

PUBLIKATIONEN DES ÖKO-INSTITUTS

Stand: 1. 10. 1982

Reihe ÖKO-Berichte

1 - 7 vergriffen

- 8 **Umweltgift Blei, Basisinformationen zur Verseuchung des Raumes Goslar**
Autorengruppe, Febr. 1980,
DM 6,50, ab 5 Expl. DM 4,50
- 9 **Probleme und Risiken der Endlagerung radioaktiver Abfälle**
Autorengruppe, März 1980, 152 S.,
DM 7,-, ab 5 Expl. DM 6,-, ab 10 Expl.
DM 5,50
- 10 **Argumente gegen die Kernenergie**
H. Hirsch, 80 Seiten, DM 5,-
- 11 **Zur Problematik des Stickstoffdüngers in der Landwirtschaft**
Überarbeitete Auflage erscheint demnächst
- 13 **Nierenfunktionsstörungen bei Anwohnern von Schwermetallhütten**
J. Alt, A. Maywald, G. Raguse-Degener,
U. Rühling
30 S., DM 4,-
- 14 **Ein Bären dienst für die Kernenergie, Stellungnahme zur Kritik der KFA Jülich an der »Energiewende«**
K. F. Müller-Reißmann, H. Bossel, Oktober 1980, 72 S., DM 6,-
- 15 **... Auch keine Zwischenlösung, Probleme und Risiken der Zwischenlagerung von Atommüll — Tagungsbericht des Zwischenlagerhearings in Ahaus**
Oktober 1980, DM 6,-
- 16 **Technische Berichte — Daten und Fakten zur Energiewende**
F. Krause, 2. überarbeitete Auflage Okt. 1981, ca. 430 S., DM 19,-
- 17 **Möglichkeiten der Biomassennutzung in der Bundesrepublik**
J. Thiele, Dez. 1980, 33 S., DM 3,80
- 18 **Wie krank ist unser Wasser?**
Uwe Lahl und Barbara Zeschmar, Mai 1981, 123 S., DM 7,80
- 19 **Stillen trotz verseuchter Umwelt?**
Elke Pröstler, Juni 1981, 74 S., DM 6,80
- 20 **Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz**
Ein Bericht über Arbeitsplatzchemikalien (Herbst 82)
- 21 **Zur Umweltverträglichkeit der geplanten Autobahn und Bundesstraße Berlin — Hamburg im Bereich Berlin (West)**
Autorengruppe, Berlin 1981, 293 S., DM 35,-
- 22 **Reizkampfstoff CS-Eigenschaften, Einsatzbedingungen, Wirkungen**
R. Griebhammer, März 1982, 32 S., DM 4,-

Publikationen im Eigenverlag

Energieversorgung der Bundesrepublik ohne Kernenergie und Erdöl
(Kurzfassung der »Energiewende«)
F. Krause, Jan. 1980, 18 S., DM 5,-
ab 5 Expl. DM 2,-

»... ausgebrütet« **Neue wissenschaftliche Argumente gegen die Atomenergienutzung**
(Sondernummer der ÖKO-Mitteilungen)
Mai 1982; 48 S., DM 4,50, ab 5 Exemplaren
je DM 3,80, ab 20 Exemplaren je DM 3,-

Reihe ÖKO-Magazin

Wege aus einer zerstörten Umwelt
Herausgeber: ÖKO-INSTITUT
Bonz Verlag, jeweils ca. 110 S., DM 10,-

Atom-Müll
Okt. 1980, Band 1

Umweltchemikalien
Dez. 1980, Band 2

Landschaftsplanung
Nov. 1980, Band 3

Umweltverträglichkeitsprüfung
Mai 1982, Band 4

Anders arbeiten
August 1982, Band 5

Unterrichtsmaterialien aus dem Institut

Gift im Essen DM 4,50
Wärmepumpe DM 3,-
Wärme-Kraft-Kopplung DM 3,50
Energiebedarf im Personenverkehr DM 4,-
Elektrische Energie DM 3,50
Beurteilung von Unterrichtseinheiten im Bereich Ökologie Teil 1 DM 6,50
Teil 2 DM 6,50

Unterrichtsmaterialien bei anderen Verlagen

Zur Diskussion um die Errichtung einer Wiederaufarbeitungsanlage
Umweltmagazin-Verlag 1981, 354 S.,
DM 19,80

Publikationen bei anderen Verlagen

Almanach
G. Michelsen, F. Kalberlah und ÖKO-
INSTITUT; Fischer Verlag 1980, DM 9,80

Almanach 82/83
G. Michelsen, U. Rühling, F. Kalberlah
ÖKO-Institut, Fischer-Verlag 1982,
2,80

Umweltinitiativen entwerfen die Zukunft
H. Bossel; Fischer Verlag 1978, 187 S.,
DM 7,80

Umweltgefahren der Plutoniumwirtschaft
G. Altner und I. Schmitz-Feuerhake
Bonz Verlag 1979, 176 S., DM 7,80

Umweltleben-Report
H. Hatzfeld, H. Hirsch und R. Kollert
Bonz Verlag 1979, 208 S., DM 6,80

Energiewende — Wachstum und Wohlstand
H. Bossel, F. Krause, K. F. Müller-Reißmann
Bonz Verlag 1980, 234 S., DM 20,-

Risiken der Atomkraftwerke — Der Antimüssen-Report der »Union of Concerned Scientists«
deutsche Übersetzung, Hrsg. ÖKO-INSTITUT
Bonz Verlag 1980, 324 S., DM 36,-

Umweltwissenschaft auf Abwegen? Die Zukunft der Umweltwissenschaftlichen Vernunft
J. Michael Grupp; Bonz Verlag 1980,
128 S., DM 28,-

Umwelt in Fessenheim?! Dokumente zur Standortunsicherheit
Bonz u. Verlag; Arbeitsgruppe Fessenheim,
Elsäss. Bürgerinitiativen, 102 S., DM 5,-
ab 5 Expl. DM 4,-, 10 Expl. DM 3,80, ab
20 Expl. DM 3,50

Umweltalternativen — Anders denken, anders handeln
G. Altner u. a.; Dreisam Verlag 1978,
128 S., DM 7,90

Umweltinformationen zur Atommülllagerung, Nr. 1
Umweltkollektiv, Darmstadt 1980, DM 1,60

Umwelt zum Umdenken — Kritik an v. Weizsäckers Atom-Thesen
G. Siegfried de Witt und H. Hatzfeld
Bonz Verlag 1979, Nr. 4521, DM 4,80

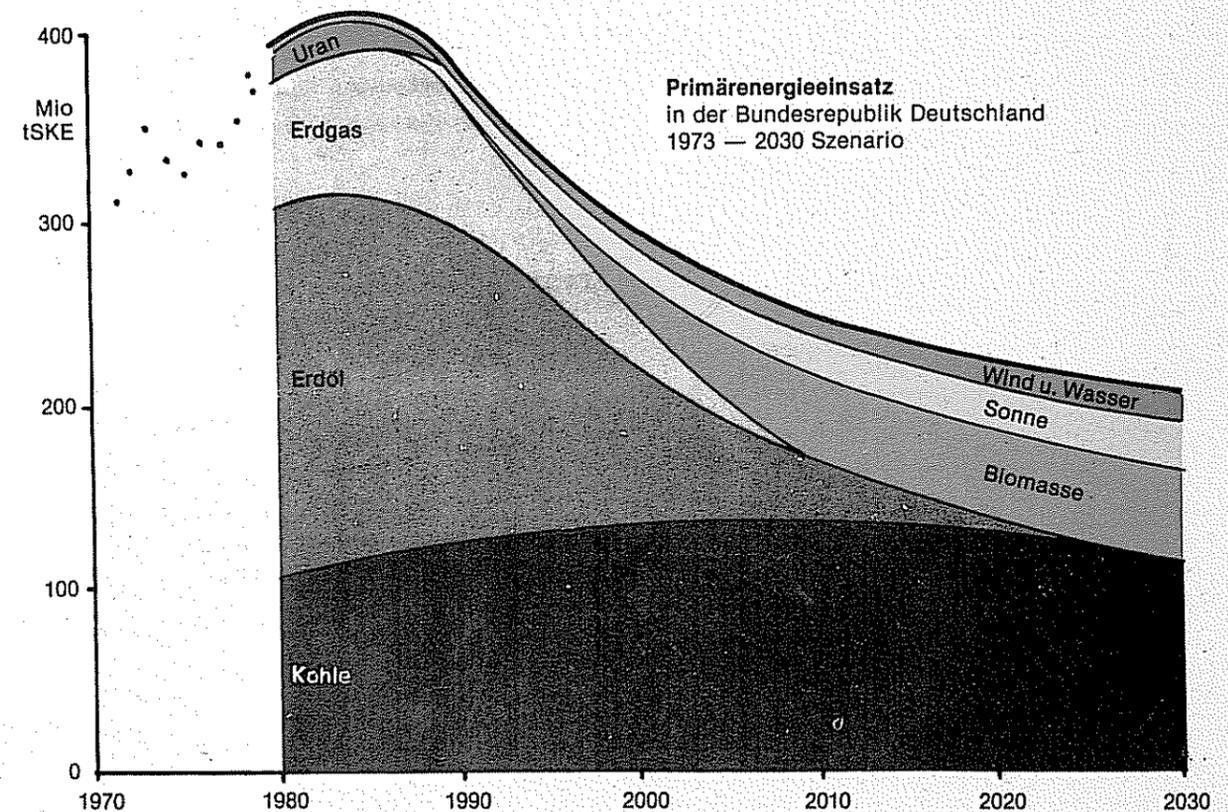
Umwelt und Social Future — Es ist Zeit zu handeln
G. Arnim Bechmann u. Gerd Michelsen
Bonz Verlag 1981, 190 S., DM 10,-



