klimaschutzpolitik

Ein zentrales Thema der Daseinsvorsorge wird die Menschen – und damit auch die Politik – in den nächsten Jahrzehnten weltweit in besonderer Weise beschäftigen: Die nachhaltige Versorgung mit Energie. Energie ist eine zentrale Grundlage für die Entwicklung der menschlichen Zivilisation, des Fortschritts und des Wohlstandes. Wer über die Energieversorgung, insbesondere die Versorgungssicherheit, nachdenkt, der muss die globalen Verhältnisse berücksichtigen.

Fossile Energieträger und auch Uran stehen uns nur noch für eine begrenzte Zeit zur Verfügung. Wir verbrauchen Energievorräte in wenigen Jahrhunderten, die sich weltweit in Millionen von Jahren gebildet haben. Die Weltenergie-reserven sind aber dennoch mittelfristig für eine sichere Versorgung ausreichend, wenn weltweit erhebliche Anstrengungen in Sachen Energieeffizienz und Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien ernsthaft unternommen werden. Die Reichweite der Vorräte ist nach Meinung von Experten mit etwa 40 Jahren beim Erdöl am geringsten und mit über 200 Jahren bei der Kohle am größten. Durch die zunehmende Verknappung entstehen jedoch erhebliche zusätzliche Preisrisiken.

Versorgungssicherheit in Europa und Deutschland ist ohne Energieimporte nicht erreichbar. Die EU-Kommission hat in ihrem Grünbuch »Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit« aus dem Jahr 2000 festgestellt, dass es das Ziel sein muss, die mit der Importabhängigkeit von Energie verbundenen Risiken zu mindern.

Energieimportabhängigkeit ist groß

Die Regionen mit umfangreichen Primärenergievorkommen und die großen Energieverbrauchsregionen liegen räumlich meist weit voneinander entfernt. Die größten Öl- und Gasreserven liegen im Nahen Osten, die größten Kohlereserven in Nordamerika, Australien, Asien und in den GUS-Staaten, die umfangreichsten Gasvorkommen in Russland. Die EU-25-Staaten verfügen nur über 1,8% der Weltenergie-reserven und 2,5% der Energieressourcen – bei einem Anteil von 15% am Weltenergieverbrauch. Die Energieimporte der EU-Staaten liegen bei 50% (Deutschland: 60%). Ein Anstieg auf 70% (Deutschland: 75%) bis 2030 wird prognostiziert. Deutschland importiert 97% des Erdöls, 82% des Erdgases und etwa 60% der Steinkohle.

Nachhaltige Energieversorgung

Wir brauchen in Deutschland, in Europa und auch weltweit eine Energieversorgung, die den Kriterien der Nachhaltigkeit entspricht. Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie muss es sein, eine ausgewogene Balance zwischen den Bedürfnissen der heutigen Generation und den Lebensperspektiven künftiger Generationen zu finden. Darauf aufbauend muss eine nachhaltige Energie- und Klimaschutzpolitik dafür sorgen, dass

- die Energieversorgung jederzeit sicher ist,
- die Wirtschaftlichkeit für Erzeuger und Verbraucher stimmt und
- Umwelt, Klima und Ressourcen geschont werden.



Christa Thoben*

* Christa Thoben ist amtierende Ministerin für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen.

Energieeffizienz steigern

Dies geschieht zunächst durch eine wirksame und kostengünstige Form der Risikobegrenzung in der Energieversorgung, das ist – neben einem breit gefächerten Energiemix – die effiziente Energieumwandlung und die sparsame Verwendung von Energie. Energieeffizienz ist auch einer der Schlüssel für eine nachhaltige Energieversorgung.

Effiziente Kraftwerke

Im Kraftwerksbereich steckt ein ungeheures Potential an Effizienzsteigerung – mit positiven Wirkungen für den Arbeitsmarkt und den Klimaschutz.

Der durchschnittliche Wirkungsgrad der Kraftwerke liegt weltweit derzeit bei rund 30%, in Deutschland immerhin bei 38%. Allein in den nächsten zwei Jahrzehnten müssen 40 000 MW Kraftwerkskapazität in Deutschland erneuert werden. In Europa sind es etwa 200 000 MW. Der weltweite Bedarf an neuer Kraftwerkskapazität wird mit 2 Mill. MW prognostiziert. Aus energie- und klimapolitischer Sicht ist es von herausragender Bedeutung, dass diese Investitionen auf Basis der jeweils modernsten und effizientesten Technik erfolgen. Nur wer diese Techniken anbieten kann, wird auf Dauer nicht nur das energie- und klimapolitisch Notwendige unterstützen, sondern auch die industrie- und arbeitsmarktpolitischen Chancen nutzen können, die diese immense Nachfrage bietet.

In der Braunkohleverstromung erreicht der »Stand der Technik« etwa 43% Wirkungsgrad – mit Potential bis über 50%. Steinkohle kann durch den Einsatz erprobter Technik derzeit mit einem Wirkungsgrad von 46 bis 48% verstromt werden. Mittel- und langfristig werden mit neuen Materialien und höheren Dampfzuständen auch in der Steinkohleverstromung Wirkungsgrade von 50% und mehr erreichbar sein. Die Vision ist das praktisch CO₂-freie Kraftwerk.

Die führenden Energieunternehmen in NRW haben bereits Investitionen in Höhe von mehr als 8 Mrd. € für den Bau neuer, moderner Kraftwerke bis zum Jahr 2012 angekündigt. Dieses Erneuerungsprogramm sichert nicht nur den zukünftigen Bedarf an elektrischer Energie, sondern leistet auch einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Es schafft und sichert Arbeitsplätze im Kraftwerksbau, bei dessen Zulieferern und bei den Kraftwerksbetreibern – und es schafft innovative, wettbewerbsfähige Produkte für den Weltmarkt.

Unabhängig von der eingesetzten Primärenergie muss die Kraft-Wärme-Kopplung künftig größere Beiträge zur Energieversorgung leisten. Mit Wirkungsgraden von bis zu 90%

bei gleichzeitiger Strom- und Wärmeerzeugung leisten solche Anlagen auch einen wichtigen Beitrag zum Energiesparen und damit zum Klimaschutz.

Fachleute gehen auch von erheblichen Einsparpotentialen sowohl im privaten als auch beim industriellen Energieverbrauch aus. Ob Druckluft, Heizung, Beleuchtung, Prozesswärme: Es fehlt oft am Bewusstsein oder an Kenntnissen über die Möglichkeiten, Energie einzusparen oder effizienter einzusetzen.

Erhebliche Verbesserungen bei der Wärmedämmung und moderne Haustechnik ermöglichen bei Neubauten und bei der Sanierung von Altbauten erhebliche Einsparungen. Mit den am Markt verfügbaren Techniken zum verbesserten Wärmeschutz kann ein technisches Einsparpotential im Wohn- und Gebäudebestand von etwa 70% erreicht werden.

Erfahrungen aus dem Projekt »50 Solarsiedlungen« in Nordrhein-Westfalen zeigen, dass durch eine Kombination aus Energieeinsparung/Wärmedämmung, Einsatz effizienterer Heizungssysteme und Nutzung regenerativer Energien die CO₂-Emissionen um bis zu 90% reduziert werden können. In einigen Siedlungen ist sogar inzwischen eine 100%ige Wärmeversorgung auf Basis regenerativer Energien gelungen. Das ist alles keine Theorie mehr, sondern es sind gebaute Beispiele, die im Übrigen gut funktionieren.

Heimische Steinkohle

Die heimische Steinkohle leistet schon jetzt einen Beitrag von nur etwa 11% zur Stromversorgung in Deutschland, bei einem Zurückfahren der Fördermenge auf 16 Mill. Jahrestonnen im Jahr 2012, wie bisher geplant, wären es weniger als 7%. Hier von einem ernsthaften Beitrag zur Versorgungssicherheit zu sprechen, wäre unredlich. Die öffentliche Hand in Deutschland fördert diesen marginalen Beitrag zum Energiemix derzeit mit rund 2,5 Mrd. €, 564 Millionen davon trägt das Land NRW in 2006. Das ist mehr als die Hälfte des Etats des NRW-Wirtschaftsministeriums. Angesichts der Lage der öffentlichen Haushalte ist ein solcher Aufwand für einen so geringen Beitrag zur Versorgungssicherheit kaum vertretbar. Die neue Landesregierung hat deshalb den sozialverträglichen Auslauf des subventionierten Steinkohlebergbaus beschlossen. Die Verhandlungen mit allen Beteiligten – der Bundesregierung der RAG und der IGBCE – stehen unmittelbar bevor.

Die Umstrukturierung des Energiemixes bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Anteil der heimischen Steinkohle sukzessive durch Importkohle ersetzt werden muss. Bei einer Größenordnung des deutschen Steinkohlenbergbaus von heute rund 26 Mill. Tonnen Jahresförderung ist es

realistisch, dass diese Substitution durch den Weltmarkt geleistet werden kann. Bereits heute importiert Deutschland ca. 40 Mill. Tonnen Steinkohle.

Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung

Kernkraftwerke leisten in Deutschland einen Beitrag von etwa 30% zur Strombedarfsdeckung. Sie sollen auf der Grundlage einer Vereinbarung zwischen der ehemaligen Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen bis zum Jahr 2030 sukzessive stillgelegt werden.

Die globale Entwicklung zeigt, dass die Kernenergie in weiten Teilen der Welt nicht als Auslaufmodell betrachtet, sondern von vielen Ländern als Chance gesehen wird, ihren wachsenden Energiebedarf zu decken. Hier liegt im Übrigen ein Milliardenmarkt für Kraftwerksbauer und die Anbieter von Kraftwerksicherheitstechnik in NRW.

Ebenso unbestreitbar ist die Kernenergie allerdings mit Risiken verbunden, die bei ihrer Nutzung beherrscht werden müssen. In Deutschland bestehen hierfür beste Voraussetzungen, denn die anerkanntermaßen sichersten Kernkraftwerke stehen bei uns. Dies entbindet allerdings nicht von der Pflicht, die sicherheitstechnische Forschung weiter voranzutreiben und damit zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken nicht nur hier, sondern weltweit beizutragen. Des Weiteren muss die Frage der Entsorgung endlich gelöst werden.

Für zukünftige Lösungen ist eines klar: Ein möglichst hohes Maß an Versorgungssicherheit in Deutschland bedingt einen Energiemix, in dem alle zur Verfügung stehenden Erzeugungsarten – auch die Kernkraft – nach sachlichen Kriterien ihren Platz haben. Mit Blick auf unsere Verantwortung zukünftigen Generationen gegenüber dürfen wir heute keine Entwicklungspotentiale ausschließen.

