

Zeitschrift: SES Notizen
Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung
Band: 2 (1980)
Heft: 3

Anhang: Beilage zu den SES-Notizen 3/80

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ENERGIE VERSORGUNG OHNE ATOMKRAFT UND ERDÖL

Ist das denn möglich? fragen sich noch immer viele Zeitgenossen. Was auch Wachstumskritiker vor einigen Jahren nur mithilfe von persönlichen Einschränkungen für denkbar hielten, liegt sogar bei weiterem Wirtschaftswachstum und ohne Komforteinbussen durchaus im Bereich des Möglichen. Das hat eine Reihe von detaillierten Studien in den letzten Jahren bewiesen. Im zweiten Teil dieser Beilage drucken wir als Beispiel die Kurzfassung der Energiestudie des deutschen Oeko-Instituts ab, die auch für die Schweiz als richtungweisend gelten kann. Im ersten Artikel geht es um die Bedeutung solcher Energiekonzepte und neuere amerikanische Untersuchungen.

• ENERGIEKONZEPTE •

Das bisherige Weiterwursteln im Energiebereich wird gefährlich. Die einseitige Abhängigkeit vom importierten Erdöl droht uns in schwere Krisen, wenn nicht gar in Kriege zu stürzen. Die Atomenergie ist gefährlich, von importiertem Uran abhängig, das weltweit auch nur noch ein paar Jahrzehnte reicht, führt zu einer bedenklichen wirtschaftlich-politischen Machtballung und wäre erschreckend teuer, wollte man alle Folgekosten berücksichtigen. Kurz, die bisherige Energietechnik stösst innert kurzer Zeit an ökologische und politische Grenzen, die alle Planungen und Prognosen über den Haufen werfen.

Die Ereignisse auf der Energieszene überpurzeln sich, aber die dominierende Technik ist äusserst schwerfällig geworden. Das grosse Geld im Energiebereich liegt bei den multinationalen Oelkonzernen, die von ihrer Struktur her nur in Riesenprojekten investieren können. Milliardensummen werden für neue Oelfelder, Kohleminen und Atomkraftwerke ausgegeben, die erst in zehn Jahren anfangen Energie zu produzieren, wenn die Lage schon ganz anders aussieht. Viel billiger wäre es, verschwendete Energie einzusparen, als neue zu produzie-

ren. Aber daran lässt sich für die grossen Konzerne kaum etwas verändern.

Extrapolationen führten zu falschen Entscheiden

Bisherige Planungen beschränkten sich meist darauf, die frühere Verbrauchsentwicklung zu extrapolieren, fortzuschreiben. Hier und da brachte man kleine Korrekturen an, aber wie die für das Jahr 2000

errechneten Energiemengen tatsächlich verbraucht werden sollten, davon kannte man keine Vorstellung. Wirtschaftswissenschaftler hantierten mit Zuwachsraten und allgemeinen Korrekturen für Spareffekte. Als aber engagierte Techniker und Praktiker darangingen, die Spareffekte verschiedener Massnahmen und Neuerungen im Einzelnen auszuloten, zeigte sich, dass die bisherigen Annahmen viel zu hoch gegriffen waren. Innerhalb von sechs Jahren sanken die offiziellen Prognosen für die Jahrhundertwende auf weniger als die Hälfte.

Derartige Fehleinschätzungen haben schwerwiegende Fehlinvestitionen zur Folge, für die wir alle aufkommen müssen. So hat in Deutschland die Energiewirtschaft kürzlich angekündigt, sie müsse die Strompreise um bis zu 16% erhöhen, weil ihre Kraftwerke nicht ausgelastet seien. Der unerwartet stagnierende Stromverbrauch hat zu grossen Ueberkapazitäten geführt. Was wäre wohl passiert, wenn die Atomkraftgegner den Reaktorbau nicht seit einigen Jahren stillgelegt hätten?



Wie schnell könnten wir umstellen?

Die beiden Oelkrisen und der Krieg am Persischen Golf haben gezeigt, dass wir nicht ungestört in den nächsten Jahrzehnten das letzte Oel auf der Erde verbrauchen und erst dann auf andere Energiequellen und Sparmassnahmen umsteigen können. Der Vorschlag der GEK, wir sollten in Jahr 2000 gar noch mehr Oel und Erdgas brauchen als heute, ist unverantwortlich. Heute muss jedes Energieprogramm auch daran gemessen werden, wie schnell es uns aus der gefährlichen Abhängigkeit herausführt. Die grosstechnische Erzeugung zusätzlicher Energie ist dazu allein schon wegen ihrer langen Anlaufzeiten kaum geeignet. Wie wenig die Atomenergie - einmal abgesehen von ihren anderen Nachteilen - dazu beitragen kann, lässt sich allein schon daran erkennen, dass ein Kraftwerk wie Gösgen nicht einmal zwei Prozent des schweizerischen Erdölverbrauchs zu ersetzen imstande ist.

Wer nicht aus wirtschaftlichen oder politischen Gründen eine weitere Verbrauchszunahme wünscht und eine weitere Zentralisierung der Energieproduktion und damit der wirtschaftlich-politischen Macht befürwortet, für den ist klar, welche Richtung wir einschlagen müssen: Senkung des Energieverbrauchs durch alle erdenklichen Sparmassnahmen und Techniken, dezentrale Produktion der Energie in umweltfreundlichen, flexiblen, schneller und mit weniger Risiko zu realisierenden Anlagen.

Die Elemente einer solchen Energiestrategie sind bekannt, aber welchen Beitrag die einzelnen Spartechnologien und erneuerbaren Energiequellen liefern können, und wie schnell, darüber ist man sich weder einig noch ganz im Klaren. Das aber ist wichtig, wenn wir folgenschwere Fehlentwicklungen wirksam bekämpfen und politisch motivierte "Sachargumente" durchschauen wollen. Das zeigt sich heute wieder in der Debatte um den Bedarfsnachweis für Kaiseraugst und Graben.

