

Elsässer, Rainer Frank; Hillebrand, Bernhard; Ströbele, Wolfgang; Kohler, Stephan; Leprich, Uwe

## Article

# Erneuerbare Energien - Energiewirtschaftsgesetz: Wie sollte ein zukunftsfähiges Energieversorgungssystem aussehen?

ifo Schnelldienst

## Provided in Cooperation with:

Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

*Suggested Citation:* Elsässer, Rainer Frank; Hillebrand, Bernhard; Ströbele, Wolfgang; Kohler, Stephan; Leprich, Uwe (2005) : Erneuerbare Energien - Energiewirtschaftsgesetz: Wie sollte ein zukunftsfähiges Energieversorgungssystem aussehen?, ifo Schnelldienst, ISSN 0018-974X, ifo Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 58, Iss. 04, pp. 5-19

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/164150>

### Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

### Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Erneuerbare Energien – Energiewirtschaftsgesetz: Wie sollte ein zukunftsfähiges Energieversorgungssystem aussehen?

5

**Die Energiewirtschaft steht vor großen Herausforderungen: Blackouts, nicht nur in den USA, Ölpreisanstiege, denen die Gaspreise folgten, Klagen des Kartellamts über unzureichenden Wettbewerb bei Strom und Gas weisen auf einen sich abzeichnenden Umbruch der Energiemärkte hin. Wie könnte ein zukunftsfähiges Energieversorgungssystem aussehen und welche Bedeutung haben dabei die erneuerbaren Energien?**

## Ein zukunftsfähiges Energieversorgungssystem braucht eine solide Basis

Ein zukunftsfähiges Energieversorgungssystem beruht auf der gleichrangigen Berücksichtigung von Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit (vgl. Abb. 1). Versorgungssicherheit bedeutet dabei nicht nur die langfristig sichere Verfügbarkeit von Brennstoffen wie Kohle, Uran oder Erdgas. Wichtig ist auch eine Netz- und Erzeugungsinfrastruktur, die eine sichere und zuverlässige Versorgung gewährleisten kann. Deutschland hat hier heute einen sehr hohen Standard.

Das Kriterium Wirtschaftlichkeit zielt auf marktfähige und angemessene Strompreise. Staatlich veranlasste Zuschläge, wie Umlagen zur Förderung erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung, Ökosteuern und Konzessionsabgaben sowie Kosten aus der Verknappung von CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten und schließlich die Mehrwertsteuer, wirken dem entgegen. Ihr Anteil hat sich in den letzten Jahren beim Haushaltsstrom auf etwa 40% verdoppelt, wodurch die Vorteile der Strommarktliberalisierung kaum noch beim Verbraucher ankommen. Dieser hohe Staatsanteil ist europaweit fast einmalig.

Die Umweltverträglichkeit verlangt einen verantwortungsbewussten Einsatz der verfügbaren Ressourcen. Dazu zählen effiziente Kohlekraftwerke mit moderner Rauchgasreinigung, hocheffiziente Gasturbinen-Kombikraftwerke und die CO<sub>2</sub>-freie Kernenergie ebenso wie ein vernünftiger Anteil erneuerbarer Energien. Erst ein optimales Zusammenspiel dieser einzelnen Erzeugungsarten ermöglicht es, die Stromversorgung sicher, wirtschaftlich und umweltverträglich zu gestalten.

## Widersprüchliche politische Zielvorgaben

Die Energiepolitik der Bundesregierung ist momentan geprägt durch das Glaubensbekenntnis von der Energiewende, nach der die Energieversorgung in Deutschland grundlegend verändert werden soll. Das Zieldreieck der Energiewirtschaft ist dadurch schiefwinklig geworden, denn es wird kontinuierlich in Richtung der Umweltaspekte verbogen. Wirtschaftlichkeit und möglicherweise auch Versorgungssicherheit bleiben dabei auf der Strecke. Ein prägnantes Beispiel für diese Entwicklung sind die Zielvorgaben für erneuerbare Energien.

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) soll der Ausbau der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf einen Anteil von 12,5% in 2010 und auf 20% in 2020 vorangetrieben werden. Das EEG garantiert regenerativer Stromerzeugung einen absoluten Vorrang im Stromnetz und die Abnahme zu gesetzlich festgelegten Mindestpreisen, die weit über dem Marktwert liegen. Die Summe dieser Einspeise-Vergütungen wird über eine Umlage auf den Verbraucher gewälzt und belief sich 2004 auf etwa 3,4 Mrd. €. Eine starke Zunahme der EEG-Vergütungen ist aufgrund des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland vorgezeichnet. Bis 2015 wird sich allein die daraus resultierende Zusatzbelastung auf 5 Mrd. € pro Jahr erhöhen.

## Die Rolle der erneuerbaren Energien in der Stromversorgung

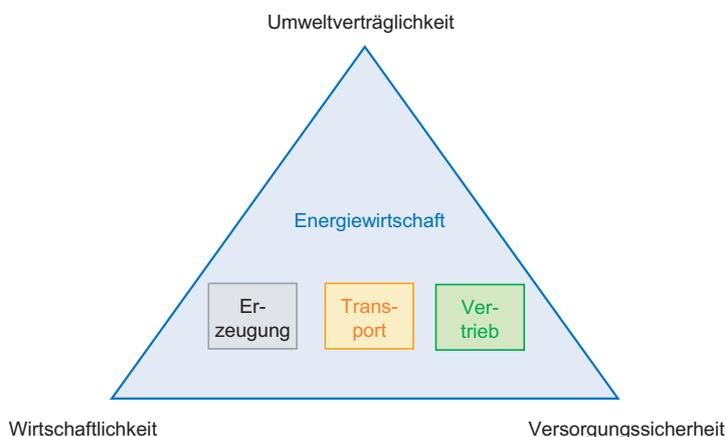
E.ON Energie unterstützt die perspektivische Entwicklung erneuerbarer Ener-



Rainer Frank Elsässer\*

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

Abb. 1  
Das Zieldreieck der Energiewirtschaft

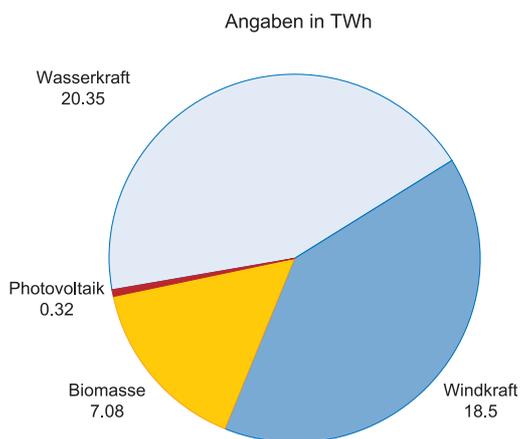


Quelle: E.ON AG.

gien. Dies bedeutet für uns, Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien schnellstmöglich effizient nutzbar und wettbewerbsfähig zu machen. Nur wenn dies gelingt, können sich erneuerbare Energien langfristig auf dem Strommarkt behaupten und einen sinnvollen Beitrag leisten. Das EEG in seiner heutigen Form wird diesem Anspruch jedoch nicht gerecht.

Die erneuerbaren Energien beschäftigen uns jedoch nicht nur auf der Erzeugerseite, sondern auch im Bereich der Netze. Mehr als 45% der in Deutschland installierten Windkraft von derzeit etwa 16 600 MW speist in die vorhandenen Übertragungs- und Verteilnetze ein – im Wesentlichen in den windreichen Küstenregionen Schleswig-Holsteins und Niedersachsens. Die Netzinfrastruktur dieser Region ist aber nicht

Abb. 2  
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, 2003



Quelle: BMU.

für den Abtransport großer Strommengen ausgelegt.

2003 wurden in Deutschland 46,3 Mrd. kWh Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugt (vgl. Abb. 2). Davon wurde über die Hälfte, 28,5 Mrd. kWh, über das EEG gefördert. Der Großteil der regenerativen Stromerzeugung erfolgt aus der Wasserkraft und der Windenergie, gefolgt von der Biomasse. Die Photovoltaik hingegen erreichte, trotz der hohen Vergütungen, keinen nennenswerten Anteil.

Traditionell leistet die Wasserkraft einen wichtigen und zuverlässigen Beitrag von etwa 4,5% zur deutschen Stromversorgung. Dieser Beitrag ist unter dem Regime der europäischen Wasserrahmenrichtlinie kaum steigerbar. Photovoltaik und Geothermie werden auf absehbare Zeit nur eine Außenseiterrolle spielen.

Das EEG hat Deutschland zum Weltmeister der Windenergieerzeugung gemacht. Ende 2004 waren deutschlandweit rund 16 500 Anlagen mit einer Leistung von etwa 16 600 MW installiert. Das ist die Hälfte aller europäischen Anlagen. Dieser Rekord bedeutet allerdings nicht, dass die Windenergie in Deutschland sinnvoll genutzt wird. Wurden Windparks anfangs primär in windreichen Küstengebieten installiert, so drangen sie immer mehr ins Binnenland vor, weil das Gesetz für schlechtere Windverhältnisse höhere Subventionen vorschreibt.

