

Neu, Axel D.

Working Paper — Digitized Version

Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch: Eine Strategie der Energiepolitik?

Kieler Diskussionsbeiträge, No. 52

Provided in Cooperation with:

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

Suggested Citation: Neu, Axel D. (1978) : Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch: Eine Strategie der Energiepolitik?, Kieler Diskussionsbeiträge, No. 52, Institut für Weltwirtschaft (IfW), Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/48065>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch — eine Strategie der Energiepolitik?

von Axel D. Neu

A U S D E M I N H A L T

- Die Zuwachsraten des Weltstromverbrauchs übertrafen — im Gegensatz zu denen des Weltverbrauchs an Primärenergie — bislang die des Weltsozialprodukts. Obwohl Entsprechendes für die Bundesrepublik Deutschland gilt, muß vor einer einfachen, globalen Trendextrapolation gewarnt werden.
- Eine internationale Querschnittsanalyse des Zusammenhangs zwischen Primärenergieverbrauch sowie Stromverbrauch pro Kopf und der Höhe des Pro-Kopf-Einkommens für das Jahr 1974 zeigt, daß Länder mit etwa gleichem Pro-Kopf-Einkommen einen sehr unterschiedlichen Energieverbrauch aufweisen. Auch bei Berücksichtigung landesspezifischer Unterschiede läßt sich ein wirtschaftspolitischer Gestaltungsspielraum erkennen.
- Eine Analyse der Entwicklungstendenzen des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik bis 1985 — unter Berücksichtigung der einzelnen Sektoren — ergibt, daß die Möglichkeit der Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch besteht. Während der Energieeinsatz des Industriesektors im Verhältnis zum Wachstum in etwa konstant bleiben wird, kann in den Bereichen Haushalte, Kleinverbraucher und Verkehr mit einer relativen Abnahme gerechnet werden. Eine sektorspezifische Prognose der Elektrizitätsnachfrage zeigt, daß diese bis 1985 nur noch um jährlich 4 bis 5 vH zunehmen wird.
- Entgegen einer weitverbreiteten Meinung kann durch Preisanhebungen der Energieverbrauch merklich beeinflußt werden. Wird eine Drosselung des Energieverbrauchs angestrebt, so ist zu erwägen, ob eine allgemeine Energieverbrauchssteuer den erwünschten Effekt nicht eher herbeiführen kann als ein punktueller Interventionismus, wie er heute praktiziert wird. Eine steuerlich bedingte Anhebung des realen Energiepreinsniveaus um etwa 10 vH pro Jahr könnte kurzfristig den Energieverbrauch auf dem heutigen Niveau verharren lassen. Langfristig könnte sogar eine steuerliche Anhebung des Energiepreinsniveaus entsprechend dem relativen Zuwachs des Realeinkommens ausreichend sein, einen Anstieg des Energieverbrauchs weitgehend abzubremesen.
- Die internationale Versorgungslage mit fossilen Energieträgern zeigt, daß mittelfristig Versorgungsengpässe kaum zu befürchten sind. Langfristig kann es jedoch nicht nur die abnehmende Verfügbarkeit der fossilen Energieträger, sondern auch der Umweltschutz angezeigt erscheinen lassen, auf andere Energieträger auszuweichen. Kann und soll die Kernspaltungsenergie nicht die Rolle der fossilen Energieträger übernehmen, so könnten dies nach heutiger Kenntnis nur zwei Primärenergiequellen: die Sonnenenergie und die Kernfusionsenergie.
- Der Zeitpunkt, zu dem Sonnen- und Fusionsenergie in wirtschaftlicher Form verfügbar sein werden, ist nicht zuletzt von dem Ausmaß an Ressourcen abhängig, das man für die Entwicklung und Erprobung dieser neuen Energieträger aufwendet. Eine Steuer auf den Verbrauch fossiler Energieträger könnte auch zur Finanzierung der Erforschung neuer Energiequellen dienen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Energiepolitik am Scheideweg	3
Ende des Wachstums - Grenze des Energieverbrauchs?	6
Energieverbrauch und Einkommenshöhe in der Retrospektive	11
Energieverbrauch und Einkommenshöhe im internationalen Querschnittsvergleich	16
Sektoraler Strukturwandel der Energienachfrage	20
Der Umwandlungssektor	25
Nichtenergetischer Verbrauch	26
Sektor Verarbeitende Industrie	26
Sektor Haushalte und Kleinverbraucher	38
Sektor Verkehr	47
Engpaßfaktor Elektrizitätswirtschaft?	52
Energiepolitische Alternativen	61
Tabellenanhang	67
Verzeichnis der Schaubilder	82
Verzeichnis der Tabellen	82
Literaturverzeichnis	85

Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch — eine Strategie der Energiepolitik?

Energiepolitik am Scheideweg*

1. Die Bundesregierung hat ihr kurz vor Ausbruch der Ölkrise im Herbst 1973 vorgelegtes Energieprogramm bezüglich des für 1985 erwarteten Primärenergieverbrauchs der Bundesrepublik Deutschland in drei Fortschreibungen nach unten korrigiert. War für 1985 ursprünglich noch mit einem Primärenergieverbrauch in Höhe von 610 Mill. t Steinkohleeinheiten (SKE)¹ gerechnet worden, so waren es nach der ersten Fortschreibung vom Oktober 1974 nur noch 555 Mill. t SKE, nach der zweiten Fortschreibung vom März 1977 demgegenüber nur mehr 496 Mill. t SKE; gleichzeitig verringerte sich der voraussichtliche Anteil der Kernenergie am Primärenergieverbrauch von ursprünglich 15 vH auf 13 vH. Nach der letzten Fortschreibung des Energieprogramms vom Dezember 1977 wird der voraussichtliche Primärenergiebedarf 1985 nur noch 482,5 Mill. t SKE betragen, etwa 10 vH hiervon dürften auf die Kernenergie entfallen.

Die dreimalige Revision des Energieprogramms ist vor allem auf die folgenden Entwicklungen zurückzuführen²:

- Als Folge der starken Rezession in den Jahren 1974 und 1975 hat sich die Ausgangsbasis der Prognosen verringert;
- das Wachstumspotential der Wirtschaft während des Prognosezeitraums wird heute weniger optimistisch beurteilt als noch 1973;
- der Energieverbrauch wird außerdem aufgrund der im Energiesektor eingetretenen Preissteigerungen sowie der Energieeinsparungsgesetzgebung langsamer zunehmen.

2. Angesichts solcher Unsicherheiten bezüglich des künftigen Primärenergiebedarfs stellt sich generell die Frage, ob es sinnvoll ist, die Entwicklung von Angebot und Nachfrage auf Teilmärkten zu prognostizieren, um in der Zukunft möglicherweise auftretende Ungleichgewichte und damit drohende Versorgungslücken bereits rechtzeitig zu erkennen³. Dies erscheint jedoch in einer Marktwirtschaft im Grunde müßig, da hier diese vermeintlichen Energielücken über den Preis geschlossen werden; denn steigende Preise weiten das Angebot aus und schränken die Nachfrage ein. Nur wenn Preise künstlich starr gehalten werden, können Versorgungslücken oder Angebotsüberschüsse entstehen - Beispiele hierfür sind in den Zahlungsbilanzungleichgewichten im System fester Wechselkurse zu sehen oder in den Überschüssen der agrarischen Produktion aufgrund von Mindestpreisverordnungen in der Europäischen Gemeinschaft⁴.

* Der Verfasser möchte an dieser Stelle den Kollegen Ulrich Brandt, Juergen B. Donges, Gerhard Fels, Hans-H. Glismann und Klaus-Dieter Schmidt für eine Durchsicht des Manuskripts und manchen Verbesserungsvorschlag danken. Besonderer Dank gebührt Herrn Berndt Leibert, der die Arbeit in zahlreichen Diskussionen mit dem Verfasser während der gesamten Bearbeitungszeit einer kritischen Prüfung unterzog. Alle Fehler und Mängel, die der Beitrag enthält, gehen indessen allein zu Lasten des Autors.

¹ Die Steinkohleeinheit ist der gemeinsame Umrechnungsfaktor aller Primärenergieträger. Ein Kilogramm SKE entspricht einem Heizwert von 7 000 Kilokalorien. Entsprechend den jeweiligen spezifischen Heizwerten werden SKE-Faktoren gebildet.

² Vgl. Grundlinien und Eckwerte [1977].

³ So errechnete der Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES) in einer kürzlich vorgelegten Untersuchung mit Hilfe verschiedener Szenariovariablen eine ganze Reihe von Lücken und Überschüssen einzelner Energieträger und Regionen [vgl. Energy, 1977] und untersuchte auch die Möglichkeit, die prognostizierten Lücken und Überschüsse durch Preisänderungen zu beseitigen [S. 260 ff.].

⁴ "Economists may not know much. But we do know one thing very well: how to produce shortages and surpluses. Do you want to produce a shortage of any product? Simply have government fix and enforce a legal maximum price on the product which is less than the price that would otherwise prevail . . . Do you want to produce a surplus of any product? Simply have government fix and enforce a legal minimum price above the price that would otherwise prevail" [Friedman, Roosa 1967, S. 1].

3. Für die Notwendigkeit von Prognosen und Projektionen der Angebots- und Nachfrageentwicklung werden im wesentlichen drei Argumente vorgetragen:

- Die Energiepreise wie auch die Energiepreisrelationen sind - zumindest in der Bundesrepublik - auch politische Preise; so wird die Kohleproduktion und -verstromung stark subventioniert, die Versorgung mit Auslandskohle gleichzeitig bewußt gedrosselt und der Ölverbrauch mit zum Teil hohen indirekten Steuern belastet. Solange aber die Preise und Preisstrukturen im Energiebereich administriert werden - in der Regel also Knappheiten nicht richtig widerspiegeln -, seien Energieprognosen notwendig, um auf mögliche Angebotsüberhänge oder Versorgungsengpässe hinzuweisen.
- Die fossilen Energieträger sind weder regenerierbar noch durch Recycling zurückzugewinnen. Da die Preise aufgrund ihres administrativen Charakters sich ankündigende Knappheiten nur unvollständig wiedergeben können¹ und somit möglicherweise die erforderliche Entwicklung alternativer Energiequellen und Nutzungsarten nicht stimulieren, sollte dies durch entsprechende Prognosen erfolgen.
- Einem dritten Argument zufolge wird bezweifelt, daß der uneingeschränkte Marktmechanismus in der Lage wäre, die intertemporale Verteilung der entsprechenden Ressourcen zu steuern, da künftige Generationen auf dem Terminmarkt erschöpflicher Ressourcen kein Stimmrecht haben². Dies sei jedoch erforderlich; denn die gegenwärtig zu niedrigen Energiepreise haben einen übermäßigen Gegenwartskonsum zur Folge, der zu Lasten der Befriedigung künftiger Bedürfnisse geht. Um dem zu begegnen, so die Argumentation, wäre eine entsprechende Preis-erhöhung vorzunehmen, deren Festsetzung allerdings erhebliche Bewertungsprobleme aufwerfen dürfte.

4. Die Diskussion der energiepolitischen Alternativen und Optionen hat sich in der Vergangenheit auf einen Punkt konzentriert: die Zukunft der Kernenergie.

Die Auseinandersetzungen über den weiteren Ausbau der Kernkraftwerkskapazitäten sind in eine kritische Phase getreten, da der Widerstand von Bürgerinitiativen unter Einschaltung der Verwaltungsgerichtsbarkeit bereits zu einem weitgehenden Baustopp geführt hat. Die Parteitage der F. D. P. in Kiel und der SPD in Hamburg im November 1977 scheinen einen Kompromiß anzubahnen, der die Option sowohl für als auch gegen die Kernenergie offenhält.

5. Die Fülle von Gutachten, Stellungnahmen und Erklärungen, die bei dieser Auseinandersetzung zwischen Kernkraftbefürwortern und -gegnern der Öffentlichkeit vorgelegt worden sind, vermittelt nicht den Eindruck, daß sich die beiderseitigen Standpunkte angenähert haben. Als Fazit der Diskussion kann festgehalten werden, daß mit der Anwendung der Kernspaltungstechnologie ein Restrisiko verbunden ist, das Befürworter und Gegner freilich sehr unterschiedlich quantifizieren und bewerten³.

Gegenüber den Forderungen nach einem Verzicht auf den Einsatz von Kernenergie oder zumindest dessen zeitlichen Aufschub vertritt die Bundesregierung die Auffassung, daß bei einem weiteren wirtschaftlichen Wachstum generell nicht auf die Kernenergie verzichtet werden könne, wenngleich von der Fixierung bestimmter Kapazitätsziele zunehmend Abstand genommen wurde.