Nicht nur Regierungen und Industrie haben in den letzten Jahren dazugelernt und ihre überlieferten Perspektiven drastisch korrigieren müssen, auch die Wachstumskritiker halten immer stärkere Verbrauchsreduktionen für möglich, je mehr sie sich mit der Materie beschäftigen. Seit dem Erscheinen des Energiekonzepts der Umweltorganisationen "Jenseits der Sachzwänge" vor zwei Jahren sind weltweit eine ganze Reihe von Studien erschienen, die eindeutig belegen, dass sich sogar kurzfristig auch bei weiterem Wirtschaftswachstum der Energieverbrauch senken lässt und zunehmend durch regenerierbare Energiequellen befriedigt werden kann.

Besonders wichtig für die Schweiz scheint uns die von Oeko-Institut in Freiburg i.Br. ausgearbeitete Studie für die Bundesrepublik Deutschland, deren Kurzfassung wir hier abdrucken. Der vollständige Bericht ist im S.Fischer Verlag erschienen (Krause/Bossel/Müller-Reissmann: Energie-Wende).

Harvard plädiert für sofortige Stabilisierung

Zunehmend schwenken auch renommierte Institute und Autoren auf die Linie der Wachstumskritiker ein. Kürzlich veröffentlichte das amerikanische Energieministerium eine Studie, die zehn solche "Low Energy Futures" genauer untersucht und vergleicht. "Alle untersuchten Studien", heisst es in diesem Bericht "sind sich einig über die technische und wirtschaftliche Machbarkeit von grossen Einsparungen beim Primärenergieverbrauch durch Verbesserungen des Wirkungsgrades." Zu den Autoren dieser Studien gehören unter anderen eine Gruppe der Stanford University, ein Komitee der Nationalen Akademie der Wissenschaften und Forscher der Harvard Business School.

Die Zahlen des Harvard-Berichtes (die deutsche Uebersetzung der überarbeiteten zweiten Ausgabe ist soeben bei Bertelsmann erschienen) sind von allen noch die höchsten. Aber der "Spiegel" schreibt: "Ausgerechnet die renommierteste Kadettenanstalt des Managements... bestätigt, was Oeko-Forscher behaupten und was viele Grüne geahnt haben mögen: Mit der Atomkraft ist die Zukunft nicht zu packen, auf die sogenannten exotischen Energieformen und aufs Sparen kommt es an". Die Harvard-Forscher schlagen vor allem ein System von staatlichen Anreizen vor und meinen: "Zuallermindest sollte es unser Ziel sein, den Energieverbrauch in den achtziger Jahren nicht zu erhöhen; nicht nur weil unsere Ressourcen ohnehin begrenzt sind, sondern weil das Erreichen dieses Ziels mittels produktiver Einsparung der beste Weg ist, ein positives Energiewachstum zu fördern. Dies wäre dann kein uns aufgezwungenes Energie-Nullwachstum mit all seinen negativen Konsequenzen, sondern Energie-Nullwachstum als bewusst herbeigeführte politische Massnahme zur Steigerung des Wirtschaftswachstums - produktive Einsparung. Die traditionelle Wirtschaftstheorie, die von veralteten Daten ausgeht, verwirft diesen Gedanken als Phantasterei. Wir antworten darauf, dass solche konventionellen Analysen erschreckend wenig mit der Realität zu tun haben."

Ob wir ein weiteres Wirtschaftswachstum für wünschenswert oder wahrscheinlich halten, ist eine ganz andere Frage. Für die politische Auseinandersetzung aber ist

es von Bedeutung, dass selbst in diesem Fall eine Stabilisierung oder Verringerung des Energieverbrauchs möglich ist.

Mehr Wohlstand mit weniger Energie

Genauere Schätzungen macht z.B. Leonard S. Rodberg in einer detaillierten Studie, die Senator Kennedy letztes Jahr dem amerikanischen Kongress vorlegte. Er schlägt vor, nach einer mehrjährigen Uebergangsphase Jahr für Jahr 66 Milliarden Dollar in Spartechniken und regenerierbare Energiequellen zu investieren. Dadurch könnten nach seiner Rechnung Energieausgaben von jährlich 119 Milliarden eingespart und ausserdem noch 2,9 Millionen zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden. Der Elektrizitätsverbrauch würde gegenüber 1977 um 29% zurückgehen, Erdgas um 35% und Erdöl um 11%.

Aehnliche Studien liegen auch für Kanada, England, Dänemark, Frankreich und Schweden vor. In der Schweiz hat das Zürcher Planungsbureau INFRAS zwei richtungsweisen kantonale Energiekonzepte erarbeitet. Schaffhausen und Basel-Land/Baselstadt hatten den Mut, solche Aufträge zu vergeben. Hier nur einige kurze Zahlen, wir werden ein andermal ausführlicher darauf eingehen: Der Erdölverbrauch für Raumheizung und Warmwasser soll nach diesen Plänen im Kanton Schaffhausen bis 2010 auf ein Sechstel gesenkt werden. In den beiden Basel lässt sich der Gesamtverbrauch von Oel und Kohle zusammengefasst bis zur Jahrhundertwende um fast zwei Drittel reduzieren. Dabei soll der Elektrizitätsverbrauch praktisch nicht anwachsen.

Diese Zahlen sind ermutigend. Aber um sie zu erreichen sind Anstrengungen notwendig. Dringend ist vor allem, dass dieses Wissen trotz aller Widerstände und Hindernisse verbreitet wird, damit die Energiewirtschaft mit ihrem weitverbreiteten Propagandaapparat nicht weiterhin verwirrende und falsche Behauptungen als Tatsachen ausgeben kann.