Angesichts der an Land bereits erreichten Potentialausschöpfung zielen die zukünftigen Planungen verstärkt auf die Nutzung der Windenergie auf hoher See (Offshore). Höhere Windgeschwindigkeiten und stetigere Windverhältnisse versprechen dort deutlich größere Energieausbeuten. Der finanzielle und technische Aufwand ist jedoch aufgrund der weiten Entfernung zur Küste und den dort herrschenden Wassertiefen enorm. Es wird noch einige Jahre dauern, bis Offshore-Windenergie einen signifikanten Beitrag zur Stromerzeugung leisten kann. Für die Erschließung der Offshore-Potentiale müssen allerdings noch höhere Subventionen bezahlt werden als bei den Anlagen an Land.

Mit der EEG-Novelle soll auch der Einsatz der Biomasse in der Stromerzeugung stark forciert werden. Die Einspeise-Vergütungen haben bereits zu Verzerrungen auf dem Altholzmarkt geführt, wo die hoch subventionierte Stromerzeugung aus Biomasse mit der stofflichen Verwertung konkurriert.

## Auswirkungen der erneuerbaren Energien auf die Energieversorgung

Die Windenergie hat trotz einem vergleichsweise kleinen Anteil von nur 4% an der Stromerzeugung mittlerweile eine Größe erreicht, die wegen ihrer mangelhaften Prognostizierbarkeit in Verbindung mit ihrer Vorrangstellung beim Netzzugang einen erheblichen Einfluss auf die Versorgungsinfrastruktur hat. Die Integration des eingespeisten Windkraftstroms stößt stellenweise bereits heute an die Grenzen des Machbaren.

Dies wird auch durch die aktuell diskutierte, von der Deutsche-Energie-Agentur (dena) durchgeführte Studie über die »Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020« (dena-Netzstudie) deutlich. Diese Studie wurde unter Einbindung aller beteiligten Akteure (Windbranche, Netzbetreiber, Energiewirtschaftler) erarbeitet. Die dena-Netzstudie liefert wichtige technische und wirtschaftliche Anhaltspunkte für die künftige Einbindung der Windenergie, zeigt aber auch Grenzen und unmittelbaren Handlungsbedarf auf:

- Die Schere zwischen dem rasanten Ausbau der Windenergie und den dafür erforderlichen Netzen klappt immer weiter auseinander. Es kommt daher bereits heute regional zu windstrombedingten Netzengpässen. Nur durch ein konsequentes Erzeugungsmanagement, d.h. durch Zurückfahren anderer Kraftwerke, konnten Netzausfälle in Norddeutschland bisher verhindert werden. Zur Vermeidung solcher Netzüberlastungen ist daher für neu installierte Windenergieanlagen in vorbelasteten Gebieten ein Erzeugungsmanagement erforderlich, mit dem die Windstromeinspeisung zeitweilig gedrosselt werden kann.
- Bis zum Jahr 2015 sind im Hochspannungsnetz umfangreiche Neubauten von etwa 850 km und eine Verstärkung bestehender Trassen über etwa 400 km erforderlich. Damit sind Investitionen von 1,1 Mrd. € verbunden. Allein die Planfeststellungsverfahren für solche Freileitungen dauern in Deutschland viele Jahre, so dass die Versorgungsrisiken steigen.
- Bisher leisten Windenergieanlagen keinen nennenswerten Beitrag zur Netzstabilität. Bereits heute können Netzstörungen in Gebieten mit einer hohen Konzentration von Windenergieanlagen durch den dominoartigen Ausfall dieser Anlagen verstärkt werden und so zu einem großflächigen Versorgungsausfall führen. Aufgrund der Größenordnung der installierten Windenergieleistung kann ein solcher Ausfall auch Auswirkungen auf die Stabilität des europäischen Verbundnetzes haben.
- Mit einem zunehmenden Ausbau der Windenergie sinkt der Leistungsbeitrag, den diese Anlagen gesichert bereitstellen können. So beträgt im Jahr 2015 der gesicher-

te Leistungsbeitrag der Windenergie, also der Betrag, mit dem sie die Erzeugungsleistung anderer Kraftwerke ersetzen kann, nur noch 6% ihrer installierten Leistung. Somit wird auch langfristig konventionelle Erzeugung in fast unverminderter Höhe zur Deckung und Absicherung des Strombedarfs erforderlich sein. Wir leisten uns also den Luxus eines doppelten Kraftwerksparks.

- Die Schwankungen der stochastisch einspeisenden Windenergie sind nur durch Vorhaltung ausreichender Reserveenergie auszugleichen. Diese muss, wie gesagt, größtenteils aus konventionellen Kraftwerken bereitgestellt werden. Dies hat auch gravierende Auswirkungen auf den Kraftwerksпарк. So ist in Zukunft ein verstärkter Zubau flexibel einsetzbarer gasbetriebener Kombikraftwerke erforderlich. Die geringere Auslastung dieser »Schattenkraftwerke« wird zu steigenden Stromkosten in den Großhandelsmärkten führen. Außerdem sind Kraftwerksstandorte in Gebieten mit hoher Windeinspeisung von regelmäßigen Abschaltungen mit entsprechenden Kostenfolgen bedroht.
- Die Windstromerzeugung vermeidet zwar Brennstoffkosten. Die geringere Auslastung der thermischen Kraftwerke, der remanente Reserveleistungsbedarf und steigende Einspeisevergütungen führen jedoch zu höheren Kosten der Stromerzeugung. Werden die EEG-Einspeisevergütungen für die bereits heute installierten Windenergieanlagen sowie für die sonstigen erneuerbaren Energien mitgerechnet, dann steigen die Strompreise für den Endverbraucher bis 2015 gegenüber einem Referenzszenarium ohne EEG um bis zu 30%.
- Ihre hohen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten relativieren den ökologischen Nutzen der Windenergie ganz erheblich. Sie liegen mit 40 bis 80 €/t CO<sub>2</sub> deutlich über CO<sub>2</sub>-Minderungskosten, die mit Effizienzsteigerungen in konventionellen Kraftwerken erzielbar sind. Der Marktwert für CO<sub>2</sub> im europäischen Emissionshandel liegt derzeit bei 7 €/t.
- Die dena-Netzstudie zeigt auch die Grenzen des Ausbaus der Windenergie. So mussten die Untersuchungen auf einen Prognosehorizont bis zum Jahr 2015 verkürzt werden. Mit einem darüber hinaus gehenden Ausbau wäre eine einigermaßen gesicherte Stromversorgung nicht mehr darstellbar gewesen.
- Die Stromtransportnetze unserer Nachbarländer werden durch die deutsche Windstromeinspeisung mit beeinträchtigt. Unter anderem werden die Kuppelkapazitäten zwischen den Ländern durch windbedingte Stromflüsse reduziert, was den europäischen Stromhandel einschränkt.

## Das EEG vernachlässigt die europäische Perspektive

Das EEG ist ausschließlich auf Nutzung und Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland ausgerichtet. Die

europäische Perspektive wird vernachlässigt. Wie auch die dena-Netzstudie zeigt, hat ein nationales Gesetz, das hinsichtlich Umfang und Förderhöhe eine wie auch immer zu bewertende »Vorreiterrolle« in Europa einnimmt, auch Auswirkungen auf den europäischen Strommarkt und die Stromversorgung in anderen Ländern. Unabhängig davon führen die EEG-bedingten Mehrbelastungen natürlich zur Benachteiligung des Standortes Deutschland.

Dieser nationale Alleingang vermindert nicht nur die Chance, erneuerbare Energien im Rahmen des europäischen Strombinnenmarktes effizienter zu nutzen. Der massive Ausbau der Windkraft in Deutschland behindert auch den grenzüberschreitenden Stromhandel und belastet die Netz- und Erzeugungsinfrastruktur im Ausland. Dies widerspricht dem Ziel eines offenen und fairen Binnenmarkts.

