ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Jochem, Eberhard; Bradke, Harald

Article

Nachtrag: Versorgungssicherheit – wie sollte die zukünftige Energiepolitik gestaltet werden?

ifo Schnelldienst

Provided in Cooperation with:
Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

Suggested Citation: Jochem, Eberhard; Bradke, Harald (2006) : Nachtrag: Versorgungssicherheit – wie sollte die zukünftige Energiepolitik gestaltet werden?, ifo Schnelldienst, ISSN 0018-974X, ifo Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 59, Iss. 04, pp. 3-6

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/164276

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.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Nachtrag: Versorgungssicherheit – wie sollte die zukünftige Energiepolitik gestaltet werden?

Energieeffizienz – der vergessene Teil der Versorgungssicherheit

Der Energiebedarf der Länder der Welt ist eine abgeleitete Nachfrage, abgeleitet von unmittelbaren Lebensbedürfnissen wie Nahrung, vor Witterung geschütztes Wohnen, angenehm temperierte Räume, Gesundheits-, Mobilitäts- und Kommunikationsbedürfnisse, die mittels heutiger Technik daraus einen *Bedarf nach Nutzenergien (z.B. Wärme, Kraft, Beleuchtung)* entstehen lassen. Allerdings muss derzeit weit mehr als die Hälfte der Menschheit mit weniger Energiedienstleistungen vorlieb nehmen, als für ein menschenwürdiges Leben notwendig ist (vgl. UNDP et al. 2000, Kap. 6); zudem haben etwa 2 Mrd. Menschen noch keinen Zugang zu elektrischer Energie, nicht einmal um Wasser zu pumpen oder ein Krankenhausgerät zu betreiben. Ein menschenwürdiges Dasein ist bei heutiger Technologie bei etwa 35 GJ Primärenergie pro Jahr und Kopf zu erreichen, und diejenigen in Südamerika, Indien oder China, die dieses Niveau erreicht haben, verfolgen als Ziel eines westlichen Lebensstils mit einem heutigen Pro-Kopf-Primärenergiebedarf von 165 GJ pro Jahr in Europa.

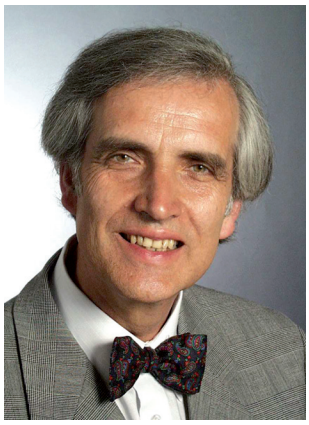
Hohes Energieverbrauchsniveau – die Demontage der Versorgungssicherheit

Es ist angesichts des Produktionsmaximums von Erdöl in den kommenden 10 bis 30 Jahren und der geopolitischen Neuaufstellung der alten und neu entstehenden Supermächte – USA, China und Indien – zu fragen, inwieweit das schiere Niveau der weltweiten Energienachfrage in wenigen Jahrzehnten die Versorgungssicherheit erheblich verschärfen wird, weil die Substitutionsprozesse zu alternativen Energieträgern zu langsam verlaufen: die Wasserkraft mit rund 5% Anteil am Weltprimärenergieverbrauch wird es kaum schaffen, ihren Anteil zu halten, die Kernenergie mit einem vergleichbaren Anteil tritt in vielen Weltregionen entweder wegen Akzeptanzproblemen (Europa) oder politischer Vorbehalte (Proliferation, z.B. in Nordkorea, Iran; Terrorismus) seit zwei Jahrzehnten auf der Stelle; erneuerbare Energien sind mehr oder weniger etwas teurer, und ihre Beiträge zur Verminderung der Luftbelastungen und zur Vermeidung von Adaptionskosten durch den Klimawandel werden von den Energiemärkten nicht berücksichtigt, schon gar nicht in den Schwellenländern.