Ruggero Schleicher

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung, Auf der Mauer 6, 8001 Zürich. Tel. 01/69 13 23. Redaktion: Ruggero Schleicher, Schribstube Bern, Postfach 113, 3000 Bern 13, Tel. 031/41 68 86. Grafik und Gestaltung: Beat Frank, Bern. Druck: Schenker Druck AG, Bern.

Energieversorgung der Bundes- republik ohne Kernenergie und Erdöl

Kurzfassung der Energiestudie des Oeko-Instituts (Energie-Wende, S. Fischer Verlag 1980) von Florentin Krause. Mit freundlicher Genehmigung des Oeko-Instituts Freiburg i.Br. Einige Abschnitte, die sich speziell auf die politische Situation in der BRD beziehen, haben wir weggelassen.

Ist für die Bundesrepublik Deutschland die Kernenergie tatsächlich unverzichtbar? Können wir uns auch anders von unserer Erdölabhängigkeit lösen...



Diese Frage hat das Oeko-Institut in Freiburg i.Br. in einer umfangreichen Studie untersucht. Fazit der mehr als einjährigen Untersuchung, die in Zusammenarbeit mit ähnlichen Energieprojekten in anderen Industrieländern durchgeführt wurde: Die Bundesregierung wäre gut beraten, wenn sie nicht nur an den Sparwillen der Verbraucher appellierte, sondern der besseren Energienutzung konsequent oberste forschungs- und wirtschaftspolitische Priorität einräumen würde. Denn dann könnte - bei Wirtschaftswachstum und erheblichen Wohlstandssteigerungen -



schon in den 1980er Jahren der Energieverbrauch der Bundesrepublik wieder zu fallen beginnen; er könnte im Jahr 2000 deutlich unter dem heutigen Verbrauch liegen und im Jahr 2030 nur noch 60% des jetzigen Verbrauchs betragen.



Der Verbrauch von nichterneuerbaren Energieträgern könnte bis zur Jahrhundertwende beträcht-

lich unter das heutige Niveau gesenkt werden und bis 2030 auf etwa ein Drittel des heutigen Verbrauchs fallen, indem in wachsendem Maße auch Energieträger eingesetzt werden, die sich erneuern.



Auf den Einsatz von Atomenergie könnte schon kurzfristig verzichtet werden; die Option auf eine nichtnukleare Zukunft bliebe erhalten.



Gleichzeitig könnte der Einsatz von Erdöl und Erdgas für energetische Zwecke (gegenwärtig etwa 90% des gesamten Einsatzes) bis zur Jahrhundertwende fast auf die Hälfte gesenkt und bis 2030 vollkommen überflüssig gemacht werden.



Der bei dieser Entwicklung notwendige Einsatz von Kohle wäre in den nächsten Jahrzehnten ungefähr gleichbleibend und würde sich vom heutigen Verbrauch nicht nennenswert unterscheiden.



Die Bundesrepublik könnte sich bis zum Jahr 2030 in der Energieversorgung so gut wie völlig von Importen unabhängig machen

und ihren Primärenergiebedarf etwa je zur Hälfte aus heimischer Kohle und sich erneuernden Energiequellen decken.



Die für diese nichtnukleare Zukunft notwendigen neuen Energie-(nutzungs)technologien sind selbst nach konventionellen Wirtschaftlichkeitskriterien weitaus kostengünstiger als der Zubau entsprechender Systeme auf der Basis der Atomkrafttechnologie.



Würde die Strategie, Energie besser zu nutzen und vorrangig sich erneuernde Energiequellen einzusetzen, weltweit verfolgt, so könnten sich auch alle anderen Länder von der Energieversorgung her im Jahre 2030 ungefähr so viel materiellen Wohlstand pro Kopf leisten wie die Bundesrepublik, ohne dass der Weltverbrauch an fossilen Energieträgern über das heutige Niveau stiege oder die Kernenergie zum Einsatz käme.



Zweck der vorliegenden zusammenfassenden Beschreibung ist es, diese überraschenden Ergebnisse plausibel zu machen und den Widerspruch zur landläufigen Sichtweise des Energieproblems zu erklären, in dem sie stehen.

Diese Energiestudie entstand auf dem Hintergrund der sich immer deutlicher abzeichnenden Sackgasse, in die die bisherige an der Atomenergie orientierte Energiepolitik der Bundesrepublik zu führen droht.

MEHR WOHLSTAND MIT WENIGER ENERGIE

Der Energieverbrauch eines Vorgangs ist das Produkt aus zwei Faktoren, nämlich aus der Grösse des Dienstes, den wir uns mit Hilfe von Energie beschaffen (Energiedienstleistung) und aus dem spezifischen Energieverbrauch, der damit verbunden ist. Beim Autofahren wäre der spezifische Energieverbrauch der Benzinverbrauch pro 100 km Fahrtstrecke; die Energiedienstleistung wäre die vollbrachte Transportleistung, z.B. Transport von zwei Personen über 100 km in einer Stunde.

Die Anzahl und das Ausmass der Energiedienstleistungen sind es, die unseren Wohlstand ausmachen, nicht die Grösse des Energieverbrauchs.

Methodisches

Wie wird der zukünftige Energiebedarf berechnet? Die übliche ökonomisch-statistische Vorgehensweise bei Energiebedarfsabschätzungen ist, die Nachfrageentwicklung nach Energiedienstleistungen in Form von Zuwächsen bei der Wertschöpfung der Wirtschaft auszudrücken. Diese werden dann den mit aus der Vergangenheitentwicklung abgeleiteten spezifischen Energieverbräuchen (z.B. t SKE pro DM Wertschöpfung) multipliziert.