### **Forderungen an die Politik**

Die Politik muss einen zuverlässigen Rahmen für die Energiewirtschaft setzen. In den Bereichen Kraftwerke und Netze stehen aufgrund der Altersstruktur umfangreiche Investitionsentscheidungen an. Ob und wie diese mittelfristig ausfallen werden, hängt wesentlich von der Ausgestaltung der politischen Rahmenbedingungen und der künftigen Regulierung ab:

- Die erneuerbaren Energien, insbesondere die Windenergie, führen in Deutschland zu regional stark unterschiedlichen Belastungen der Netzinfrastruktur. Folgekosten der Windenergie, wie Aufwendungen für Regenergie und Netzausbau, müssen bei einer Regulierung der Netznutzungsentgelte unbedingt berücksichtigt werden.
- Der Ausbau der Windenergie macht einen umfangreichen Netzausbau erforderlich. Die Politik muss hierfür Investitionsbedingungen schaffen, mit denen kapitalmarktfähige Renditen erwirtschaftet werden können.
- Die Förderung erneuerbarer Energien darf die europäische Perspektive nicht vernachlässigen. Das EEG wirkt den Zielen des EU-Binnenmarktes entgegen. Eine rein auf Deutschland begrenzte Sichtweise vermindert die Chancen, erneuerbare Energien dort zu nutzen, wo dies am effizientesten und kostengünstigsten zu verwirklichen ist.
- Das deutsche EEG bietet zu wenig Anreize, erneuerbare Energien wettbewerbsfähig zu machen und somit nachhaltig im Strommarkt zu etablieren. Ein europaweit einheitliches Fördersystem, das diese Fehler korrigiert, würde der Nachhaltigkeit regenerativer Stromerzeugung dienen.
- Schließlich muss die Vorrangregelung für erneuerbare Energien aus Sicherheitsgründen und natürlich auch aus

wirtschaftlichen Erwägungen geändert werden. Wenn eine zunehmende Menge kaum prognostizierbarer Erzeugung immer Vorfahrt hat, entstehen nicht nur progressivere Kosten für die Transportinfrastruktur und die übrige Stromerzeugung, sondern auch eine verminderte Sicherheit der gesamten Stromversorgung.



Bernhard Hillebrand\*

Wolfgang Ströbele\*\*

## Energiepolitik – Quo vadis?

Die Energiewirtschaft steht vor gewaltigen Herausforderungen: Innerhalb der nächsten 15 Jahre müssen etwa 40 000 Megawatt (MW) Kraftwerksleistung ersetzt, sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen um nicht weniger als 40% gesenkt und gleichzeitig ein europäischer Binnenmarkt für Energie geschaffen werden – und dies vor einem sich abzeichnenden dramatischen Umbruch der Weltenergiemärkte. In den neunziger Jahren schien es, als hätte die Energiepolitik die freie Auswahl aus einem langfristig günstigen Menü: Kernenergieausstieg, Klimaschutz, Ausbau der erneuerbaren Energiequellen, Öffnung der Netze bei den leitungsgebundenen Energieträgern und die Abschöpfung der Ressourcenrente in den Verbraucherstaaten durch die Einführung der Ökosteuern. Alles schien möglich, weil die Weltenergiemärkte unbegrenzt flexibel, die Preise in realer Rechnung so niedrig waren wie seit 30 Jahren nicht mehr und die Energie-Infrastruktur – gleichgültig ob Kraftwerke oder Netze – modern und leistungsfähig und vor allem abgeschrieben waren. Doch inzwischen zeigen die Kalifornien-Krise, Blackouts, nicht nur in den USA und Italien, ein Ölpreisanstieg von 20 US-Dollar/Barrel Ende 2001 auf über 50 US-Dollar/Barrel in der zweiten Jahreshälfte 2004, dem die Gaspreise folgten, die Explosion der Kokspreise, Klagen des Kartellamts über unzureichenden Wettbewerb bei Strom und Gas, dass in längerfristiger Perspektive die neunziger Jahre ein seltener Glücksfall gewesen sein könnten, die scheinbar entspannte Lage von Anfang der neunziger Jahre bis 2003 auf einer besonders günstigen historischen Ausgangssituation mit niedrigen Energiepreisen, ausreichenden Kraftwerkskapazitäten und kurzfristig gut ausgebauten Netzen beruhte – irreführende Voraussetzungen also für ein zukunftsfähiges Energieversorgungssystem. Doch wie könnte ein zu-

kunftsfähiges Energieversorgungssystem aussehen und welche Bedeutung haben dabei die erneuerbaren Energien und der wettbewerbliche Rahmen? Dazu einige grundsätzliche Feststellungen.

### Energie ist ein unverzichtbarer Input der wirtschaftlichen Entwicklung

Energie ist im Sinne der natürlichen Ressourcenökonomik die einzige »wesentliche Ressource«. Durch Verbrennen fossiler Brennstoffe oder durch Kernspaltung wird einmalig Energie frei, die dann nach ihrer Nutzung (in Form von Prozesswärme, Kraftquelle, Licht oder chemischer Rohstoff) letztlich als Wärme für immer verloren ins Weltall abgestrahlt wird. Recycling ist, anders als bei Kupfer oder Stahl, nicht möglich, und eine ewige Substitution in die Ecken der Produktionsfunktion ist aus thermodynamischen Gründen nicht denkbar. Damit ist Energie unverzichtbarer Input für jede wirtschaftliche Entwicklung und industrielle Produktion. Die Quellen, aus denen Energie gewonnen wird, sind jedoch sehr unterschiedlich und hängen nicht zuletzt vom Entwicklungsstand einer Volkswirtschaft ab.

### Jedes Energiesystem beansprucht natürliche Ressourcen

Unabhängig von der speziellen Form des Energieeinsatzes sind die Gewinnung, die Umwandlung und der Verbrauch von Energie in jedem Fall mit der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen verbunden. Dies gilt für jedes zukunftsfähige Versorgungssystem. Die Höhe und Intensität der Inanspruchnahme ist eine Funktion der Struktur des Energiesystems. In Deutschland dominieren gegenwärtig kohlenstoffreiche Energiequellen, so dass die Energieerzeugung und der Verbrauch maßgeblich für die Emissionen von CO<sub>2</sub> verantwortlich sind. In Systemen mit einem hohen Anteil regenerativer oder atomarer Energiequellen lassen sich diese Emissionen vermeiden, allerdings um den Preis anderer Umweltbelastungen, bei atomaren Systemen mit den Risiken schwerwiegender Havarien und der langfristigen Belastung mit radioaktivem Abfall, bei regenerativen Energiequellen um den Preis erhöhter Flächenverbräuche, begrenzter Potentiale und unsicherer Verfügbarkeiten. Ein Versorgungssystem ohne Ressourcenverbrauch ist Wunschdenken.

### Die Struktur des Energieeinsatzes ist eine Folge der ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen

Im Laufe der Industrialisierung wurden regenerative Energiequellen (Holz, Wasserkraft, Wind) fast vollständig durch

\* Bernhard Hillebrand, Energy Environment Forecast Analysis, Münster.

\*\* Prof. Dr. Wolfgang Ströbele ist Inhaber des Lehrstuhls für Volkswirtschaftstheorie an der Universität Münster.

fossile Brennstoffe (Braun- und Steinkohle, Mineralöl, Erdgas) verdrängt. Die Energiedichte dieser Energieträger und ihre wirtschaftliche Überlegenheit ließen den regenerativen Energiequellen keine Chance – von einzelnen Nischen wie der Stromerzeugung aus Wasserkraft abgesehen. Gemessen am Primärenergieverbrauch erreichen die regenerativen Energiequellen gegenwärtig in Deutschland gerade mal einen Anteil von 3%; Mineralöl (36,5%), Kohle (25,3%) Erdgas (22,3%) und Kernenergie (12,5%) bilden das Rückgrat unserer gegenwärtigen Versorgung. Dies gilt auch für die Stromerzeugung, die zu mehr als 90% auf Stein- und Braunkohle, Kernenergie und Erdgas basiert, obwohl gerade dort in den letzten Jahren die regenerativen Energiequellen – nicht zuletzt mit massiver staatlicher Förderung – ihren Anteil deutlich ausweiten konnten.

Der marginale Anteil der regenerativen Energiequellen am Primärenergieverbrauch ist eine Folge der geringen Wettbewerbsfähigkeit der regenerativen Energiequellen gegenüber konventionellen fossilen Energieträgern. Steigende Öl-, Kohle- und Gaspreise könnten die Wettbewerbsposition der regenerativen Energiequellen zwar verbessern, allerdings wären dazu Preisimpulse erforderlich, die deutlich über das gegenwärtig erreichte Niveau hinausgehen. Insoweit ist in absehbarer Zeit nicht mit einer marktinduzierten Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit regenerativer Energiequellen zu rechnen. Die von der Klimaschutzpolitik formulierten Ausbauziele, den Anteil der regenerativen Energiequellen an der gesamten Stromerzeugung von 2000 bis 2010 zu verdoppeln und im Jahr 2010 mindestens 12,5% des Stromverbrauchs über regenerative Energiequellen zu decken, können nur mit Hilfe staatlicher Unterstützungen erreicht werden. Dies gilt auch unter Einschluss des Handels mit CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten, der seit dem ersten Januar 2005 für Anlagen der Energieerzeugung verbindlich vorgeschrieben ist. Der Preis für CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte müsste mindestens 62 €/t, in der Regel sogar deutlich über 100 €/t liegen, damit regenerative Energiequellen im Emissionshandel genau jene Vergütungen erhalten, die ihnen gegenwärtig per Gesetz zugesprochen werden und die dem Wert der durch ihren Einsatz vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen entspricht.