Die allenthalben zu beobachtende Energiepolitik, bei hohem Niveau des Primärenergieverbrauchs – und des Erdöls im Besonderen – auf die Energiesubstitution zu setzen, hat gravierende dynamische Nachteile, die eigenartigerweise in den Diskussionen um die Versorgungssicherheit kaum angesprochen werden: Die Energieträgersubstitution

- führt zunächst zum Erdgas und zurück zur Kohle, d.h. zum schnellen Abbau der scheinbar kostengünstigen nicht-erneuerbaren fossilen Energiequellen,
- dann wegen des Rückgangs der Erdölförderung zu absehbar schnellen Energiepreissteigerungen, weil dieser Rückgang durch die CO_2-arm nur in Großanlagen zu nutzende Kohle und die niedrigen Marktanteile der Kernenergie und der erneuerbaren Energien nicht voll kompensiert werden kann;
- schließlich verschließt diese Strategie der Energiesubstitution die Möglichkeit des Zeitgewinns durch intensivere Innovationen bei der Material- und Energieeffizienz. Würde über Jahrzehnte Energie effizienter genutzt, würden alle Substitutionsprozesse langsamer verlaufen, und Zeit für technologisches Lernen und Skaleneffekte stünde zur Verfügung.

Klar ausgesprochen: Die Politik muss entscheiden (und sie entscheidet), ob sie die Gelder für Kriege zur Sicherung der Erd-



Eberhard Jochem*

Harald Bradke*

* Prof. Dr.-Ing. Eberhard Jochem ist Professor am Centre for Energy Policy and Economics (CEPE) an der ETH Zürich.
Dr.-Ing. Harald Bradke ist Abteilungsleiter der Abteilung Energiepolitik und Energiesysteme des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.

öl- und Erdgasquellen ausgibt oder zur Förderung der Technologieentwicklung für Material und Energieeffizienz. Über welche Größenordnungen diskutieren wir?

Die Größe der Effizienzpotentiale als Sicherheitsgewinn

Unterstellt man für die kommenden fünf Jahrzehnte eine Zunahme der Weltbevölkerung von derzeit 6,3 Mrd. auf 9 Mrd. Menschen, ein durchschnittliches Wirtschaftwachstum von 2% pro Kopf und Jahr sowie eine Verbesserung der Energieeffizienz um 0,8% pro Jahr (ein Durchschnittswert, der in vielen Ländern über mehrere Jahrzehnte ohne spezielle energiepolitische Anstrengungen beobachtet und daher auch als „autonomer technischer Fortschritt" bezeichnet wird), so wäre der weltweite Primärenergiebedarf im Jahre 2055 zweieinhalb Mal so hoch wie der heutige.

Es gibt viele Analysen, die zeigen, dass die Energieeffizienz gegenüber der hier unterstellten Fortschrittsrate über Jahrzehnte durchaus verdoppelt werden könnte (vgl. Jochem 2004), für einige Jahrzehnte mit hoher Wahrscheinlichkeit sehr profitabel, selbst bei nicht mehr weiter steigenden Energiepreisen. Denn energietechnisch betrachtet nutzen die Industriestaaten Energie mit sehr hohen Energieverlusten bei den verschiedenen Umwandlungsstufen: sie belaufen sich auf etwa 25 bis 30% im Umwandlungssektor (alle Wandlungsprozesse von der Primär- zur Endenergie) mit sehr hohen Verlusten selbst bei neuen thermischen Kraftwerken, auf etwa ein Drittel bei der Wandlung von Endenergie zu Nutzenergie mit extrem hohen Verlusten bei den Antriebssystemen von Straßenfahrzeugen (rund 80%) und auf der Nutzenergie-Ebene mit 30 bis 35% und sehr hohen Verlusten bei Gebäuden und Industrieprozessen (vgl. Tabelle).

Exergetisch (d.h. auf ihre Arbeitsfähigkeit oder ihre Temperaturhöhe) hin betrachtet sind die Verluste in den beiden Wandlungsstufen noch höher (durchschnittlich insgesamt ca. 85 bis 90% für ein Industrieland in der OECD). Nach diesem Bemessungsmaßstab des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik befindet sich die ach so moderne Industriegesellschaft eher im Bereich der Eisenzeit der Energiegeschichte.