¹ Bei vollkommener Konkurrenz und vollkommener Voraussicht wird die Relation der Differenz zwischen künftigen Preisen und Durchschnittskosten zur Differenz zwischen heutigen Preisen und Durchschnittskosten dem Marktzins entsprechen. Zur Entwicklung des Preispfades bei anderen Marktformen vgl. Heal [1977].

² Dieses Argument wird vornehmlich von den Anhängern einer Strategie des Nullwachstums vorgetragen. Die Ansicht, daß eine Strategie der Konservierung erschöpflicher Vorräte nicht allein den Marktkräften überlassen werden könne, wird allerdings auch von Befürwortern eines weiteren Wirtschaftswachstums vertreten. Zum intertemporalen Allokationsproblem vgl. Sohmen [1976, S. 188 f.] - Zu den energiewirtschaftlichen Implikationen vgl. Schneider [1977].

³ Auf die sehr intensiv geführte Diskussion soll hier nicht näher eingegangen werden. Kon-

6. In der Diskussion um die Kernenergie werden die Postulate der Bundesregierung in mehrfacher Hinsicht in Zweifel gezogen:

- Generell bezweifelt wird, daß wirtschaftliches Wachstum heute noch ein sinnvolles Ziel sei. Wird aber Nullwachstum als Gebot der Stunde angesehen, wären die Sachzwänge, die den Einsatz von Kernenergie erfordern würden, weitgehend ausgeräumt.
- Zum anderen wird bezweifelt, daß der Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und Zunahme des Energieverbrauchs wirklich so eng ist, wie es die Bundesregierung und Befürworter der Kernenergie unterstellen. Ließe sich dieser Zusammenhang künftig weitgehend "entkoppeln", so würden sich die Sachzwänge, die andernfalls ein weiteres wirtschaftliches Wachstum vom Einsatz der Kernenergie in vorgesehenem Umfang abhängig machten, vermindern.
- Schließlich wird bezweifelt, daß bei einer weiteren Zunahme des Primärenergieverbrauchs kein Weg an der Kernenergie vorbeiführe und sie wirklich ohne Alternative sei.

In folgendem Diskussionsbeitrag wird versucht, einige Aspekte zu diesen drei Problemkreisen aufzuzeigen und ein Spektrum möglicher Lösungsansätze darzulegen.

trovers sind die Standpunkte von Befürwortern und Gegnern der Kernenergie insbesondere bei den folgenden Problemkreisen:

- Somatische und genetische Risiken der im Normalbetrieb emittierten radioaktiven Substanzen aus den Reaktoren und der Wiederaufbereitungsanlage;
- Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensfolge schwerer Reaktorunfälle (Niederschmelzen des Reaktorkerns, Bersten des Reaktorschutzhalters);
- Beurteilung der Risiken der Reaktorlinie "Schnelle Brüter" im Vergleich zu den Leichtwasserreaktoren (Einsatz von flüssigem Natrium, Erzeugung großer Mengen von Plutonium);
- Risiken der "Plutoniumwirtschaft" (hohe Toxizität, Gefahr der Kernwaffenverbreitung und des Mißbrauchs durch Terroristen);
- Möglichkeit der säkularen Abschirmung des Atommülls von der Biosphäre;
- Beeinträchtigung der Verteidigungsfähigkeit bei militärischen Konfliktfällen.

Zur Begründung der einzelnen Punkte und der Gegenposition vgl.: Das Risiko Kernenergie [1975]. - Kernenergie - offen bilanziert [1976]. - Aus der umfangreichen Literatur seien nur einige Beiträge genannt. Kritisch zur Kernenergie nehmen folgende Autoren Stellung: Gaul [1974]. - Huster [1977]. - Höll [1977]. - Tamplin, Gofman [1977]. - Manstein (Hrsg.) [1977]. -

Kritisch mit den Argumenten gegen die Kernenergie setzten sich eine Reihe von Beiträgen auseinander, die ursprünglich in der Zeitschrift "atw, Atomwirtschaft - Atomtechnik" und dann als atw-Broschüren, Reihe Kernenergie und Umwelt, erschienen sind. Bisher liegen die folgenden Broschüren vor: Kernenergie und Öffentlichkeit. - Mehr Kernkraftwerke - mehr Risiko? - Wahrscheinlichkeit und Folgen schwerer Reaktorunfälle. - Gibt es Alternativen zur Kernenergie? - Kernprobleme: Uran, Plutonium, Aufarbeitung. - 25 Fragen zur nuklearen Sicherheit. - Wie sicher sind Kernkraftwerke? - Gefährdet Kernenergie die Umwelt?

Eine mehr an ökonomische Fragen orientierte Studie wurde von Michaelis [1977] vorgelegt. - Das Bundesministerium für Forschung und Technologie legte der Öffentlichkeit zwei Publikationen vor [1976 b; 1977 c] und veröffentlichte auch die Stellungnahmen verschiedener gesellschaftlicher Gruppen [1977 a].

Ende des Wachstums - Grenze des Energieverbrauchs?

7. Für das wachstumspolitische Ziel, eine möglichst nachhaltige und stetige Erhöhung des Pro-Kopf-Einkommens zu erreichen, werden vor allem die folgenden drei Argumente vorgebracht:

- Die durch das wirtschaftliche Wachstum herbeigeführte Zunahme der individuellen Einkommen ermögliche es jedem einzelnen, mehr individuelle Bedürfnisse zu befriedigen und damit seinen Lebensstandard zu erhöhen. Gleichzeitig könne die Gemeinschaft kollektive Aufgaben wie Ergänzung der Infrastruktur und Ausbau der Sozialleistungen vermehrt und besser wahrnehmen, ohne daß die Bürger ihren Lebensstandard gegenüber dem bisherigen Niveau einschränken müßten.
- In einem kontinuierlichen Wachstumsprozeß falle es leichter, eine als ungerecht empfundene Einkommensverteilung zu korrigieren, weil man bestimmten Gruppen Einkommensverbesserungen zugestehen kann, ohne andere Gruppen absolut schlechter zu stellen, ihren Besitzstand also nicht schmälert. Vor allem für die breite Schicht der unteren und mittleren Einkommensempfänger bedeutet wirtschaftlicher Erfolg in erster Linie eine überproportionale Teilnahme am allgemeinen Einkommenszuwachs. Die Möglichkeit, bei kontinuierlichem Wirtschaftswachstum die Einkommensverteilung ohne nachhaltige Verteilungskämpfe zu korrigieren, gelte nicht nur für die relativen Verteilungspositionen innerhalb einer Volkswirtschaft, sondern auch im Verhältnis zwischen Industrie- und Entwicklungsländern.
- Schließlich wird angeführt, daß es bei stetigem Wirtschaftswachstum leichter sei, Vollbeschäftigung zu erhalten, als bei stationärem Wachstumsverlauf. Die durch technischen Fortschritt induzierten Produktivitätsgewinne führen bei wachsender Gesamtnachfrage zu einer Umsetzung von Arbeitskräften, die in einer stagnierenden Wirtschaft eher freigesetzt werden, ohne die Chance zu haben, eine alternative Beschäftigung zu finden¹.

¹ Der Annahme, daß durch wirtschaftliches Wachstum das Ziel der Vollbeschäftigung leichter zu erreichen sei, wird zuweilen entgegengestellt, daß durch arbeitssparende Neuinvestitionen Arbeitsplätze wegrationalisiert werden. Die Furcht, daß eine fortschreitende Automatisierung und Rationalisierung der Produktionsprozesse eine Arbeitsplatzlücke entstehen lassen könnte, ist seit Beginn der Industrialisierung zu beobachten, und sie verstärkt sich verständlicherweise in den Rezessionsphasen der Wirtschaft, die mit einer Zunahme der unfreiwilligen Arbeitslosigkeit einhergehen. Bei diesem Rationalisierungsargument werden zwei Aspekte häufig übersehen: Zum einen werden auch bei der Produktion der arbeitssparenden Neuinvestitionen Arbeitskräfte gebunden, so daß den Freisetzungen im Anwendungsbereich Umsetzungen im Herstellungsbereich gegenüberstehen. Zum anderen kann gerade durch die Unterlassung von Rationalisierungsinvestitionen die nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmern so nachhaltig beeinträchtigt werden, daß nicht nur marginale, sondern alle Arbeitsplätze dieser Unternehmen gefährdet sind. Generell wird bei arbeitssparendem technischen Fortschritt Arbeitslosigkeit vermieden, wenn die Zuwachsrates des Sozialprodukts jene Rate übersteigt, um die sich die Arbeitsproduktivität, gemessen als reales Bruttosozialprodukt je Erwerbstätigen, erhöht. Theoretisch ist es allerdings möglich, die Arbeitsplatzlücke auch bei arbeitssparendem technischen Fortschritt und stationärem Wirtschaftsablauf zu beseitigen. Nur müßte man dann das Arbeitsvolumen durch administrative Maßnahmen künstlich verknappen und Maßnahmen ergreifen, die auch gegenwärtig diskutiert werden, und zwar insbesondere: Verkürzung der wöchentlichen Arbeitszeit, Verlängerung des Urlaubs und der Ausbildungszeiten, Herabsetzung des Ruhestandalters, Restriktionen bei der Beschäftigung ausländischer Arbeitnehmer usw. - Zur gegenwärtigen Diskussion dieser Maßnahmen vgl. Sachverständigenrat [Jahresgutachten 1976/77, Ziff. 316 f.]. - Vgl. auch "Ifo-Schnelldienst" [1977, Nr. 26].

8. Trotz einer Phase weltweiten, raschen wirtschaftlichen Wachstums nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges und einer überwiegend optimistischen Beurteilung des langfristigen Wachstumspotentials seitens der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung in den sechziger Jahren mehren sich seit Beginn der siebziger Jahre pessimistische Prognosen über die Zukunft des wirtschaftlichen Wachstums. Exponentielles wirtschaftliches Wachstum, gemessen als Zunahme des realen Sozialprodukts pro Kopf der Bevölkerung, sei langfristig weder möglich noch wünschenswert und müsse zwangsläufig über kurz oder lang zum Zusammenbruch des gesamten Wirtschaftssystems führen. Diese pessimistische Sicht der Zukunftsaussichten eines fortgesetzten wirtschaftlichen Wachstums hat durch die Forschungsberichte des Club of Rome¹ eine große publizistische Breitenwirkung erzielt.

9. Die Analysen und Prognosen der Forschungsberichte an den Club of Rome wurden in der wirtschaftswissenschaftlichen Fachwelt mit großer Skepsis aufgenommen. Die sehr intensive Diskussion über die Grenzen des Wachstums hat sich in einer Vielzahl kritischer Stellungnahmen zu den Berichten des Club of Rome niedergeschlagen². Die folgenden Überlegungen sollen keineswegs eine auch nur annähernd vollständige Wiedergabe der Argumente für und wider Nullwachstum vermitteln (die Gegenstand anderer Veröffentlichungen sind), sondern nur zwei Punkte aufzeigen, die für die Energiedebatte von besonderer Bedeutung sind: die mit Wachstum und entsprechend höherem Energieverbrauch einhergehende Umweltbelastung durch

- die Emission von Schadstoffen bei der Energiegewinnung und -umwandlung und
- die bei der Energieumwandlung erzeugte Wärme und deren Langzeiteffekte.

10. Die Belastung der Umwelt durch eine Anreicherung der Luft mit Schadstoffen ist überwiegend auf die Energieumwandlungsprozesse der fossilen Energieträger zurückzuführen. So stammte 1970 die Emission von 3,7 Mill. t Schwefeldioxyd in der Bundesrepublik fast ausschließlich aus stationären Quellen (Kraftwerke: 43,2 vH; Industrie: 35,1 vH und Haushalte: 18,9 vH), während fast die gesamte Emission von Kohlenmonoxyd in Höhe von 9,7 Mill. t im Verkehr (über 90 vH) freigesetzt wurde³.