Neue, inhärent sichere Hochtemperatur-Reaktorkonzepte mit völlig geschlossenen Brennstoffkreisläufen und hohen Betriebstemperaturen mit Kühlmitteln bis zu 1 000 C könnten auch für chemische Prozesse und zur Produktion von Wasserstoff, der u.a. für Brennstoffzellen benötigt wird, eingesetzt werden. Dies könnte unsere Abhängigkeit allein von mineralölbasierten Kraftstoffen drastisch senken und den gesamten Transportsektor revolutionieren.

Eine Verlängerung der Restlaufzeiten der vorhandenen Kernkraftwerke ist – ohne Kompromisse bei der Sicherheit – verantwortbar. Dadurch gewinnen wir Zeit für die Entwicklung einer neuen Reaktorgeneration, aber auch für die Weiterentwicklung erneuerbarer Energien bis zur Marktreife und erreichen die notwendige Flexibilität für einen langfristig nachhaltigen Energiemix.

Erneuerbare Energien wirtschaftlich nutzen

Es ist unstrittig, dass der Anteil der unerschöpflichen Energien an der Energiebedarfsdeckung weiter steigen wird. Die Ziele dabei:

- Die Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien müssen mit dem Ziel der Effizienzsteigerung weiterentwickelt werden. Erneuerbare Energien müssen schneller in die Marktnähe kommen und konkurrenzfähig werden. Die Fördersystematik muss Effizienzsteigerungen provozieren.
- Die EEG-bedingten Mehrkosten müssen insgesamt begrenzt, »Überförderungen« müssen beendet werden.
- Die stromintensiven Unternehmen – und dazu zählen auch viele mittelständische Betriebe – dürfen in ihrer Wettbewerbsfähigkeit nicht über Gebühr belastet werden.

Es wird in Zukunft auch noch mehr darum gehen, die bereits gute Exportorientierung der Hersteller von Anlagen und Komponenten für die Nutzung erneuerbarer Energien zu stärken.

Mobilität und neue Kraftstoffe

Während im Kraftwerksbereich die 50%-Marke bei den Wirkungsgraden in greifbarer Nähe ist, liegt die Effizienz marktgängiger Verbrennungsmotoren bei unter 20%. Elektro- und Hybridfahrzeuge einschließlich der Brennstoffzellentechnik erreichen 24 bis 26% Wirkungsgrad. Hier besteht noch erhebliches Steigerungspotential. Neben verbesserter Antriebstechnik sind auch Ressourcen sparende Verkehrskonzepte zwingend erforderlich, daran können und müssen Wirtschaft und Wissenschaft forciert arbeiten.

Bei den Kraftstoffen muss es gelingen, das mit mehr als 95% dominierende Mineralöl möglichst kurzfristig durch den Einsatz von Erdgas und einen steigenden Anteil von Treibstoffen aus Biomasse zu ergänzen und damit die einseitige Abhängigkeit zu mindern.

Nationales Energiekonzept

Die wesentlichen Entwicklungsschritte der nächsten Jahre, die vor dem Hintergrund der aufgezeigten Tendenzen erforderlich sind, werden in das »Nationale Energiekonzept« einfließen, das noch in diesem Jahr durch die Bundesregierung erarbeitet werden soll. NRW wird selbstverständlich daran konstruktiv mitwirken.



Rainer Frank Elsässer*

Die Politik muss den stabilen Rahmen schaffen

Versorgungssicherheit – das war in letzter Zeit in allen Medien und auf dem politischen Parkett ein heiß diskutiertes Thema. Zum einen, weil die Netzausfälle im Münsterland eine Debatte über die Standfestigkeit der dortigen Strommasten entfachten, und zum anderen, weil der Gasstreit zwischen Russland und der Ukraine Zweifel auslöste, ob Erdgas auch in Zukunft in der gewohnt zuverlässigen Art in die deutschen Leitungen strömen würde. Sachlichkeit war allerdings kein herausragendes Merkmal dieser Debatte. Auch in der Bundesregierung existiert kein schlüssiges Konzept zur langfristigen Sicherung unserer Energieversorgung.

Aber Versorgungssicherheit ist nur ein Eckpfeiler der Energiewirtschaft. Als gleichberechtigte Prinzipien kommen Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit hinzu:

Versorgungssicher ist eine Energieversorgung, auf die sich der Kunde jederzeit verlassen kann. Dies beinhaltet nicht nur die langfristig sichere Verfügbarkeit von Brennstoffen wie Kohle, Uran oder Erdgas. Entscheidend sind auch eine leistungsfähige Netzinfrastruktur und ausreichende Erzeugungskapazitäten, die für eine zuverlässige Versorgung unabdingbar sind.

Das Ziel **Wirtschaftlichkeit** beinhaltet die Versorgung zu einem angemessenen Preis. Hier wirken sich die zunehmende staatliche Belastung der Strompreise und die politisch gewollte Veränderung des bestehenden Erzeugungsmixes, aber auch die weltweit steigende Nachfrage nach Primärenergien negativ auf das Energiepreisniveau in Deutschland aus. Auch die politisch gewollte Verknappung von CO₂-

Emissionsrechten hat direkte und indirekte Auswirkungen auf den Strompreis.

Die **Umweltverträglichkeit** verlangt einen verantwortungsbewussten Einsatz der verfügbaren Ressourcen. Dazu zählen effiziente Kohlekraftwerke mit moderner Rauchgasreinigung, hocheffiziente Gasturbinen-Kombikraftwerke und die CO₂-freie Kernenergie ebenso wie ein vernünftiger Anteil erneuerbarer Energien. Allerdings werden von der deutschen Politik durch die massive Förderung der erneuerbaren Energien, die Reduzierung der CO₂-Emissionen und das Festhalten am Kernenergie-Ausstieg Akzente gesetzt, die schlicht und einfach nicht zu diesem Zielkanon passen.

Technisch gesehen braucht eine zukunftsfähige Energiewirtschaft nur die folgende Basis:

- eine leistungsfähige Netzinfrastruktur,
- einen ausreichend großen und bedarfsgerecht steuerbaren Kraftwerkspark,
- einen ausgewogenen Erzeugungsmix .

Durch ihre Eingriffe hat die Politik jedoch diese Fundamente sukzessive verschlechtert. Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit werden notleidend, während die Umweltverträglichkeit als oberstes Credo überbetont wird. Es ist daher Zeit für ein auf Realitäten fußendes Energiekonzept. Aufgabe der Energiepolitik ist es, dafür einen stabilen Rahmen zu schaffen. Dieser muss den Akteuren am Markt den notwendigen Gestaltungsspielraum lassen, um im Wettbewerb eine zuverlässige, wirtschaftliche und umweltfreundliche Energieversorgung zu bewerkstelligen.

Eine sichere Versorgung erfordert eine zuverlässige Netzinfrastruktur

In der Diskussion um die Netzausfälle im Münsterland sind auch Vermutungen geäußert worden, dass die Versorgungsunternehmen ihrer Verantwortung für die Instandhaltung und Erneuerung des Stromnetzes nicht gerecht würden. Die Schäden an den Strommasten im Münsterland sind allerdings auf weit über den technischen Auslegungsnormen liegende, außergewöhnliche Belastungen zurückzuführen. Solche kritischen Vorkommnisse treten äußerst selten auf und können in einer Aufwand-/Nutzen-Abwägung nicht zum Maßstab der Netzauslegung gemacht werden. Tatsache ist, dass das deutsche Stromnetz im weltweiten Vergleich einen sehr hohen Standard aufweist und die Ausfallzeiten für die Stromkunden minimal sind.

Der gute Zustand des Stromnetzes – von den Freileitungen und Kabeln ebenso wie von Masten, Umspannwerken sowie Ortsnetzstationen – liegt im ureigensten Interesse der Netzbetreiber. Jährlich investieren die Netzbetreiber deutsch-

* Prof. Dr. Rainer Frank Elsässer ist Mitglied des Vorstandes der E.ON AG, München.

landweit Milliardenbeträge in ihre Netze. Die fortlaufende Verbesserung der Arbeitsabläufe sowie der Einsatz neuer Techniken und Materialien tragen dazu bei, die Versorgungssicherheit bei konstanten bzw. leicht sinkenden Nutzungstarifen auf hohem Niveau zu halten.

Dies entspricht auch der Intention des Energiewirtschaftsgesetzes. Darin wird jeder Netzbetreiber verpflichtet, zu kostengünstigen Bedingungen eine sichere Netzinfrastruktur zu gewährleisten. Zur Absicherung dieses Ziels wurde der Bundesnetzagentur die Rolle des Regulierers für das Strom- und Gasnetz übertragen. Sämtliche Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Ausbau des Stromnetzes und die daraus abgeleiteten Tarife werden nunmehr durch diese Kontrollinstanz geprüft. Diese Kontrolle darf jedoch nicht dazu führen, dass um kurzfristiger Netztarifsenkungen willen die bestehende Netzinfrastruktur verschlechtert wird. Vielmehr muss neben notwendigem Effizienzfortschritt auch ein Anreiz für die Betreiber verbleiben, die Netzinfrastruktur zu erhalten, zu verbessern und auszubauen. Ansonsten leidet langfristig die Versorgungssicherheit. Das Ziel des Gesetzes, eine hochwertige Netzinfrastruktur verbunden mit effizienter Betriebsführung und angemessener Instandhaltung zu schaffen, ist sicherlich im Interesse aller. Fehler des Regulierers könnten jedoch für die Versorgungssicherheit abträglich sein. Hoffen wir, dass es dazu nicht kommen wird.

Einigermaßen irrational verläuft die derzeitige politische Debatte um den Ausbau des Übertragungsnetzes. Eigentlich ist die Sachlage einfach: Die dena-Netzstudie hat klar identifiziert, welche Netzausbauprojekte in Deutschland erforderlich sind, um den Anforderungen des politisch forcierten Ausbaus der Windenergie gerecht zu werden. Die Übertragungsnetzbetreiber sind nun bestrebt, diese Maßnahmen mit dem geringst möglichen Aufwand zeitnah zu realisieren. Aufgrund der langwierigen Raumordnungs- und Planungsfeststellungsverfahren von mehr als einem Jahrzehnt ist jedoch eine Beschleunigung vonnöten. Ursprünglich wurde dies von der Politik auch erkannt und erste Vorschläge für eine Beschleunigung von Planungsgenehmigungsverfahren vorgelegt.