Neuerdings werden auch - wegen der steigenden Energiepreise - pauschal gewisse geringe Senkungen des spezifischen Energieverbrauchs angenommen. Die Grösse dieser Senkungen ist jedoch meist nur grob geschätzt; denn in der Vergangenheit sind die Energiepreise bis Anfang der siebziger Jahre gefallen, so dass man aus den bisherigen Trends bei steigenden Preisen keine Schlüsse für die Zukunft ableiten kann.

Notwendigerweise ergibt sich bei diesen konventionellen Energie-

bedarfsberechnungen ein mehr oder weniger paralleler Verlauf von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum. Als energiepolitische Handlungsmöglichkeit bleibt nur die Ausweitung des Energieangebots, z.B. durch Kraftwerksbau. Dabei wissen die Ökonomen, die solche Abschätzungen gerne vornehmen, oft gar nicht konkret zu sagen, wofür denn eigentlich der errechnete Mehrbedarf an Energie eingesetzt werden soll!

Die Studie des OEKO-Institutes ist eine Szenarierechnung für den Zeitraum von 1973 bis 2030, bei der davon ausgegangen wird, dass sich das energiepolitische Handeln vorrangig an der besseren Energieumwandlung durch energiesparende Techniken (also ohne Komfortverzicht und Verhaltensänderungen) orientiert. Hier wird vorgerechnet, was passieren würde, wenn diese von Politikern wie Weltwirtschaftsvertretern stets beteuerte Vorrangigkeit tatsächlich in die Praxis umgesetzt würde ("Wenn - Dann"-Prognose). Dazu wurde die wachstumsbedingte Nachfrageentwicklung nach Energiedienstleistungen soweit wie möglich in die wichtigsten konkreten physikalischen Vorgänge aufgeschlüsselt, die den Energieverbrauch für unser (Wirtschafts)leben bestimmen. Die Techniken, mit denen diese Energiedienstleistungen bereitgestellt werden (Häuser, Autos, elektrische Geräte und Maschinen, Industrieprozesse), sind konkret benennbar, und die dort möglichen Verbesserungen sowie deren Kosten sind in einer umfangreichen Fachliteratur dokumentiert und im allgemeinen gut bekannt.

Die Szenariostudie enthält eine Zusammenstellung dieser Möglichkeiten zur besseren Energieumwandlung für sechzig Einzelbereiche und darauf basierend eine Berechnung des Endenergiebedarfs in Zehnjahresabschnitten, wie er

Tabelle 1.: Wohlstandswachstum, Bessere Energienutzung und Endenergiebedarf 1973 + 2030										
Sektor	Energieverbrauch '73 Mio t SKE	Energiedienstleistung			Endenergiebedarf (Mio t SKE) 2030					
		Einheit	Veränder. bis 2030 Index (1973 = 1.0) pro Kopf		spezif. Ver- brauch Index: (1973 = 1.0)	nur bessere Nutzung		nur Zuwachs Zuwachs und bessere Nutzung		Zuwachs und bessere Nutzung
			2	3a	3b	4	5	6	7	
Spalte	1	2	3a	3b	4	5	6	7		
Priv. Haushalte gesamt	65					21	87	30		
Raumheizung	54	Wohnfläche	1.3	1.7	0.3	16	70	21		
Warmwasser	4	Liter Warmw.	1.3	1.8	1.0	4	5	5		
Strom f. elektr. Geräte	4	verschiedene	3.0	4.0	0.3	1	12	4		
Strom f. Heizung und Warmw. (Bad)	3	—	0.0	0.0	—	—	—	—		
Kleinverbraucher gesamt	47					20	64	26		
Raumheizung	32	Nutzfläche	1.3	1.8	0.3	10	42	12		
Prozesswärme nicht elektr.	5	verschiedene	1.8	2.5	0.6	3	9	5		
elektrische	3	verschiedene	1.0	1.4	1.0	3	3	3		
Licht u. Kraft	3	verschiedene	2.0	2.7	0.7	2	6	4		
Militär	4	verschiedene	1.0	1.4	0.6	2	4	2		
Verkehr gesamt	46					24	a) 59 b) 60	a) 37 b) 33		
PKW und Kombi	27	Fahrzeug-km	1.2	1.5	0.4	11	32	13		
LKW	9	Tonnen-km	a) 1.5 b) 1.7	2.1 2.3	0.7 0.7	6	a) 14 b) 15	a) 9 b) 11		
Elektr. Bahnen	1	Verkehrsleist.	1.2	1.6	0.9	1	1	1		
Bus, Luft, Schiff etc.	9	Verkehrsleist.	1.3	1.8	0.7	6	12	8		
Industrie gesamt	96	Produktions- wert	1.7	2.3	a) 0.39 b) 0.54	68	a) 89 b) 124	a) 63 b) 88		
Grundstoff- industrie	70	Tonnen- produktion b)	0.7	1.0	0.7	49	a) 49 b) 84	a) 34 b) 59		
Investitions- güterind.	11	Produktions- wert	2.3	3.2	0.7	8	25	18		
Verbrauchsgüter ind.	15	Produktions- wert	1.0	1.4	0.7	11	15	11		
Endenergie gesamt	254	Bruttoin- landsprodukt	2.3	3.2	a) 0.26 b) 0.30	133	a) 299 b) 335	a) 190 b) 177		
davon Strom	31					a) 40 b) 47	a) 26 b) 31			

* kombinierter Wert für bessere Nutzung und Strukturwandel

Anmerkungen: Rundungsgenaueigkeiten

Die Tabelle gibt ein stark vereinfachtes Bild des Zusammenspiels von Wachstum und besserer Energienutzung im Szenario.

Die technologieintensive und die energieintensive Variante der Industrieentwicklung sind mit a) und b) gekennzeichnet. Sie unterscheiden sich etwas in der Güterverkefhrsförderung.