Die Schadstoffbelastung der Umwelt durch Kraftwerke konnte im Zeitverlauf erheblich herabgesetzt werden. Neue Steinkohlekraftwerke emittieren heute 70 vH weniger Schwefeldioxyd und 80 vH weniger Staub als jene, die nunmehr aus dem Betrieb genommen werden. Eine weitere

¹ Die Studie von Meadows u. a. [1972] basiert auf den Weltmodellen, die von Forrester [1971] entwickelt wurden. Zu dem ersten Bericht des Club of Rome wurde zusätzlich noch ein umfangreicher Materialband veröffentlicht [Meadows u. a. 1974]. -

Im 2. Bericht an den Club of Rome [Mesarović, Pestel 1974] wurde versucht, die bisherigen globalen Weltmodelle möglichst weitgehend regional zu differenzieren. Hierbei wird in der "interregionalen Wohlstandskluft" eine katastrophenträchtige Entwicklung diagnostiziert. - Der dritte Bericht an den Club of Rome [Gabor u. a. 1976] will eine umfassende Bestandsaufnahme zur Energie- und Rohstoffsituation, zur Welternährungslage sowie zum Entwicklungsstand und den Zukunftsaussichten neuer Technologien vermitteln. Gerade die mangelnde Berücksichtigung neuer und künftiger Technologien war einer der Hauptkritikpunkte an dem ersten Bericht des Club of Rome.

² Die Literatur zu diesem Thema hat sich seit 1972 exponentiell vermehrt; vgl. u. a.: World Bank [1972]. - Beckermann, einer der schärfsten Kritiker der Meadows-Studie, bezeichnet den ersten Bericht des Club of Rome als ein "dreistes und schamloses Stück Unsinn" [Beckermann 1972, S. 9; 1974; 1975]. - Maddox [1973]. - Cole u. a. (Hrsg.) [1973]. - Von Nussbaum (Hrsg.) [1973]. - Wolff [1974]. - Benoit [1976]. - Edison Electric Institute [1976].

³ Weitere Schadstoffe werden neben Staub in Form von Stickoxyden und Kohlenwasserstoffen freigesetzt. Schwefeldioxyd ist wegen seiner Geruchseigenschaften lästig und kann Entzündungen der Bronchien hervorrufen. Durch Einatmung des Kohlenmonoxyds wird die Sauerstofftransportkapazität des Blutes und die innere Atmung beeinträchtigt. Vgl. Meyer-Abich [1974, S. 4 f.]. - Schliepkötter, Dolgner [o. J., S. 29 f.].

Herabsetzung der Schwefeldioxydemission ist bei künftigen Steinkohlekraftwerken durch Entschwefelung der Brennstoffe und der Rauchgase zu erwarten¹. Von Befürwortern der Kernenergie wird darauf hingewiesen, daß bei der Erzeugung von Strom durch Kernspaltung die obengenannten Schadstoffe nicht freigesetzt werden und die Kernenergie deshalb als besonders umweltfreundlich gelten kann. Allerdings geben Kernkraftwerke auch bei Normalbetrieb Radionuklide an die Umwelt ab (insbesondere Krypton und Xenon an die Luft und Tritium und Jod an das Wasser), die von Kritikern der Kernspaltungstechnologie nicht für unbedenklich erachtet werden. Daneben können Störfälle im gesamten Kernbrennstoffkreislauf zu Umweltbelastungen führen, die bei konventionellen Kraftwerken nicht auftreten können.

11. Die Emission von Schadstoffen durch die Haushalte hat durch die Zunahme von Sammelheizungen (Zentralheizung und Fernwärmeversorgung) und Nachtstromspeicheröfen im Zeitverlauf ebenfalls abgenommen. Auch im Verkehrsbereich ist eine erhebliche Herabsetzung der Schadstoffemission möglich, wie das Beispiel der Vereinigten Staaten zeigt. Durch Normenfestlegung darf in den Vereinigten Staaten seit 1976 bei neuen Kraftfahrzeugen die Schadstoffemission nur 10 vH des vorher üblichen Niveaus erreichen. Auch in der Bundesrepublik ist die Schadstoffemission bei der Kraftstoffverbrennung (Bleigehalt) durch Umweltschutzgesetze erheblich herabgesetzt worden.

12. Sowohl theoretische Überlegungen als auch praktische Erfahrungen mit den zügig eingeleiteten Gesetzen zur Herabsetzung der Umweltverschmutzung in den Vereinigten Staaten und in Westeuropa legen den Schluß nahe, daß ein exponentielles Wirtschaftswachstum keinesfalls mit einer auch exponentiell steigenden Umweltverschmutzung einhergehen muß. Die Frage, ob die Umweltverschmutzung zwingend eine Grenze des Wirtschaftswachstums darstellt, wird deshalb von vielen Wirtschaftswissenschaftlern verneint.

13. Eine andere Grenze des wirtschaftlichen Wachstums könnte durch die klimatischen Wirkungen markiert werden, die von einem steigenden Energieeinsatz ausgehen². Der Energieverbrauch kann das Klima in zweierlei Hinsicht beeinflussen. Einerseits werden bei allen Verbrennungsprozessen Wärmemengen an die Umwelt abgegeben, die das Verhältnis von eingestrahelter und ausgestrahlter Sonnenenergiemenge stören. Dadurch könnte es langfristig zu einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur kommen. Derzeit beträgt allerdings das Verhältnis von eingestrahelter Sonnenenergie zu künstlich erzeugter Wärme 15 000 : 1. Erreicht die künstliche Wärmeabgabe etwa 1 vH der eingestrahelten Sonnenenergie, so ist mit einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur um 1^o C zu rechnen [vgl. Meyer-Abich 1974]. Als noch tolerierbar wird heute ein Wert von 0,2^o C erachtet [vgl. Boserup 1977]; doch ist mit einem derartigen Temperaturanstieg in naher Zukunft kaum zu rechnen.

Andererseits erhöht sich die natürliche Konzentration von Kohlendioxyd und Wasserdampf in der Atmosphäre durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen. Dadurch kann sich langfristig der Wärmestau in der unteren Atmosphäre und damit die Durchschnittstemperatur erhöhen (Treibhauseffekt). Daß hier eine kritische Grenze erreicht werden kann, ist unbestritten, fraglich ist nur, wo sie liegt und wann sie erreicht wird³.

¹ Allerdings sind auch Neubauten von Steinkohlekraftwerken durch Verwaltungsgerichte mit einem Baustopp belegt worden. Die Auslegung der gesetzlichen Vorschriften (hier: T. A. - Luft) ist noch nicht verbindlich geklärt worden. Um nicht jeglichen Bau von zusätzlichen Kraftwerken zu blockieren, sollten diese Hindernisse möglichst bald beseitigt werden.

² Klimatische Änderungen können nachhaltige Wirkungen auf die Umweltbedingungen großer Regionen haben. Ein klimatischer Einfluß auf die Polareisbildung kann den Meeresspiegel und damit die bewohnbaren Landflächen verändern. Oder aber die ariden Zonen und Wüstengebiete können sich geographisch verlagern.

³ Dem Treibhauseffekt wirkt ein anderer Effekt entgegen: Durch die Zunahme der Staubbildung in der Atmosphäre wird die Menge der eingestrahelten Sonnenenergie herabgesetzt, so daß im Prinzip die Durchschnittstemperatur auch abnehmen könnte. Weiter hat man festgestellt, daß die tatsächliche Erhöhung des CO₂-Gehalts der Luft nur ein Drittel dessen beträgt, was aufgrund der verbrannten Fossilenergieträger zu erwarten gewesen wäre. Neben verstärkter Absorption durch die Biomasse wird vermutet, daß die Weltmeere einen großen Teil des CO₂-Überschusses absorbieren [vgl. Grümm o.J., S. 16].

14. Nach den bisherigen Ausführungen liegt der Schluß nahe, daß Energiegewinnung und -umwandlung daraufhin geprüft werden müssen, ob sie eventuell irreversible Langzeitwirkungen auslösen; die es angezeigt sein lassen könnten, nach alternativen Energiequellen zu suchen, selbst wenn die Verfügbarkeit bisheriger Energiequellen (fossil und nuklear) hinreichend gesichert erscheint. Als langfristige Lösung bietet sich die Sonnenenergie als Primärenergieträger an. Dies würde weder zu zusätzlicher Wärmebelastung führen, da der Sonnenenergie nur ein kleiner Umweg aufzuzwingen wäre, noch würden Schadstoffe anfallen.

15. Neben den beiden bisher betrachteten Faktoren könnten andere Entwicklungen darauf hinauslaufen, das Ausmaß des künftigen Wirtschaftswachstums zu begrenzen.

Die überwiegend kritische Haltung der meisten Wirtschaftswissenschaftler gegenüber dem Postulat eines Nullwachstums bedeutet nun keineswegs, daß allgemein die Auffassung vorherrscht, die in der Vergangenheit erzielten Wachstumsraten wären auch in Zukunft zu realisieren. Eine künftige Abnahme der Wachstumsraten des Sozialprodukts wird oft auf jene Faktoren zurückgeführt, die bisher das Wirtschaftswachstum getragen haben [vgl. Abramovitz 1977]:

- Auf der Nachfrageseite könnten sich Sättigungserscheinungen abzeichnen, so daß auch bei steigenden Einkommen die Käufe der privaten Haushalte nicht mehr wie bisher zunehmen¹,
- auf der Angebotsseite könnten eine Verknappung von Produktionsfaktoren und Abnahme der Innovationshäufigkeit den erreichbaren Expansionspielraum zunehmend begrenzen.

Diese genannten Faktoren können zwar langfristig die Höhe des erreichbaren Wirtschaftswachstums herabsetzen und begrenzen, aber kaum das Wachstum gänzlich zum Erliegen bringen. Und es sind auch keineswegs bedrohliche Katastrophen, die auf ein Abflachen des exponentiellen Wirtschaftswachstums hinwirken.

16. Die ökonomische Theorie erklärt das Wirtschaftswachstum aus dem Zusammenwirken mehrerer Produktionsfaktoren, deren gegenseitige Abhängigkeit vom erzielbaren Sozialprodukt durch eine Produktionsfunktion spezifiziert wird. Demnach fällt bekanntlich wirtschaftliches Wachstum nicht wie Manna vom Himmel, sondern resultiert neben einem verstärkten Einsatz von Rohstoffen und Energie auf der Angebotsseite aus folgenden Faktoren:

- Zunahme der Einsatzmengen des Produktionsfaktors Arbeit, gemessen als verfügbare Beschäftigtenstunden;
- Zunahme des Produktionsfaktors Kapital, wobei der Kapitalstock in jeder Periode um mehr Zugänge an Maschinen und Infrastruktur ergänzt werden muß, als bei der Produktion dieser Periode "verschlissen" wurde (positive Nettoinvestitionen)²;

¹ Dies kann einmal als langfristiges Phänomen betrachtet (Unterkonsumtions- bzw. Überproduktionstheorien) oder aber als Erklärung von Wachstumszyklen in der Konjunkturpolitik herangezogen werden.

² Dies bedeutet kreislaufanalytisch, daß die Ersparnisse größer sein müssen als die Abschreibungen und demnach Ersparnisse aus dem Volkseinkommen (Nettosozialprodukt zu Faktorkosten) gebildet werden müssen. Sparen bedeutet, was die Anhänger des Nullwachstums und Kritiker der Konsumgesellschaft oft übersehen, Konsumverzicht, nicht aber hemmungslosen Konsum. Die Forderung, den Kapitalstock auf dem gerade erreichten Niveau einzufrieren (das Mindestefordernis für ein globales Gleichgewicht wird angegeben als: "Die Rate der Kapitalerzeugung ist gleich der Rate der Kapitalabnutzung" [Meadows u. a. 1972, S. 155]), würde die Maximierung des kurzfristig erreichbaren Konsumniveaus bedeuten. Ob eine Generation, die an die folgende nur jene übernommenen Produktionsmittel sowie Infrastrukturen und Technologien weitergibt, die sie selbst vorgefunden hat, sondernlich altruistisch handelt, mag dahingestellt bleiben. Zumindest wäre der vordergründig so überzeugende intertemporale Altruismus jener zu überdenken, die erschöpfliche Vorräte für künftige Generationen möglichst schonen wollen. Die heutigen Nettoinvestitionen sind

- Entwicklung des technischen Fortschritts¹.