ÖKO-INSTITUT
INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE
INSTITUTE FOR APPLIED ECOLOGY
INSTITUT D'ÉCOLOGIE APPLIQUÉE

Energieversorgung der Bundesrepublik ohne Kernenergie und Erdöl

(Kurzfassung der Energiestudie des ÖKO-Instituts)



Energieversorgung der Bundesrepublik ohne Kernenergie und Erdöl

Dr. F. Krause:
Energieversorgung der Bundesrepublik
ohne Kernenergie und Erdöl

Herausgeber: Öko-Institut
Institut für angewandte Ökologie
Schönauerstraße 3
7800 Freiburg i. Br.

Gesamt-
herstellung: Bundschuh Druckerei
und Verlag GmbH
Habsburgerstraße 9
7800 Freiburg i. Br.

6. Auflage: 31 501 – 35 500
Oktober 1982

ISBN 3 – 923 290 – 10 – 1

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

Diese Frage hat das ÖKO-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 beträchtlich 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 soviel 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.

Die nukleare Sackgasse

Nachdem die Atomenergie nun schon zwanzig Jahre lang von der Bundesregierung völlig einseitig gefördert worden ist und zwanzig Milliarden DM Steuergelder für sie aufgewendet wurden, findet sich die Bundesrepublik in der augenblicklichen Energiekrise mit einer kleinen nuklearen Kraftwerkskapazität wieder, die gerade 10% des Stromverbrauchs und nur 2% unseres Endenergieverbrauchs versorgt. Das bisherige Ergebnis der Atomprogramme erscheint in Anbetracht dieser Situation kläglich: wir stünden ungefähr genau so gut (oder schlecht) da, wenn wir gar keine Kernkraft hätten.

Im nationalen Energieprogramm ist jedoch der ehrgeizige Ausbau just dieser Technologie vorgesehen. Zusammen mit der großtechnischen Kohleumwandlung in synthetische Brennstoffe soll sie einen Ausweg aus der gegenwärtigen Versorgungsunsicherheit bieten und eine kontinuierliche Wirtschaftsentwicklung sichern helfen.

Ist diese Energiestrategie noch erfolgversprechend? Wir haben Zweifel.

Der bisherige Weg: zu langsam.

Während man bis vor wenigen Jahren noch glaubte, für den Übergang vom Erdöl auf eine andere Basis der Energieversorgung genügend Zeit zu haben, hat uns die Wirklichkeit durch die zwei sogenannten Ölkrise ein anderes belehrt. Inzwischen kommt es darauf an, eine Energiestrategie zu finden, die uns so rasch wie möglich von unserer selbstgeschaffenen Ölabhängigkeit wieder befreit. *Geschwindigkeit der Substitution* ist der neue zusätzliche Maßstab, an dem jedes Energieprogramm von jetzt an gemessen werden muß. Und gerade hier drohen die bisherigen Konzepte kläglich zu versagen.

Wie schnell ein Umrüstungsprogramm für die Energieversorgung durchgeführt werden kann, hängt von einer Reihe von Umständen ab; insbesondere aber muß die vorgesehene neue Energietechnik rasch gebaut und verbreitet werden können, sie muß finanzierbar sein, ohne die Wirtschaft und die sozial schwachen Verbraucher zu Energiebittlern zu machen, und sie muß politisch und ökologisch akzeptabel sein.

Keine dieser Bedingungen ist im gegenwärtigen Energieprogramm der Bundesregierung hinreichend erfüllt. Angenommen, es gelänge, den Ausbau der Kernenergie wieder in Gang zu bekommen und wie vorgesehen jährlich zwei Atomreaktoren in Angriff zu nehmen bzw. fertigzustellen. Diese würden es erlauben, jährlich ca. 6 Mio t

SKE* Primärenergie in Form von Uran zusätzlich einzusetzen. Nimmt man jedoch den gängigen Prognosewert von etwa 600 Mio t SKE (ohne nicht-energetischen Verbrauch) für das Jahr 2000 und vergleicht ihn mit dem heutigen Primärenergieverbrauch von etwa 350 Mio t SKE (ohne nicht-energetischen Verbrauch) so wird sofort ersichtlich, daß wir in den nächsten 20 Jahren etwa 12 Mio t SKE pro Jahr zusätzlich brauchen; d.h., daß der durch Wirtschaftswachstum erwartbare Mehrbedarf an Primärenergie selbst dem forcierten Ausbau der Atomenergie davonlief!

(Einen Überblick über die gegenwärtige Energieversorgungsstruktur gibt Abb.1 anhand des Energieflußdiagramms für 1975.)

Berücksichtigt man zusätzlich zu den vierzig neuen die bereits bestehenden Atomreaktoren, so wäre der Beitrag der Atomenergie zum Primärenergiebedarf im Jahre 2000 etwa 150 Mio t SKE. Wo kämen aber die anderen 450 Mio t SKE her, um den prognostizierten Primärenergiebedarf von 600 Mio t SKE zu decken? Wir müßten noch einmal mehr Kohle, Öl und Gas zusätzlich finden, als wir heute insgesamt verbrauchen, das heißt: unser Energieproblem wäre trotz des massiven Ausbaus der Kernenergie noch größer, als es heute schon ist! *Die Hoffnung, daß es mit dem geplanten Ausbau der Kernenergie logistisch möglich sei, das Öl frühzeitig und wirkungsvoll zu ersetzen, ist eine Illusion.*