Unterstellt man deshalb eine Verdopplung des Energieeffizienzfortschritts auf 1,6% pro Jahr, so würde der weltweite Primärenergiebedarf statt um das Eineinhalbfache nur um zwei Drittel steigen bis 2055. Der Zeitgewinn zwischen beiden denkbaren Entwicklungen läge bei 23 Jahren, das Maximum der Erdölproduktion wäre deutlich verschoben, die Energieoptionen wesentlich weiter entwickelt und auch kostengünstiger bereitzustellen. Damit wäre auch die Versorgungssicherheit viel größer.

Energiedienstleistungen mit der anschließenden Energiekette über Nutz-, End- und Primärenergiebedarf, Deutschland 2001 (als Beispiel eines Industrielandes)

Bedarf nach Energiedienstleistungen					
Temperierte Räume	Industrieprodukte	Mobilität (Personen u. Güter)	Automation, Kühlung etc.	Beleuchtete Flächen	Information, Kommunikation
3,28 Mrd. m^2	z.B. 45 Mill. Tonnen Stahl	z.B. 1 070 Mrd. Personen-km		etwa 6 Mrd. m^2	ca. 20 Mill. Internetanschlüsse
Durch die benötigten Energiedienstleistungen gebrauchte Nutzenergien: insgesamt 4 715 PetaJoule (PJ), davon:					
Raumwärme	Industrie	Verkehr	Elektroantriebe	Beleuchtung	PC, Internet
2 158 PJ	1 367 PJ	516 PJ	556 PJ	16 PJ	102 PJ
Durch den jeweiligen Nutzenergiebedarf erforderliche Endenergie (z.B. Strom, Erdgas, Benzin): 9 184 PetaJoule bei heutiger Technologie und Wirkungsgraden (in %) der Energiewandlung					
76,5 %	57,4 %	19,5 %	59,7 %	8,4 %	79 %
2 828 PJ	2 394 PJ	2 713 PJ	935 PJ	185 PJ	129 PJ
Für die Erzeugung der Endenergien erforderliche Primärenergien: insgesamt 14 590 PetaJoule					
Erdöl u. importierte Produkte	Erdgas	Stein- und Braunkohlen	Kernenergie	Wasser- und Windkraft	sonstige
5 577 PJ	3 124 PJ	3 558 PJ	1 873 PJ	111 PJ	346 PJ

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Energiedaten 2003, Berlin; Statistisches Bundesamt, BM für Verkehr, BMW, Berechnungen der Autoren.

Die möglichen Effizienzgewinne erstrecken sich auf eine Reihe von Feldern, die in der Energiepolitik zum Teil nicht einmal angesprochen werden, obwohl es sich um eine breite Innovationsfront von neuen Technologien und Dienstleistungen handelt:

- Erheblich *verbesserte Wirkungsgrade bei den beiden Umwandlungsstufen* Primärenergie/Endenergie und Endenergie/Nutzenergie, häufig mit neuen Technologien (z.B. Kombi-Anlagen zur Stromerzeugung, Brennstoffzellentechnik, Substitution von Brennern durch Gasturbinen, Wärmepumpen oder Wärmetransformatoren, Sterlingmotoren).
- Ein erheblich verminderter Nutzenergiebedarf pro Energiedienstleistung (z.B. Passivsolar- oder Niedrigenergie-Gebäude, Substitution thermischer Produktionsprozesse durch physikalisch-chemische oder biotechnologisch basierte Prozesse, leichtere Bauweisen bewegter Teile und Fahrzeuge, Rückspeisung von Bewegungsenergie).
- Verstärktes Recycling und Re-use von energieintensiven Werkstoffen sowie erhöhte Materialeffizienz durch verbesserte Konstruktionen oder Werkstoffeigenschaften mit der Wirkung deutlich verminderter Primärmaterialnachfrage je Werkstoffdienstleistung.
- Nutzungsintensivierung von langlebigen Investitions- und Gebrauchsgütern durch Maschinen- und Geräte-Leasing, Car-Sharing und andere produktbegleitende Dienstleitungen.
- Die räumliche Figuration von neuen Industrie- und anderen Siedlungsgebieten nach Energiegesichtspunkten sowie eine bessere Durchmischung der Siedlungsfunktionen von Wohnen, Produzieren, Handel und Freizeitaktivitäten zur Vermeidung von motorisierter Mobilität.