Nun aber geht es in der politischen Diskussion nicht mehr darum, den erforderlichen Netzausbau möglichst schnell und kostengünstig mittels Freileitungen zu realisieren. Die gleichen Politiker, die sich vehement für sinkende Netzentgelte einsetzen, fordern nun einen Netzausbau mittels Kabel oder gasisolierter Leiter. Zur Veranschaulichung: Eine Kabelverbindung im Übertragungsnetz erfordert eine sieben- bis zehnfach höhere Investition als eine Freileitung. Der Bürger soll wohl nicht merken, welche Folgen der übertriebene Ausbau der Windenergie für die Stromnetze hat; deshalb soll – koste was es wolle – ein Netzausbau ohne neue Strommasten bewerkstelligt werden.

Eine sichere Versorgung benötigt einen zuverlässigen Kraftwerkspark

Aufgrund der Altersstruktur des deutschen Kraftwerksparks stehen gewaltige Investitionen bevor: Bis 2020 müssen bis zu 40 000 Megawatt installierter Kraftwerksleistung ersetzt werden. Die mehrjährigen Planungs- und Genehmigungszeiträume und die Bauzeit für neue Kraftwerke erfordern ein baldiges Handeln. Auch ohne dass ein Energieprogramm der Regierung vorliegt, sind von den deutschen Versorgungsunternehmen bereits umfangreiche Investitionen für neue Kraftwerke angekündigt worden. Für diese Milliardeninvestitionen brauchen die Energieversorgungsunternehmen langfristige und zuverlässige Rahmenbedingungen, die sich am energiewirtschaftlich Machbaren orientieren.

Der Bau neuer Kraftwerke wird neue, innovative Technologien mit sich bringen. Beispiele dafür sind die geplanten Steinkohlekraftwerke mit 45% Wirkungsgrad oder das von Siemens und E.ON Energie geplante Erdgaskraftwerk mit über 60% Wirkungsgrad. Dies bietet große Chancen für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau, fortschrittliche Technologien zu realisieren und anschließend weltweit zu vermarkten. Auch die Energieforschung zur Weiterentwicklung dieser Technologien wird sich steigender Nachfrage erfreuen können.

Eine Schlüsselrolle wird der Kernenergie zukommen. Der deutsche Kernkraftwerkspark bietet zusammen mit der Braunkohle eine solide Grundlastversorgung. Die deutschen Kernkraftwerke gehören zu den sichersten und zuverlässigsten weltweit. Dieses Rückgrat der deutschen Stromerzeugung durch den Atomausstieg zu zerstören, widerspricht diametral dem Ziel einer zuverlässigen, wirtschaftlichen und umwelt- bzw. klimaverträglichen Energieversorgung. Ein Weiterbetrieb der Kernkraftwerke wird keineswegs Investitionen in neue Kraftwerke und die damit verbundenen Innovationen blockieren. Ein Ausstieg aus der Kernenergie wird Deutschland allerdings von wichtigen Innovationen abkoppeln; als Beispiel sei nur der European Pressurised Reactor (EPR) genannt.

Leider sind die politischen Zielvorgaben an die Energiewirtschaft allzu oft in sich widersprüchlich. Immer wieder verschärfte Umweltstandards, Subventionen für bestimmte Erzeugungsformen und andere Regulierungseingriffe verändern ständig unser energiewirtschaftliches Umfeld, in dem über Milliarden-Investitionen entschieden werden muss:

- Die massive Subventionierung bestimmter Erzeugungsformen (KWKG, EEG) erodiert die wirtschaftliche Basis des Kraftwerksparks und führt zu Marktverzerrungen, die das optimale Zusammenspiel der einzelnen Erzeugungsarten verhindert.

- Der Ausstieg aus der wettbewerbsfähigen und CO₂-freien Kernenergie steht im Widerspruch zu den Bedürfnissen nach preisgünstigem Strom und Klimaschutz.
- Der gerade gestartete Emissionshandel ist zwar ein marktwirtschaftliches Instrument der Klimavorsorge. Leider fehlt es an klaren Vorgaben, wie es nach 2012 weitergehen soll. Mechanismen für zwischenstaatlichen Handel fehlen.
- Erneuerbare Energien und dezentrale Erzeugung werden in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Allerdings werden die Nebenwirkungen dieser Erzeugungsarten gern vernachlässigt. Zum Beispiel kann Windenergie ohne Regelenergie und Absicherung aus konventionellen Kraftwerken keine zuverlässige Erzeugung bereitstellen.

Diese Widersprüche in der Energiepolitik wirken sich gerade bei den langfristig orientierten Investitionen in neue Kraftwerke als Bremse aus. Es ist nun Aufgabe der Politik, hier eine klare Linie vorzugeben und langfristig verlässliche Rahmenbedingungen zu schaffen.

Eine sichere Versorgung basiert auf einem ausgewogenen Erzeugungsmix

Noch basiert die Stromerzeugung in Deutschland auf einem ausgewogenen Energiemix (vgl. Abbildung).

Was nützt ein überdurchschnittlich hoher Anteil erneuerbarer Energien, wenn sich der Strom dadurch übermäßig verteuert? Wie nachhaltig ist eine Energieversorgung, die aufgrund einer extrem hohen Windstromspeisung und des politisch erzwungenen Wegfalls verlässlicher Kraftwerksleistung für den Kunden nicht mehr verlässlich ist? Wie kann verhindert werden, dass gasbetriebenen Kraftwerken der Brenn-

stoff ausgeht? Diese Fragen deuten an, wie komplex das Zusammenwirken der einzelnen Erzeugungsarten ist. Die Antwort darauf: Wir können auf keine Energiequelle verzichten und jede Erzeugungsform muss ihren Beitrag leisten.

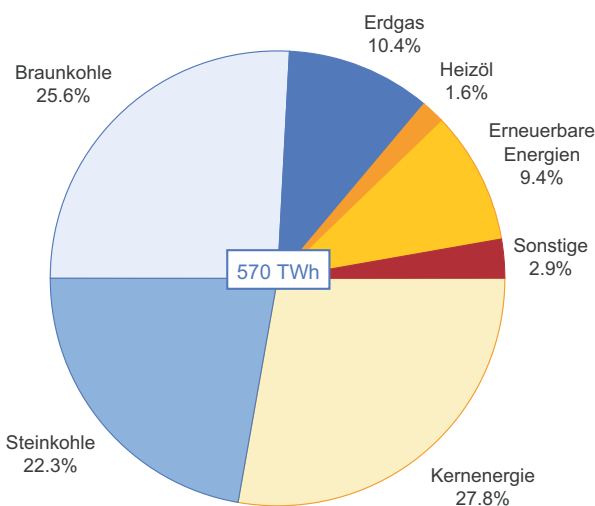
Die Politik muss hier ideologiefrei das optimale Zusammenwirken der einzelnen Erzeugungsformen zulassen. Erst ein optimales Zusammenspiel dieser einzelnen Erzeugungsarten ermöglicht es, die Stromversorgung sicher, wirtschaftlich und umweltverträglich zu gestalten.

Große Teile der weltweiten Primärenergieressourcen, insbesondere aber Erdgas und Mineralöl, liegen in politisch instabilen Weltregionen, was angesichts einer stark zunehmenden Importabhängigkeit Deutschlands und Europas und vor dem Hintergrund eines gewaltigen Nachfragewachstums (u.a. China, Indien) ungemütliche Zeiten erwarten lässt. Dies unterstreicht, dass ein Verzicht auf einzelne Primärenergien geradezu abenteuerlich ist.

Es bedeutet aber auch, dass die Effizienz der Energienutzung laufend verbessert werden muss. Während die Energieproduktivität im industriellen Bereich vorbildlich ist, gibt es im privaten und öffentlichen Sektor beträchtliche Defizite, insbesondere bei der Bereitstellung von Raumheizung und Warmwasser. Die Absichten der neuen Bundesregierung, hier bessere Anreize zur Energieeinsparung zu setzen, gehen in die richtige Richtung.

Es wäre überhaupt schön, wenn das Primat der Effizienz bei Gewinnung, Umwandlung, Transport und Nutzung wieder vorrangige Richtschnur politischen Handelns werden würde. Dies schont endliche Ressourcen und die Umwelt in gleicher Weise.

Nettostromerzeugung in Deutschland, 2004



Quelle: E.ON AG.

Energieeffizienz und Energiepreise sind wichtige Bestandteile eines dynamischen Gleichgewichts. Ich will damit auch aussagen, dass die Kosten von Effizienzgewinnen nicht über dem Wert der eingesparten Energie liegen dürfen; schließlich ist Kapital auch eine endliche Ressource.



Dieter Oesterwind*

Beständigkeit!

1.

Bei der Versorgungssicherheit ist es wie mit einer Krankheit. Erst, wenn die Gesundheit abhanden gekommen ist, erkennt man ihren Wert. So erfährt die Versorgungssicherheit immer dann Aufmerksamkeit und Popularität, wenn beispielsweise der sibirische Bär im Winter am Gashahn dreht. Doch was ist Versorgungssicherheit (vgl. Piot 2005)?

Die Definition des Institutes für Wissenschaft und Ethik ist zweckmäßig:

- Bei der Nachfrage ist die reale Kaufkraft zur Bedarfsdeckung vorhanden, dies im Gegensatz zum Bedürfnis und Bedarf (konkretisierte Bedürfnisse nach knappen Gütern).
- »Ausreichende Befriedigung der Nachfrage« entspricht dem Wunsch nach Überwindung eines Mangels.
- »Ununterbrochen« beinhaltet einerseits einen technischen Aspekt (Energiesystem so einrichten, dass prinzipiell die gewünschte Nutzenergie nachfragegerecht rund um die Uhr zu Verfügung gestellt werden kann), andererseits einen politischen Aspekt (politische Faktoren können zur Unterbrechung von Förderung und/oder Transport führen). Während die technische Versorgungssicherheit vor allem »jederzeit« die Energiebereitstellung verbürgt, garantiert die politische Versorgungssicherheit größtmög-

liche Preisstabilität und Verhinderung von Versorgungsengpässen.

2.

Bei der weiteren Detaillierung der Definition sind folgende Aspekte zu beachten:

- Zeitraum,
- technische Qualitätsmerkmale,
- exogen/endogen (Raum).

Der Zeitraum reicht von sehr kurzfristig bis sehr langfristig. D.h. von null bis eine Stunde z.B. für eine technische Frequenzhaltung und über 75 Jahre (mehr als drei Generationen) für einen Technologiewandel.