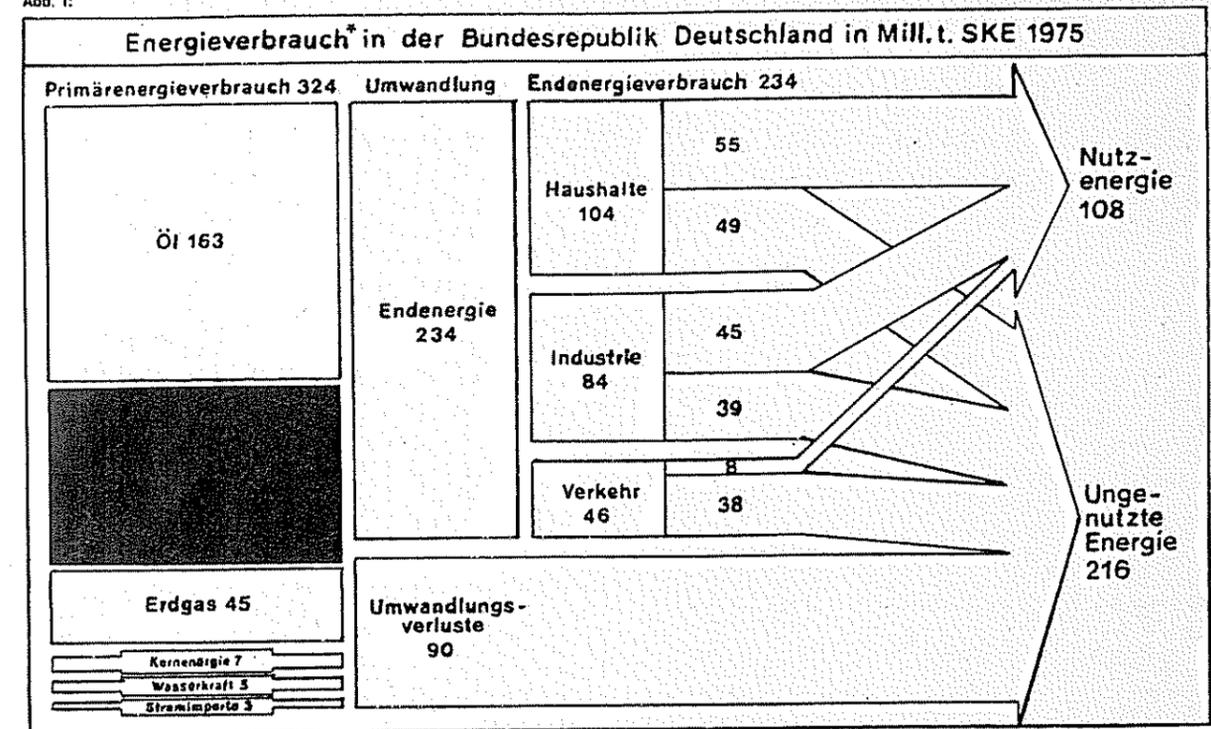
Atomenergie: fehlangepasst

Zu diesem Mangel kommt noch hinzu, daß uns Uran die falsche Endenergie für unsere Probleme liefert. Uran liefert uns elektrischen Strom. Bei der Stromerzeugung werden aber nur 6% des gesamten Mineralölverbrauchs eingesetzt. (siehe Abb.2). Im Gegenteil, die Stromerzeugung ist gerade der noch relativ unabhängigste Teil unseres Energieversorgungssystems. Denn den Löwenanteil der Stromerzeugung bestreitet die heimische Kohle.

Darüberhinaus stellen unsere Bedürfnisse nach Elektrizität nur etwa *ein Zehntel* unseres gesamten Bedarfs dar (Abb.2). Ca. 90% unseres Endenergiebedarfs (und ca. 85% unseres Endenergieverbrauchs) sind nichtelektrisch! Diese Anwendungen sind es aber, die 95% unseres Ölproblems bilden. Das Energieproblem der Bundesrepublik ist, wie wir uns in Zukunft billige Wärme und billige Treibstoffe beschaffen können.

* siehe Glossar für die wichtigsten Fachausdrücke

Abb. 1:



* ohne nichtenergetischen Verbrauch

Quelle: Die Zeit, 7.1.77

Uran kann man aber nicht in den Tank füllen oder in den Heizofen stecken. Wollte man die nicht stromspezifischen Funktionen des Heizens und Autofahrens mit Atomenergie versorgen, so müßte man folgende Maßnahmen ergreifen:

Atomkraftwerke errichten, elektrische Verteilungsnetze ausbauen und elektrische Direktleitungen bzw. Wärmepumpen installieren und / oder Atomkraftwerke in die Nähe von größeren städtischen Zentren bauen und von dort aus Fernwärmenetze verlegen bzw. Fernenergiesysteme aufbauen — all dies, um eine Raumtemperatur von 20 Grad Celsius bzw. warmes Wasser zu liefern.

Atomkraftwerke bauen, elektrische Verteilungsleitungen ausbauen, ein elektrisches Tankstellensystem errichten, Elektroautos fahren (Reichweite 80 Kilometer).

Den nuklearen Hochtemperaturreaktor weiterentwickeln, so daß er — nach 2000 — vielleicht zur großtechnischen Kohleveredlung eingesetzt werden könnte.

Diese Systeme wären allesamt bei ihrer Einführung vom Ausbau der zentralen Großanlagen abhängig, zudem — wegen deren langer Bauzeiten von acht bis zehn Jahren — äußerst schwerfällig und darüber hinaus enorm teuer! Geht in diesem Bereich etwas schief (etwa durch einen Unfall wie

in Harrisburg), so ist der Ausbau der gesamten Ersatztechnik im Endverbrauch ebenfalls lahmgelegt. Wirtschaftswachstum und Arbeitsplätze wären dann gefährdet. Die Energieversorgung hinge sozusagen an einem seidenen Faden, und gerade dies muß im Interesse aller Bundesbürger vermieden werden.

Selbst für ein forciertes Ausbauprogramm in diese Richtung können, wie die Kernforschungsanlage Jülich schätzt, bis zum Jahr 2000 damit nur 60 Mio t SKE Öl substituiert werden. Wenn man von den üblichen Prognosen für den Energiebedarf im Jahre 2000 ausgeht, wäre dieser Betrag wiederum nicht einmal genug, um den bei weiterem Wirtschaftswachstum absehbaren Mehrbedarf an Öl und Gas zu ersetzen.

Die nukleare Strategie: zu teuer

Strom ist der teuerste Endenergeträger, den wir haben. Dies liegt u.a. daran, daß er gegenwärtig über eine verlustreiche Umwandlungsstufe zentral erzeugt wird und dann noch über weite Strecken transportiert werden muß. Eine Kilowattstunde Strom kostete noch Mitte der siebziger Jahre den Endverbraucher fünf- bis sechsmal soviel wie eine Kilowattstunde Wärme aus direkten Brennstoffen. Wir konnten uns den Strom nur des-

Abb. 2: Rohöleinsatz und Endenergieverbrauchsstruktur der Bundesrepublik

Mineralöleinsatz (Primärenergie) 1977	Endenergieverbrauchsstruktur 1974
Rohstoff 12%	Stromspez. Anw.* 8%
Strom 6%	Verkehr 18%
Verkehr 30%	Prozesswärme 22%
Prozesswärme 15%	Heizung und Warmwasser 52%
Heizung, Warmwasser 37%	

* Darunter sind solche Anwendungen zu verstehen, die den Einsatz von Strom erfordern bzw. wo der Vorteil des Stromeinsatzes so ausgeprägt ist, daß die hohen Umwandlungsverluste und Kosten der Stromerzeugung gerechtfertigt sind. Dies ist z.B. nicht der Fall bei der elektrischen Speicherheizung oder Direktheizung oder bei der elektrischen Warmwasserbereitung

wegen ohne weiteres leisten, weil er nur einen kleinen Teil unseres Verbrauchs ausmachte.

Wenn wir den Stromeinsatz auf die Bereiche des Heizens und Kraftfahrzeugantriebs ausdehnen, die bisher nicht elektrifiziert waren, oder wenn wir diese Bereiche in Zukunft über weitere ähnlich verlustreiche Umwandlungsstufen und Verteilungsnetze versorgen, wie sie die zentrale Stromerzeugung mit sich bringt, so würden die vom Bürger zu tragenden Energiekosten sich vervielfachen, zumal da die entsprechenden neuen Endverbrauchsgeräte (Elektroauto, Wärmepumpe, etc.) ebenfalls mit erheblichen Mehrkosten verbunden sind.

Hinzu kommt, daß sich die Investitionskosten für neue Atomkraftkapazitäten nach den eigenen Berechnungen der Elektrizitätswirtschaft im Zeitraum von 1975 bis 1985 verdrei- bis vervierfachen werden.

Diese Vervielfachung der Kraftwerkskosten in kürzester Zeit hat schwerwiegende Folgen: erstens wird Strom aus zusätzlichen Atomkraftwerken wesentlich teurer sein als die bisherigen Durchschnittskosten der Stromerzeugung, und zweitens wird der Verbraucher auf die steigenden Strompreise mit weniger Stromverbrauch reagieren, so daß Fehlinvestitionen der Stromwirtschaft in *zuviele* Kraftwerke immer wahrscheinlicher werden. Die Kosten dieser Fehlinvestitionen werden, wie sich absehen läßt, auf die Verbraucher abgewälzt werden.