17. Für die weitere Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Wirtschaftswachstum und der Zunahme des Energieverbrauchs interessiert hierbei folgendes: In den Erklärungsmodellen und Schätzansätzen der modernen Wachstumstheorie wird in aller Regel davon ausgegangen, daß die Produktionsfaktoren auf mittlere Sicht gegeneinander substituiert werden können². Die Annahmen einer vollständigen Substitution und strenger Komplementarität (oder Limitationalität)³ der Produktionsfaktoren sind die beiden Extremwerte, die einer Produktionsfunktion zugrunde gelegt werden können⁴. Für den wachstumspolitisch relevanten Bereich kann davon ausgegangen werden, daß sich die meisten Produktionsfaktoren innerhalb gewisser Bandbreiten gegeneinander substituieren lassen. Demnach bildet eine Stagnation beim Angebot eines Produktionsfaktors keine Grenze des wirtschaftlichen Wachstums, wenn das Angebot eines anderen Produktionsfaktors hinreichend ausgeweitet werden kann. So verursachte die Stagnation des Arbeitskräfteangebots nach Erreichen der Vollbeschäftigung Mitte der fünfziger Jahre keine Begrenzung des wirtschaftlichen Wachstums, da eine Zunahme des Kapitalstocks und damit einhergehender arbeitssparender technischer Fortschritt diesen Engpaß kompensierten. Ähnlich wie eine Substitution von Arbeit durch Mehreinsatz von Kapital und arbeitssparendem technischen Fortschritt bei relativ steigenden Löhnen das Wirtschaftswachstum aufrechterhielten, wird auch eine Substitution von Energie - jedenfalls innerhalb gewisser Grenzen - durch Mehreinsatz von anderen Produktionsfaktoren und energiesparendem technischen Fortschritt bei relativ steigenden Energiepreisen zu erwarten sein. In erster Linie ist hierbei eine Substitution des Faktors Energie durch einen Mehreinsatz des Produktionsfaktors Kapital zu erwarten. Die Vorschläge zu einer besseren

quasi eine Besteuerung der heutigen Generation zugunsten künftiger Generationen. Bombach umschreibt dieses intertemporale Altruismusedilemma wie folgt: "Da die in der Zukunft lebenden Menschen wohlhabender sein werden als die heutigen, werden somit die "Armen" besteuert und die "Reichen" subventioniert. Trösten wir uns damit, daß in dynamischer Betrachtung vielleicht zu niedrige Rohstoffpreise hier eine gewisse Kompensation bieten" [Bombach 1973, S. 10].

- ¹ Technischer Fortschritt wird allgemein definiert als jene "Restgröße", die es erlaubt, ohne Mehreinsatz von Produktionsfaktoren das Produktionsergebnis zu erhöhen. Auf die erheblichen Schwierigkeiten eines operationalen Meßkonzepts und die damit verbundenen Probleme soll hier nicht näher eingegangen werden [vgl. Bombach, Blattner u. a. 1976]. Nach überwiegender Auffassung ist technischer Fortschritt das Ergebnis gezielter Investitionen in den Bereichen Forschung und Entwicklung und kann sich überwiegend nur in dem Maße inkorporieren, in dem der vorhandene Kapitalstock sich reproduziert oder aber ergänzt wird. Bei einer Analyse der Determinanten des wirtschaftlichen Wachstums der fünfziger und frühen sechziger Jahre in Westeuropa und Nordamerika ermittelte Denison, daß etwa zwei Drittel des damaligen Wirtschaftswachstums das Ergebnis technologischer Veränderungen war und nur ein Drittel auf den vermehrten Einsatz von Kapital und Arbeit zurückgeführt werden konnte [Denison 1967, insbes. S. 296-345].
- ² Die Substitutionselastizität zeigt in diesen Fällen an, wie sich das Faktoreinsatzverhältnis aufgrund einer Änderung der Faktorpreisverhältnisse verändert.
- ³ Die sogenannte Leontief-Produktionsfunktion bildet die Grundlage der Input-Output-Analyse. Dies besagt natürlich nicht, daß die in den Input-Output-Tabellen unterstellte Konstanz der Produktionskoeffizienten realiter keinen Spielraum für Substitutionsprozesse zuläßt.
- ⁴ In der Wachstumstheorie arbeitet man überwiegend mit Produktionsfunktionen mit konstanter Substitutionselastizität (CES = constant elasticity of substitution) der Produktionsfaktoren, wobei die Elastizität konstante Werte im Bereich von 0 bis ∞ aufweisen kann. Die Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit einer Substitutionselastizität von Eins und die Leontief-Produktionsfunktion sind Spezialfälle der allgemeinen CES-Funktion [vgl. Frohn 1970].

Energieausnutzung und verstärkter Energieeinsparung - wie etwa eine Verbesserung der technischen Wirkungsgrade, eine bessere Wärmeisolierung von Gebäuden sowie eine Nutzung der Abwärme von Kraftwerken für Heizzwecke - laufen letztlich darauf hinaus, Energie durch einen vermehrten Kapitaleinsatz zu substituieren. Ob eine derartige Substitution aber tatsächlich stattfinden wird, hängt natürlich wesentlich davon ab, daß sich die relative Knappheit der Produktionsfaktoren auch in den relativen Preisen dieser Produktionsfaktoren niederschlägt. Die bisherigen Überlegungen lassen vermuten, daß sich der Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und Zunahme des Energieverbrauchs - innerhalb gewisser Grenzen und vornehmlich über die Faktorpreise - variieren läßt und nicht so starr ist, wie jene vermuten, die (vielleicht unbewußt) eine gesamtwirtschaftlich limitationale Produktionsfunktion unterstellen.

Wenden wir uns zuerst der Frage zu, wie sich der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum in der Vergangenheit dargestellt hat.

Energieverbrauch und Einkommenshöhe in der Retrospektive

18. Der Weltverbrauch an Primärenergie wird für das Jahr 1974 auf etwa 8 Mrd. t SKE geschätzt; das entspricht bei einer Weltbevölkerung von etwa 4 Milliarden einem durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch von etwa 2 t SKE pro Jahr. Die regionalen Unterschiede des SKE-Pro-Kopf-Verbrauchs sind ähnlich stark ausgeprägt wie die des Sozialprodukts pro Kopf. Betrag der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch an Primärenergie in den Industrieländern 1974 fast 6,3 t SKE, so erreichte er in den Entwicklungsländern nur 0,4 t SKE, während er in den Staatshandelsländern 1974 mit 2,4 t SKE in etwa dem durchschnittlichen Weltverbrauch entsprach. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Primärenergie einzelner Länder für das Jahr 1974 ist aus Tabelle A 1 ersichtlich.

19. Der Weltverbrauch von Primärenergie hat sich seit 1960 zunehmend auf das Erdöl und das Naturgas verlagert (vgl. Tabelle 1), also auf jene beiden Energieträger, deren Vorräte, wie noch gezeigt wird, am ehesten erschöpft sein werden.

Tabelle 1 - Der Weltverbrauch an Primärenergie nach Energieträgern 1960, 1974

Energieträger	1960		1974		Jahresdurchschnittliche Änderungsrate (vH) 1974/60
	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH	
Feste Brennstoffe	2 206	52,0	2 531	31,8	1,0
Flüssige Brennstoffe	1 358	32,0	3 567	44,7	7,1
Naturgas	594	14,0	1 668	20,9	7,7
Wasser- und Kernkraft	85	2,0	205	2,6	6,5
Insgesamt	4 243	100,0	7 971	100,0	4,6

Quelle: UN [1976 b, S. 3]. - Eigene Berechnungen.

Etwa ein Viertel der Primärenergie in der Welt sind derzeit in Elektrizität umgewandelt. Der Weltverbrauch an Strom belief sich 1974 auf etwa 6,3 Billionen Kilowattstunden; das entspricht einem durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch von 1 614 kWh/a. Die regionalen Unterschiede sind hier noch ausgeprägter als beim Weltverbrauch an Primärenergie. Betrag der durchschnittliche Stromverbrauch pro Kopf 1974 in den Industrieländern 5 713 kWh/a, so erreichte er in den Entwicklungsländern nur 265 kWh/a; das sind 4,6 vH des Verbrauchs der Industrieländer. Die Verbrauchsniveaus einzelner Länder im Jahr 1974 sind aus Tabelle A 1 ersichtlich.

20. Neben den Änderungsraten des Primärenergieverbrauchs und denen des Stromverbrauchs während des Zeitraums 1960 - 1974 wurden die Änderungsraten des realen Bruttoinlandsprodukts für die Welt insgesamt sowie für Teilregionen errechnet (vgl. Tabelle 2). Die Daten der Zuwachsraten des Bruttoinlandsprodukts und des Energieverbrauchs zeigen, daß von 1960 bis 1974 in der Welt insgesamt und auch in den Teilregionen die Elastizitäten des Stromverbrauchs¹ höher waren als die des Primärenergieverbrauchs². Nur in den Entwicklungsländern war die Primärenergieelastizität größer als Eins, d.h., sowohl der Primärenergie- als auch der Stromverbrauch wuchsen dort am stärksten.

Tabelle 2 - Jahresdurchschnittliche Änderungsraten des Energieverbrauchs und Elastizitätskoeffizienten für ausgewählte Regionen 1960 - 1974 (vH).

	Welt insgesamt	Entwickelte Länder ^a	Entwicklungs- länder	Staatshandels- länder
	jahresdurchschnittliche Änderungsraten 1974/60			
Reales Bruttoinlandsprodukt (BIP)	5,4 ^b	4,5 ^c	5,7 ^c	6,7 ^b
Primärenergieverbrauch	4,6	4,4	7,1	4,3 ^d
Bruttostromverbrauch	7,3	6,9	10,0	8,2 ^d
	Elastizitätskoeffizienten			
Primärenergieverbrauch in Relation zum BIP	0,85	0,98	1,25	0,64
Stromverbrauch in Relation zum BIP	1,35	1,53	1,75	1,22
^a Nordamerika, Westeuropa, Australien, Israel, Japan, Südafrika und Neuseeland. - ^b Ohne Dienstleistungssektor (ISIC 8 - 9); ohne asiatische Staatshandelsländer. - ^c Einschließlich Dienstleistungssektor. - ^d Einschließlich asiatischer Staatshandels- länder.				

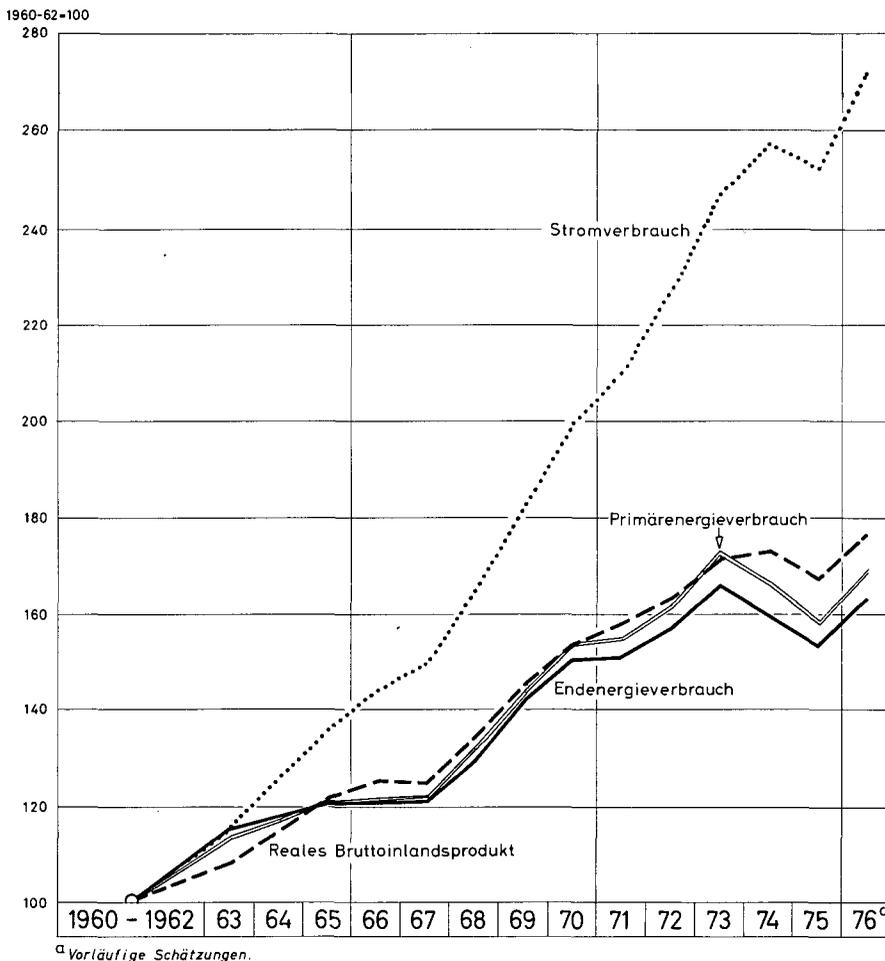
Quelle: UN [1976a; 1976b]. - Eigene Rechnungen.