Bei dem Warmwasserverbrauch der privaten Haushalte ist der spezifische Verbrauchsindex gleich 1.0, weil die bisherige elektrische Warmwasserbereitung in Spül- und Waschmaschinen darin berücksichtigt wurde.

sich ergeben würde, wenn diese allmählich eingeführt würden. Dabei wurden nur solche technischen Verbesserungen berücksichtigt, die im Vergleich zu einem entsprechenden Ausbau der Atomenergiesysteme kostengünstiger sind.

Ausgehend vom Endenergiebedarf wird der Primärenergiebedarf für verschiedene Versorgungsstrategien ermittelt, die auf den weitgehenden Einsatz sich erneuernder Energieträger und in Ergänzung dazu der heimischen Kohle und der Kraft-Wärme-Kopplung abzielen.

Verfahren der besseren Energienutzung werden ausschliesslich dann eingeführt, wenn Ersatz oder Instandsetzung ohnehin fällig sind, da hier die geringstmöglichen Investitionskosten (wenn überhaupt) anfallen. D.h.: vorzeitige Zwangsumrüstungen finden nicht statt.

Die Energieversorgung wird im Rahmen dieser "natürlichen" Umstellungszeiträume den erforderlichen Energiedienstleistungen besser angepasst. Eine Nachfrage auf niedrigem Temperaturniveau (Raumwärme, Wasserwärme) wird

also nach Möglichkeit nicht unter hohen Exergieverlusten durch Brennstoffe oder Strom (hohe Wertigkeit*), sondern mit Energieformen entsprechend niedriger Wertigkeit (z.B. Abwärme oder Solarwärme) befriedigt.

Um die recht komplexen Szenariorechnungen etwas besser durchschaubar zu machen, ist in Tabelle 1 in stark vereinfachter Form aufgeführt, wie sich der Endenergiebedarf für das Jahr 2030 aus dem Endenergiebedarf des Jahres 1973 über Wachstumsannahmen und verbesserte Energienutzung ergeben kann. Einzelne Aspekte werden in den folgenden Abschnitten näher erläutert. Die Zahlen in der Tabelle enthalten unwesentliche Rundungsgenaueigkeiten.

* Die Wertigkeit entspricht in etwa der mit einer Energieform erreichbaren Temperatur. Thermodynamische Grundlage ist der 2. Hauptsatz der Thermodynamik und das damit verbundene Konzept der Exergie (Energie mal Carnot'scher Wirkungsgrad).

Wachstumsannahmen

Die Wachstumsannahmen des Szenarios orientieren sich an Prognosen und Untersuchungen der massgeblichen wirtschaftswissenschaftlichen Institute.

Folgende Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf liegen dem Szenario zugrunde:

Zeitperiode	1973 — 80	1981 — 85	1986 — 90	1991 — 95	1996 — 2000	2001 — 10	2011 — 20	2021 — 30
durchschnittl. Wachstum des BIP pro Kopf und Jahr in Prozent	3.0	4.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5

Bis zum Jahr 2000 wächst das Bruttoinlandsprodukt auf das 2,3 fache pro Kopf im Vergleich zu 1973, bis zum Jahre 2030 auf das 3,2 fache pro Kopf. Der Wert der Industrieerzeugung steigt bis 2000 auf das zweifache, bis 2030 auf das 2,3 fache pro Kopf (Strukturwandel, siehe unten).

Die Sättigungsgrenzen für die wichtigsten Energiedienstleistungen im privaten Bereich werden im Szenario grösstenteils bereits um die Jahrhundertwende erreicht. Im Sättigungszustand wird pro Kopf 1,7 mal soviel Wohnfläche beheizt wie 1973; 1,5 mal soviel Auto gefahren, 3 mal soviel geflogen, 1,8 mal soviel geduscht und gebadet, jeder Haushalt hat so gut wie jedes elektrische Gerät in Benutzung, und jeder Erwerbstätige im Kleinverbraucher-Sektor hat im Durchschnitt 1,5 mal soviel Nutzfläche am Arbeitsplatz wie 1973.

Die Bevölkerungsentwicklung entspricht einer mittleren Variante von Modellrechnungen des statistischen Bundesamtes. Danach wird es im Jahr 2000 etwa 57 Millionen und im Jahr 2030 etwa 45 Millionen Menschen in der Bundesrepublik Deutschland geben.

Strukturwandel

Um den Effekt des wirtschaftlichen Strukturwandels auf den zukünftigen Energiebedarf zu verstehen, muss man sich vor Augen halten, dass der spezifische Energieverbrauch in den verschiedenen Wirtschaftssektoren enorme Unterschiede aufweist. So verbraucht die Metallherzeugung fast vierzigmal soviel Energie, um eine DM an Wertschöpfung zu erreichen wie der Handel.

Zwei Tendenzen des Strukturwandels lassen sich für die Bundesrepublik ablesen: zum einen Gewinne die wenig energieintensiven Sektoren der Volkswirtschaft, nämlich Handel, Staat und sonstige Dienstleistungen immer mehr an Gewicht, d.h. ihr Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt wird auf Kosten des Anteils der produzierenden Industrie immer grösser. Die zweite Tendenz ergibt sich aus dem Strukturwandel innerhalb der Industrie. Hier wachsen die weniger energieintensiven, dafür aber forschungs- und entwicklungsintensiven Branchen (Investitionsgüterindustrie, chemische Veredelungsindustrie) auf-

grund von für sie besonders günstigen Weltmarktbedingungen wesentlich schneller als die alten Industrien wie die Stahlindustrie, die Zementindustrie und die chemische Grundstoffproduktion. Letztere machten aber bisher fast drei Viertel des industriellen Endenergieverbrauchs aus.