Die Kosten der zusätzlichen Effizienzpotentiale würden in den kommenden zwei Jahrzehnten eher negativ, d.h. Gewinne sein, weil im Wesentlichen rentable schlummernde Potentiale realisiert würden. Dies wird von vielen in Abrede gestellt; eigenartigerweise aber sehr selten von beratenden Ingenieuren, die in die Betriebe und Gebäude gehen. Die Autoren beispielsweise beobachteten in den letzten vier Jahren 20 Betriebe unterschiedlicher Größe und Branchenzugehörigkeit, die als lernendes, regionales Netzwerk sich systematisch über positive Erfahrungen zur Energieeffizienz austauschten. Im Durchschnitt verbesserten sie ihre Energieeffizienz um 7% binnen vier Jahren und ihre spezifischen CO_2-Emissionen um mehr als 8%.

Gründe des Vergessens und Verdrängens der Effizienzpotentiale

Die Existenz derartiger schlummernder rentabler Energieeffizienzpotentiale wird von Vertretern der Wirtschaftsverbände immer wieder bestritten, aber von beratenden Ingenieuren nachgewiesen. Selbst große energieintensive Unternehmen wie BP entdeckten anlässlich eines firmeninternen CO_2-Zertifikatehandels Effizienzpotentiale von mehr als 3% pro Jahr über vier Jahre. Die Gründe dieser verpassten Chancen sind zahlreich (vgl. Jochem 2003):

- Es handelt sich um tausende von Techniken und Millionen von Entscheidungsträgern in Haushalten, Unternehmen, Büros und Dienststellen bei Investitionsentscheidungen, schneller Beseitigung von Störungen durch ausgefallene Aggregate und die Bedienung von Maschinen, Fahrzeugungen, Heizungen und energiebetriebener Anlagen aller Art im Alltag. Die Vielfalt umfasst also technologische Aspekte im gesamten Kapitalstock einer Volkswirtschaft, die Entscheidungen für Neu- und Ersatzinvestitionen auf den verschiedenen technischen Ebenen der Energieumwandlung und -nutzung, der Materialeffizienz und der Materialsubstitution einschließlich der Verhaltensentscheidungen beim Betrieb im Alltag von fast allen Menschen einer Gesellschaft.
- Diese Vielfalt ist vielleicht der Hauptgrund, dass rationelle Energie- und Materialanwendung weder medienattraktiv ist, noch eine klare Interessenformierung »natürlicherweise« entstehen lässt. Im Gegenteil, es gibt hinreichend Interessenkonflikte bei Technologieproduzenten, Planern, Architekten, Gebäudeeignern, Leasing-Unternehmen, Generalunternehmern und Energielieferanten.
- Der Technologieproduzent könnte hocheffiziente Motoren in die Anlage einbauen, aber der Kunde schaut meist nur nach den Investitionskosten, nicht nach den Lebenszykluskosten. Nicht anders ergeht es den Handwerkern bei ihren Angeboten für hocheffiziente Kesselanlagen, Fenstersysteme oder Wärmedämmung.
- Der Investor entscheidet – trotz langer Laufzeiten der meisten Energiewandler – nach dem Risikokriterium der Amortisationszeit (z.B. bis zu drei Jahren) und schneidet damit hochrentable Investitionen ab, die eine interne Verzinsung bis zu 25% haben. Viele Haushalte und Kleinbetriebe entscheiden rein nach geringen Investitionskosten, ohne je eine Lebenszykluskostenanalyse zu machen.
- Planer und Architekten werden nach Maßstäben vergütet, die nicht die Kenntnisse und den Planungsaufwand energiesparenden Bauens erfassen. Das muss der Bauherr oder Gebäudeeigner schon ausdrücklich wollen, meist ohne die Leistungen beurteilen zu können.
- Auch der Energielieferant will Umsatz machen, da verschweigt man schon einmal die effizientere Lösung und preist die zweitbeste Lösung; der Kunde ist zufrieden, kennt er doch die für ihn beste Lösung nicht.
- Mit dem Wettbewerbsargument, das im übrigen nur für einen Bruchteil der energieintensiven Industriezweige (wenigen Prozent der Wertschöpfung eines Landes) zutrifft, wird dann das Thema der Internalisierung externer Kosten bei der Nutzung fossiler Energieträger und nationaler ressourcenschonender Rahmenbedingungen über die

Forderung zu OECD-weiten Regelungen auch international ad acta gelegt.