Können wir uns wirklich erlauben, den Wärmebedarf und den Antriebsbedarf der Kraftfahrzeuge

mit einer Energieform zu decken, die um das *fünfbis zehnfache teurer* ist als die Energie, mit der wir unseren Nachkriegswohlstand aufgebaut und bisher betrieben haben? Bevor wir diesen Weg gehen, sollten wir uns sehr genau gefragt haben, ob wir nicht mehr Energie, mehr Arbeitsplätze und mehr Umweltsicherheit für weniger Geld durch bessere Energienutzung, durch den Einsatz fossiler Brennstoffe in dezentraler Kraft-wärme-kopplung und durch die Verwendung sich erneuernder Energieträger schaffen können.

Das nukleare Konzept: politisch nicht durchsetzbar.

Schon heute gibt es enorme Probleme bei der politischen Durchsetzung des Atomprogramms. Eine wachsende Zahl von Bundesbürgern, Wissenschaftlern und Technikern hält die nukleare Technologie zu Recht für gefährlich. Die tägliche Erfahrung mit dieser Technologie gibt ihnen immer mehr Gründe zur Skepsis.

Daß das Atomprogramm politisch steckengeblieben ist, liegt aber nicht nur an den Bürgern, die sich gegen die Atomkraft entschieden haben, weil sie Deutschland nicht zu einem „Harrisburg - Land“ werden lassen wollen. Es hat auch einen strukturellen Grund: jeder Teilaspekt dieses großtechnischen Konzepts hängt vom nächsten ab: ohne Endlagerung kein Ausbau; ohne Zwischenlagerung kein weiterer Betrieb; ohne Wiederaufbereitung keine ausländischen Kraftwerksabnehmer usw. Das ganze Konzept ist politisch genau so störanfällig, wie es dies auch im technischen und wirtschaftlichen Sinne ist.

In der Bilanz: die bisherige Strategie, das Energieangebot für eine wachsende Wirtschaft mit Hilfe von Kernenergie und Kohleumwandlung zu erweitern und gleichzeitig das Erdöl als Energieträger zu verdrängen, erweist sich immer deutlicher als falsch konzipiert, zu langsam, zu teuer und politisch nicht durchsetzbar.

Welcher Ausweg?

Wir könnten entweder auf weiteres Wirtschaftswachstum im bisherigen Sinne verzichten und unseren Lebensstil ändern. Oder, wenn wir das nicht wollen, müssen wir versuchen, Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch zu entkoppeln.

Der bisher bevorzugte Wachstumskurs ist in sich widersprüchlich: weder ist der Nachholbedarf des Arbeitnehmers (im Vergleich zum durchschnittlichen Einkommen der Selbstständigen) durch das intensive Wirtschaftswachstum der Vergangenheit geringer geworden, noch ist es wahrscheinlich, daß die armen Länder der dritten Welt tatenlos zusehen werden, wie die Industrieländer noch unverhältnismäßig reicher werden als bisher. Für ein weiteres Wirtschaftswachstum ist aber die Erhaltung des Weltfriedens unabdingbar.

In unserer Untersuchung haben wir dennoch vorausgesetzt, daß sich das Bruttosozialprodukt in den nächsten Jahrzehnten so vergrößert, wie die gängigen optimistischen Prognosen der Wirtschaftsinstitute es erhoffen.

Unter dieser Voraussetzung konzentriert sich die Energieproblematik auf die Frage, wie wir das Wachstum des Bruttosozialprodukts und der darin enthaltenen energieverbrauchenden Aktivitäten vom Energieverbrauch *abkoppeln* können. Eine

solche Entflechtung setzt voraus, daß wir Wege finden, eine Werteinheit Bruttosozialprodukt mit einem geringeren spezifischen Energieverbrauch als bisher zu erzeugen. Dies kann auf zweierlei Weisen geschehen: erstens, indem im Bruttosozialprodukt die energieintensiven Wirtschaftsbereiche relativ schrumpfen und die weniger energieintensiven relativ besonders schnell wachsen (Strukturwandel), und zweitens, indem wir unsere energieverbrauchende Technik (Häuser, Autos, Haushaltsgeräte, Industrieanlagen) so verbessern, daß sie uns den gleichen Dienst mit weniger Energie leistet (bessere Energienutzung).

Wir haben uns daher folgende Fragen gestellt:

1. Läßt sich der Energiebedarf der Bundesrepublik bei wirtschaftlichem Wachstum unter das heutige Niveau senken, wenn wir die derzeit bekannten technischen Möglichkeiten zur besseren Energienutzung ausschöpfen und die absehbare Entwicklung von Bevölkerung und Wirtschaftsstruktur mit in Betracht ziehen?
2. Läßt sich der verbleibende Energiebedarf in 50 Jahren (dem geschätzten Ende der Ölzeit) ohne den Einsatz von Erdöl oder Kernbrennstoffen decken? Welcher Kohleeinsatz wäre dann nötig? Welche Rolle könnten erneuerbare Energiequellen spielen?

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 Vergangenheitsentwicklung 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 Energiebedarfsberechnungen 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 ÖKO-Institutes ist eine *Szenario-rechnung* für den Zeitraum von 1973 bis 2030, bei der davon ausgegangen wird, daß sich das energiepolitische Handeln vorrangig an der *besseren Energienutzung* 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 Energienutzung für sechzig Einzelbereiche und darauf basierend eine Berechnung des Endenergiebedarfs in Zehnjahresabschnitten, wie er 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-Wärmekopplung 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 Szenario-rechnungen 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 Rundungsungenauigkeiten.

* 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).

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) absolut	pro Kopf	spezif. Verbrauch Index: (1973 = 1.0)	nur bessere Nutzung (Sp.1)x(Sp.4)	nur Zuwachs (Sp.1)x(Sp.3)	Zuwachs und bessere Nutzung (Sp.1)x(Sp.3)x(Sp.4)
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. elektrische	5 3	verschiedene	1.8 1.0	2.5 1.4	0.6 1.0	3 3	9 3	5 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) 31 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					68	a) 89 b) 124	a) 63 b) 88
Grundstoff-industrie	70	Tonnen- produktion	a) 0.7 b) 1.2	1.0 1.6	0.7 0.7	49	a) 49 b) 84	a) 34 b) 59
Investitions-güterind.	11	Produktionswert	2.3	3.2	0.7	8	25	18
Verbrauchsgüter Ind.	15	Produktionswert	1.0	1.4	0.7	11	15	11
Endenergie gesamt	254	Bruttoinlandsprodukt	2.3	3.2	a) 0.26 b) 0.30	133	a) 299 b) 335	a) 150 b) 177
davon Strom	31						a) 40 b) 47	a) 26 b) 31

* kombinierter Wert für bessere Nutzung und Strukturwandel

Anmerkungen: Rundungsungenauigkeiten

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 Güterverkehrsleistung.

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.

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 Industrieproduktion 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 Metallerzeugung fast vierzigmal soviel Energie, um eine DM an Wertschöpfung zu erreichen wie der Handel.

Zwei Tendenzen des Strukturwandels lassen sich für die Bundesrepublik absehen: zum einen gewinnen die wenig energieintensiven Sektoren der Volkswirtschaft, nämlich Handel, Staat und sonstige Dienstleistungen immer mehr an Gewicht, d.h. ihr Beitrag zum Bruttosozialprodukt wird auf Kosten des Anteils der produzierenden Industrie immer größer.

Die zweite Tendenz ergibt sich aus dem Struk-

turwandel innerhalb der Industrie. Hier wachsen die weniger energieintensiven, dafür aber forschungs- und entwicklungsintensiven Branchen (Investitionsgüterindustrie, chemische Veredelungsindustrie) aufgrund von für sie besonders günstigen Weltmarktbedingungen wesentlich schneller als die alten Industrien wie die Stahlindustrie, die Zementindustrie und die chemische Grundstoffproduktion. Letztere machten aber bis-

her 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 des 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 offiziellen 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 aufgefressen sind. „Folgerichtig“ Konsequenz: die Lösung muß bei der Vergrößerung des Energieangebots liegen, alles andere „bringt eigentlich nichts“.