### **Der Ausbau regenerativer Energiequellen kann nur eine langfristige Option sein**

Langfristig sind erneuerbare Energieträger in jedem zukunftsfähigen Energiesystem mit einem gewichtigen Anteil enthalten. Daraus leitet sich aber keineswegs die Forderung nach sofortigem raschem Ausbau ab. Das Timing des optimalen schrittweisen Aufbaus neuer Energiesysteme ist eine eigenständige Problematik: Nur wenn Skalen- und Lernkurveneffekte mittelfristig die Wettbewerbsfähigkeit der neuen Systeme erwarten lassen, ist eine vor-

übergehende staatliche Förderung sinnvoll. Damit hängen der Zeitpunkt und die Begründung für den Ausbau regenerativer Energieträger von der Marktperspektive der klassischen Energieträger, deren Reichweite aus kostengünstigen Reserven, ihrem technischen Fortschrittspotential und von den Gutschriften etwa aus CO<sub>2</sub>-Vermeidungen ab.

Das größte Potential besitzt in Deutschland zweifellos die Windenergie; sie ist zugleich die sowohl unter wirtschaftlichen Aspekten als auch wegen unterschiedlicher politischer Bewertungen umstrittenste Form der Nutzung regenerativer Energien. Der Ausbau der letzten Jahre ist sicher beeindruckend: Innerhalb von zehn Jahren wurde eine Kapazität aufgebaut, die der gesamten gegenwärtig installierten Kraftwerksleistung auf Basis Erdgas (ca. 15 000 MW) entspricht; 1995 war davon noch nicht einmal ein Zehntel vorhanden. Und wenn die Wunschvorstellungen mancher Umweltpolitiker Realität werden, könnte sich die installierte Leistung in den nächsten zehn Jahren nochmals verdoppeln. Gerade bei Windenergie besagt die installierte Kapazität aber nichts über die erzeugbare Strommenge. Während ein Kern- oder Kohlekraftwerk bei Bedarf 7 000 Stunden oder mehr im Jahr mit voller Leistung gefahren werden kann, ist eine Windanlage auf einem guten Standort nur zwischen 2 000 und 2 500 Stunden im Jahr im Volllastbetrieb. Ein Kohleblock mit 1 000 MW Leistung kann bei 7 000 Stunden Benutzungsdauer rund 7 Mrd. kWh erzeugen, 50 Windparks à 20 MW mit ebenfalls 1 000 MW Leistung schaffen unter günstigsten Bedingungen an optimalen Küstenstandorten 2,5 bis 2,8 Mrd. kWh. Die fehlende Strommenge muss daher durch konventionelle Erzeugung gedeckt werden.

### **Ein steigender Anteil regenerativer Energiequellen erfordert Anpassungen im konventionellen Erzeugungs- und Übertragungssystem und schließlich auch bei den regenerativen Energiequellen selbst**

Die Absicherung durch konventionelle Leistung ist aber nur ein Problem der Windenergie. Je höher der Anteil der Windenergie, und dies kann natürlich nur der als nächste Stufe anvisierte Aufbau von Offshore-Windparks sein, umso größer wird die Distanz zwischen den Erzeugungs- und den Verbrauchszentren. Also muss das Übertragungsnetz erweitert und auf die neuen Erzeugungssysteme abgestimmt werden, nach Schätzungen der im Auftrag der deutschen Energieagentur (dena) erstellten Studie etwa um 1 000 Kilometer. Gleichzeitig nehmen die Zufallsschwankungen im System zu, die bei Aufrechterhaltung der Stabilität des gesamten Systems nur durch zusätzliche Regel- und Reserveleistung aufgefangen werden kann. Allerdings sind auch diese Anpassungsmaß-

nahmen nicht in beliebiger Höhe und unbegrenzt darstellbar. Die bereits zitierte Studie im Auftrag der dena beispielsweise kommt zu dem Ergebnis, dass eine Erzeugung von 20% oder mehr aus Windenergie massive Anpassungsmaßnahmen erfordert, die auch die Windenergie selbst betreffen und letztlich eine Beschränkung der Erzeugung erzwingen.

### Die größten Einsparpotentiale liegen in der Anlagenerneuerung und in moderner Technik

Der Ausbau der erneuerbaren Energiequellen ist allerdings nur eine Option für ein zukunftsfähiges Energieversorgungssystem. Wesentlich kostengünstiger stellt sich die Modernisierung des Kapitalstocks dar, der in der Energieumwandlung, im Verkehr oder bei der Gebäudeheizung genutzt wird. Allein durch die anstehende Modernisierung des Kraftwerksparks könnten bei unverändertem Brennstoffmix und konstanter Stromerzeugung die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Steinkohle um rund 18 Mill. t, bei Braunkohle um etwa 28 Mill. t verringert werden. Das Reduktionspotential wäre mit mehr als 58 Mill. t noch größer, wenn Steinkohle im Bereich der Mittellast durch Erdgas ersetzt würde. Auch im Gebäudebereich ist das Einsparpotential erheblich. Würde man den Altbaubestand auf den für Neubauten geltenden Standard bringen, könnten die Wärmeverluste von rund 630 TWh auf 250 TWh, also um mehr als 60% verringert und die CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechend um rund 100 Mill. t reduziert werden. Und schließlich stehen im Verkehrsbereich Minderungspotentiale zur Verfügung, die sich zum Teil allein durch Änderungen des Fahrverhaltens erschließen lassen und damit keine Zusatzkosten verursachen.

### Die Rolle der Energiepolitik

In einer sachlich vernünftigen Begründung hätte die Energiepolitik die folgenden Aufgaben zu unterstützen:

- Wo möglich, sind die Marktkräfte zu mobilisieren, um die Energiedienstleistungen auf jeder Stufe des Energiesystems effizient zu erbringen. Dort wo Informationsdefizite der Nutzer vorliegen, kann das Gut Information bspw. über neue Techniken oder für den Energieverbrauch relevante Verhaltensparameter als öffentliches Gut verbreitet werden.
- Angemessene Pool-Bildungen zur Absicherung von Risiken, die individuell schlecht zu tragen bzw. zu versichern sind, wie etwa im Falle der Mineralölbevorratung, sind zu organisieren.
- Umweltschäden aus Energienutzungen sind auf ein volkswirtschaftlich vernünftiges Maß zu verringern. Dies kann durch ein sachgerecht angewendetes Ordnungsrecht,

über Steuern, Selbstverpflichtungen von Branchen oder über Emissionshandel geschehen.

- Sehr langfristig erforderliche neue Energiesysteme sind über F&E-Politik zu fördern, da in der kurzen Frist wegen der unzureichenden Amortisation die Forschungsintensität zu gering ausfiele. Dies impliziert allerdings nicht eine gegen die Marktkräfte erzwungene umfassende großtechnische Einführung derartiger Systeme.
- In den Bereichen, in denen wegen der Leitungsgebundenheit der Energieträger Strom und Erdgas ein natürliches Monopol vorliegt, ist ein Ordnungsrahmen zu organisieren. Dieser kann grundsätzlich vom regionalen vertikal integrierten Monopol bis hin zum völlig freien Wettbewerbsmodell reichen, in dem nur noch die Netzzugangsbedingungen reguliert sind. Jedes dieser Modelle hat spezifische Vor- und Nachteile.
- Wegen der komplexen Interdependenzen und der hohen Kosten von Versorgungsstörungen kann die Politik gerade bei Ländern mit hohem Energieimportanteil auch die Versorgungssicherheit als Ziel verfolgen. Diese kann u.a. durch eine breite Mischung der Energieträger nach Art, regionaler Herkunft und Bevorratung sowie durch eine ausreichend flexible Infrastruktur erreicht werden.

Energiepolitik hatte bisher nicht nur die obigen Begründungen im Sinn, sondern hat historisch oftmals besondere Interessen bedient. Zahlreiche Subventionssysteme und Sonderregelungen sind anders nicht zu verstehen.

### Ein zukunftsfähiges Energiesystem bis 2040

Der Energiebedarf in Deutschland wird nicht mehr weiter stark wachsen: Stagnierende und langfristig schrumpfende Bevölkerung einerseits, weitere Erneuerung von Energiesystemen (Heizungsanlagen, Fahrzeugflotten, Kraftwerke) lassen den Energieeinsatz bei gleicher Energiedienstleistung zurückgehen und energieintensive Branchen expandieren in Deutschland nicht mehr in starkem Maße bzw. wandern sogar mittelfristig ab.