Die technischen Qualitätsmerkmale umfassen:

- ausreichende Systemauslegung, auch zur Abdeckung von Spitzenlastzuständen (z.B. Auslegung der Gasnetze und -speicherung für Wintertage);
- organisatorische Stabilität um eine fachgerechte Betriebsführung sicherzustellen (z.B. für Raffinerien);
- dynamische Stabilität, bei Störungen des Gleichgewichtszustandes zwischen Erzeugung und Nachfrage (z.B. in der Stromwirtschaft);

| Quelle | Umschreibung | Kommentar |
|---|--|---|
| Gesetz zur Neuregelung des Energiewirtschaftsrechts, 2005 | Gesetzliche Grundlage für eine möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche und umweltverträgliche, leistungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Strom und Gas | Selbst im Gesetz nur als Ziel erwähnt, ohne Definition |
| EU-Grünbuch: Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit | Ziel der EU-Politik im Bereich der Versorgungssicherheit ist die kurz- und langfristige Verfügbarkeit eines breiten Spektrums von Energieprodukten für alle Verbraucher zu erschwinglichen Preisen unter Berücksichtigung des Umweltschutzes | Keine Definition |
| International Energy Agency | Refers to the likelihood that energy will be supplied without disruptions | Keine Definition; notwendige Bedingung |
| Institut für Wissenschaft und Ethik (Universität Bonn) | Stets ausreichende und ununterbrochene Befriedigung der Nachfrage nach Energie | Definition; kurz und präzise |
| Prognos | Versorgungssicherheit zum Niveau α wird definiert als die Wahrscheinlichkeit, dass die erwartete inländische Winternachfrage durch die erwartete inländische Produktion mit Wahrscheinlichkeit α gedeckt wird | Definition; viele Schwachpunkte; kann allenfalls als Indikator dienen |

* Prof. Dr. Dieter Oesterwind leitet das Zentrum für Innovative Energiesysteme an der Fachhochschule Düsseldorf.

- Zuverlässigkeit: Quantifizierbare Qualitätskenngrößen (z.B. max. Stromunterbrechung von 20 Minuten pro Jahr und Kunde in einem Absatzgebiet).

Für die Bundesrepublik ist es nahe liegend, als exogen die Beschaffung der Primärenergien und Stromimporte außerhalb der Nationalgrenzen oder der EU zu betrachten und als endogen die ganze inländische (europäische) Infrastruktur (Erzeugung, Netz, Speicher, Betrieb, Handel, Koordination).

3.

Weisen die endogenen technischen Qualitätsmerkmale im internationalen Vergleich gute Standards auf, so sind die exogenen Faktoren deutlich kritischer zu beurteilen und sollten somit im Fokus der Energiepolitik liegen.

Die Energieimportabhängigkeit, insbesondere der Bezug von Öl und Gas, wird sich im Szenario „business as usual“ wie folgt entwickeln (vgl. EWI und Prognos 2005):

| | | |
|------|------------|------------|
| BRD: | 60% (1999) | 70% (2030) |
| EU: | 50% (2003) | 80% (2030) |

Diese hohe Abhängigkeit ist bedenklich: Die Öl- und Gasbezüge verlagern sich zunehmend in politisch instabile Regionen. Der Pipelinetransport und entsprechende Versorgungsknotenpunkte können nur begrenzt gegen Terrorismus geschützt werden. 90% der weltweiten Förderkapazitäten sind im Besitz staatlicher Unternehmen, die von den Regierungen in Saudi-Arabien, Iran, Venezuela und Russland kontrolliert werden. Und die Energienachfrage asiatischer Länder und die steigenden Förderkosten werden zu einer realen Erhöhung der Weltmarktpreise für Öl und Gas führen (2002/2030: + 40% fob US-Dollar/Barrel).

4.

Vor diesem Hintergrund sollte die Energiepolitik folgende Aspekte beachten:

- Alter energiewirtschaftlicher Grundsatz: Diversifizierung der Bezugsquellen und der Primärenergieträger.
- Keine Einschränkung des Energiemix durch politische Vorgaben.
- Hohe Öl- und Gaspreise erschließen schon jetzt Effizienzpotentiale, die zur Reduzierung der Importabhängigkeit und zur CO₂-Reduktion beitragen. Durch die Einführung des Energiepasses kann hier ein zusätzlicher Schub entstehen.
- Dauerhafte Förderprogramme zur Unterstützung von Technologien gegen den Markt unterlassen (Gefahr der Fehlallokation).
- Forschung und Entwicklung auf der Angebots- und Nachfrageseite verstärken.

- Den börsennotierten Verbundunternehmen sollte die Regulierungsbehörde eine angemessene Verzinsung des eingesetzten Kapitals zubilligen, damit die Netzinvestitionen auf hohem Niveau verbleiben (Substanzerhalt muss sich lohnen).
- Die Energie-Außenpolitik sollte auf die europäische Ebene verlagert werden. Eine EU-Außenpolitik wird Interessen wirkungsvoller vertreten können als einzelne EU-Länder.

5.

Erfahrungen: Die Energiepolitik wird es schwer haben, in dem Zieldreieck – Versorgungssicherheit/Wirtschaftlichkeit/Umwelt – die Versorgungssicherheit oben auf der Agenda zu belassen. Werden die regionalen Energiekrisenherde zeitweilig aus den Medien verschwinden, verschwinden auch die guten Absichten der Energiepolitik. Dies war in den letzten 30 Jahren in Deutschland genauso wie in den USA. Die in den USA initiierten staatlichen Projekte »Project Independence« 1973/74 und 1979/80 verliefen genauso im Sande wie in Deutschland die Energieprogramme.

Auf die Frage: »Wie sollte die Energiepolitik unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit gestaltet werden?« lautet somit die wichtigste Antwort: Beständigkeit!

Literatur

EWI und Prognos (2005), *Energieraport IV*, München.
Plot, M. (2005), *Versorgungssicherheit: Von der Theorie zur Praxis*, Bundesamt für Energie, Ittingen.



Peter Hennicke*

Versorgungssicherheit mit Energiedienstleistungen: Ohne forcierte Effizienzsteigerung und mehr Erneuerbare eine Illusion!

Eine Zieldimension des »Energimix der Zukunft« hat in OECD-Ländern in den letzten Jahren eine zunehmende und neue Bedeutung bekommen: die Versorgungssicherheit von Energiedienstleistungen.¹ Übereinstimmung herrscht zwischen Energieexperten, dass unter Trendbedingungen (»im Trend« heißt nachfolgend: bei unveränderter Energiepolitik) die Weltnachfrage nach Öl und Erdgas weiter erheblich anwachsen würde. Szenarien für OECD-Länder, für die EU und für schnell wachsende Schwellenländer zeigen darüber hinaus, dass im Trend die Importabhängigkeit von Öl und zumeist auch von Erdgas dramatisch zunimmt. So steigt z.B. die Energie-Importquote in der EU-25 von 47,1% (2000) auf 67,5% (2030), für Öl und Flüssiggas liegen die Importanteile mit 88,5 und 81,4% im Jahr 2030 noch wesentlich höher (vgl. Europäische Kommission 2003). Ähnliche im Trend ansteigende Importabhängigkeiten gelten z.B. für die USA oder Schwellenländer wie Indien oder China; die International Energy Agency IEA (2002) schätzt eine im Trend ansteigende Öl-Importquote für China von etwa 30% (2000) auf über 80% (2030).

* Prof. Dr. Peter Hennicke ist Präsident des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal.

¹ Gerade beim Thema »Versorgungssicherheit« sollte in Analyse und Energiepolitik nicht allein auf die »Verfügbarkeit« von preisgünstigen Energiemengen bzw. -importen, sondern – unter Einschluss von externen Kosten – vor allem auf die Bereitstellung volkswirtschaftlich preiswürdiger Energiedienstleistungen (z.B. erzeugte Produkte, Kraft, Mobilität, warme bzw. gekühlte Gebäude und Produkte, Kommunikation) Bezug genommen werden. Denn das eigentlich gewünschte Ziel (die Energiedienstleistung) kann mittels erheblich weniger Energiemengen erreicht werden, wenn der effizienten Umwandlung und Nutzung sowohl bei der F&E-Politik als auch in der Wirtschaft- und Energiepolitik mehr Aufmerksamkeit geschenkt würde.

Viele Indikatoren deuten darauf hin, dass dem im Trend ungebremsten Wachstum der Öl- und Gasnachfrage bereits mittelfristig keine adäquate, gesicherte und preisgünstige Versorgung durch die Angebotsseite gegenübersteht. Wahrscheinlich ist, dass aus der weltweit extrem ungleichen Verteilung von Ölverbrauch und Besitz der Ölreserven zunehmende geostrategische Risiken erwachsen werden. Von den etwa 125 Mrd. Tonnen Ölreserven lagern rund 70% im Mittleren Osten; die USA beanspruchen vom heutigen Ölverbrauch (ca. 3,8 Mrd. Tonnen) ein Viertel und Europa ein Fünftel (vgl. Esso Deutschland 2004). Der Löwenanteil der Ölreserven lagert also in der geostrategisch sensiblen Region des Mittleren Ostens, so dass der Einfluss der dortigen OPEC-Länder auf die Mengen- und Preisentwicklung bei Öl und in dessen Gefolge auch auf Erdgas steigen wird. Zunehmende Preisvolatilität und Risikoaufschläge im Gefolge von politischen Krisen (z.B. mit dem Iran, zwischen Israel und den Palästinensern, im Irak) sind das Mindeste, worauf sich die Ölverbraucherländer einstellen müssen.

Hinzu kommt aber, dass sich das Verhältnis von Neufunden zur Ölproduktion seit den achtziger Jahren drastisch umgekehrt hat. Ganz im Gegensatz zu früheren Jahrzehnten wird heute und vor allem voraussichtlich auch zukünftig pro Jahr wesentlich weniger Öl neu gefunden als gefördert (vgl. ASPO 2006). Sicher ist daher, dass weltweit »über kurz oder lang« bei weiter wachsender Ölnachfrage auch unter Einbeziehung sog. unkonventioneller Ölquellen (z.B. Ölsande) das weltweite Ölfördermaximum erreicht wird. Während Ölkonzerne – häufig gestützt auf das untaugliche Konzept der statischen Reichweite (vgl. zur Kritik Hennicke und Müller 2005) – dennoch Optimismus über die Angebotsseite verbreiten, sind andere wie z.B. die Association for the Study of Peak Oil ASPO oder auch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe BGR (2004) davon überzeugt, dass das Produktionsmaximum (Peak Oil) zwischen 2010 (ASPO) und spätestens 2025 (BGR) erreicht wird. Einem unaufhaltsamen Rückgang der Förderung würde dann – folgt man den Trendprognosen der International Energy Agency IEA (2005) – eine immer noch wachsende Welt-Ölnachfrage gegenüberstehen, was einen drastischen langfristigen Preissteigerungstrend auslösen wird.