Diese Einschätzung steht in völligem Widerspruch zu dem Ergebnis, das sich aus einer sorgfältigen Betrachtung der heute bekannten, technisch machbaren und im Vergleich zur Atomener-

gie 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 Energiequelle darstellen, die wir überhaupt zur Verfügung haben.

Der Endenergieverbrauch der Bundesrepublik ist nach den wichtigsten Posten aufgeschlüsselt für 1973 in Tabelle 1, Spalte 1 zusammengestellt. Man sieht, daß im wesentlichen die folgenden Anwendungen ausschlaggebend sind:

Bei den Haushalten und Kleinverbrauchern ist es jeweils die Raumheizung. Beim Verkehr ist es der Treibstoffbedarf der PKW. In der Industrie ist es die Grundstoffproduktion.

Die ausschlaggebenden Nutzungstechnologien sind daher die Gebäude und deren Wärmedämmung bei den Haushalten und Kleinverbrauchern, die PKWs und deren Gewicht, aerodynamische Formgebung und Antriebstechnik im Sektor Verkehr und die technischen Anlagen für den Prozeßwärmeeinsatz, der Grad der Wärmerückgewinnung und der Wiederverwendung von Material im Industriesektor.

Beim Stromverbrauch sind es die Haushaltsgeräte der privaten Haushalte und Kleinverbraucher und die elektrischen Antriebe bei Kleinverbrauchern und in der Industrie.

Das gesamte Potential zur Verbesserung der Endenergienutzung in unserer Industriegesellschaft ist daher in erster Linie durch die Möglichkeiten bei diesen Anwendungsgruppen bestimmt.

Im Szenario wird davon ausgegangen, daß mit heute einsetzbaren Techniken bis zum Jahre 2030 Senkungen des spezifischen Endenergieverbrauchs um folgende Prozentsätze erreicht werden können: (Bezugsjahr 1973, durchschnittliche Werte):

Raumheizung: 70%
(schwedische Wärmedämmungspraxis und heiz- und regelungstechnische Verbesserungen).

Autos: 60%
(dies entspricht z.B. in etwa der Verbesserung, die der neue VW Golf Diesel, der in den achtziger Jahren eingeführt werden soll, gegenüber dem VW Käfer darstellt. Die Verbesserungen können über mehrere Ersatzzyklen des PKW - Bestandes verteilt werden).

Industrieller Prozeßwärmeeinsatz: 30%
(Wärmerückgewinnung, Abwärmenutzung, verbesserte Prozeßführung, neue Prozesse).

elektrische Haushaltsgeräte: 65%
(starke Isolierung von Kühleräten und Herden, bessere Wärmepumpen und Antriebsmotoren, Brauchwasseranschluß bei Geschirrspül- und Waschmaschinen, Wärmerückgewinnung bei Trocknern, etc.).

elektrische Antriebe: 30%
(elektronische Teillaststeuerung von Elektromoto-

ren, verbesserte Anpassung von Motorgröße an Aufgabe).

Alle Werte sind Mittelwerte, d.h. einzelne Häuser, PKWs, Industrieprozesse oder Geräte können größere oder kleinere Verbesserungsmöglichkeiten aufweisen.

Bei manchen Anwendungen ist ein kleiner Teil des Potentials bereits in den letzten Jahren verwirklicht worden (z.B. durch neue Wärmeschutzvorschriften im Hochbau).

Der für die Herstellung der verbesserten Technik nötige Mehraufwand an Energie wird durch die erzielten Einsparungen stets weit übertroffen. So wird z.B. das für die Herstellung von Wärmedämmstoffen benötigte Öl an einem Haus bereits in den ersten Monaten einer Heizperiode wieder eingespart.

Ein Investitionskostenvergleich für eine dem Endverbrauch zusätzlich bereitgestellte Leistungseinheit ergibt, daß entsprechende nuklearelektrische Systeme um das zwei- bis zehnfache teurer sind als die genannten Verbesserungen bei der Energienutzung.

Endenergiebedarf

Tabelle 1 zeigt in überschlägiger Form, wie sich die Senkung des Endenergiebedarfs der Bundesrepublik auf etwa 60 Prozent des Verbrauchs von 1973 trotz ausgeprägten Wohlstandswachstums durch bessere Energienutzung ergibt. Multipliziert man die einzelnen historischen Verbrauchsposten in Spalte 1 mit den relativen Zuwachsfaktoren für diese Energiedienstleistungen in Spalte 3a sowie mit den relativen spezifischen Energieverbräuchen in Spalte 4 und addiert, so ergibt sich der Endenergieverbrauch von 150 Mio t SKE für die technologieintensive Variante a) in Spalte 7.

Nimmt man an, daß der spezifische Energieverbrauch aller Aktivitäten gleich bleibt, so ergibt sich der Endenergiebedarf der Spalte (6). Rechnet man das Resultat von 299 bzw. 335 Mio t SKE (siehe Tab 1), das für eine Bevölkerung von 45 Mio Menschen im Jahre 2030 gilt, auf die geschätzte Bevölkerungszahl von 57 Mio Menschen im Jahr 2000 um, so erhält man einen Endenergiebedarf von 379 bzw. 424 Mio t SKE. Diese Werte entsprechen in etwa den konventionellen Prognosen für das Jahr 2000, bei denen ebenfalls nutzungstechnische Verbesserungen unberücksichtigt bleiben. Der Vergleich zeigt, daß die Wachstumsannahmen im Szenario denen in konventionellen Bedarfsschätzungen sehr ähnlich und keineswegs niedrig sind.

Die eingangs gemachte Behauptung, die bessere Energienutzung sei die größte Energiequelle, die der Bundesrepublik zur Verfügung steht, wird nun verständlicher:

Ohne den Einsatz energiesparender Techniken würden im Jahre 2030 etwa 150 Mio t SKE mehr an Endenergie gebraucht, davon ca. 15 Mio t SKE in

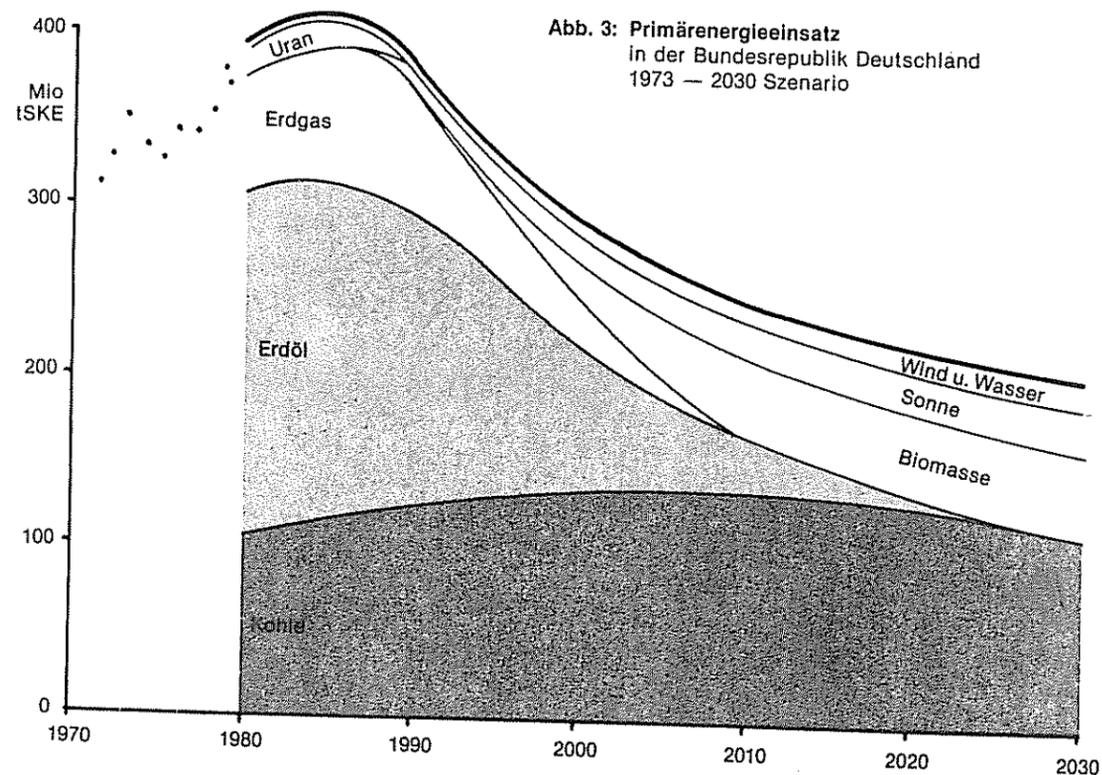


Abb. 3: Primärenergieeinsatz
in der Bundesrepublik Deutschland
1973 - 2030 Szenario

führt. 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).