Der Weg der Energiepolitik muss deshalb lauten:

- Die Modernisierung und Erneuerung des Kraftwerksparks mit voller Nutzung der beiden Säulen Braun- und Steinkohle sind zu forcieren. Die Redlichkeit gebietet auch eine Überprüfung der Restlaufzeiten für Kernkraftwerke, sofern sie modernsten Sicherheitsanforderungen genügen.
- In einem langfristig angelegten Programm zur energetischen Sanierung des Altbaubestandes liegen erhebliche Potentiale zur Reduzierung von Heizöl- und Erdgaseinsatz und damit auch CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- Ein Programm zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs im Verkehr könnte dessen Zuwächse bremsen und um-

drehen. Hier könnte bspw. die Abschaffung der Kfz-Steuer für umweltfreundliche und gering verbrauchende Autos bei gleichzeitiger Verdoppelung oder Verdreifachung für Pkw mit über 9 l/100 km Normverbrauch angebracht sein, um bereits beim Neukauf Signale zu geben.

- Eine Beschleunigung der technischen Innovationen im Bereich der intelligenten Steuerung von Elektromotoren ist hilfreich, um dort den Stromverbrauch zu verringern.

Die Liste derartiger Maßnahmen ist sehr viel länger. Grundsätzlich müsste Gebot sein: Solange kostengünstige Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und damit CO<sub>2</sub>-Minderung nicht ausgeschöpft sind, haben teure Experimente mit erheblichen Zusatzlasten für die Energiekosten zu unterbleiben. Aus polit-ökonomischer Sicht ist jedoch zu befürchten, dass die Politik dieser simplen Regel noch nicht folgen will.



Stephan Kohler\*

### Innovationsoffensive notwendig

Für Deutschland ist eine innovative Energiepolitik und Energiewirtschaft sowie deren internationale Integration bzw. Abstimmung von besonderer Bedeutung: Auf der einen Seite ist die deutsche Wirtschaft im hohen Maße exportabhängig, auf der anderen Seite importiert Deutschland mit steigender Tendenz Energie und Rohstoffe. Deutschland hat zudem aufgrund seines hohen absoluten Energieverbrauchs – rund 25% des europäischen Energieverbrauchs erfolgt in Deutschland – eine wichtige wirtschaftliche Position im europäischen Kontext. Hinzu kommt die zentrale geographische Lage, die durch die EU-Osterweiterung noch weiter an Bedeutung gewinnt.

Dem Elektrizitätsbereich kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, denn Strom stellt den »Lebenssaft« von vielen Energiedienstleistungen bereit. Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass Stromverbrauch und Stromerzeugung praktisch zeitgleich erfolgen müssen, denn die Speicherung dieses Energieträgers ist bisher nur sehr aufwendig möglich.

In den nächsten 20 Jahren werden in Deutschland fast 60 000 MW an fossiler und nuklearer Kraftwerksleistung, altersbedingt oder nach dem vereinbarten Atomkonsens, stillgelegt, was rund 50% der heute installierten Kraftwerksleistung von 115 000 MW entspricht. Bei einem angenommenen konstanten Stromverbrauch wie heute bedeutet dies, dass rund 40 000 MW an neuer Kraftwerksleistung mit einem Investitionsvolumen von 40 bis 50 Mrd. € gebaut werden müssten.

Neben der notwendigen Kraftwerksleistung ist die Aufteilung der Stromerzeugung auf die einzelnen Energieträger

\* Stephan Kohler ist Geschäftsführer der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin.

wichtig. Die Elektrizitätswirtschaft in Deutschland erzeugt derzeit rund 530 TWh Strom, bei einer fast ausgeglichenen Außenhandelsbilanz, mit einem Anteil von rund 51% aus Braun- und Steinkohlekraftwerken, von 28% aus Atomkraftwerken und 10% aus erneuerbaren Energien sowie 11% aus sonstigen Energieträgern (z.B. Gas, Öl).

Der Erneuerungsbedarf im Kraftwerkspark stellt eine große Chance dar, eine sichere, preisgünstige sowie klima- und umweltverträgliche Energieversorgung der Zukunft ideenreich und innovativ zu gestalten. Die Erfüllung dieser Kriterien ist für eine Volkswirtschaft ein wichtiger Standortfaktor: Er beeinflusst die Wirtschaftsentwicklung und Investitionsentscheidungen der Unternehmen und ist somit maßgeblich für die Schaffung von Arbeitsplätzen, die Sicherung von Wohlstand, aber auch die Zukunfts- und Innovationsfähigkeit bzw. Nachhaltigkeit verantwortlich.

Eine innovative Energiepolitik und Energiewirtschaft ist aber gerade deshalb erforderlich und sinnvoll, da Deutschland neben der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen gleichzeitig und gleichrangig die Stilllegung der Atomkraftwerke vollzieht und somit auch die mit der Atomenergie verbundenen Risiken minimiert und zukünftig vermeidet. Diese Strategie der Risikominimierung ist auch im Sinne einer Nachhaltigkeitsstrategie konsequent, da sie zukünftige Generationen nicht weiter belastet und somit zur Flexibilität und Zukunftsoffenheit des Systems führt.

### Herausforderung für die Energiepolitik und -wirtschaft

Dies ist der Ausgangspunkt für die enorme Herausforderung, vor der – unter stark veränderten Rahmenbedingungen – die Energiepolitik und die Energie- bzw. Elektrizitätswirtschaft steht:

- Liberalisierung und Globalisierung führen zu einem intensiveren Standortwettbewerb in Europa und zu verstärkten nationalen und internationalen Handelsaktivitäten, die sich in einer zunehmenden Kosten- und Preiskonkurrenz niederschlagen. Die Stromkosten sind für die Industrie, je nach Branche, eine bedeutende Kostengröße. Die nationalen Rahmenbedingungen (Energiepolitik, Klimaschutzpolitik, Steuerpolitik usw.) sind daher entscheidend für Investitionsentscheidungen, aber auch für die Konkurrenzfähigkeit der Industrie auf den internationalen Märkten. Investitionen in den Kraftwerkspark unterliegen zukünftig dem »normalen« Marktrisiko, was den Energieträgermix bzw. die Versorgungssicherheit, aber auch den Klimaschutz beeinflussen wird. Die Rahmenbedingungen in einem liberalisierten Energiemarkt müssen ein Investitionsklima schaffen, das der Langfristigkeit von Betriebszyklen im Kraftwerksbereich Rechnung trägt.

- Die Entwicklung der internationalen Energiemärkte für Erdgas, Erdöl und Kohle ist von entscheidender Bedeutung für die Sicherstellung einer langfristigen, preisgünstigen und sicheren Energieträgerverfügbarkeit. Dabei spielt die Importabhängigkeit Deutschlands eine entscheidende Rolle, die auch bei der Realisierung einer Klimaschutzpolitik Beachtung finden muss. Bei den fossilen Energieträgern ist deshalb weiterhin ein breiter Energieträgermix erforderlich, der auf einer ausgewogenen geographischen Verteilung der internationalen Bezugsquellen basiert. Unter diesem Aspekt kommt der Braun- und Steinkohle eine besondere Bedeutung zu, da sie entweder als heimische Energieträger verfügbar sind oder aber die Vorkommen weltweit eine breite geographische Verteilung aufweisen. In Bezug auf Erdöl und Erdgas ist bedeutsam, dass die westeuropäischen Vorkommen ihren Förderhöhepunkt in diesem Jahrzehnt überschreiten werden. Die außereuropäische Importabhängigkeit Deutschlands wird sich weiter erhöhen, verbunden mit einer Verlagerung der Bezugsquellen in politisch schwierigere, instabilere Regionen. Die Entwicklung von Importstrategien für Erdgas aus Russland sollte z.B. berücksichtigen, dass Länder wie China, Japan und die USA zunehmend auch auf diese Vorkommen zurückgreifen werden und damit eine Preisreaktionen verbunden sein wird. Deshalb ist es erforderlich, dass bei dem anstehenden Kraftwerkserneuerungszyklus auch weiterhin ein breiter fossiler Energieträgermix zum Einsatz kommt, kombiniert mit dem forcierten Ausbau der regenerativen Energiequellen und unter besonderer Berücksichtigung der Energiequelle »Energieeffizienz«.
- Die Notwendigkeit einer erfolgreichen Klimaschutzpolitik hat für die Energieversorgung zukünftig eine noch wichtigere Bedeutung, wobei umgekehrt eine nachhaltige Energieversorgung der entscheidende Faktor für erfolgreichen Klimaschutz ist. Sowohl hinsichtlich des Ersatzes der Kernkraftwerke als auch der altersbedingt auscheidenden fossilen Kraftwerke sind die Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu beachten. Dies ergibt sich beispielsweise bei der Umsetzung der EU-Emissionshandelsrichtlinie, die – je nach Ausgestaltung – erhebliche Auswirkungen auf die Kraftwerks- und Energieträgerstruktur und damit auch auf die Versorgungssicherheit haben kann. Eine nationale Klimaschutzstrategie muss im internationalen Kontext formuliert und umgesetzt werden, nur so lassen sich gleiche Standards auf hohem Niveau erreichen.