¹ Prozentuale Zunahme des Stromverbrauchs bei einer Zunahme des Bruttoinlandsprodukts in Höhe von 1 vH.

² Prozentuale Zunahme des Primärenergieverbrauchs bei einer Zunahme des Bruttoinlandsprodukts in Höhe von 1 vH. - Das bedeutet, daß der Anteil des Primärenergieverbrauchs, der zur Stromerzeugung herangezogen wurde, ständig zugenommen hat.

In den Industrieländern nahm der Primärenergieverbrauch während des Beobachtungszeitraums etwa mit der gleichen Rate zu wie das Bruttoinlandsprodukt. Hingegen erhöhte sich der Stromverbrauch der Industrieländer um jahresdurchschnittlich knapp 7 vH; dies entspricht einer Elastizität von etwa 1,5. Im folgenden soll geprüft werden, ob der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum, wie er in den Industrieländern insgesamt beobachtet werden konnte, auch in der Bundesrepublik besteht.

Schaubild 1 - Reales Bruttoinlandsprodukt und Meßziffern des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik 1960-1976



21. In Schaubild 1 ist die Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts sowie die des Verbrauchs an Primärenergie, Endenergie und Strom für den Zeitraum von 1960 bis 1976 aufgezeichnet worden. Es zeigt sich, daß der Primärenergieverbrauch bei einer Elastizität von 0,95 (vgl. Tabelle A 2) und der Endenergieverbrauch bei einer Elastizität von 0,88 nur etwas langsamer zugenommen haben als das reale Bruttoinlandsprodukt. Der Zusammenhang dieser beiden Größen mit dem Bruttoinlandsprodukt war in der Vergangenheit relativ eng.

Hingegen hat der Stromverbrauch seit 1960 im Zeitablauf mit jahresdurchschnittlich gut 7 vH deutlich stärker zugenommen als das reale Bruttoinlandsprodukt¹, so daß sich ein Elastizitätskoeffizient von 1,7 ergab.

Die Zunahme des Stromverbrauchs in den Industrieländern und in der Bundesrepublik um jährlich etwa 7 vH wurde in der Vergangenheit häufig als Anhaltspunkt für die künftige Entwicklung des Strombedarfs herangezogen oder gar als "Verdoppelungsgesetz" bezeichnet². Die zeitliche Extrapolation derartig globaler Größen und Zusammenhänge kann besonders dann in die Irre führen, wenn Trendänderungen von Teilkomponenten durch ein zu hohes Aggregationsniveau verdeckt werden.

22. Um globale Fortschreibungen als Projektionsmethode abzusichern, können zwei Wege beschrrieben werden. Einmal kann eine Zeitreihenanalyse durch Querschnittsanalysen ergänzt werden, etwa derart, daß überprüft wird, ob ein Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum auch bei einem Ländervergleich sichtbar wird. Zum anderen kann versucht werden, die Entwicklung der Teilkomponenten (hier: Nachfragesegmente nach Primärenergie und Strom) getrennt zu schätzen und sie erst im letzten Schritt zu aggregieren. Im folgenden sollen beide Wege beschrrieben werden.

23. Vorab soll jedoch kurz die Frage erörtert werden, welche Bedeutung man derartigen Prognosen beimessen kann. Die Tatsache, daß Prognosen immer mit Unsicherheit behaftet sind, ist allgemein bekannt³. Die entscheidende Frage ist, ob durch Fehlprognosen Fehlentscheidungen ausgelöst werden können, die nachträglich nicht oder nur schwerlich zu korrigieren sind. Eine Fehlprognose des Primärenergieverbrauchs und seiner Teilkom-

¹ Bei Verwendung der Energiebilanzen auf SKE-Basis errechnet sich für den Zeitraum 1960 - 1975 (jeweils auf der Basis von Dreijahresdurchschnitten) eine jahresdurchschnittliche Zuwachsrates des Stromverbrauchs von 7,3 vH (Tabelle A 2); bei der auf anderen Verbrauchssektoren basierenden Stromverbrauchsstatistik der Elektrizitätswirtschaft eine Jahresrate von 7,2 vH (Tabelle A 9).

² Eine Größe, die jährlich exponentiell um 7,18 vH zunimmt, verdoppelt sich in 10 Jahren. Zu dieser Prognosemethode bemerkt Michaelis lapidar: "In den Vereinigten Staaten und in Westeuropa ist die Faustformel, daß sich der Elektrizitätsverbrauch in einem Jahrzehnt verdoppelt, weitgehend bestätigt und auch für die Zukunft akzeptiert" [Michaelis 1977, S. 174]. - Dazu bemerkt Huster ebenso lapidar: "Das ist genauso schlüssig wie dies: Bei der Geburt war unser Baby 50 cm lang, nach einem Jahr 80 cm. Jährlicher Zuwachs 60 %. Länge beim 7. Geburtstag: 13,20 m" [Huster 1977, S. 24 f.]. - Damit soll nicht behauptet werden, daß es bisher an mehr differenzierten Prognosen der Stromnachfrage gemangelt hätte oder aber diese zum gleichen Ergebnis geführt hätten. Eher ist das Gegenteil der Fall, wie noch gezeigt wird (Ziff. 76).

³ So kommt Sanders [1972] bei einer Untersuchung von 49 Energieprognosen, die für die Bundesrepublik in dem Zeitraum 1955 - 1972 veröffentlicht worden sind, zu dem Ergebnis, daß diese mit erheblichen Projektionsfehlern behaftet waren. Zu dem gleichen Ergebnis gelangt Brendow [1969, S. 68 f.], der die Energieverbrauchsprognosen von internationalen Organisationen untersucht, die von 1955 bis 1965 erstellt wurden. - Zu den spezifischen Problemen von Energieprognosen vgl. Matthöfer (Hrsg.) [1977].

ponenten hätte jedoch vergleichsweise geringe Auswirkungen. Durch Fehlprognosen ausgelöste Fehldispositionen ließen sich über den Außenhandel und Lagerveränderungen verhältnismäßig leicht korrigieren. Bei der Elektrizität ist dies dagegen wegen der Leitungsgebundenheit der Stromnachfrage und der mangelnden Lagerfähigkeit des Stromangebots nur sehr bedingt möglich¹.

Außerdem benötigt die Elektrizitätswirtschaft für die Errichtung neuer Kapazitäten lange Vorlaufzeiten², so daß sich die Entscheidungen über den Kapazitätsausbau weitestgehend nach der Beurteilung des künftigen Strombedarfs richten müssen. Gravierende Fehlprognosen über den künftigen Strombedarf führen entweder zu Überinvestitionen oder zu Kapazitätsengpässen³. Demnach wird eine Fehlprognose der Stromnachfrage als Basis der Entscheidung über den Kapazitätsausbau weitaus gravierendere Folgen haben als eine Fehlprognose bei den anderen Energiemärkten⁴.

¹ Zwar gibt es einen Leitungsverband mit den europäischen Nachbarländern und einen Strom-austausch über die Grenzen. Eine langfristige Überbrückung eines inländischen Kapazitäts-defizits ist aber nur dann möglich, wenn sich in einem Nachbarland aufgrund der dortigen Belastungsdiagramme Überkapazitäten herausgebildet haben.

² Für Kraftwerke auf fossiler Brennstoffbasis rechnet man mit einer Projektdauer von vier bis fünf Jahren, bei Kernkraftwerken mit sechs bis acht Jahren. Diese Vorlaufzeiten haben sich in letzter Zeit zum Teil erheblich erhöht.

³ Dieses Dilemma kann wohl auch erklären, daß häufig der Stromverbrauch eher zu hoch als zu niedrig angesetzt wird. Fehlinvestitionen sind ja auch nicht ohne weiteres als solche zu erkennen, da die als notwendig erachtete Sicherheitsreserve variieren kann. Hingegen sind Stromabschaltungen bei zu niedriger Sicherheitsreserve, wie das Beispiel von New York lehrt, für jedermann "sichtbar".

⁴ Das bedeutet nicht, daß ein verfehlter Kapazitätsausbau bei den Kohlebergbau- und Raffinerie-unternehmen keine gravierenden Folgen haben kann. Nur läßt sich dort das Anpassungsproblem entweder durch Lagerbildung und/oder durch Lenkung der Handelsströme leichter lösen.

Energieverbrauch und Einkommenshöhe im internationalen Querschnittsvergleich

24. Im folgenden soll untersucht werden, welcher Zusammenhang zwischen dem Energieverbrauch und der Höhe des Pro-Kopf-Einkommens bei einem internationalen Querschnittsvergleich beobachtet werden kann¹. Als Basisjahr wurde 1974 gewählt. Es ist das Jahr, für das die neuesten Daten über Sozialprodukt und Energieverbrauch regional hinreichend differenziert und lückenlos vorlagen. Gleichzeitig ist es das Jahr, das der Ölkrise vom Herbst 1973 unmittelbar folgt. Die Zahlen enthalten somit weitgehend die von der Ölkrise eingeleiteten kurzfristigen Anpassungsprozesse. Die Höhe des Pro-Kopf-Einkommens ist nur eine Erklärungsgröße des länderspezifischen Energieverbrauchs. Andere wichtige Einflußfaktoren sind²:

- die absoluten und relativen Energiepreise im internationalen Vergleich;
- die klimabedingten Bauweisen und Heizgewohnheiten;
- die sektorale Struktur des Sozialprodukts sowie der Industrieproduktion.

25. Die Länder, für die vergleichbare Daten des Sozialprodukts und des Energieverbrauchs aus dem Jahr 1974 vorlagen, wurden in Tabelle A 1 nach der Höhe des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf aufgelistet; Spalte B gibt den Primärenergieverbrauch pro Kopf und Spalte C den Stromverbrauch pro Kopf an.

In Schaubild 2 wird länderweise der Zusammenhang zwischen dem Primärenergieverbrauch pro Kopf und dem Bruttoinlandsprodukt pro Kopf für das Jahr 1974 dargestellt. Es zeigt sich, daß in der Regel mit einem höheren Pro-Kopf-Einkommen eine Zunahme des Primärenergieverbrauchs einhergeht. Überraschend ist, daß fast alle Staatshandelsländer einen höheren Primärenergieverbrauch aufweisen als marktwirtschaftlich orientierte Länder mit vergleichbarem Pro-Kopf-Einkommen. Weiter fällt auf, daß der Primärenergieverbrauch in den Vereinigten Staaten und in Kanada etwa doppelt so hoch ist wie der in westeuropäischen Ländern mit vergleichbarem Pro-Kopf-Einkommen; im Falle der Vereinigten Staaten ist dies vornehmlich auf das niedrige Preisniveau für Energie zurückzuführen³.