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-Wärmekopplung, einsetzen, sodaß 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 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 als der für 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.

Warum hat man von dieser Energiestrategie so wenig gehört?

Diese Frage drängt sich auf, wenn man den Chor von Experten, Vertretern der Energiewirtschaft und Politikern im Ohr hat, die seit Jahren behaupten, die Kernenergie sei unverzichtbar.

Dazu ist zunächst zu sagen, daß die Möglichkeit einer grundsätzlich anderen Energieversorgung erst in den letzten Jahren erkannt worden ist.

Wir sind aber keineswegs die ersten oder die einzigen Wissenschaftler, die eine Abkoppelung des Wirtschaftswachstums vom Energieverbrauch für technisch möglich und wirtschaftlich vorteilhaft halten und einen Sachzwang zum Einsatz der Atomenergie verneinen. So haben z.B. G. Leach und Mitarbeiter in einer sehr detaillierten Studie für England gezeigt, daß dort der Primärenergieeinsatz pro Einheit Bruttosozialprodukt auf ein Drittel gesenkt werden kann. Eine Weiterentwicklung dieser Ergebnisse durch andere Wissenschaftler zeigt, daß sogar eine Reduzierung auf ein Sechstel des heutigen Wertes möglich ist, wenn man nicht wie Leach nur die technischen Verbesserungen berücksichtigt, die sich im Vergleich zum Ölpreis von 1978 lohnen, sondern Maßnahmen berücksichtigt, solange sie im Vergleich zu zusätzlichen nuklearen Systemen kostengünstig sind.

Ähnliche Resultate wurden in mehr als zehn ähnlichen Untersuchungen für Dänemark, Frankreich, Schweden, die USA und Kanada, die Schweiz und für die Industrieländer der westlichen Welt insgesamt gefunden. In der Bundesrepublik wies bereits die Fichtner/AUGE-Studie in die gleiche Richtung.

Ein Grund dafür, daß viele Energieexperten das Potential der besseren Energienutzung bisher geringerschätzten, ist, daß sie die Kosten der technischen Verbesserungen gegen die billigen Ölpreise der Vergangenheit statt gegen die teuren sonst für den Ölersatz zukünftig notwendigen Systeme aufrechneten.

Auch die starke Vormachtstellung von Wirtschaftswissenschaftlern in vielen Bereichen der Energieplanung spielt sicher eine Rolle; denn diese neigen schon allein von ihrer Ausbildung her eher dazu, den Energieverbrauch mit wirtschaftlichen Vorgängen statistisch in Zusammenhang zu bringen, als die Vielzahl der konkreten physikalischen Anwendungen von Energie in einem sich

sehr rasch entwickelnden technischen Gebiet zu verfolgen.

Der wichtigste Grund dafür, daß es bisher um die rationelle Energienutzung so still gewesen ist, muß aber in der *unterschiedlichen Interessenlage und Einflußmacht von Energieverkäufern und Energieverbrauchern* gesehen werden. Die Energieproduktion und -verteilung wird von wenigen Ölkonzernen und Strom- und Kraftwerksunternehmen kontrolliert, die sich für die zukünftige Entwicklung ihrer Verkaufsmöglichkeiten interessieren — so stellt sich das Energieproblem für die Energiewirtschaft. Neue Märkte versuchen sie sich vor allem mit Technologien und solchen Energieträgern zu sichern, die ihrer Organisationsstruktur angepaßt sind: zentrale Großtechnologien und Energieträger, die an die einzelnen Verbraucher von zentraler Quelle aus verteilt werden müssen.

Wie steht es mit der Durchsetzbarkeit?

Zwei typische Einwände gegen die beschriebene nichtnukleare Strategie sind, daß sie in ihren technischen Annahmen zu optimistisch sei, oder aber, daß sie zwar technisch durchaus machbar, aber nicht durchsetzbar sei, weil es zu viele institutionelle Hindernisse für sie gebe.

Beide Einwände gelten aber in viel größerem Maße für die nukleare Strategie, mit der den Entscheidungsträgern in den politischen Gremien Hoffnungen gemacht werden, die heute euphorisch anmuten müssen.

Wir sind weit davon entfernt zu meinen, daß der skizzierte Ausweg aus der Energiekrise einfach sein wird. Es ist auch keineswegs sicher, daß er sich mit dem in Abbildung 3 gezeigten Tempo verwirklichen läßt. Wir sind jedoch überzeugt, daß er sich wesentlich schneller in die Praxis umsetzen ließe als die Erweiterung des Energieangebots mittels der Atomenergie.

Dafür spricht, daß die vorgesehenen Techniken weit kostengünstiger sind als die Kernkraft; daß sie ohne lange Bauzeiten umgehend Energie liefern bzw. freisetzen und investiertes Geld zurückfließen lassen; und daß jede einzelne Technik mit ihren eigenen institutionellen Hindernissen verbunden ist, die man aber unabhängig voneinander und deshalb insgesamt rascher beseitigen kann.

Wenn wir aber nicht einmal fähig sein sollten, unsere Forschungspolitik neu auszurichten, die Stromtarife umzugestalten, Marktverzerrungen abzubauen, dem einzelnen Verbraucher Zugang zu Darlehen zu verschaffen, einfache Vorschriften für die Auto- und Elektrogeräteindustrie zu erlassen und das Einspeisen von Strom ins öffentliche Netz für kleine Erzeuger zu ermöglichen, wie wollen wir dann einen Welthandel mit Plutonium unter Kontrolle halten, die Weiterverbreitung von Kernwaffen verhindern und die sichere Verwahrung von nuklearen Abfällen für die nächsten 250 000 Jahre gewährleisten?

Glossar

Energie

Physikalische Maßeinheit: Joule (J).
1 J = 1 Ws (Wattsekunde)

Technische Maßeinheit: Kilowattstunde (kWh)
1 kWh = 1000 · 60 · 60 = 3,6 · 10⁶ J

Jahresverbräuche werden oft angegeben in Terawattstunden (TWh) pro Jahr:
1 TWh = 10¹² Wh = 10⁹ kWh

Praktische Maßeinheit, besonders für energiepolitische Betrachtungen: Tonne Steinkohleeinheiten (tSKE). Sie entspricht dem Energieinhalt einer Tonne Steinkohle.
1 tSKE = 8130 kWh

Hieraus ergibt sich auch die Umrechnung
1 TWh = 0,123 Mio t SKE

Leistung

Leistung bezeichnet einen Energiedurchsatz pro Zeiteinheit.

Physikalische Maßeinheit: Watt (W)
1 W = 1 J/s

Technische Maßeinheit: Kilowatt (kW)
1 kW = 1000 W
(ist die Leistung von zehn 100-Watt-Birnen).

Größere Leistungseinheiten:

Megawatt (MW): 1 MW = 1000 kW = 10⁶ W
etwa die Leistung einer Diesellokomotive oder einer Windkraftanlage mit 80 m Rotordurchmesser)

Gigawatt (GW): 1 GW = 1000 MW = 10⁹ kW = 10⁹ W
(etwa die Leistung eines Großkraftwerks)

Terawatt (TW): 1 TW = 1000 GW ist 10⁶ MW = 10⁹ kW = 10¹² W
(etwa ein Achtel des heutigen Weltenergieverbrauchs pro Jahr).