Da man über das Ausmass dieses Strukturwandels nur spekulieren kann, wurden zwei Varianten für die Industrieentwicklung im Szenario betrachtet. In der technologieintensiven Variante ist die Grundstoffmengenproduktion im Jahre 2030 genauso hoch pro Kopf wie 1973 (Variante a in Tab. 1). In der energieintensiven Variante ist die Mengenproduktion pro Kopf 1,6 mal so hoch wie 1973 (Variante b in Tab. 1). Aus verschiedenen Gründen ist diese letztere Entwicklung weniger wahrscheinlich als die erstere.

Der auf den Produktionswert bezogene spezifische Energieverbrauch der Industrie kann daher in den nächsten Jahrzehnten um 45 bzw. 25 % abnehmen, und zwar ohne dass verbesserte Verfahren Änderungen im Produktionsangebot einzelner Branchen und Massnahmen zur besseren Energienutzung schon berücksichtigt wären.

Auf das Bruttoinlandsprodukt bezogen wird der spezifische Energieverbrauch nur aufgrund des zu erwartenden Strukturwandels um 50 bzw. 40 % sinken.

Bessere Energienutzung

Es gibt eigentlich niemanden, der nicht für die bessere Nutzung von Energie ein gutes Wort verliert. Dennoch wurde ihr in der bisherigen Energiepolitik kaum Bedeutung zugemessen. Man "weiss", dass zehn oder zwanzig Prozent Einsparung durch bessere Nutzung möglich sind; das heisst aber bei wachsender Wirtschaft, dass diese Einsparungen schnell wieder vom expandierenden Mehrbedarf aufgeessen sind. "Folgerichtige" Konsequenzen: die Lösung muss bei der Vergrösserung des Energieangebots liegen, alles andere "bringt eigentlich nichts".

Diese Einschätzung steht im völligen Widerspruch zu dem Ergebnis, das sich aus einer sorgfältigen Betrachtung der heute bekannten, technisch machbaren und im Vergleich zur Atomenergie kostengünstigen Möglichkeiten ergibt. Energie besser zu nutzen: Danach lässt sich unsere gegenwärtige Nutzungstechnik (Basisjahr 1973) im gewichteten Mittel um mindestens einen Faktor 2 verbessern, und es zeigt sich, dass im Gegenteil diese Möglichkeiten die grösste Ener-

Der notwendige Kohleeinsatz entspräche dem von Anfang der 1970er Jahre. Die Nutzung von Biostoffen beschränkt sich auf Müll und land- und forstwirtschaftliche Abfälle.

Die Bundesrepublik als Selbstversorger?

Wie würde die Energieversorgung nun aussehen können, wenn wir im Jahr 2030 gemäss der wahrscheinlicheren technologieintensiven Entwicklungsvariante einen Endenergiebedarf von nur 150 Mio t SKE und einen Strombedarf von nur 26 Mio t SKE hätten?

Von der Vielzahl der möglichen Kombinationen sei hier nur die Variante durchdiskutiert, dass nur Kohle und erneuerbare Primärenergieträger (Sonnenenergie direkt sowie als Wind- und Wasserkraft und in Form von Biostoffen) eingesetzt werden. Dieser Extremfall sähe dann z.B. so aus: (siehe Abb. 4)

- Der Niedertemperaturwärmebedarf der Haushalte und Kleinverbraucher von 44 Mio t SKE, würde zu etwa 50 % aus der Sonnenenergie gedeckt, der Rest durch Wärme aus Blockheizkraftwerken und anderen Kraft-Wärme-kopplungsanlagen bzw. durch direkte Beheizung. Die Kohle würde in diesen Anlagen z.B. mit der neuen umweltfreundlichen Wirbelschichttechnik verfeuert.
- Der Niedertemperaturprozesswärmebedarf ($\ll 300^\circ\text{C}$) der Industrie von 15 Mio t SKE würde zu zwei Dritteln aus kohlebefeuerten Kraft-Wärmekopplungsanlagen und zu einem Drittel mit Sonnenenergie (selektive Kollektoren und Speichersysteme) gedeckt.
- Der übrige industrielle Prozesswärmebedarf von 34 Mio t SKE würde mit Kohle in Direktfeuerung erzeugt (Wirbelschichttechnik).
- Die gesamte Kraft-Wärme-kopplung stellt dann 40 % des Strombedarfs von 26 Mio t SKE. Der restliche Strombedarf kann mit der heute schon verfügbaren Wasserkraft und mit Windkraftwerken versorgt werden. Dazu wären ca. 40 % des geschätzten bundesdeutschen Windkraftpotentials von 30 Mio t SKE notwendig.
- Der Kraftstoffbedarf des Verkehrssektors von 31 Mio t SKE würde durch die geschickte Nutzung von landwirtschaftlichen Abfällen, Holzabfällen und Müll zur Herstellung von Methanol bzw. Dieselöl zu 65 % gedeckt, der Rest durch Importe aus flächenreicheren Nachbarländern bzw. durch Biostoffproduktion auf landwirtschaftlichen Flächen, die bisher für die Fleischzeugung beansprucht waren, jedoch aufgrund des Bevölkerungsrückgangs freigesetzt werden. Ueberdies besteht die Möglichkeit, Kohle in Methanol zumzuwandeln (Kohleveredlung). Die bisherigen Verbrennungsmotoren würden beibehalten.

- Der Primärenergieeinsatz in Form von Kohle wäre bei dieser Versorgung des Endenergiebedarfs 97 bzw. bei Kohleveredlung 125 Mio t SKE oder ca. 50 % des gesamten Primärenergiebedarfs von 216 Mio t SKE. Der Rest wäre durch die erneuerbaren Energieträger Wind, Wasser, Sonne und Biostoffe zu decken.

Diese skizzierte Energiezukunft würde bedeuten, dass der Einsatz fossiler Brennstoffe auf etwa ein Drittel gegenüber heute vermindert würde und dass wir mit einem Kohleinsatz auskämen, der nicht höher als der von 1973 ist. Die Emissionen von Kohlendioxid fossilen Ursprungs wären ebenfalls auf ein Drittel verringert.