Selbst wenn die Energiepolitik der optimistischen Einschätzung zuneigt, dass die Zeit bis zu diesem dramatischen Wendepunkt eher noch »lang« als »kurz« sein könnte, ist angesichts der im Trend fast vollständigen Abhängigkeit des Verkehrssektors von Öl, angesichts eines immer noch wachsenden Erdgasanteils bei der Raumwärme- und Stromerzeugung sowie angesichts der langen Investitionszyklen im Energiesystem offensichtlich Eile und eine entschiedene Weichenstellung geboten. Paradigmatisch geht es dabei nicht mehr nur allein um eine »Energiewende«, sondern generell um eine »Ressourcenwende« d.h. um »ressourcenleichtere« Produktions- und Konsummuster im Norden wie

auch im Süden (vgl. Henricke und Müller 2005; Sachs und Santarius 2005). Denn nicht nur bei Öl und Erdgas, sondern auch bei anderen strategisch bedeutsamen Rohstoffen (z.B. Uran, Platin, Metallen, Wasser, Edelhölzer) zeichnen sich im Trend »Verfügbarkeitsprobleme« und wachsende geostrategische Risiken ab.²

Für Deutschland lässt sich die Weichenstellung bei Öl und Erdgas auf den plakativ formulierten Nenner bringen: »Weg vom Öl so rasch wie wirtschafts- und mobilitätsverträglich möglich« und »Keine weitere Ausweitung und baldige Reduktion der Importabhängigkeit von Erdgas«.

Prinzipiell gibt es vier wesentliche Optionen, um diese Weichenstellung zu realisieren:

1. Steigerung der Energieeffizienz,
2. Substitution durch Erneuerbare Energien,
3. Substitution durch traditionelle Energien (Kohle; Kernenergie) und
4. Diversifizierung der Bezugsquellen von Öl und Erdgas bzw. Bezug von LNG (Liquefied Natural Gas).

Die Diversifizierung der Bezugsquellen (Option 4) macht sicherlich Sinn, aber sie ändert das weiter wachsende Importabhängigkeitsrisiko nur graduell und nicht grundsätzlich. Die Substitutionsstrategie durch traditionelle Energieträger führt einerseits bei Kohle zur Risikoverlagerung (beschleunigter Klimawandel), wenn sich die großmaßstäbliche CO₂-Abscheidung und Deponierung bei Kohlekraftwerken als ökologisch und/oder wirtschaftlich nicht tragfähig erweisen – abgesehen davon, dass diese Option ohnehin erst in 15 bis 20 Jahren verfügbar wäre. Andererseits kann die Kernenergie nur durch komplizierte, teure und langfristige technische Umwege (z.B. HTR oder Elektrolyse zur Wasserstoffherstellung) eine partielle Substitution von Gas und Öl im Verkehrs- und Gebäudebereich bereitstellen – abgesehen davon, dass die gesellschaftliche Akzeptanz für einen Ausbau der risikoreichen Option Kernenergie wohl kaum herstellbar ist und der bestehende Ausstiegsvertrag in Deutschland dem entgegensteht. Wachsende Betriebsrisiken bei verlängerter Laufzeit, mehr Mengenprobleme beim Atomüll und die latente Anfälligkeit für Missbrauch (z.B. Proliferation und Terrorismus) machen daher eine weltweite Renaissance der Kernenergie unwahrscheinlich. Außerdem werden Kernbrennstoffe zu 100% importiert. Ein Ausbau der Kernkraft hieße also, die Importabhängigkeit noch weiter zu steigern, statt diese zu reduzieren. Insofern ist die Kernkraftdebatte fehl am Platze, wenn über die Reduzierung von Importabhängigkeiten diskutiert werden soll.

² Pessimisten werden dabei eher an ein Zeitalter von Ressourcenkriegen denken (vgl. Klare 2001); Optimisten wie Amory Lovins gehen in einer Studie (mit finanzieller Unterstützung durch das Pentagon) davon aus, dass selbst die besonders öldrühtigen USA sich mit Gewinn am »Endspiel um Öl« beteiligen könnten (vgl. Lovins et al. 2004).

Dennoch müsste angesichts der gravierenden Abhängigkeiten bei Öl und Erdgas über die Optionen 3 und 4 ebenfalls intensiver nachgedacht und geforscht werden, wenn es nicht schnellere und bessere Alternativen gäbe.

Im Folgenden wird mit Szenarienrechnungen gezeigt, dass die Optionen 1 und 2 ausreichen, um die Versorgung mit Energiedienstleistungen in Deutschland risikoärmer, Klima und Ressourcen schonender, sozialverträglicher und – mittel- bis langfristig – auch erheblich wirtschaftlicher zu sichern als die Optionen 3 und 4. Entscheidende Voraussetzung dafür ist ein Paradigmenwechsel in der Energiepolitik, der sich auf die Formel bringen lässt »Mit der Effizienzrevolution zur Solarenergiewirtschaft«. Meine Hauptthese ist: Das bekannte umfangreiche und weitgehend wirtschaftliche Potential bekannter Effizienztechniken reicht aus, um bei Strom, Wärme und im Verkehr den Primärenergieverbrauch und die Kosten so zu senken, dass der Mix der erneuerbaren Energien schneller und mit tragbaren Zusatzkosten in den Markt gebracht werden kann. Trotz prinzipieller Zukunftsungewissheit kann sich in dieser Verzweigungssituation die Energiepolitik für den robusten Technologiekorridor rationelle Energienutzung, Erneuerbare und Kraft-Wärme/Kälte-Kopplung entscheiden – die Forderung nach »Offenhalten« aller Optionen ist weder notwendig noch Ziel führend. Denn faktisch würde dies bedeuten, knappes gesellschaftliches und privates Kapital ineffizient zu splitten.³

Die Vision eines nachhaltigen Energiesystems in Deutschland

Deutschland als reiches und am Außenhandel orientiertes Land kann sich von der weltweiten Entwicklung nicht abkoppeln, dies gilt sowohl in geostrategischer als auch in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht. Insbesondere trifft dies auch auf den Energiesektor und die damit verbundenen globalen Chancen und Risiken zu. Aber auch der umgekehrte Zusammenhang ist wichtig, nämlich wie der durchaus vorhandene nationale Handlungsspielraum ausgenutzt sowie Wettbewerbsvorteile und Demonstrationseffekte durch eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung einer nachhaltigen Energiepolitik erreicht werden können. Damit würde Deutschland keine Lehrmeister-, wohl aber eine Demonstrationsrolle übernehmen; so wie durch die Erfolgsgeschichte des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG), das, trotz einiger korrigierbarer Unzulänglichkeiten, sich als politische Innovation ersten Ranges erwiesen hat und inzwischen von 40 Ländern (darunter auch China) übernommen worden ist.

³ Es wäre wünschenswert, dass die Bundesregierung diese Verzweigungssituation mithilfe von Szenarien zum Thema macht und die Option einer ökologischen Modernisierung, wie sie von Minister Gabriel für möglich gehalten wird, ernsthaft prüft (vgl. Gabriel 2006).

Die deutsche Energiepolitik verfügt über die weltweit umfassendste Entscheidungsbasis zur technisch-wirtschaftlichen »Machbarkeit« einer Vorreiterrolle beim Klima- und Ressourcenschutz (z.B. durch drei einschlägige Enquête-Kommissionen und durch eine Vielzahl von Studien und Szenarien).

Im Abschlussbericht der Energie-Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages (2002) wurde z.B. erstmalig für ein Industrieland im Detail untersucht, mit welchen Technologieoptionen, mit welchem Instrumentenmix und mit welchen makroökonomischen Implikationen ein Energiesystem mit ambitionierter CO₂-Reduktion (80% bis zum Jahr 2050) erreicht werden kann. Aufbauend auf den Enquête-Szenarien liegen inzwischen noch differenziertere Nachhaltigkeitsszenarien für das Umweltbundesamt und -ministerium vor, die hier ebenfalls einbezogen werden (vgl. DLR et al. 2004).

Klimaschutz und Trendentwicklung

Von der Enquête-Kommission ist eine Trendentwicklung (BAU = Business as Usual) des Energiesystems bis zum Jahr 2050 analysiert worden. Dabei setzt sich die absolute Entkopplung von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum im Trend fort. Der Primärenergieeinsatz liegt im Jahr 2050 um rund 20% unterhalb des jetzigen Niveaus (1180 PJ in 2000). Ausschlaggebend hierfür ist – neben einem schwachen Trend zur Effizienzsteigerung – die Annahme einer nach dem Jahr 2030 deutlich rückläufigen Bevölkerung (2050 nur noch 67,8 Millionen statt rund 82 Millionen im Jahr 2000).

Allerdings weichen die aus der Trendentwicklung resultierenden Treibhausgasemissionen erheblich von den notwendigen Minderungsraten ab, und die Importabhängigkeit bei Öl und Gas wird nicht hinreichend gesenkt. Insofern ist ein »Weiter so« in der Klima- und Ressourcenpolitik nicht zukunftsfähig. Die deutsche Energiepolitik steht, trotz einer bisher durchaus international beispielgebenden Vorreiterposition bei der erneuerbaren Stromerzeugung, vor der Herausforderung, wie für alle Sektoren ambitionierte Klimaschutzziele (z.B. 80% CO₂-Reduktion) bis 2050 erreicht werden können.⁴ Das gilt insbesondere auch für den Verkehrssektor mit den höchsten Zuwachsraten bei CO₂. Dabei ergibt sich bereits im Trend, besonders aber bei einer Wende zu einer nachhaltigeren Energiepolitik eine wechselseitige positive Verstärkung von Klimaschutzpolitik und Reduzierung der Öl- und Gasabhängigkeit d.h. also auch eine signifikante Steigerung der Versorgungssicherheit.

Alternative technologische Klimaschutzpfade für Deutschland

Die Enquête-Kommission hat in drei modellhaften Technologiepfaden aufgezeigt, mit welchen Basistechnologien ein 80%-CO₂-Reduktionsziel bis 2050 erreicht werden kann. Für die Szenarien sind dabei die folgenden unterschiedlichen Grundannahmen gesetzt worden:

Das *Szenario Umwandlungseffizienz (UWE)* legt einen Schwerpunkt auf die Effizienzsteigerung beim Einsatz fossiler Energieträger bei der Stromproduktion. Bei der Energiewandlung und -nutzung werden neueste Technologien mit hoher Umwandlungseffizienz eingesetzt. Energieeinsparungen werden durch eine vermehrte Ausschöpfung besonders kostengünstiger Einsparpotentiale umgesetzt. Der weiterhin massive Einsatz fossiler Energieträger kann in klimapolitischer Hinsicht nur dadurch ermöglicht werden, dass die theoretisch denkbaren technischen Möglichkeiten der CO₂-Entsorgung im Kraftwerksbereich extensiv ausgeschöpft werden.