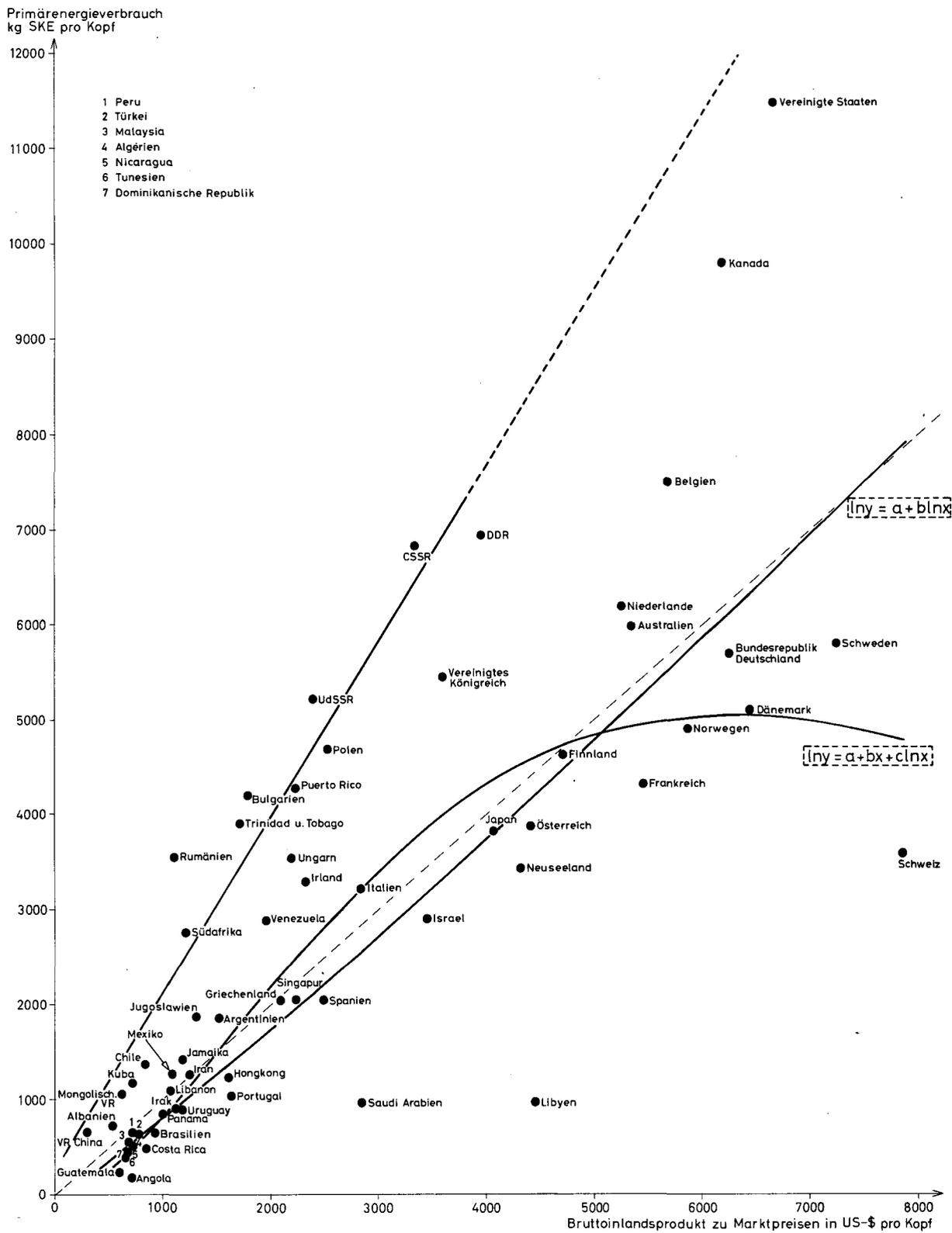
26. Die Staatshandelsländer erzeugen ihr Sozialprodukt sehr viel primärenergieintensiver als der Rest der Welt. Würden sie dem Expansionspfad, der durch den bisherigen Zusammenhang zwischen dem jetzigen Niveau ihres Einkommens und ihres Primärenergieverbrauchs bestimmt ist (durchgezogene Gerade) bei einem weiteren Wirtschaftswachstum auch in Zukunft folgen (deren gestrichelte Weiterführung), so "überholten" sie die Vereinigten Staaten im Primärenergieverbrauch bei einem vergleichbar hohen Pro-Kopf-Einkommen.

¹ Ähnliche internationale Querschnittsanalysen finden sich bei Penner, Icerman [1974, Ch. IV] sowie Darmstadter, Dunkerley, Alterman [1977].

² Der Versuch des Autors, neben dem Pro-Kopf-Einkommen einige dieser Erklärungsvariablen des landesspezifischen Energieverbrauchs in die Analyse einzubeziehen, führte zu keinen statistisch gesicherten Ergebnissen.

³ Der Preis für Steinkohle ist wegen günstigerer Abbaubedingungen in den Vereinigten Staaten niedriger als in Westeuropa. Der Preis für Naturgas wird durch eine Höchstpreisverordnung bei grenzüberschreitenden Erdgaslieferungen künstlich auf einem niedrigen Niveau gehalten. Der Rohölpreis war durch Mindestpreise seit Anfang der fünfziger Jahre höher als das damalige Weltmarktpreisniveau. Ende der sechziger und Anfang der siebziger Jahre haben sich das amerikanische Preisniveau und das Weltmarktpreisniveau angenähert, wobei der Anteil des importierten Rohöls am Inlandsverbrauch der Vereinigten Staaten stark zunahm. Seit der Ölkrise im Herbst 1973 versuchen die Vereinigten Staaten, ihr Preisniveau unter dem danach erreichten Weltmarktpreisniveau zu halten. Die bisherigen Versuche, das Energiepreisniveau zumindest partiell steigen zu lassen und damit eine gewisse Dämpfung des Verbrauchs zu erreichen, sind fast völlig an politischen Widerständen gescheitert. Zur amerikanischen Energiepolitik vgl. Auwers [1976]. - Mitchell (Ed.) [1976]. - Willrick [1976].

Schaubild 2 - Zusammenhang zwischen der Höhe des Primärenergieverbrauchs pro Kopf und des Pro-Kopf-Einkommens für ausgewählte Länder 1974



27. Um zu prüfen, wie eng der Zusammenhang zwischen dem Niveau des Primärenergieverbrauchs und dem des Einkommens ist, wurden 44 Länder in die Analyse einbezogen¹ und der Zusammenhang von Einkommenshöhe und Energieverbrauch für diese Länder mit sechs Regressionsgleichungen geschätzt². Das Ergebnis dieser Regressionsschätzungen sowie die statistischen Prüfmaße sind in Tabelle A 3 wiedergegeben. Die beiden Regressionskurven mit dem höchsten Bestimmtheitsmaß sind in Schaubild 2 abgebildet. Die steigende Kurve ($\ln y = a + b \ln x$) spiegelt ungefähr den Zusammenhang wider, der zwischen der Zunahme des Primärenergieverbrauchs und der Zunahme des Bruttosozialprodukts in der Vergangenheit beobachtet werden konnte. Die Verbrauchselastizität an Primärenergie hat bei diesem Kurvenverlauf im oberen Bereich einen konstanten Wert von etwa Eins.

Die nach unten gekrümmte Kurve ($\ln y = a + bx + c \ln x$) hat ein etwa gleich hohes Bestimmtheitsmaß wie die vorherige. Der Expansionspfad, der durch diese Kurve beschrieben wird, führt bei hohen Einkommen zu abnehmenden, aber noch positiven, und später sogar zu negativen Verbrauchselastizitäten. Der Zusammenhang beider Größen wäre dann vollständig "entkoppelt"³.

28. Neben dem Zusammenhang zwischen Primärenergieverbrauch und Bruttosozialprodukt wurde auch der Zusammenhang zwischen dem Stromverbrauch pro Kopf und dem Bruttosozialprodukt pro Kopf untersucht. Die Verbrauchspunkte der einzelnen Länder sind in Schaubild 3 wiedergegeben, und die Ergebnisse der Regressionsschätzungen sind aus Tabelle A 4 ersichtlich. Auffällig ist, daß im Kreis der Länder mit dem höchsten Pro-Kopf-Einkommen nicht nur die Vereinigten Staaten und Kanada im Stromverbrauch etwa doppelt so hoch liegen wie die meisten Länder Westeuropas, sondern daß auch Schweden und Norwegen ein vergleichsweise hohes Niveau des Stromverbrauchs aufweisen⁴. Abweichend vom Verbrauchsmuster bei der Primärenergie ist das Verbrauchsniveau der Staatshandelsländer bei der Elektrizität nicht höher als das der übrigen Länder mit vergleichbarem Einkommensniveau.

29. Schaubild 3 zeigt ebenfalls die beiden Regressionskurven mit dem höchsten Bestimmtheitsmaß. Die ansteigende Regressionskurve ($\ln y = a + b \ln x$) beschreibt einen Expansionspfad, der die Verbrauchsentwicklung der Vergangenheit annähernd wiedergibt (Ziff. 20). Die Elastizität des Stromverbrauchs ist bei steigendem Einkommensniveau konstant und größer als Eins. Hingegen beschreibt die nach unten gekrümmte Regressionskurve ($\ln y = a + bx + c \ln x$) (mit einem höheren Bestimmtheitsmaß) einen Expansionspfad, der in den Industrieländern eine abnehmende und später negative Verbrauchselastizität vorzeichnet.

30. Beim Primärenergieverbrauch wie auch beim Elektrizitätsverbrauch lassen sich demnach Expansionspfade mit etwa gleichen Erklärungswerten ermitteln, die entweder eine Weiterentwicklung der Verbrauchsmuster analog jener der Vergangenheit anzeigen oder aber eine Fortentwicklung andeuten, bei der wirtschaftliches Wachstum mit abnehmenden Verbrauchselastizitäten einhergeht und im Extremfall eine Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Zunahme von Energieverbrauch erreicht wird.

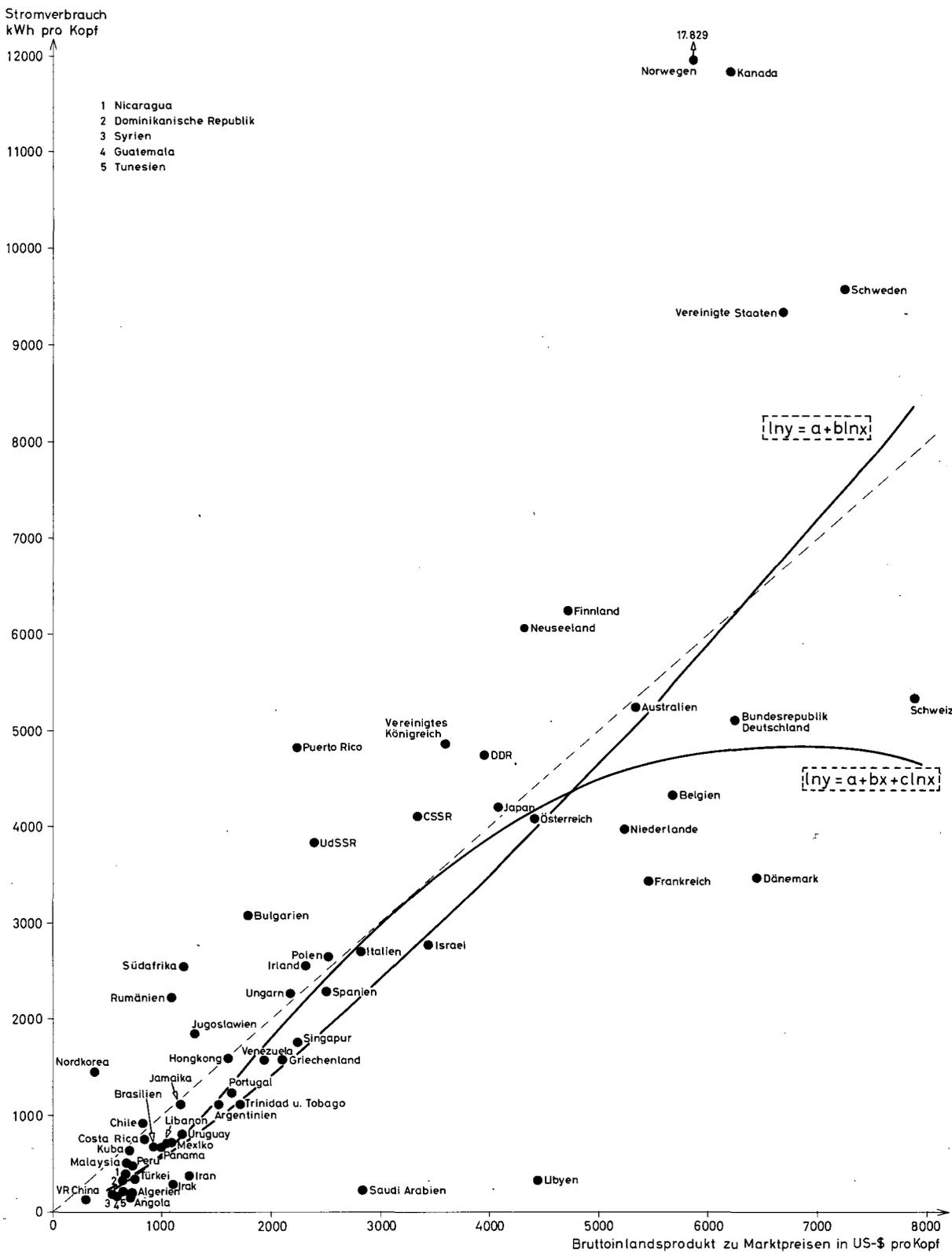
¹ Im Prinzip wurden 44 Länder, beginnend mit dem höchsten Pro-Kopf-Einkommen nach Tabelle A 1 einbezogen. Nicht einbezogen wurden Staatshandelsländer, da dort die Primärenergieintensitäten sich deutlich von denen der übrigen Länder unterscheiden. Die beiden extremen Abweichungen nach oben (Vereinigte Staaten und Kanada) sowie nach unten (Saudi Arabien und Libyen) wurden aus der Analyse ausgeklammert.

² Zur Anwendung der Regressionsanalyse bei internationalen Querschnittsvergleichen auf dem Energiesektor vgl. Penner, Icerman [1974, Vol. I, Ch. IV].