Auch für den Fall der energieintensiven Strukturentwicklung der Industrie ergibt sich kein qualitativ anderes Bild, wie sich durch Manipulation obiger Zahlen anhand von Tabelle 1 leicht zeigen lässt.

Das frappierende Ergebnis dieser Betrachtung ist also, dass die Bundesrepublik durch die konsequente Verbesserung ihrer Nutzungstechnik im Endverbrauch und die Verlagerung der Stromversorgung auf dezentrale Techniken (u.a. Kraft-Wärme-kopplung und Windenergie) zum Selbstversorger mit Energie werden kann - und dies bei grosszügigem Wirtschaftswachstum.

Wie könnte der Übergang aussehen?

Die häufigsten Einwände gegen eine vorrangig nutzungsseitig orientierte Energiestrategie sind,

- dass bessere Nutzungstechniken nicht schnell wirksam werden können, weil sie davon abhängen, dass die energieverbrauchende Technik erst einmal erneuert wird.
- dass man keine Erwartungssicherheit und damit keine Planungsgrundlage habe, bis wann wieviel Energieeinsparung durch bessere Nutzung erreicht werden wird. Denn es sei ja gar nicht sicher, ob die Verbraucher auch wirklich sparen werden.

Aus diesen Überlegungen wird dann oft der Schluss gezogen, dass die oben berechnete Senkung des Energieverbrauchs unter das heutige Niveau zwar langfristig möglich sei, aber dass zumindest in den nächsten Jahrzehnten noch mit einem weiteren Anstieg zu rechnen sei und sich damit zumindest vorübergehend eine Notwendigkeit für den Ausbau der Atomenergie ergebe.

Dieser Einschätzung lässt sich jedoch leicht widersprechen. Eine Erwartungssicherheit, bis wann wieviel Energie mindestens eingespart wird, lässt sich dadurch erreichen, dass man der Indu-

strie, die die jeweilige energieverbrauchende Technik produziert, Rahmenbedingungen schafft, etwa in Form von Subventionen und gesetzlichen Vorschriften, die angeben, wieviel Energie z.B. ein im Jahre X produziertes Auto bzw. ein im Jahre Y hergestellter Kühlschrank höchstens verbrauchen kann. Dabei sind selbstverständlich gewisse Umstellungsfristen zu gewähren. Solche Produktnormen sind nichts Revolutionäres, denn es gibt sie ja schon z.B. die Abgas- und Emissionsvorschriften für PKWs und Feuerungsanlagen bzw. die Bauvorschriften.

Nehmen wir einmal an, dass eine Produktnorm in Kraft tritt, die ab 1985 den spezifischen Energieverbrauch der heute schon angebotenen besten Kühlschränke als Höchstverbrauchsnorm festlegt, die etwa einer 50 prozentigen Verbesserung gegenüber dem durchschnittlichen spezifischen Verbrauch entspräche. Bei einer Lebensdauer von 15 Jahren würden jährlich etwa 7 % aller Kühlschränke ersetzt. Der Gesamtverbrauch aller Kühlschränke sinkt dann um etwa 3,5 % jährlich. Erst ein siebenprozentiger Zuwachs im Kühlschrankpark würde diesen Verbrauchsrückgang wieder aufheben. Jede geringere Ausweitung des Kühlschrankparks (es sind höchstens 1 % mehr Geräte zu erwarten) würde für 1985 immer noch zu einer Verbrauchsminderung führen, und zwar umgehend innerhalb eines Jahres! Vergleicht man in ähnlicher Weise die jeweiligen Ersatzraten, die beim Ersatz erreichbare Energieeinsparung und die Energieverbrauchszuwächse durch neu hinzukommende Autos, Flugzeuge, Gebäude, elektrische Antriebe usw., so zeigt sich, dass die jährliche Einsparung durch Ersatz den jährlichen Verbrauchszuwachs durch erhöhte Nachfrage nach Energiedienstleistungen in den meisten Fällen schon in den 1980er Jahren weit übersteigt, d.h., die Produktnormen greifen sofort bei der Bedarfssenkung.

Dies bedeutet aber, dass der Höchstpunkt des Endenergieverbrauchs ungefähr dann erreicht ist, wenn die politische Entscheidung zur Einführung solcher Vorgaben an die Industrie gefallen ist, bzw. wenn diese von sich aus die Energieeffizienz ihrer Produkte systematisch erhöht, um solche Vorgaben zu vermeiden.

Im Szenario wurde der zeitliche Verlauf des Energiebedarfs in Zehnjahresabschnitten errechnet unter der Annahme, dass die Bauwirtschaft, die produzierende Industrie, die Behörden, die Energiewirtschaft und die Verbraucher fünf Jahre Zeit brauchen, um sich auf die neue Nutzungstechnik einzustellen.

Ab 1985 werden dann die neuen effizienteren Häuser, Autos, Ge-

räte etc. schrittweise eingeführt. Die Lebensdauer von Autos ist im Durchschnitt etwa 10 Jahre, die von Elektromotoren und industriellen Anlagen 20 Jahre. Die Erneuerung von Fenstern und Fassaden an bundesdeutschen Altbauten geschieht etwa alle 25 Jahre. Dies bedeutet, dass im Szenario in erster Näherung jährlich ein Zehntel bis ein Fünftel der bestehenden energienutzenden Anlagen im Rahmen ihres "natürlichen" Rhythmus von Reparatur und Ersatz energieeffizienter gemacht werden können.