Im *Szenario Fossil-Nuklearer Energiemix (FNE)* wird simuliert, wie die vorgegebenen CO₂-Reduktionsziele durch den massiven Ausbau der Atomenergie erreicht werden. Maßnahmen zur Energieeinsparung und des Ausbaus erneuerbarer Energien werden nur im bescheidenden Umfang umgesetzt. Ein Zubau neuer Kernkraftwerke wird ab 2010 unterstellt, und die heute bestehenden Anlagen dürfen über das in der Konsensvereinbarung zwischen Bundesregierung und Kraftwerksbetreibern in 2001 vereinbarte Maß hinaus betrieben werden. Der bisherige »Atomausstiegskonsens« wird also aufgekündigt.

Das *Szenario REG-/REN⁵-Offensive (RRO)* ist im Gegensatz zu den Szenarien UWE/FNE durch einen forcierten kombinierten Einsatz effizienter Erzeugungs- und Nutzungstechnologien sowie einen verstärkten Ausbau erneuerbarer Energien gekennzeichnet. Das Energiedienstleistungsprinzip setzt sich als Konzept flächendeckend durch; dies bedeutet, dass nicht nur die effizientere Bereitstellung von Endenergie, sondern vor allem auch deren hocheffiziente und kostengünstige Umwandlung in Verbrauchernutzen und der rasch ansteigende Mix aus Erneuerbaren im Mittelpunkt stehen. Durch die technisch-wirtschaftliche mögliche Reduzierung des Energieverbrauchs um rund 40% wäre dann – trotz weiter steigender Wirtschaftsleistung – im Jahr 2050 ein Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch (Strom, Wärme, Kraftstoffe) von etwa 50% erreicht. Durch diese Innovations- und Effizienzdynamik würde als Perspektive möglich, den erneuerbaren Primärenergieanteil im weiteren Verlauf des Jahrhunderts schrittweise auf 100% auszudehnen.

⁴ Die britische Regierung unter Tony Blair hat eine CO₂-Reduktion von 60% bis zum Jahr 2050 zum Ziel der Klimaschutzpolitik in England erklärt.

⁵ REN = rationelle Energienutzung; REG = regenerative Energien; KWK/K= Kraft/Wärme/Kälte-Kopplung.

Sowohl im Szenario UWE als auch im Szenario RRO wird unterstellt, dass der beschlossene Atomenergieausstieg vollzogen und etwa bis zum Jahr 2025 abgeschlossen ist.

Abbildung 1 vergleicht Umfang und Struktur des Primärenergiesystems des drei Pfade mit der Ausgangssituation (1990/2000) und mit dem Referenzfall (REF). Um die Ergebnisse unabhängiger von Modellen und Institutsphilosophien zu machen, wurden alle Szenarien mit gleichen Basisannahmen sowohl vom Wuppertal Institut (WI) als auch vom Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart gerechnet.

Die Szenarien verdeutlichen die energiepolitischen Herausforderungen und die Verzweigungssituation in Deutschland. Hinsichtlich des Klimaschutzes sind die Szenarien vergleichbar, weil sie alle zum gleichen Klimaschutzziel führen.

Spätestens mit Amtsantritt der Großen Koalition hat es sich als eine zu vorschnelle Vermutung erwiesen, dass mit dem vertraglich vereinbarten Atomausstieg und mit der bisherigen Energiepolitik eine »unumkehrbare« Energieumkehr in Richtung des RRO-Pfades eingeleitet worden wäre. Auch die Enquête-Szenarien zeigen, dass eine entgegengesetzte technologische Strategie, nämlich eine Kombination aus den Strategien UWE/FNE und damit eine konsequente Weiterführung eines zentralisierten Atom-/Kohle-Pfades theoretisch zum gleichen Klimaschutzziel führen könnte. Es ist aber unwahrscheinlich, dass eine Kombination der Pfade UWE und FNE auf die erforderliche gesellschaftliche Akzeptanz stoßen würde, die notwendig wäre, um den »harten« Pfad umzusetzen.⁶ Denn dabei würden nicht nur eine Laufzeitverlängerung, sondern auch zusätzliche Kernkraftwerke notwendig. Die Investitionskosten für eine umfangreiche CO₂-Sequestrierung⁷ würden Kohlekraftwerke zu dem Zeitpunkt unattraktiv machen, wo der Mix der Erneuerbaren durch Lerneffekte billiger würde (siehe unten).

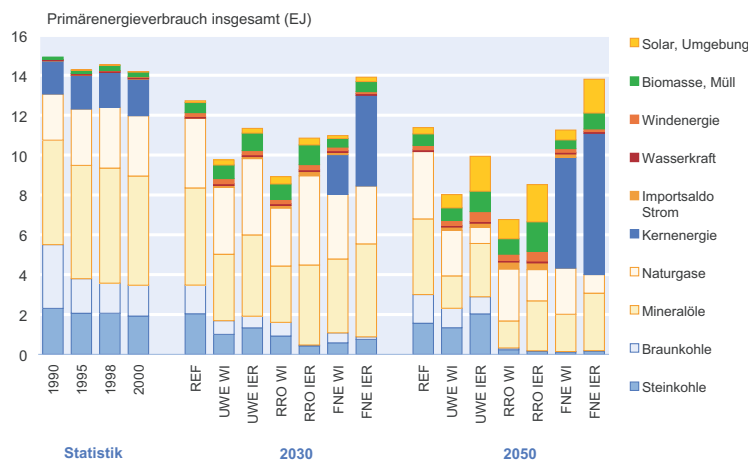
Der im Szenario RRO abgebildete »sanfte« Pfad einer dezentralisierten, dekonzentrierten und gemischtwirtschaftlichen Ordnungsstruktur könnte dagegen als eine Blaupause eines risikoarmen Weges dienen, der wegen dieser Eigenschaft gesellschaftliche Akzeptanz finden dürfe.

⁶ Zum Verständnis der Pfadkategorien »hart« vs. »sanft« vgl. Henricke und Müller (2005).

⁷ Aus Gründen des Technologieexports z.B. nach China und Indien ist es dennoch sinnvoll, die Option Carbon Capture and Storage (CCS) weiter zu erforschen und auf ihre Weltmarktfähigkeit in Pilotanlagen zu untersuchen.

Abb. 1

Entwicklung des Primärenergieeinsatzes in den Enquête-Szenarien



Quelle: DLR et al. (2004).

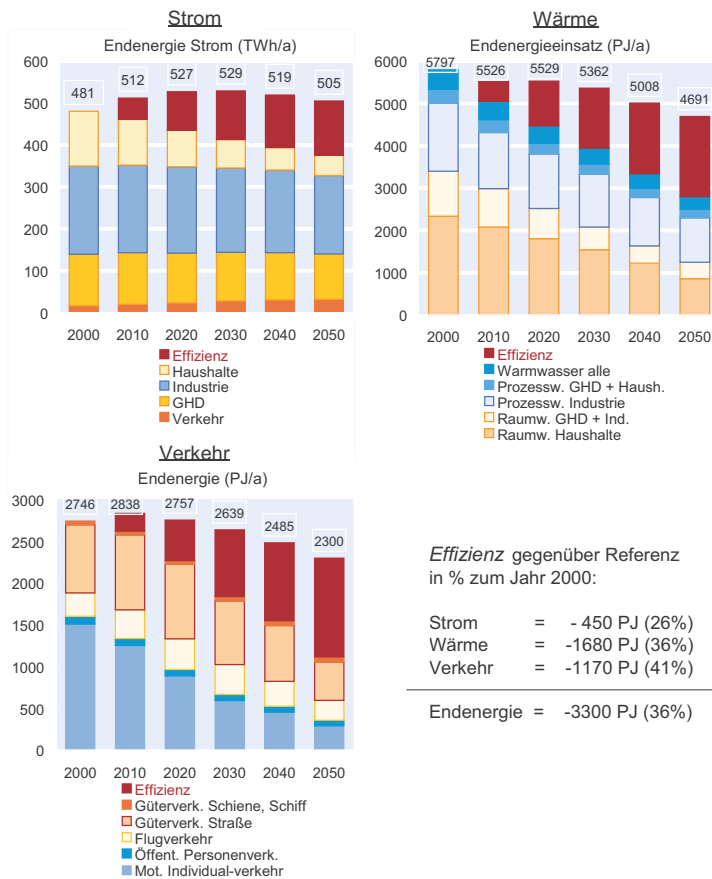
te, wenn auch die sozialen und ökonomischen Bedingungen von Nachhaltigkeit erfüllt würden. Sein technischer Kern ist eine forcierte Effizienzsteigerung bei der Energieerzeugung und -nutzung sowie eine stärkere Dezentralisierung und wachsende Vielfalt von Stromerzeugungstechniken (z.B. in Form »virtueller Kraftwerke« auf Basis Erneuerbarer Energien). Diese Dezentralisierung bei den Techniken erlaubt es einer Vielzahl von Strom- und Wärmeanbietern, ein neues System von intelligenten und verbrauchernahen Energiedienstleistungen zu entwickeln. Positiv zu vermerken ist, dass in allen Szenarien (außer im Referenzfall) der absolute Verbrauch von Öl und Erdgas bis 2050 gegenüber dem Basisjahr 2000 und auch im Vergleich zum Referenzfall sinkt. Im Fall RRO/WI gilt dies auch schon für das Jahr 2030.

Weiterentwicklung der Enquête-Szenarien

Von DLR et al. wurde das RRO-Szenario in zahlreichen Varianten weiterentwickelt (»Ausbauszenarien«, vgl. DLR et al. 2004). Dabei wurden vor allem die Naturverträglichkeit bei Ausbau der erneuerbaren Energien, der Strukturwandel des Kraftwerksparks und die Kostendynamik genauer berücksichtigt.

Zum anderen wurden auch die Energie- und Emissionsaspekte bei einer integrierten Effizienz/Erneuerbaren-Strategie (vergleichbar dem RRO-Szenario der Enquête-Kommission) differenzierter dargestellt. Abbildung 2 zeigt, dass zur Erreichung der notwendigen CO₂-Reduktion (80% in 2050 im Vergleich zu 2000) und zur Umsetzung des Atomausstiegs in allen Sektoren gegenüber dem Trend vorrangig eine Effizienzsteigerung erfolgen muss. Dies gilt vor allem für den Verkehrssektor, dessen heutige Ölabhängigkeit hierdurch beträchtlich reduziert würde.