³ Nicht im funktionalen Sinn, sondern dergestalt, daß die Einkommenselastizität der Primärenergienachfrage gegen Null tendiert und danach sogar negativ wird.

⁴ Im Falle Norwegens erklärt sich dies wohl vornehmlich mit dem hohen Anteil der Wasserkraft bei der Elektrizitätsversorgung. Durch niedrige Stromerzeugungskosten konnte Norwegen in der Vergangenheit einige stromintensive Industrien attrahieren wie beispielsweise Aluminiumhütten.

Schaubild 3 - Zusammenhang zwischen der Höhe des Stromverbrauchs pro Kopf und des Pro-Kopf-Einkommens für ausgewählte Länder 1974



Obwohl die Ergebnisse der Querschnittsanalyse nicht eindeutig sind, ist doch folgende Schlußfolgerung zu ziehen: Mit hohem Pro-Kopf-Einkommen muß nicht zwangsläufig ein hoher Energieverbrauch einhergehen. Die erheblichen Unterschiede im Energieverbrauch von Ländern mit annähernd gleichen Pro-Kopf-Einkommen lassen darauf schließen, daß nationale Besonderheiten einen wesentlichen Einfluß ausüben. Klimatische Bedingungen sind offenbar von Bedeutung, aber auch andere Faktoren, die der wirtschaftspolitischen Gestaltung und Beeinflussung zugänglich sind.

Demnach erscheint eine Abnahme der Energieverbrauchs-elasticitäten und zunehmende Entkoppelung der Zuwachsraten von Sozialprodukt und Energieverbrauch zumindest denkbar. Doch wie ließe sich eine künftig zunehmende Entkoppelung erklären?

31. Wirtschaftliches Wachstum ist notwendigerweise mit Strukturwandel verbunden, und dieser Strukturwandel könnte den Verbrauchszuwachs an Energie im Wachstumsprozeß herabsetzen. Denkbar sind derartige Trendänderungen vor allem durch folgende Entwicklungen:

- Im Wachstumsprozeß ändern sich die Beiträge der Wirtschaftssektoren zum Sozialprodukt. So kann ein Vordringen des Dienstleistungssektors die Energieintensität des Sozialprodukts vermindern. Innerhalb der Verarbeitenden Industrien könnten jene an Gewicht verlieren, die besonders energie- und stromintensiv produzieren. Gleichzeitig könnten solche Industrien an Gewicht gewinnen, bei denen der energiesparende technische Fortschritt in der Vergangenheit besonders ausgeprägt war.
- Im Bereich der privaten Haushalte können sich im Wachstumsprozeß Sättigungstendenzen in der Ausstattung mit Haushaltsgeräten und mit Wohnraum abzeichnen, die dämpfend auf die Energienachfrage wirken.
- Die absoluten und relativen Energiepreise können sich im Zeitverlauf ändern.

32. Ob und in welchem Umfang sich die genannten Faktoren auf den Energieverbrauch in der Bundesrepublik für einen mittleren Zeitraum bis 1985 auswirken werden, ist a priori nicht zu beantworten. Sie hängen einerseits von der Beurteilung des künftigen Wachstumspotentials ab, andererseits von den zukünftigen Energiepreisen.

Sektoraler Strukturwandel der Energienachfrage

33. Das Bruttosozialprodukt und der Primärenergieverbrauch haben sich in der Bundesrepublik während des Beobachtungszeitraums etwa parallel entwickelt, so daß der Elastizitätskoeffizient einen Wert von fast Eins erreicht (vgl. Ziff. 21 und Tabelle A 2), obwohl zwischen den einzelnen Komponenten des Primärenergieverbrauchs ein starker Strukturwandel stattfand:

- Der Anteil des Umwandlungssektors blieb mit etwa einem Viertel des Primärenergieverbrauchs für Eigenverbrauch einschließlich Umwandlungsverluste relativ konstant (vgl. Tabelle 3).
- Der nichtenergetische Verbrauch - im wesentlichen also der Rohstoffeinsatz der chemischen Industrie - zeigt mit einer jährlichen Zunahme in Höhe von 10,4 vH den stärksten Verbrauchszuwachs aller Verwendungsbereiche.
- Die Zunahme des Endenergieverbrauchs war während des Beobachtungszeitraums mit jährlich 3,7 vH etwas geringer als die des Primärenergieverbrauchs und erreichte 1975 einen Anteil von etwa zwei Drittel des Primärenergieverbrauchs.

Tabelle 3 - Entwicklung und Struktur des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik 1960 - 1975

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	Jahresdurchschnittliche Änderungsrate 1973/75 1960/62
	Mill. t SKE																
Primärenergieverbrauch	211,5	215,7	231,3	248,9	257,1	264,6	266,7	266,8	288,5	315,0	336,8	339,4	354,3	378,5	365,9	347,7	4,0
Verbrauch und Verluste im Energiesektor, statistische Differenzen	58,9	58,3	60,1	62,5	65,0	67,1	66,1	64,4	69,6	75,4	81,8	81,9	88,2	94,7	92,7	90,2	3,5
Nichtenergetischer Verbrauch	6,9	7,6	8,4	10,0	11,9	13,3	16,0	17,4	20,4	22,2	24,6	26,8	26,1	29,9	29,6	23,5	10,4
Endenergieverbrauch	145,7	149,8	162,8	176,4	180,2	184,2	184,6	185,0	198,5	217,4	230,4	230,7	240,0	253,9	243,6	234,0	3,7
davon:																	
Industrie	70,7	71,0	71,6	72,3	77,4	78,7	76,0	75,4	81,3	86,9	90,8	88,2	89,6	95,6	95,7	84,0	2,0
Verkehr	22,6	24,3	25,9	27,4	29,3	30,2	31,9	32,1	33,8	36,1	39,5	42,5	44,5	45,7	43,8	46,2	4,9
Haushalte und Kleinverbraucher (einschließlich militärischer Dienststellen)	52,4	54,5	65,3	76,7	73,5	75,3	76,7	77,5	83,4	94,4	100,1	100,0	105,9	112,6	104,1	103,8	4,9
	Anteil am Primärenergieverbrauch (vH)																
Verbrauch und Verluste im Energiesektor, statistische Differenzen	27,8	27,0	26,0	25,1	25,3	25,4	24,8	24,1	24,1	24,0	24,3	24,1	24,9	25,0	25,3	25,9	.
Nichtenergetischer Verbrauch	3,3	3,5	3,6	4,0	4,6	5,0	6,0	6,5	7,1	7,0	7,3	7,9	7,4	7,9	8,1	6,8	.
Endenergieverbrauch	68,9	69,5	70,4	70,9	70,1	69,6	69,2	69,4	68,8	69,0	68,4	68,0	67,7	67,1	66,6	67,3	.
	Anteil am Endenergieverbrauch (vH)																
Industrie	48,5	47,4	44,0	41,0	42,9	42,7	41,2	40,8	40,9	40,0	39,4	38,2	37,3	37,7	39,3	35,9	.
Verkehr	15,5	16,2	15,9	15,5	16,3	16,4	17,3	17,3	17,0	16,6	17,2	18,4	18,6	18,0	18,0	19,7	.
Haushalte und Kleinverbraucher (einschließlich militärischer Dienststellen)	36,0	36,4	40,1	43,5	40,8	40,9	41,5	41,9	42,1	43,4	43,4	43,4	44,1	44,3	42,7	44,4	.

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen [1950 ff.].

34. Innerhalb des Endenergieverbrauchs hat der Verbrauch der Sektoren Verkehr sowie Haushalte und Kleinverbraucher (einschließlich militärischer Dienststellen) mit annähernd derselben Rate von jährlich 5 vH im Zeitraum 1960 - 1975 zugenommen. Deutlich niedriger war der Verbrauchszuwachs des Sektors Industrie mit jährlich nur 2 vH. Bezogen auf die Zunahme des realen Bruttosozialprodukts ergeben sich hierbei für die Vergangenheit die folgenden Elastizitätskoeffizienten:

Primärenergie	0,95
Verbrauch und Verluste im Energiesektor	0,83
Nichtenergetischer Verbrauch	2,48
Endenergieverbrauch	0,88
Industrie	0,48
Verkehr	1,17
Haushalte und Kleinverbraucher (einschließlich militärischer Dienststellen)	1,17

Ob diese Elastizitätskoeffizienten künftig abnehmen werden, hängt vor allem von der Richtung des Strukturwandels und des technischen Fortschritts sowie von den Energiepreisen ab.

35. Ziel der folgenden Untersuchung ist es, zunächst zu prüfen, ob und gegebenenfalls welche Anhaltspunkte dafür vorliegen, daß die bisherigen Elastizitätskoeffizienten künftig abnehmen werden, ohne daß es dazu drastischer Preissignale und/oder staatlicher Eingriffe bedürfte. Darüber hinaus soll geprüft werden, wie eine Strategie des gezielten Energiesparens durch staatliche Interventionen begründet werden kann und welchen Erfolg sie herbeizuführen vermag.

36. So gibt es sicher Bereiche, in denen unnötiger Energieverbrauch vermieden werden könnte, ohne daß dieser Energieeinsparung ein sonstiger Mehraufwand oder aber eine Minderung des Nutzens gegenüberstünde. Hierzu gehören zum Beispiel die Beseitigung von Mängeln in der Heizungs- und Belüftungstechnik sowie eine optimalere Nutzung von Küchengeräten (Vollauslastung von Wasch- und Spülmaschinen, rationelle Kochtechniken). Auch Verbraucheraufklärung und moralische Apelle könnten eine gewisse Einschränkung des Verbrauchs bewirken.

37. Das Gros der Sparvorschläge zielt jedoch in eine andere Richtung [vgl. Schmitt, Schürmann, Plugé 1976]:

- Die Tendenz, einen hohen Energiekonsum als Energieverschwendung zu brandmarken, deutet darauf hin, daß ein an sich viel zu billiges Produkt maßvoller verwendet werden sollte.
- Eine Vielzahl von Vorschlägen läuft darauf hinaus, den Energieverbrauch durch Investitionen - insbesondere bei der Neuerrichtung von Gebäuden - zu senken. Diese Investitionen werden auch dann propagiert oder durch Gesetz erzwungen¹, wenn der Investitionsaufwand höher ist als die zu heutigen Energiepreisen erzielbaren Einsparungen, sie also (noch) privatwirtschaftlich unrentabel sind².

¹ Insbesondere Energieeinsparungsgesetz [EnEG, vom 22.7.1976] sowie Verordnungen zum Energieeinsparungsgesetz (Wärmeschutz-Verordnung, Heizungsanlagen-Verordnung und Heizungsbetriebs-Verordnung).

² Damit soll nicht behauptet werden, daß die Vorschriften zur besseren Gebäudeisolierung und die Änderungen der Bauvorschriften privatwirtschaftlich immer unrentabel seien. Nur ist das Gegenteil bisher auch noch nicht nachgewiesen worden. Zu den Kosten und den Erträgen der Wärmedämmung in der Bauwirtschaft vgl. Energiesparprogramm Bauwirtschaft [Stern 1975, S. 165-251]. - Ein Sonderproblem sind in diesem Zusammenhang die Miethäuser, bei denen die Heizkosten vom Vermieter auf die Mieter umgelegt werden.

Für dieses privatwirtschaftlich möglicherweise unrentable Energiesparen, zumal durch Gesetz verordnet, kann es eigentlich nur zwei plausible Begründungen geben. Einmal könnten die sozialen Kosten der Energiebereitstellung die privaten Kosten der Energienutzung übersteigen. Oder aber die potentiellen Investoren rechnen falsch, wenn sie die Einsparungsmöglichkeiten zu den gegenwärtigen Energiepreisen bewerten. Denn die künftigen Energiepreise könnten sehr viel höher sein, als sich dies gegenwärtig in den Investitionsrechnungen niederschlägt.

38. Es soll hier nicht näher erörtert werden, ob die Vermutung, daß die gegenwärtigen Energiepreise eigentlich viel zu niedrig seien, zu recht besteht. Sie bildet aber zweifellos die Basis der angesprochenen Sparstrategien. Akzeptiert man diese Basis, so könnten folgende Strategien die künftigen Preissignale "simulieren", ohne daß ein punktueller Interventionismus zugunsten einzelner Sparmaßnahmen ergriffen werden muß¹:

- Zum einen könnten künftige Energiepreiserhöhungen zumindest teilweise dadurch aufgefangen werden, daß man Investitionen in Hinblick auf künftige Energieeinsparungen generell subventioniert². Dies hätte gegenüber einem punktuellen Interventionismus den Vorteil, daß die Marktkräfte um das erzielbare Einsparungspotential frei konkurrieren könnten.
- Zum anderen könnten die künftigen Energiepreise dadurch subventioniert werden, daß man die heutigen Energiepreise mit einer Verbrauchssteuer belegt und dadurch die (privatwirtschaftliche) Rentabilitätsschwelle für Investitionen in Hinblick auf eine künftige Energieeinsparung herabsetzt³.
- Schließlich wäre auch eine Kombination beider Strategien möglich.