Allein diese drei Punkte verdeutlichen die Komplexität der Entscheidungsfindung, aber auch den hohen Wettbewerbs- und Konkurrenzdruck im internationalen Umfeld, was unmissverständlich und eindeutig für die Notwendigkeit einer Innovationsoffensive spricht – sowohl auf der Nachfrage- als auch auf der Angebotsseite.

### Methoden der Effizienzsteigerung

Die interessante Frage ist nun, mit welchen Technologien und Methoden wir den Stromverbrauch auf der Nachfrageseite zukünftig mindestens stabilisieren bzw. reduzieren können, und mit welchem Kraftwerks- und Energieträgermix er dann abgedeckt werden wird – unter Berücksichtigung der Kriterien der Versorgungssicherheit, der Wirtschaftlichkeit, des Klimaschutzes und der Risikominimierung.

Zur Erfüllung der Kriterien muss die zukünftige Energiepolitik und Energiewirtschaft ihre höchste Priorität auf die Effizienzsteigerung legen, sowohl auf der Nachfrageseite als auch bei der Nutzung von Kohle, Erdgas sowie regenerativer Energiequellen.

Dabei kommt allen drei Bereichen die gleiche Priorität zu. Auch bei konsequenter Umsetzung einer Effizienzstrategie auf der Nachfrageseite und dem Einsatz von regenerativen Energiequellen ist der Einsatz von Kohle und Erdgas erforderlich, insbesondere zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten.

Die gleichberechtigte Beachtung dieser drei Punkte wird an folgendem Beispiel deutlich:

Bei einem im Jahr 2020 unterstellten Stromverbrauch in Höhe von 530 TWh, einem Anteil der erneuerbaren Energiequellen von rund 110 TWh (20%) und einem verbleibenden Anteil an Atomstromerzeugung in Höhe von rund 40 TWh, verbleibt für die fossilen Kraftwerke eine Stromerzeugung in Höhe von rund 380 TWh (73%). Das sind rund 60 TWh mehr als derzeit. Dabei stellt sich die interessante Frage, in welche Technologien investiert werden wird und welcher Umstrukturierungsprozess sich damit vollzieht.

Ein mögliches Szenario, das z.B. auch von großen Energieversorgungsunternehmen als nicht unrealistisch angesehen wird, geht davon aus, dass sich der derzeitige Anteil der Stromerzeugung aus Großkraftwerken von 76% bis zum Jahr 2010 auf 66% und bis zum Jahr 2020 auf 54% verringert. 46% der Stromerzeugung erfolgt dann aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) und regenerativen Kraftwerken.

Die Umsetzung eines solchen Szenarios erfordert auf allen Ebenen einen erheblichen Entwicklungsaufwand, da die dafür erforderlichen Bedingungen gegensätzlicher nicht sein könnten. Während auf der einen Seite im Bereich der Photovoltaik (PV) sowie bei kleinen Blockheizkraftwerken und Brennstoffzellen Anlagengrößen von ein bis zehn Kilowatt nicht unüblich sind, entwickelt sich die Anlagengröße der Windkraftparks in Bereiche von mehreren zig Megawatt mit weiter steigender Tendenz. PV-Anlagen, Biomassekraftwerke und KWK-Anlagen werden über das ganze Land verstreut

kundennah gebaut und meist – orientiert an bestehenden Siedlungsstrukturen – in das vorhandene elektrische Verbundsystem integriert. Bei einer effizienten Windenergienutzung bildet sich dagegen eine weitere Konzentration an windstarken Standorten in Norddeutschland ab, in denen keine ausreichende Netzinfrastruktur vorhanden ist. Diese Tendenz wird durch den Ausbau von Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee noch weiter verstärkt, da diese aufgrund ihrer hohen Infrastrukturkosten in Leistungsgrößen von 500 MW und größer gebaut werden müssen, um die Kosten zu minimieren. Neben den technischen Fragen stehen aber auch strukturelle und organisatorische Anpassungen auf der Agenda, wie beispielsweise die Implementierung von innovativen Energiedienstleistungs-, Finanzierungs- und Serviceangeboten, z.B. für die Optimierung der Investitionen auf der Nachfrage- und Angebotsseite.

Um mit dem sehr breiten Spektrum der in Entwicklung befindlichen bzw. entwicklungsfähigen innovativen Technologien die beschriebene notwendige Umstrukturierung der Energieversorgung realisieren zu können, sind insbesondere die folgenden Aufgaben zu lösen:

1. Für die erfolgreiche Mobilisierung der Effizienzpotentiale auf der Nachfrageseite müssen Produkt- und Marketingstrategien (push-and-pull) entwickelt werden, die die verschiedenen Akteure (Hersteller, Händler, Handwerker, Kunden/Nutzer) für das Thema sensibilisieren und aktivieren. Zur Dynamisierung der Entwicklung von effizienten und innovativen Geräten und Produkten sind für die Hersteller Programme und Anreizsysteme zu entwickeln, wie »Best-Practise-Programme«. Für Kunden und Nutzer müssen effektive Informationssysteme entwickelt werden, die eine »Just-in-time«- und »Just-in-place«-Beratung über die Vorteile der effizienten Technologien ermöglichen – beispielsweise über die »Live-Cycle-Cost« der Produkte. Für die Platzierung von »Energieeffizienz« als Markenzeichen sind breite Markteinführungsstrategien für diese Produkte erforderlich, beispielsweise getragen im Rahmen einer Selbstverpflichtung von Herstellern, Händlern und Energiehändlern.
2. Die technische Integration der innovativen Erzeugungsanlagen auf den verschiedenen Ebenen in das Energiesystem erfordert die Erweiterung und Intensivierung der verbundwirtschaftlichen Zusammenarbeit in so genannten »virtuellen« oder »intelligenten« Kraftwerken, bei denen dezentrale Technologien auf der Erzeugungsseite und Lastmanagement auf der Verbraucherseite sowohl im Elektrizitäts- als auch im Wärmebereich miteinander vernetzt und optimiert werden. Mit diesem Konzept, das hohe Anforderungen an die Kommunikationsinfrastruktur stellt, können die Erzeugungseinheiten optimal eingesetzt und ausgelastet sowie gleichzeitig auf der Verbraucherseite eine maximale Energieeffizienz erreicht werden.

3. Die Entwicklung von Strategien zur Markteinführung und Marktdurchdringung von Innovationen stellt eine weitere wichtige Aufgabe dar. Dazu sind die Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren, Architekten und Handwerkern, die Entwicklung von Dienstleistungsangeboten und Finanzierungskonzepten (z.B. Contracting) sowie von neuen Marketingkonzepten notwendig. So ist vorstellbar, dass anstelle von Energieträgern (Strom, Gas) künftig verstärkt Energiedienstleistungen (Raumwärme, Warmwasser, Licht) von Contractoren angeboten werden. Das Know-how des Contractors garantiert die Energie- und Kosteneffizienz der Energiedienstleistung bei gleichzeitiger Erfüllung hoher Komfortansprüche des Kunden. Für die daraus resultierenden Investoren- und Betreiberkonstellationen sind standardisierte Dienstleistungspakete (z.B. Vertragstexte, Finanzierungsmodelle) zu entwickeln. Der erfolgreiche Einsatz innovativer Technologien wird entscheidend von diesen Rahmenbedingungen abhängen, die ein hohes Maß an Komfort aufweisen bzw. zu niedrigen Transaktionskosten realisierbar sind.

Die Umsetzung einer erfolgreichen Nachhaltigkeitsstrategie in der Energiewirtschaft ist mit den vorhandenen Innovationspotentialen möglich. Dies erfordert aber einen breiten gesellschaftlichen Konsens sowohl auf der nationalen als auch auf der internationalen Ebene und ein hohes Maß an interdisziplinärer Kooperation auf allen Ebenen. Die Entwicklung von hocheffizienten Systemen, wie Passivhäuser im Neubau oder die Realisierung eines Niedrigenergiehausstandards bei der Gebäudesanierung, erfordert das optimale Zusammenwirken zwischen Gebäude- und Anlagentechnik auf der einen Seite und der optimalen Integration in die verbundwirtschaftliche Zusammenarbeit auf der anderen Seite. Die optimale Integration von fluktuierenden Stromerzeugungsanlagen, wie Windkraftwerken, in das Verbundsystem und die Sicherstellung der Versorgungssicherheit bedingen den Ausbau von hocheffizienten Kohle- oder Erdgas-GuD-Kraftwerken, die die notwendige Regel- und Reserveenergie zur Verfügung stellen.

Diese Aufgaben können nur dann erfolgreich gelingen, wenn neben der Mobilisierung der technischen und wirtschaftlichen Effizienzpotentiale auch eine optimale Abstimmung zwischen den Marktbedingungen und den staatlichen Instrumenten erfolgt – nach dem Prinzip: soviel Staat wie nötig, soviel Markt wie möglich.