Abb. 2
Senkung des Energieverbrauchs in den Sektoren durch die "Effizienzstrategie"



Quelle: DLR et al. (2004)

Bei der Weiterentwicklung der Enquête-Szenarien durch DLR et al. wurde auch eine differenzierte Analyse eines »nachhaltigen Kraftwerksparks« durchgeführt. In Abbildung 3 wird eine repräsentative Variante (unter Berücksichtigung von Belangen des Naturschutzes) eines nachhaltigen Kraftwerksparks mit einem Referenzpfad verglichen.

Erkennbar ist, dass im Nachhaltigkeitspfad der Anteil der Erneuerbaren Energien gegenüber dem Referenzpfad (19%) bis zum Jahr 2050 auf 68% gesteigert wird und durch eine starke Diversifizierung dezentraler Stromerzeugungsoptionen und durch eine verstärkten Ausbau der Kraft/Wärme/Kopplung sowie auch durch importierte regenerativ erzeugte Elektrizität die Versorgungssicherheit garantiert werden soll. Allerdings würden in einer späteren Phase der Import von Strom aus großen Windkraftparks und Solarthermischen Kraftwerken zunehmen; dennoch wäre der hieraus resultierende Importanteil als deutlich weniger riskant einzuschätzen als die Öl- und Gasimportabhängigkeit im Referenzfall.

Auf dieser Grundlage kann die Stromkostentwicklung in einem Nachhaltigkeitszenario mit einem hinsichtlich des Klimaschutzes vergleichbaren Kraftwerkspark auf Basis fossiler Energien verglichen werden. Denn erst unter dieser gemeinsamen Klimaschutzprämisse wird die Kostenentwicklung eines Stromerzeugungsmixes aus weitgehend dezentralen »grünen« Optionen (KWK, Erneuerbare) mit einem vorwiegend auf Kohle und Erdgas aufbauenden Kraftwerkspark vergleichbar. Bei diesem Vergleich zeigt sich eine Scherenentwicklung, die sich aus einer tendenziell sinkenden Kostenentwicklung bei den Erneuerbaren (Kostendegression durch Massenproduktion; Lerneffekte) und den steigenden Kosten in einem traditionell fossil basierten Kraftwerkspark durch die Kosten der Sequestrierung ergibt.

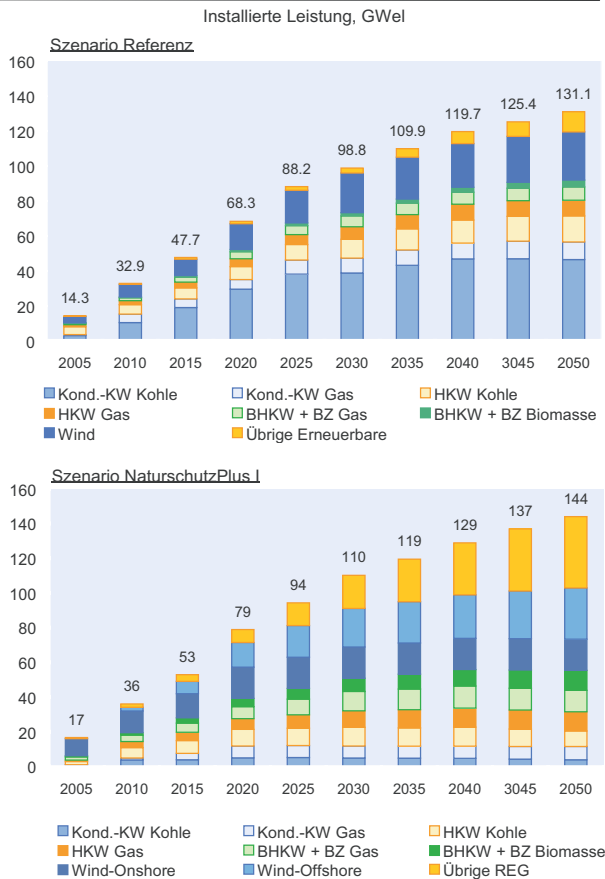
Je nach Preisentwicklung bei den fossilen Energien lässt sich hieraus folgern, dass zwischen 2020 und 2030 der dezentral erzeugte Strommix aus Erneuerbaren und KWK gegenüber einem fossil dominierten zentralisierten Kraftwerkspark ökonomisch überlegen ist.⁸ Durch beschleunigte Markteinführung ergibt sich unter den Modellannahmen ein Marktvolumen, das einen erheblichen Lern- und Kostensenkungseffekt bei den dezentralen und erneuerbaren Stromerzeugungsoptionen erlaubt, während die Kosten fossiler Stromerzeugung tendenziell wegen steigender Primärenergiekosten und den Kosten der Sequestrierung um etwa 2 cts pro Kilowattstunde ansteigen. »Grüner Strom« kostet also anfänglich mehr, um etwa ab 2020–2030 fossil erzeugten Strom deutlich unterbieten zu können.

Die volkswirtschaftlichen Kosten und Vorteile des »sanften« Pfades

Gerade auch volkswirtschaftlich ist von Bedeutung, ob eine Strategie eines »sanften« Pfades mit tragbaren Kosten verbunden ist. Denn die Realisierungschancen und auch die gesellschaftliche Akzeptanz für die Energie- und Verkehrswende hängen letztlich davon ab, ob der notwendige ökologische Wandel (Klima- und Ressourcenschutz) auch in Hinblick auf die ökonomischen und sozialen Dimensionen von Nachhaltigkeit vertretbar ist.

⁸ In groben Zahlen: Im Jahr 2030 liegt die geschätzte Kostenspanne von Gas- und Kohlekraftwerken mit CO₂-Sequestrierung je nach Preisentwicklung fossiler Energieträger zwischen 6,6 und 7,9 cts/kWh, während ein hinsichtlich Versorgungssicherheit vergleichbarer Mix aus erneuerbaren Stromquellen etwa 7,4 cts/kWh kostet (vgl. Fischechick et al. 2004).

Abb. 3
Strukturpfad des Kraftwerkzubaues (ab 2001) im Vergleich zum Referenzpfad



Quelle: DLR et al. (2004).

Langfristige Kostenanalysen für die jeweiligen Pfade sind mit besonderen Unsicherheiten verbunden, so dass die folgenden Kostenangaben nur mit Vorsicht zu interpretieren sind. Es geht nur um einen Vergleich von Größenordnungen und der Kostendynamik im Zeitablauf.

Die Kostendynamik wird in der Studie von DLR, IFEU und WI für das gesamte Energiesystem (Strom, Wärme, Verkehr) untersucht; sie kann für die Untersuchungsperiode wie folgt zusammengefasst werden: In den kommenden Jahrzehnten (etwa 2005 bis 2035) müssten Energieanbieter und -nachfrager bereit sein, eine moderate durchschnittliche volkswirtschaftliche Energiekostenerhöhung in Kauf zu nehmen, d.h. Zusatzkosten ansteigend bis maximal auf 4 Mrd. € pro Jahr um 2015. Danach würden die Zusatzkosten schnell absinken, um bis 2050 zu einem rechnerischen Gewinn von etwa 3 Mrd. € zu führen (vgl. DLR et al. 2004). Der hierfür erreichte gesellschaftliche Nutzen der »sanften« Strategie liegt in der Risikominimierung, in der signifikante Steigerung der Versorgungssicherheit und in der langfristigen Kostensenkung gegenüber einem fossil/nuklear dominierten Pfad.

Diese Nutzen/Kosten-Bewertung stimmt auch in der Tendenz mit den Ergebnissen der Energie-Enquête-Kommission überein. Die Kommission hat die volkswirtschaftlichen Implikationen ihrer Szenarien in folgenden Punkten zusammengefasst:

- Der Anteil der Energiesystemkosten⁹ im Referenzszenario kann von 12,5% des BIP (2010) auf 9,2% (2050) reduziert werden.
- Im Szenario RRO liegt der Anteil der Energiesystemkosten am BIP in 2050 nur leicht höher (zwischen 9,4 und 10,4%).
- Die Mehrkosten des Szenario RRO gegenüber dem Referenzpfad werden auf maximal 160 €/Kopf/Jahr geschätzt, aber auch 40 €/Kopf/Jahr erscheinen möglich (jeweils in abdiskontierten Werten).
- In allen – technologisch sehr unterschiedlichen – Pfaden ist die Bandbreite der Zusatzkosten relativ gering.
- Berücksichtigt man die Vorteile (Wachstums-, Export- und Beschäftigungseffekte), werden diese Zusatzkosten als »gesellschaftlich akzeptabel« eingeschätzt
- Wenn zusätzlich die Vermeidung der externen Kosten mit pragmatisch kalkulierten Aufschlägen für fossile und nukleare Energieträger in Rechnung gezogen wird, dann überwiegt der volkswirtschaftliche Nutzen des »sanften« Pfades die Kosten erheblich.

Notwendige Bedingung für die Energiewende: Vorrang für Energieeffizienz

Die beschriebene Entwicklung zu einem an Klimaschutz orientierten Energiesystem wird in keiner der Strategien allein durch marktwirtschaftliche Selbststeuerung erreicht, sondern erfordert ein innovatives Policy Mix und ein Bündel von ambitionierten Umsetzungsmaßnahmen. Insofern kann auch kein fundiertes Urteil darüber abgegeben werden, welches Szenario »realistischer« ist. Allerdings müsste das vorhandene Policy Mix zukünftig vor allem im Bereich der Energieeffizienz noch erheblich weiterentwickelt werden. Insbesondere das Szenario RRO setzt ein neues Verständnis des Primats der Energiepolitik und eine innovative Energiesparpolitik voraus.¹⁰ Die Politik müsste hinsichtlich ihrer proaktiven Gestaltungs- und Vorsorgeaufgaben z.B. bei neuen Forschungsschwerpunkten, aber auch durch innovative Anreiz- und Finanzierungssysteme einen deutlichen Paradigmenwechsel vollziehen. Solange die eingesparte Kilowattstunde für die gleiche Energiedienstleistung billiger ist als Energie bereitzustellen, sollten Rahmenbedingungen und Anreizstrukturen alle Akteure (auch die EVUs) in die

⁹ Die Energiesystemkosten umfassen sämtliche mit dem Energiesystem verbundenen Energiekosten plus die jährlichen Finanzierungskosten für die Energieumwandlung

¹⁰ Das gilt für Strom, Wärme und Verkehr; nachfolgend erfolgt nur aus Platzgründen eine Fokussierung auf dem Stromsektor.