Der Jahresverbrauch an Energie kann als Energiemenge pro Jahr dargestellt werden; dies entspricht einer Leistung: z.B. 5 Terawattjahr / Jahr = 5 TWa/a = 5 TW

Energieträger

die chemischen Stoffe bzw. physikalischen Fließvorgänge, die zur Energiebereitstellung umgesetzt werden (z.B. Kohle, Wind, Sonnenstrahlung).

fossile Energieträger

Kohle, Erdöl, Erdgas; diese enthalten gespeicherte Sonnenenergie, da sie durch geologische Vorgänge aus Pflanzenstoffen entstanden sind.

sich erneuernde Energieträger

Sonnenstrahlung, Wind, Wellenenergie, Laufwasser, Biostoffe.

Biostoffe, bzw. Biomasse

Stoffe, die durch die biologische Produktion entstanden sind: Pflanzen, Fleisch von Tieren (und Menschen), speziell z.B. Holz, Stroh, Fäkalien, Teile des Hausmülls etc. Enthält durch die Photosynthese gespeicherte Sonnenenergie.

Primärenergie

die in den umgesetzten Energieträgern vor der Umwandlung enthaltene Energie.

Primärenergieträger

sind z.B. Kohle, Erdöl, Erdgas, Wind, Laufwasser, Sonnenstrahlung, Biostoffe, Erdwärme usw.

Endenergie

die dem Endverbraucher (Haushalt, Industriebetrieb, Fahrzeugbetreiber, usw.) gelieferte Energie nach Umwandlung der Primärenergie in Raffinerien, Kokereien, Kraftwerken usw. und nach Verteilung über das Stromnetz, Tankstellennetz usw. bis an die Steckdose, den Benzintank, den Heizöltank usw.

Endenergieträger

Sind z.B. Benzin, Dieselöl, Heizöl, Bricketts, Kohle, Koks, Gas, Solarwärme, Strom, Alkoholtreibstoffe, Fernwärme usw.

Nutzenergie

die Energie, die nach Einsatz der Endenergieträger im Heizkessel, am Elektromotor, im Fahrzeug usw. als genutzte Energie am Heizkörper im Zimmer, an der Antriebswelle des Motors usw. ankommt.

Nutzungstechnik

die technischen Geräte und Anlagen, mit denen unter Einsatz von Nutzenergie die gewünschten Energiedienstleistungen bereitgestellt werden.

Nichtenergetischer Verbrauch

der Verbrauch von Erdöl, Gas und Kohle als Rohstoffe für die Herstellung von Kunststoffen, Schmiermitteln etc.

Prozeßwärme

Wärmeenergie, die für industrielle und gewerbliche Prozesse eingesetzt wird (Schmelzen, Trocknen, Härten, Kochen, etc.). Niedertemperaturprozesswärme ist i.a. als Wärme unter 600°C definiert.

stromspezifische Anwendungen

Anwendungen, bei denen der Einsatz von Strom notwendig oder vorteilhaft ist: für Fernseher, Telefon, Rundfunk, elektrische Antriebe in der Industrie, bei der Eisenbahn, U-Bahn, Straßenbahn, bei Haushaltsgeräten, für Beleuchtung, elektrisches Schweißen, Elektrolyse, Elektrostahlerzeugung usw. Nicht stromspezifisch sind z.B. die Warmwasserbereitung, die Raumheizung und andere Anwendungen zur Erzeugung von Niedertemperaturwärme.

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.

Kraft - Wärmekopplung

die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme z.B. in einem konventionellen Heizkraftwerk, in einem Blockheizkraftwerk, mit einem einzelnen Dieselmotor, oder mit solarelektrischen Zellen, die gleichzeitig als Sonnenwärmekollektoren fungieren.

Blockheizkraftwerk

üblicherweise eine Batterie von gas- oder ölbetriebenen Dieselmotoren, mit denen Strom und Heizwärme für eine Nachbarschaft (mehrere hundert Wohnungen) erzeugt wird. Die Dieselmotoren treiben Generatoren mechanisch an, während die Wärmeerzeugung im Motor über Wärmetauscher und ein lokales Warmwassernetz verteilt wird.

Wirbelschichttechnik

besteht aus einer Verbrennungskammer, bei der Luft von unten eingeblasen und dabei eine Schicht von Sandteilchen in einen wirbelnden Schwebezustand versetzt wird. Kohle (oder Öl, Müll usw.) werden zerkleinert in die Wirbelschicht von der Seite eingeführt und verbrannt. Die Verbrennungstemperaturen lassen sich von 1600°C bei konventionellen Anlagen auf 800°C in der Wirbelschicht senken. Es bildet sich keine Schlacke, die Schwefeldioxidemissionen können zu 90% in der Wirbelschicht absorbiert werden, die Stickoxidemissionen sind geringer, der Wirkungsgrad ist höher und die Anlagen sind kompakter als Ölfeuerungen.

A.B. Lovins, „Sanfte Energie“, Rowohlt Verlag, Reinbeck 1978, 363 Seiten.

Technische Studienberichte:

F. Krause, „Daten und Fakten zur ENERGIEWENDE“ Technische Berichte (Teil 1 - 5), Öko-Bericht Nr. 16; ca. 430 Seiten, Freiburg i. Br., 1981

J. Thiele, „Alternative in der Energiegewinnung“ Nutzung der Biomasse, Technische Berichte (Teil 6), Öko-Bericht Nr. 17; 38 Seiten, Freiburg i. Br., 1981

H. Bossel, U. Fritsche, „Die harten Fakten sprechen für den sanften Weg“ in: Öko-Mitteilungen Nr. 2, Mai 1982, Freiburg i. Br.

zu beziehen vom ÖKO-Institut, Freiburg i.Br., Schönauerstr. 3

5 Jahre fischer alternativ

November 1977 – November 1982

„Nur wenn es uns gelingt, die Alternative einer Gesellschaft und Technik mit menschlichem Gesicht zu entwickeln und durchzusetzen, können wir der Selbstzerstörung durch eine ungehemmte Expansion entkommen.“
E. F. Schumacher

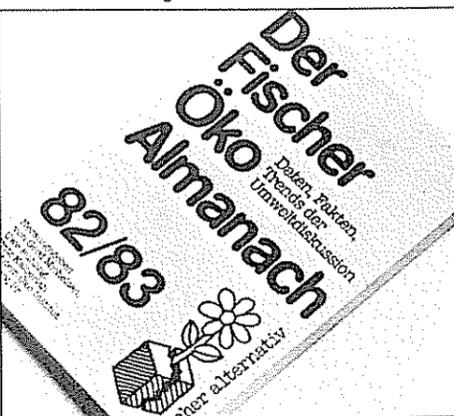
Um dies zu verwirklichen sollen auch weiterhin in der Reihe „fischer alternativ“ Ideen, Entwürfe und Leitsätze für eine solche neue Praxis – die zur Erhaltung der Umwelt und zur Sicherung der Arbeitsplätze beiträgt – vermittelt werden.

Eine Auswahl der wichtigsten Bücher aus der Reihe fischer alternativ:

Die neuesten Daten, Fakten und Trends in der Ökologie- und Umweltdiskussion



Bd. 4002/DM 7,80

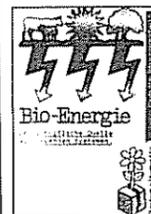


Bd. 4087/DM 12,80

Originalausgabe



Bd. 4006/DM 8,80



Bd. 4014/DM 6,80



Bd. 4019/DM 9,80



Bd. 4030/DM 8,80



Bd. 4046/DM 6,80



Bd. 4047/DM 5,80



Bd. 4049/DM 12,80



Bd. 4054/DM 7,80



Bd. 4055/DM 7,80



Bd. 4058/DM 7,80



Bd. 4087/DM 6,80

Unterrichtsmaterialien aus dem Institut

Beurteilung von Unterrichtseinheiten im Bereich Ökologie, Teil I und Teil II
Insgesamt rund 120 rezensierte Materialien zu den Themenbereichen Energie, Luft- und Wasserverschmutzung, Schadstoffbelastung, Lärm, Abwärme, Abfall/Recycling, Land- und Forstwirtschaft, Umwelplanung, Verkehr, Naturschutz. Je DM 6,50

Gift im Essen
(Materialien für ein Rollenspiel zum Thema Pestizide; für Sekundarstufe II) DM 4,50

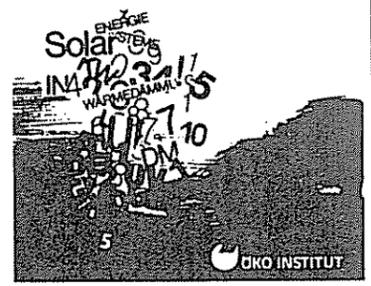
Energiebedarf im Personenverkehr
(Darstellung der technischen Möglichkeiten zur Energieeinsparung im Personenverkehr; Energiebedarfsrechnung; umfangreicher Anhang mit Grafiken, Literaturangaben, Adressen) DM 4,—

Wärme-Kraft-Kopplung(WKK)
(Informationen über die Technik und Möglichkeiten der WKK, unter besonderer Berücksichtigung der Blockheizkraftwerke und der Rolle der Elektrizitätsversorgungsunternehmen; 3 Arbeitsblätter; 2 Vorlagen für OH-Folien) DM 3,50.