Mit diesen Annahmen ergibt sich der Szenarioverlauf des Primärenergiebedarfs in Abb. 3 (technologieintensive Variante).

kostengünstige Energieversorgung, sondern auch

- für das innenpolitische Klima: Konfliktstoffe wie Kernenergie, Wiederaufbereitung, Schneller Brüter etc. entfallen.
- für die Aussenpolitik: nur die bessere Energienutzung bietet die Gewähr, dass auch die ärmsten Länder ihren Übergang auf eine erneuerbare Energieversorgung finanzieren können.
- für den Export deutscher Produkte: der Markt für energiesparende Technologien dürfte wesentlich grösser sein

Literaturhinweise

F.Krause, H.Bossel, K.F.Müller-Reissmann, "Die Energie-Wende - Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran", S.Fischer, Frankfurt(M) 1980.

Fichtner/AUGE - Studie

"Technologien zur Einsparung von Energie", Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie, Stuttgart/Essen 1977.

K.M. Mayer-Abich (Hrsg.)

"Energieeinsparung als neue Energiequelle / Wirtschaftspolitische Möglichkeiten und alternative Technologien", München 1979, 376 S.

G.Leach,

"A Low Energy Strategy for The United Kingdom", International Institute for the Environment and Development, London 1979, 259 Seiten.

A.B.Lovins,

"Sanfte Energie", Rowohlt Verlag, Reinbek 1978, 363 Seiten.

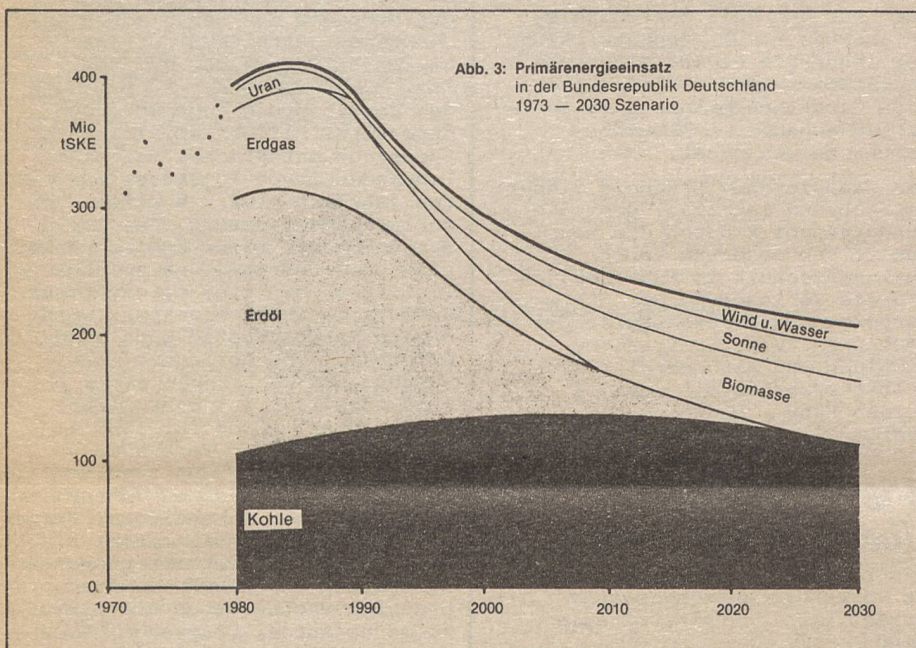
A.B.Lovins,

"Is Nuclear Power Necessary?", Friends of the Earth, 9 Poland St., London W1V 3DG, Energy Paper No.3, 1979, 50 Seiten.

F.Krause,

"Wirtschaftswachstum bei sinkendem Energieverbrauch - Szenarien für die Energieversorgung der Bundesrepublik ohne Erdöl und Uran", Technischer Studienbericht. Oeko-Institut, Schönauestr.3, D-7800 Freiburg i.Br. (in Vorbereitung)

Proceedings of the First International Conference on Soft Energy Paths, Rome, May 16-20, 1979. Hrsg.: IPSEP, Friends of the Earth, 124 Spear St., San Francisco, Ca 94105, USA (in Vorbereitung).



Die Kernenergie: unnötig und verzichtbar

Langfristig gibt es, wie gezeigt wurde, keine Notwendigkeit, die Atomenergie einzusetzen. Kurzfristig haben wir unausgelastete Kraftwerkskapazitäten, und mittelfristig können wir die bessere Nutzungstechnik bei stromverbrauchenden Geräten und Maschinen bereits zum Greifen bringen oder die Windenergie, ohnehin vorgesehene Kohlekraftwerke und die Kraft-Wärme-Kopplung, einsetzen, so dass jeder Engpass bei der Stromversorgung vermeidbar wäre. Wir können also die Kernkraftwerke umgehend abschalten, wenn wir diese Möglichkeiten nutzen. Abb. 3 zeigt den Verlauf, bei dem erst ab 1985 die Effekte der im Szenario ab dann vorgesehenen Massnahmen bei der Stromerzeugung aus Atomkraft 'abgebucht' werden.

Andere Vorteile

Eine konsequent verfolgte Strategie der besseren Energienutzung ist aber nicht nur vorteilhaft für eine sichere und

als der für die Grosskraftwerke.

- für die Umwelt und die Sicherheit der Bundesbürger: keine radioaktiven Abgase aus Atomkraftwerken, keine Verseuchungsgefahr durch atomare Unfälle und verringerte Schwefeldioxid-, Stickoxid-, Kohlendioxid- und Kohlenwasserstoffemissionen.
- und schliesslich auch für das Arbeitsplatzangebot: denn die Investitionen in verbesserte Geräte und Anlagen und die Umrüstung auf erneuerbare Energieträger sind im allgemeinen wesentlich arbeitsintensiver als Investitionen im Grosskraftwerksbau und geografisch wesentlich besser verteilt. Darüberhinaus werden durch diese Investitionen Ausgaben der Haushalte in den dienstleistungs- und daher arbeitsintensiven privaten Verbrauch auch umgelenkt, die sonst in den wenig arbeitsintensiven Energiewirtschaftssektor fließen würden.