Richtung »Umsetzung strategischer Energieeffizienzprogramme« steuern. Die technisch mögliche Effizienzrevolution würde durch eine »Ökonomie des Vermeidens« (vgl. Hennicke und Müller 2005) umgesetzt, wo alle Energiemarktakteure die Verbraucher darin unterstützen, unnötigen Energieeinsatz zu vermeiden, Kosten zu sparen und wettbewerbsfähiger zu werden; bekannte Instrumente hierzu sind Contracting, Demand Side Management, Facility Management oder auch ein Energiesparfonds (siehe unten). Daher spitzt sich die Frage der »Realisierbarkeit« eines nachhaltigen Energiepfades darauf zu, wie schnell und zu welchen Transaktionskosten das erheblich über den Trend hinaus zu erschließende Energiesparpotential tatsächlich »am Markt« realisiert werden kann.

Das technische Potential der effizienten Energieverwendung und -erzeugung ist unbestritten enorm. Auch wenn berücksichtigt wird, dass die Nachfrage nach Energiedienstleistungen mit dem Wirtschaftswachstum steigt, kann bis zur Mitte des Jahrhunderts der Primärenergieverbrauch pro Kopf in OECD-Ländern um etwa zwei Drittel verringert werden. Diese Vision einer »2 000-Watt-pro-Kopf-Gesellschaft«, die bis zum Jahr 2050 bei steigender Wohlfahrt nur noch ein Drittel des heutigen Energieverbrauchs (6 000 Watt pro Kopf/Jahr) benötigt, hat der Rat der Eidgenössischen Technischen Hochschule in der Schweiz untersucht und ihre prinzipielle Machbarkeit nachgewiesen (vgl. Jochem 2004).

Eine Szenarienbasierte Abschätzung des Beitrags der rationellen Energienutzung zu ambitionierten nationalen Klimaschutzzielen zeigt darüber hinaus für Deutschland: Zwei Drittel bis drei Viertel der für den Klimaschutz notwendigen CO₂-Minderung kann und muss in den nächsten Jahrzehnten auf den Märkten für Energieeffizienztechnologien erbracht werden. Von daher folgt der energiepolitische Imperativ, die Markteinführung der Regenerativen systematischer als bisher mit einer forcierten Effizienzsteigerung zu verbinden. Nur dadurch kann längerfristig der Ausbau erneuerbarer Energien eine entscheidende Bedeutung auch im Klimaschutz erlangen und umso früher zur tragenden Säule der Energieversorgung werden. Im Jahr 2050 tragen die Erneuerbaren Energien einer solchen Strategie folgend mit etwa der Hälfte zum CO₂-Minderungsziel von 80% bei. Dies gelingt umso effektiver, je besser die volkswirtschaftlichen Zusatzkosten für die Markteinführung der Erneuerbaren Energien durch die Kosteneinsparung in Folge umgesetzter Energieeffizienzsteigerung kompensiert werden. Eine einseitige Ausbaustategie der Erneuerbaren Energien führt demgegenüber zu höheren Energiekosten, ist in volkswirtschaftlicher Hinsicht suboptimal und setzt mittelfristig die Akzeptanz für Sonne, Wind und Biomasse aufs Spiel.

Eine Studie hat ermittelt, dass die heutigen Mehrkosten aus dem EEG je nach getroffenen Annahmen bei etwa 2,5 Mrd. € liegen. Bis 2017 könnte durch die angestoßene Entwick-

lungsdynamik der Strom aus Erneuerbaren Energien auf etwa 150 TWh und die EEG-Differenzkosten auf 4,2 Mrd. € pro Jahr ansteigen, um dann systematisch abzusinken. Im Maximum würde dann die Mehrbelastung eines typischen Haushalts (3 500kWh/a) auf etwa 2,8 € pro Monat steigen. Diese Erhöhung der Stromrechnung um etwa 5% kann durch Strom sparende effiziente Haushaltsgeräte bei weitem überkompensiert werden (vgl. Nitsch et al. 2005).

Nach den Erfahrungen im In- und Ausland ist es möglich, die durchschnittliche gesamtwirtschaftliche Energieeffizienz um mindestens 1% pro Jahr zusätzlich gegenüber dem Trend zu steigern. In einer aktuellen Zusammenfassung vorliegender Potentialschätzung neuer Effizienztechnologien für energieintensive Prozesse, Gebäude und Fahrzeuge kommt K. Blok (2005) sogar zu dem Ergebnis, dass hierdurch eine Effizienzsteigerung von 5% pro Jahr möglich ist. Bei Berücksichtigung von Lebensdauer und Markteinführung würden sich dadurch über Jahrzehnte jährliche Steigerungsraten von über 3% (wie sie z.B. dem RRO-Szenario zugrunde liegen) realisieren lassen.

Die durchschnittlichen Zusatzkosten für den Kauf von besonders energieeffizienten Geräten betragen (im Vergleich zu Durchschnittsgeräten) nach empirischen Analysen rund 2 bis 3 cts/kWh gegenüber langfristig vermiedenen Grenzsystemkosten der Strombereitstellung von etwa 5 bis 6 cts/kWh. Die Nettoeinsparung beträgt also rund 3 cts/kWh. Hieraus ergibt sich demnach eine dauerhafte Nettoeinsparung für Kunden und Volkswirtschaft in Milliardenhöhe.¹¹

Die Schlussfolgerungen lassen sich in sechs Thesen zusammenfassen:

1. Nur mit schnellerer Steigerung der *Nutzungs- und Umwandlungseffizienz* sind der Kernenergieausstieg, ein ausreichender Klimaschutz und die notwendige rasche und dauerhafte Absenkung der Importabhängigkeit gleichzeitig zu verwirklichen.
2. Angesichts rapide steigender Energiepreise und der Kumulierung von Energie bedingter Risiken ist ein Paradigmenwechsel von einer angebots- zur nachfrageorientierten Systemlogik notwendig und möglich.
3. Trotz Zukunftsungewissheit sind Entscheidungen für einen robusten Korridor (eine Mischung aus »zentral/dezentral« und »Effizienz/KWK/K/Erneuerbare«) zu mehr Klima- und Ressourcenschutz möglich.

¹¹ Das Wuppertal Institut hat eine detaillierte Nutzen/Kostenrechnung für einen Energiesparfonds zur Anschubfinanzierung von Effizienzinvestitionen in allen Bereichen vorgelegt: Mit einer marginalen Umlage von ca. 0,1 cts/kWh auf den Strom-, Gas- und Heizölverbrauch lassen sich dadurch bis zum Jahr 2015 z.B. 15% des Stromverbrauchs und 70 Mill. Tonnen CO₂ vermeiden sowie etwa 75 000 (netto) Arbeitsplätze schaffen. Für Kunden und Volkswirtschaft wäre dies ein überaus wirtschaftliches Programm (vgl. Thomas et al. 2005).

4. Nicht Mangel an Potentialen oder technische Restriktionen, sondern *strukturelle Rahmenbedingungen hemmen* den Ausbau von Erneuerbaren und KWK.
5. Ein sachgerechter Vergleich von zukünftigen Stromerzeugungstechniken und -kosten muss die Kosten für den Klimaschutz einbeziehen.
6. Die Grenzkosten des Stromsparens (bei gleicher EDL) sind für den Verbraucher erheblich günstiger als Stromerwerb – aber nur mit aktivem Hemmnisabbau.
7. Strategische Energiesparinitiativen und neue Rahmenbedingungen für einen europaweiten Wettbewerb um kostengünstige Energiedienstleistungen sind notwendig.

Literatur

- ASPO, Association for the Study of Peak Oil (2006), Newsletter, Internet: <http://www.peakoil.net>.
- Blok, K. (2005), »Improving Energy Efficiency by Five Percent and More per Year?«, *Journal of Industrial Ecology* 8(4), 87–99.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg., 2004), *Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen*, Kurzstudie, Hannover.
- Deutscher Bundestag (Hrsg., 2002), *Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung*, Endbericht der Enquête-Kommission, Bundestagsdrucksache 14/9400, Berlin.
- DLR, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Energie- und Umweltforschung ifeu und Wuppertal Institut WI (2004), *Ökologisch optimierter Ausbau der erneuerbaren Energien*, Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal.
- Eso Deutschland (Hrsg., 2004), *Oeldorado 2004*, Hamburg.
- Europäische Kommission (Hrsg., 2003), *European Energy and Transport Trends to 2030*, Brüssel.
- Fischedick, M. et al. (2004), *Ökologische Einordnung und strukturell-ökonomischer Vergleich regenerativer Energietechnologien mit anderen Optionen zum Klimaschutz, speziell der Rückhaltung und Speicherung von Kohlendioxid bei der Nutzung fossiler Primärenergien*, Forschungsvorhaben des BMU, Wuppertal, Stuttgart, Potsdam.
- Gabriel, S. (2006), Rede von Minister Gabriel am 5. Januar in Berlin, http://www.bmu.de/reden/bundesumweltminister_sigmar_gabriel/doc/36495.php.
- Hennicke, P. und M. Müller (2005), *Weltmacht Energie. Herausforderung für Demokratie und Wohlstand*, Stuttgart.
- International Energy Agency (Hrsg., 2002), *World Energy Outlook 2002*, Paris.
- International Energy Agency (Hrsg., 2005), *World Energy Outlook 2005*, Paris.
- Jochem, E. (Hrsg., 2004), *Energieperspektiven und CO₂-Reduktionspotentiale in der Schweiz bis 2010, Energieeffizienz sowie Substitution durch Erdgas und Erneuerbare*, Zürich.
- Klare, M. (2001), *Resource Wars, The New Landscape of Global Conflicts*, London.
- Lovins, A. et al. (2004), *Winning the Oil Endgame. Innovation for profits, jobs, and security*, Rocky Mountain Institute, Snowmass, Colo.
- Nitsch, J., M. Fischedick et al. (2005), *Ausbau Erneuerbarer Energien im Stromsektor bis zum Jahr 2020. Vergütungszahlungen und Differenzkosten durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz*, Untersuchung im Auftrag des BMU, Stuttgart, Wuppertal.
- Sachs, W. und T. Santarius (2005), *Fair Future, Ein Report des Wuppertal Instituts, Begrenzte Ressourcen und globale Gerechtigkeit*, München.
- Thomas, S. et al. (2005), *Konzept für einen EnergieSparFonds (ESF) in Deutschland*, Endbericht im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Wuppertal.