Wärmepumpe/Kopierunterlagen
(Grundlegende Informationen, Arbeitsblätter zu verschiedenen technischen Anwendungen; 4 Vorlagen für OH-Folien) DM 3,—

Elektrische Energie
(für den Physikunterricht in Sekundarstufe I; Erarbeitet werden Vor- und Nachteile des Energieträgers Strom, insbesondere die Energieverluste bei der Stromerzeugung; die Broschüre enthält Informationen, die Hinweise und Vorlagen für 3 OH-Folien) DM 3,50

Florentin Krause **DATEN UND FAKTEN ZUR ENERGIEWENDE**
Technische Berichte zur Energiestudie (Teile 1-5)
Öko-Bericht Nr. 16



Öko-Bericht Nr. 16 „Daten und Fakten zur Energiewende“, „Technische Berichte“ Hrsg. Öko-Institut, Freiburg, Oktober 1981, ca. 430 Seiten, 19,— DM zzgl. Porto.

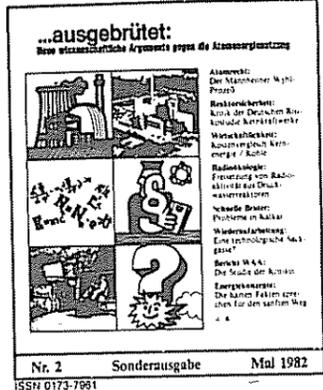
Die „Technischen Berichte“ zur Energie-Studie des Öko-Instituts geben die Datenbasis sowie Modell- und Rechenschritte in verständlicher Form wieder, die in kurzer Form schon in der „Energiewende“ veröffentlicht wurden.

Sie dokumentieren eine umfassende Analyse der Energieverbrauchsstruktur in der BRD und geben Aufschluß über die sektoralen Einsparmöglichkeiten. Breiten Raum nehmen die Darstellung der Einspar-technologien sowie der verwendeten Szenariotechnik ein.

Öko-Bericht Nr. 17 „Alternativen in der Energiegewinnung“, Nutzung der Biomasse in der Bundesrepublik, „Technische Berichte Teil 6“, Dez. 1980, DM 3,80

Dieser kleine Band ist die Ergänzung der „Daten und Fakten zur Energiewende“. Er belegt und ergänzt die in der ENERGIIEWENDE gemachten Angaben zu den Möglichkeiten der energetischen Nutzung der Biomasse.

Öko - Institut — Institut für angewandte Ökologie e.V. Schönauer Str. 3, 7800 Freiburg i.Br.



Sondernummer der Öko-Mitteilungen, Mai 1982, Hrsg. Öko-Institut Freiburg, 48 Seiten DM 4,50, ab 5 Expl. je 3,80; ab 20 Expl. je DM 3,—

In der Sondernummer der Öko-Mitteilungen werden in geraffter Form neue Argumente und Ergebnisse kritischer wissenschaftlicher Arbeiten veröffentlicht. Damit wird den aktuellen Auseinandersetzungen an den Standorten, in Prozessen und Diskussionen eine breite Argumentationsbasis ermöglicht.

Aus dem Inhalt:

- Atomrecht
- Reaktorsicherheit
- Radioökologie
- Wirtschaftlichkeit
- Schneller Brüter
- Wiederaufarbeitung
- Energiekonzepte

Mitglieder erhalten die Öko-Mitteilungen alle zwei Monate kostenlos zugesandt.

An die Leser, die noch nicht Mitglied des ÖKO-Institutes sind.

Kennen Sie uns?

Das Öko-Institut, ein privater, vom Finanzamt als gemeinnützig und besonders förderungswürdig anerkannter Verein, hat sich drei Hauptziele gesetzt:

- betroffenen und interessierten Bürgern durch Öffentlichkeitsarbeit wissenschaftlich fundierte Informationen zu liefern.
- durch die Vermittlung von Sachverstand und Sachverständigen die Umsetzung ökologischer Erkenntnisse zu fördern,
- einen Beitrag zu einem ökologisch ausgeglichenen Fortschritt zu leisten durch die Erforschung und Entwicklung umweltfreundlicher Techniken und Vorgehensweisen.

Was können Sie zum Gelingen beitragen?

Eine sehr wirkungsvolle Unterstützung für das Institut leisten Sie schon dann, wenn Sie Mitglied werden. Durch einen regelmäßigen Beitrag helfen Sie mit, die Grundfinanzierung des Instituts zu sichern. Eine breitgestreute Finanzierung ist notwendig, um die Unabhängigkeit des Instituts von Staat und Industrie zu gewährleisten. Darüber hinaus ist es wichtig, neue Mitglieder zu werben. Je mehr Mitglieder das Institut bekommt, desto leistungsfähiger wird es. Spenden und Beiträge sind von der Steuer abzugsfähig (Der Mitgliedsbeitrag pro Jahr beträgt mindestens 80,— DM, für Studenten, Rentner und Hausfrauen 30,— DM). Ebenso wichtig ist eine ehrenamtliche Mitarbeit, beispielsweise als Gutachter oder als Referent.

Bitte benutzen Sie den untenstehenden Coupon

Beitrittserklärung

Ich / Wir erwerbe(n) die Fördermitgliedschaft ab _____

- als persönliches Mitglied.
- als Organisation / Vereinigung
- als Firma

Ich / Wir leiste(n) elne(n) _____

- einmalige Spende in Höhe von _____ DM
- jährlichen Mitgliedsbeitrag in Höhe von _____ DM

(Name, Vorname bzw. Organisation / Vereinigung / Firma) (Beruf)

(Straße, Postfach)

(Postleitzahl, Ort)

(Datum) (Unterschrift, ggf. Stempel)

VORSTAND:

- Prof. Dr. A. Bechmann
- W. Beck
- Dr. H. Hemminger
- R. Jäckle
- Dr. H. G. Otto
- H. G. Schuhmacher
- Dr. D. Viehues
- 2 Mitarbeiter

GESCHÄFTSFÜHRUNG:

- Dipl.-Ing. Leo Pröstler

WISS KURATORIUM:

- Prof. Dr. Dr. G. Altner
- C. Amery
- Prof. Dr. H. Bossel
- Dr. E. Eppler
- Prof. Dr. P. Fornallaz
- Prof. Dr. L. v. Friedeburg
- Prof. Dr. Th. Ginsburg
- Dr. H. Gruhl
- Prof. Dr. B. Grzimek
- Prof. Dr. M. Jänicke
- Prof. Dr. R. Jungk
- Dipl.-Ing. K. W. Kieffer
- G. McRobie
- Prof. Dr. P. C. Mayer-Tasch
- Prof. Dr. D. H. Meadows
- Prof. Dr. D. L. Meadows
- Prof. Dr. E. Rehbinder
- Prof. Dr. U. E. Simonis
- Dr. H. E. Schöll MdL
- Prof. Dr. M. Schrenk
- Dr. Chr. Schütze
- Prof. Dr. F. Vester
- S. de Witt

BANKVERBINDUNG:

- Öffentliche Sparkasse
- Freiburg i. Br.
- (BLZ 680 501 01)
- Konto Nr.: 2 053 447
- Postcheckkonto:
- PSchA Karlsruhe
- (BLZ 660 100 75)
- Konto-Nr.: 1360 18-759