Uwe Leprich\*

### Ein Paradigmenwechsel ist notwendig

Im Zentrum der Diskussion über ein zukunftsfähiges Energie(versorgungs)system<sup>1</sup> stehen die leitungsgebundenen Energieträger und hier insbesondere die Strombereitstellung, zumal durch die Art der Stromerzeugung eine enge Verknüpfung zum Wärmemarkt hergestellt werden kann. Auch vor dem Hintergrund des im August 2004 novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) und der faktischen Schwerpunktsetzung bei der anstehenden Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes möchte ich mich in den folgenden Ausführungen auf den Strombereich konzentrieren.

Das über Jahrzehnte gewachsene Stromsystem in Deutschland lässt sich grob als zentralistisches Großverbundsystem charakterisieren, in dem der Strom in verbraucher- und lastfernen Kondensationskraftwerken erzeugt und über ein ausreichend dimensioniertes Hoch- und Höchstspannungsnetz zu den endverteilenden regionalen und kommunalen Unternehmen transportiert wird. Dieses System wird ergänzt durch Reste einer industriellen Eigenstromerzeugung (rund 5% der Erzeugung) sowie durch politisch geförderte Nischenbereiche wie die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (rund 10% der Erzeugung) und die kommunale Kraft-Wärme-Kopplung (rund 5% der Erzeugung).

Das System wird dominiert durch ein Duopol (E.ON und RWE), das rund 70% der gesamten Stromerzeugung auf sich vereinigt, große Teile des Transportnetzes in seinem Be-

\* Prof. Dr. Uwe Leprich ist Hochschullehrer an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Saarbrücken und stellvertretender wissenschaftlicher Leiter des Instituts für ZukunftsEnergie-Systeme (IZES). Er war sachverständiges Mitglied der Enquete-Kommission »Nachhaltige Energieversorgung« des 14. Deutschen Bundestages.

<sup>1</sup> Während beim *Energieversorgungssystem* nur das Energieangebot betrachtet wird, wird beim *Energiesystem* die Betrachtung auf die Nachfrageseite und damit auf die Anwendungseffizienz ausgedehnt. *Energiesystem* ist in diesem Sinne der weitergehendere und treffendere Begriff.

sitz hat und an einer erheblichen Anzahl von Regionalversorgern und Stadtwerken beteiligt ist. Die gemischt-wirtschaftliche Geschichte der beiden Unternehmen und damit verbunden die traditionell engen Verbindungen zum Staat sind wesentliche Gründe für ein erhebliches Beharrungsvermögen gegenüber jeglichen von außen herangetragenem Systemveränderungen, das allenfalls durch die Situation in Frankreich mit dem Staatsunternehmen EDF im Zentrum noch übertroffen wird.

Dieses Beharrungsvermögen bezieht sich sowohl auf technische Entwicklungen, die geeignet sein könnten, das bestehende Großverbundsystem mittel- und langfristig abzulösen, als auch auf neue wettbewerbliche Spielregeln im Zuge der europaweiten Liberalisierung der Energiemärkte. Insofern ist die Diskussion über ein zukunftsfähiges Stromsystem in Deutschland nicht nur eine Diskussion über technische Möglichkeiten und ihr Zusammenwirken, sondern stets auch eine Diskussion über Akteure, ihre Marktmacht und ihre Anreizstrukturen.

Für die Notwendigkeit einer weitreichenden Systemveränderung, die technisch gesehen einen Paradigmenwechsel darstellt und zu einem sehr viel stärker dezentralisierten System führen würde, sprechen zumindest die folgenden Argumente:

- Das bestehende bundesdeutsche Stromsystem ist nicht nachhaltig im Sinne von klimaverträglich, risikominimierend und verallgemeinerbar. Sollten bevölkerungsreiche Länder, wie China und Indien, ein ähnliches System anstreben, wäre das unter Klima- und Ressourcengesichtspunkten sowie im Hinblick auf die ungelösten Probleme der Kernenergienutzung katastrophal.
- In einer durch zunehmenden Terrorismus geprägten Welt ist die Versorgungssicherheit in zentralistischen Systemen sehr viel schwieriger zu gewährleisten als in stärker dezentralisierten Systemen.
- Bei zunehmender Ressourcenerschöpfung konzentriert sich die Rohstoffabhängigkeit künftig auf wenige Länder. Die stärkere Nutzung heimischer Ressourcen würde diese Abhängigkeit verringern und zudem einen Beitrag zur Stärkung regionaler und lokaler Wertschöpfung leisten.
- Technische Innovationen, die geeignet sind, das Stromsystem umzubauen und damit zukunftsfähig zu machen, sichern und schaffen nachhaltige Arbeitsplätze in Deutschland und leisten somit einen Beitrag zum Abbau der Massenarbeitslosigkeit.
- Fairer Wettbewerb auf den einzelnen Wertschöpfungsstufen des Stromsystems lebt von Akteursvielfalt, die sich in einem zentralistischen und vermachteten System nur in geschützten Nischenbereichen entfalten und daher nur wenig Dynamik in das Gesamtsystem transportieren kann.

### Technische Zukunft

Die technischen Optionen für ein stärker dezentralisiertes Stromsystem sind größtenteils bereits vorhanden: Kleine bis mittelgroße Anlagen, die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme/Kälte-Kopplung (KWK) arbeiten und neben dem Strom zusätzlich die Energiedienstleistungen Raumwärme oder Kühlung bereitstellen, und die durch intelligente Steuerungs- und Regelungstechniken zu »virtuellen« Kraftwerken vernetzt werden können. Der Vorteil dieser Anlagen liegt in ihrem sehr guten Gesamtwirkungsgrad, der klimaverträglich und ressourcenschonend das Maximum aus den eingesetzten fossilen oder biogenen Energieträgern herausholt. Das Spektrum der Anlagen reicht dabei von größeren Gas-GuD-KWK-Anlagen über Blockheizkraftwerke, Mikrogasturbinen und Stirlingmotoren bis hin zu Brennstoffzellen, die derzeit jedoch noch am weitesten von der Wirtschaftlichkeit entfernt sind. Ergänzt wird dieses Spektrum durch dezentrale Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wie Onshore-Windkraftanlagen, Kleinwasser- und Geothermiekraftwerke sowie Photovoltaik-Panel. Gesteuert werden die Anlagen durch dezentrale Energiemanagementsysteme, die geeignet sind, auch die Verbraucherseite systematisch einzubeziehen und damit eine ganzheitliche Systemoptimierung zu ermöglichen.

Wenn man davon ausgeht, dass unter wärmestrukturellen Gesichtspunkten mittelfristig rund die Hälfte der bundesdeutschen Stromerzeugung in dezentralen KWK-Anlagen erfolgen kann (wie dies in Finnland, Dänemark und den Niederlanden heute bereits annähernd der Fall ist), wenn dann ein weiteres Viertel durch zentrale und dezentrale Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien bereitgestellt wird<sup>2</sup>, und wenn man zusätzlich davon ausgeht, dass sich die Anwendungseffizienz des Stroms beim Verbraucher erheblich steigern lässt, bleibt für herkömmliche zentrale Kondensationskraftwerke nur eine relativ kleine Marktnische übrig.

Dieses grobe Szenario eines zukunftsfähigen Stromsystems könnte sich freilich verändern, wenn es gelingen sollte, ein so genanntes »CO<sub>2</sub>-freies« Kohlekraftwerk oder ein inhärent sicheres Kernkraftwerk zu entwickeln und zu konkurrenzfähigen Preisen auf den Markt zu bringen. Momentan gibt es dafür allerdings keine Anhaltspunkte.

Fatal erschiene in der augenblicklichen Situation eine Verlängerung der Laufzeiten der bestehenden Kernkraftwerke. Einerseits könnten die Kraftwerksbetreiber durch die faktische Ausdehnung des goldenen Endes der Kraftwerke erhebliche Zusatzgewinne realisieren, die sich für die Perpetuierung des alten System und für gezielte Wettbewerbsverzerrungen nutzen ließen, zum anderen würden damit Anlagen, die in den fünfziger und sechziger Jahren entwickelt wurden, den Weg für neue innovative Technologien versper-

<sup>2</sup> Das größte Zubaupotential liegt hier ohne Zweifel im Offshore-Windbereich.

ren und möglicherweise dazu beitragen, den Anschluss an lukrative Exportmärkte zu verpassen.