Fazit: Nicht nur die Vielfalt der Möglichkeiten der Energieeffizienz führt ins Banale, sondern auch schlichte betriebswirtschaftliche Fehlentscheidungen aufgrund von Branchentraditionen oder Nutzungskonflikten, Präferenzen, Statusentscheidungen und mangelnder Marktüberblick im Alltag führen in einer Gesellschaft mit geringem Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung dazu, dass man Möglichkeiten effizienter Energieanwendung nicht wahrnimmt, nicht mental und nicht durch Handeln. Dies gilt auch für die Schwellen- und Entwicklungsländer, die in ihrem (verständlichen) Streben nach wirtschaftlicher Entwicklung die Entscheidungsmuster der Industriestaaten und im Zweifel auch ihre abgelegten Technologien im Second-Hand-Kauf übernehmen und aus Gründen des Kapitalmangels meist einen miserablen Baustandard praktizieren, der im Winter zu hohem Heizenergie- und im Sommer zu hohem Klimatisierungsbedarf führt (vgl. Janischweski et al. 2003).

Fazit und Ausblick zur Versorgungssicherheit durch Energieeffizienz

Je nach Energieanwendung und Energieträger liegen die objektbezogenen Effizienzpotentiale zwischen wenigen Prozentpunkten (z.B. bei den sehr energieintensiven Prozessen der Grundstoffindustrie) und 80 bis 90% (z.B. bei Passivhausstandard, moderner Beleuchtung, Umstellung auf Membrantechnik bei thermischen Trennprozessen). Insgesamt ergibt sich die Chance, den Anstieg des weltweiten Energiebedarfs binnen 50 Jahren zu halbieren. Diese Möglichkeit könnte das Produktionsmaximum des Erdöls um ein bis zwei Jahrzehnte hinausschieben, es würde die Energiesystemkosten beim Einsatz von erneuerbaren Energien wegen des geringeren Energiebedarfs je Dienstleistung vermindern und eine wesentlich breitere Innovationswelle in allen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft initiieren als die Konzentration der Energiepolitik allein auf das Energieangebot durch Substitutionsprozesse.

Die Vielfalt der Effizienzpotentiale und der Hemmnisse führt zu einer vergleichbaren Zahl an Instrumenten und Maßnahmenbündeln. Dies erscheint auf den ersten Blick eine unüberschaubare Aufgabe, so dass die Politik dazu neigt, sich wieder dem Energieangebot und seinen Substitutionsmöglichkeiten zu widmen. So verschenkte sie bisher einige Grade der Versorgungssicherheit und zudem die Möglichkeit, die Entwicklung früh in Richtung einer nachhaltigen Energieanwendung zu lenken. Denn Energie- und Materialeffizienz transformieren den gesamten Kapitalstock einer Volkswirtschaft und nicht nur den Sektor der Energieanlieferungen mit all seinen zunehmenden Risiken der Versorgungssicherheit.

Literatur

UNDP, World Energy Council und DESA (2000), *World Energy Assessment,* UNDP, New York.

Jochem, E. (2004), »R&D and Innovation Policy – Preconditions for making Stepps towards a 2000 Watt/cap society«, *Energy and Environment* 15(2), 283–296.

Jochem, E. (2003), »Energie rationeller nutzen – Zwischen Wissen und Handeln«, *GAIA* 11 (4), 9–14.

Janischweski, J., M. Henzler und W. Kahlenborn (2003), *»Gebrauchtgüterexporte und Technologietransfer – Ein Hindernis für nachhaltige Entwicklung in Entwicklungs- und Schwellenländern?«,* Rat für Nachhaltige Entwicklung, Berlin.