### Wettbewerbliche Zukunft

Fairer Wettbewerb ist der Schlüssel zum Aufbrechen verkrusteter und verkrusteter Strukturen im derzeitigen Stromsystem. Dabei sind folgende Wertschöpfungsstufen zu unterscheiden:

- *Wettbewerb im Bereich der Stromerzeugung*  
Hier geht es darum, allen aktuellen und potentiellen Stromerzeugern ein gleichberechtigtes Spielfeld (»level playing field«) zu ermöglichen, auf dem sich die effizientesten durchsetzen können. Dazu gehört eine Strombörse, die genügend Liquidität besitzt und nicht von wenigen marktmächtigen Teilnehmern vereinnahmt werden kann, ein transparentes Stromgroßhandelssystem und wettbewerblich organisierte Systemdienstleistungsmärkte wie der Regelenenergiemarkt, bei denen die Marktzutrittschranken gering und die für alle Beteiligten transparent sind.
- *Effiziente Regulierung der Netzbereiche*  
Nach dem Scheitern des deutschen Experiments eines verhandelten Netzzugangs, der den Liberalisierungsfortschritt um mindestens fünf Jahre verzögert hat, schließt sich Deutschland in diesem Jahr den internationalen Gepflogenheiten an und führt eine Netzregulierung ein. Diese Regulierung kann umso effizienter ausgestaltet werden, je stärker die Interessen der Wertschöpfungsstufen getrennt sind, im besten Falle also eigentumsrechtlich. Da die eigentumsrechtliche Trennung zwischen Transportnetz und Großstromerzeugung in Deutschland bislang an den bestehenden Machtverhältnissen gescheitert ist, bleibt dies strategisch gesehen der größte Makel der bundesdeutschen Strommarktliberalisierung. Wenn man von einer Verstaatlichung dieser »Hauptschlagader« des Stromsystems absehen will, wie sie in Dänemark unlängst durchgeführt wurde, ist hier auf eine sehr strikte Netzzugangs- und -entgeltregulierung zu achten. Die Regulierung der Netzentgelte bei der Nutzung der Verteilnetze muss darauf abzielen, mit Hilfe einer intelligenten Anreizregulierung das Niveau der Entgelte abzuschmelzen und sie dem europäischen Durchschnittsniveau anzunähern.
- *Wettbewerb um Endkunden*  
Die wichtigste Voraussetzung für eine Intensivierung des Endkundenwettbewerbs besteht darin, bei den integrierten Netzbetreibern – und nahezu alle Verteilnetzbetreiber in Deutschland sind noch integrierte Unternehmen mit einer allenfalls organisatorisch entflochtenen Vertriebspartie – eine Quersubventionierung zwischen Netzbetrieb und Vertrieb zu verhindern. Genau diese Quersubventionierung hat bewirkt, dass seit Beginn der Liberalisierung der Endkundenwettbewerb nahezu zum Er-

liegen gekommen ist und nur noch wenige neue Anbieter übrig geblieben sind – vorzugsweise in Marktnischen wie dem Ökostrombereich oder bei gewerblichen Bündelkunden.

Neben den rechtlichen, institutionellen und organisatorischen Voraussetzungen für eine tatsächliche Liberalisierung des Strommarktes spielt auch die Einstellung zum Wettbewerb eine wichtige Rolle (»spirit of competition«). Abgesehen vom Bundeskartellamt und der Monopolkommission scheint dieser »spirit« den wesentlichen Akteuren im bundesdeutschen Strommarkt zu fehlen, wie sich an den erbitterten Besitzstandsgefechten im Rahmen der Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes aktuell zeigt:

- Die etablierten Netzbetreiber, die von der Liberalisierung an sich über die Regulierung bis hin zum Effizienzvergleich und zur Anreizregulierung bislang noch jeden Vorschlag zur wettbewerblicheren Gestaltung des Strommarktes grundsätzlich abgelehnt haben, nutzen jede Gelegenheit, um den Status quo gegen die gebündelten Interessen der Netznutzer und der Verbraucherschützer zu verteidigen.
- Das Bundeswirtschaftsministerium verfolgt seit dem ordnungs- und wettbewerbspolitischen Sündenfall der E.ON/Ruhrgas-Fusion einen kruden industriepolitischen Kurs, der einseitig die Interessen der Stromnetzbetreiber gegen die der restlichen Wirtschaft und der privaten Verbraucher unterstützt. Die Ideologie dahinter hat möglicherweise zum Ziel, die beiden großen heimischen Stromkonzerne auf Dauer in der europäischen Champions-League zu etablieren – koste es, was es wolle.

Bezeichnenderweise hält derzeit innerhalb der Bundesregierung das Bundesumweltministerium die Fahne des Wettbewerbs hoch, in der Sache temporär unterstützt von der konservativen Mehrheit im Bundesrat.

### Das Energiewirtschaftsgesetz als Grundgesetz der Energiewirtschaft

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und das Kraft-Wärme-Kopplung-Modernisierungsgesetz (KWK-Mod) bleiben Nischengesetze, wenn es nicht gelingt, den oben skizzierten Paradigmenwechsel in den grundsätzlichen Rahmenbedingungen der Stromwirtschaft zu verankern. Die Frage, welche Freiräume es künftig zur Ausgestaltung eines zukunftsfähigen Stromsystems geben wird, hängt im Wesentlichen von der Festlegung des energierechtlichen Ordnungsrahmens und der Kompetenzzuweisung/-wahrnehmung der Regulierungsbehörde ab.

Die derzeitige Novellierung des Energiewirtschaftsgesetz ist seit 1935 der erste realistische Versuch in Deutschland,

ein wirkliches Grundgesetz für diesen Schlüsselbereich der Volkswirtschaft zu schaffen. Insgesamt 118 Paragraphen und über 20 Verordnungsermächtigungen stellen ein Regelwerk da, das zunächst einen Auswuchs überzogener nationaler Regelungswut vermuten lässt, aber in wesentlichen Teilen von der EU vorgeschrieben wurde. Man muss sich dabei freimachen von dem Gedanken, der Übergang eines jahrzehntelang gewachsenen, verkrusteten Monopolsystems zu einem wettbewerblicheren System ließe sich ohne ein ausgefeiltes Regelwerk bewerkstelligen – die rudimentäre Novelle aus dem Jahr 1998 ist hier ein mahnendes Gegenbeispiel.

Im Kern geht es bei dieser Novellierung um faire Wettbewerbsregeln, die neuen »hungrigen« Akteuren den Zutritt zu den einzelnen Teilmärkten ermöglichen und damit die Voraussetzungen für ein zukunftsfähiges System schaffen sollen.

Grob umrissen sind dies

- *Faire Regeln für den Netzanschluss*  
Die Marktzutrittsbarrieren für neue Stromerzeuger müssen gering gehalten werden, der Netzanschluss ist reibungslos zu ermöglichen.
- *Faire Netzzugangsregeln*  
Hierunter verbergen sich vor allem der Zugang und die Ausgestaltung des Reserve- und des Regelenenergiemarktes, die Vergütung vermiedener Netznutzungsentgelte als Honorierung des energiewirtschaftlichen Wertes dezentraler Anlagen sowie die faire Behandlung von Arealnetzbetreibern als Contractoren für die Nutzung kleiner KWK-Anlagen.
- *Faire Netznutzungsregeln*  
Hier geht es um die Ausgestaltungsregeln für die Festlegung der Netznutzungsentgelte als Kern der künftigen Regulierungstätigkeit. Dazu gehört ein intelligentes System der Anreizregulierung, das das Spannungsfeld zwischen ökonomischer Effizienz, ökologischen Zielsetzungen und hinreichender Versorgungsqualität auflöst. Konkret muss die Regulierung auch einen Beitrag dazu leisten, dass die Netzbetreiber sich in die Rolle eines »aktiven« Systemoptimierers unter Berücksichtigung aller dezentralen Optionen auf der Angebot- und Nachfrageseite begeben und so einen wichtigen Beitrag zum Umbau des bestehenden Systems leisten.
- *Transparenz und ausreichende Informationen*  
Nicht nur die Verbraucher, sondern auch die Marktteilnehmer haben einen Anspruch darauf, fair und umfassend informiert zu werden. Insbesondere dadurch, dass die Interessen der unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen (noch?) nicht eigentumsrechtlich getrennt sind, ist es dringend notwendig, dass die Regulierungsbehörde darauf hinwirkt, Informationsasymmetrien abzubauen.

me-Kopplung hinaus ist es also fundamental, das Energiewirtschaftsgesetz mit seinen Verordnungen, das über die Möglichkeit entscheidet, das bestehende Großverbundsystem zu einem zukunftsfähigen System umzubauen. Während es im Gesetz selbst darum geht, die Türen für einen solchen Umbau offen zu halten und faire Marktzutrittsregeln festzulegen, liegt der Schlüssel für die Umsetzung des Gesetzes bei der Regulierungsbehörde für Elektrizität, Gas, Telekommunikation und Post (REGTP). Letztlich wird es von ihrer Durchsetzungsfähigkeit gegenüber den etablierten Besitzstandswahrern abhängen, inwieweit die schrittweise Implementierung eines stärker dezentralisierten, wettbewerblich gestalteten und von einer größeren Akteursvielfalt geprägten Zukunftsenergiesystems gelingt.

Über die technischen Entwicklungen und die bestehenden Nischengesetze für erneuerbare Energien und Kraft-Wär-

Die Beiträge sind auszugsweise in englischer Sprache im CESifo Internet Forum auf unserer Website [www.cesifo.de](http://www.cesifo.de) zu finden.