39. Die drei Institute⁴ haben in ihrer Gemeinschaftsprognose über die Entwicklung der künftigen Energienachfrage in den Jahren 1975 - 1985 - auf die sich auch die zweite Fortschreibung der Bundesregierung stützt - eine Wachstumsrate des realen Bruttosozialprodukts von 4 vH zugrunde gelegt⁵.

- ¹ Auf die Nachteile und Gefahren eines punktuellen Interventionismus auf dem Energiesektor hat in jüngster Zeit insbesondere der Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung aufmerksam gemacht [Jahresgutachten 1977/78, S. 204-211].
- ² In diese Richtung zielen Investitionszulagen und Steuerbegünstigungen, die der gewerblichen Wirtschaft für energiesparende Investitionen gewährt wurden (§ 4 a, b Investitionszulagengesetz vom 3. Mai 1977). Entsprechend wirkten die Zuschüsse für energiesparende Investitionen bei Altbauten im Rahmen des Konjunkturprogramms 1975 sowie die erhöhten Abschreibungsmöglichkeiten nach § 82 a und b EStDV. Einen weiteren Schritt in diese Richtung stellt das Ende September 1977 beschlossene Programm der Bundesregierung dar, Zuschüsse für energiesparende Maßnahmen in Höhe von zwanzig Prozent der Investitionskosten (innerhalb gewisser Grenzen) zu gewähren. Das Vierjahresprogramm zur Förderung von Technologien zur Nutzung der Sonnenenergie schließt auch die Erforschung von Wind- und Meereswellenenergie ein.
- ³ Eine derartige Politik wurde von der Bundesregierung bisher nicht erwogen, vornehmlich aus den folgenden Gründen:
 - einmal könnte eine derartige Maßnahme den Erdölförderländern weitere Preiserhöhungsspielräume signalisieren,
 - zum anderen fürchtet man, in der derzeitigen konjunkturellen Lage die internationale Wettbewerbsfähigkeit der energieintensiven Industrien nachhaltig zu beeinträchtigen. Vgl. Grundlinien und Eckwerte [1977, S. 271]. - Der Regierungsvorschlag einer Verdoppelung der Heizölsteuer sowie einer Abschaffung des Haushaltsstromtarifs II vom November 1977 deuten hier aber einen gewissen Sinneswandel an. Anders als bei der Ausgestaltung des Stromtarifs haben bei den Erwägungen über eine Energiesteuer verteilungspolitische Aspekte nicht im Vordergrund gestanden.
- ⁴ Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln. Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen.
- ⁵ Die gesamtwirtschaftliche Wachstumsrate von 4 vH pro Jahr sowie die Alternativprojektionen von 3,5 vH und 4,5 vH wurden von der Bundesregierung den Instituten offenbar vorgegeben. Vgl. Grundlinien u. Eckwerte ... a. a. O., S. 269.

Bei der Beurteilung des künftigen Wirtschaftswachstums soll auf eine Studie zurückgegriffen werden¹, die von Mitarbeitern des Instituts für Weltwirtschaft angefertigt wurde. Danach wird das Produktionspotential nach einer Erhöhung der Nettoinvestitionsquote in den Jahren 1976 bis 1985 um etwa 3 - 4 vH pro Jahr zunehmen. Wegen der geringen Kapazitätsauslastung wurde in den Jahren 1976 - 1980 eine etwas stärkere Zunahme des realen Bruttosozialprodukts, nämlich um 4,6 vH, für möglich gehalten; für die Jahre 1981 - 1985 hingegen wurde eine Wachstumsrate von 3,9 vH angenommen. Die Zunahme des Nettoproduktionsvolumens der Verarbeitenden Industrie wird höher veranschlagt als die bisher genannten Raten, und zwar 6,1 vH bzw. 3,9 vH für die Zeiträume 1976 - 1980 bzw. 1981 - 1985. Diese Prognose geht also davon aus, daß die Produktionsverluste des Jahres 1975, insbesondere im industriellen Bereich, bis etwa 1980 aufgeholt werden können (im folgenden Alternative B).

Bei einer Zunahme der Arbeitsproduktivität (reales Bruttosozialprodukt je Erwerbstätigen) um jährlich etwa 3 - 4 vH könnte nach dieser Schätzung die Arbeitslosenquote von 1975 bis 1985 von fast 5 vH auf 1,5 vH gesenkt werden (1980: 2,5 vH).

40. Angesichts des nur schwachen Aufschwungs in den Jahren 1976 (5,5 vH) und 1977 (vermutlich 2,5 vH) könnten sich diese Projektionen als zu optimistisch erweisen, so daß erst 1980 eine Zuwachsrate des realen Sozialprodukts von etwa 4 vH erreicht wird. Deshalb wurde in die folgenden Untersuchungen eine Alternativprojektion einbezogen, bei der unterstellt wird, daß sich die Wachstumsverluste des Jahres 1975, insbesondere jene der industriellen Produktion, nicht mehr aufholen lassen. Dieser Projektion (im folgenden Alternative A) zufolge beträgt die jahresdurchschnittliche Wachstumsrate von 1975 bis 1985 nur 3,6 vH; dies würde bei einer Zunahme der Arbeitsproduktivität in Höhe von 3 - 4 vH pro Jahr gerade ausreichen, die augenblickliche Zahl der Arbeitslosen nicht zu erhöhen.

Die beiden Alternativprojektionen gehen demnach von folgenden jahresdurchschnittlichen Änderungsraten aus:

Tabelle 4 - Alternativprojektionen A und B 1975 - 1985 (vH)

Merkmal	Jahresdurchschnittliche Änderungsrate		
	1980/75	1985/80	1985/75
Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1970			
Alternative A	3,4	3,9	3,6
Alternative B	4,6	3,9	4,3
Nettoproduktionsvolumen der Verarbeitenden Industrie			
Alternative A	3,8	4,2	4,0
Alternative B	6,1	4,3	5,2

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die intraindustrielle Branchenstruktur, die der Projektion des Beitrages der Verarbeitenden Industrie bei Alternativen A und B zugrunde liegt, ist aus den Tabellen A 7 und A 8 ersichtlich.

¹ Diese Studie [Horn, Schatz, Schmidt, Wolter 1976] wurde im Auftrage der Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) angefertigt. Die Prognose der Komponenten des Sozialprodukts und der interindustriellen Branchenstruktur basiert in der Regel auf Zeitreihenanalysen. Die Plausibilität der Ergebnisse wurde durch einen Vergleich mit internationalen Querschnittsanalysen getestet und als Korrekturbasis verwendet. Die Teilergebnisse der Schätzungen wurden einem Konsistenztest unterzogen und die endgültige Konsistenz durch einen Iterationsprozeß erreicht.

Der Umwandlungssektor

41. In den Umwandlungsbereichen werden die Primärenergieträger in eine für den Endenergieverbrauch angepaßte Energieform umgewandelt. Die wichtigsten Umwandlungsbereiche sind Raffinerien, Kraftwerke sowie Kokereien und Ortsgaswerke. Durch Verbrauch und Verluste im Umwandlungsbereich wird die Primärenergiebilanz mit gut einem Viertel des gesamten Primärenergieverbrauchs belastet (vgl. Tabelle 3). Fast drei Viertel des Gesamtverlustes im Umwandlungsbereich in Höhe von 90 Mill. t SKE im Jahr 1975 entfielen auf die Stromerzeugung. Allein bei der Stromerzeugung in Kraftwerken muß ein Verlust von zwei Drittel der eingesetzten Primärenergienengen hingenommen werden.

Hier fallen diese Verluste überwiegend in Form von Abwärme an, die bisher fast ungenutzt an die Umgebung (Wasser, Luft) abgegeben wurde und dadurch zu einem zusätzlichen umweltbelastenden Faktor wird (Ziff. 9 ff.).

42. Da der Endenergiebedarf der Haushalte und Kleinverbraucher überwiegend im Niedertemperaturbereich für Heizzwecke und Brauchwasser entsteht, ist der Gedanke naheliegend, diese Abwärme der Kraftwerke zur Versorgung der Haushalte mit Warmwasser heranzuziehen¹. Hierdurch wäre ein in zweifacher Hinsicht positiver Effekt zu erzielen:

- Durch die Nutzung der Abwärme als Heizenergie wird diese sozusagen in der Energiebilanz von der Soll- auf die Habenseite gebucht und der Gesamtwirkungsgrad der Kraftwerke beträchtlich erhöht;
- die Emission von Schadstoffen durch individuelle Verbrennungsanlagen der Haushalte und die Gesamtbelastung der Umwelt mit Abwärme wird herabgesetzt.

43. Diesen positiven Aspekten stehen einige negative entgegen, die im Rahmen dieser Arbeit aber nicht eingehend dargestellt werden sollen². Von besonderer Bedeutung ist nur folgendes: Die Wärme-Kraft-Koppelung erfordert beträchtliche Investitionen in die Fortleitung, Isolierung und Verteilung der Fernwärme. Im Prinzip handelt es sich um eine Substitution von Energie durch Kapital, die nur dann wirtschaftliche Dimensionen erreichen kann, wenn der Transportweg der Wärmeenergie kurz ist und ein hinreichend dichtes Abnehmernetz vorhanden ist³. Zwei Versuchsprojekte einer Wärme-Kraft-Koppelung werden derzeit als Fernwärmeschiene Ruhr und Saar in Angriff genommen.

¹ Die Fernwärmeversorgung von Haushalten und Kleinverbrauchern ist eine bereits etablierte Technologie. Die vorhandenen öffentlichen Fernwärmenetze decken derzeit aber nur 3 - 4 vH des Wärmebedarfs für Raumheizung und Warmwasserversorgung im Verbrauchssektor Haushalte und Kleinverbraucher. Der Umfang an Fernwärmeversorgung dieses Sektors stagnierte während der letzten Jahre (bei etwa 4 Mill. t SKE).

² Die Abwärme fällt bei einem optimalen Wirkungsgrad der Stromerzeugung auf einem Temperaturniveau (etwa 30° C.) an, das zu einer Fortleitung ungeeignet ist, es sei denn, die Fernwärme wird beim Endverbraucher mittels Wärmepumpen (vgl. Ziff. 70) auf ein höheres Niveau gebracht. Durch eine Herabsetzung des Wirkungsgrades bei der Stromerzeugung lassen sich zwar die Vorlauftemperaturen des Fernwärmenetzes erhöhen, aber die Spitzenlast der Stromerzeugung fällt mit der Spitzenlast der Fernwärmeversorgung in den kalten Wintermonaten zeitlich zusammen. Dies erfordert entweder einen starken Ausbau der Spitzenlastkapazitäten oder aber eine längerfristige Möglichkeit der Wärmespeicherung im Verbundnetz oder beim Endabnehmer. Zu den Problemen der Fernwärmeversorgung und den Lösungsansätzen künftiger Technologien hat das Bundesministerium für Forschung und Technologie umfangreiche Forschungsberichte vorgelegt [BMFT 1975a, Teil II: Fernenergie, Teil III: Fernwärme und ausgewählte Speichersysteme; 1975b, Teil IV: Fernenergie, Teil V: Fernwärme].

³ Werden die Abnehmer kostenbedingt bei der Fernwärmeversorgung mit höheren Tarifen belastet als bei alternativen Heizsystemen, so werden sie sich ohne einen Anschlußzwang

44. Langfristig rechnet die Bundesregierung mit potentiellen Einsparungen an Heizenergie durch den Ausbau der Fernwärme; bis zum Jahr 2000 könnte sie einen Umfang von 20 Mill. bis 30 Mill. t SKE pro Jahr erreicht haben¹. Bis 1985 dürfte der erreichbare Beitrag der Fernwärme aber kaum 5 Mill. t SKE überschreiten und das auch nur, wenn sich der heutige Anteil der Fernwärme an der Energieversorgung bis zu diesem Zeitpunkt verdoppelt. Langfristig könnte demnach die Fernwärmeversorgung durch eine Wärme-Kraft-Koppelung durchaus in Dimensionen hineinwachsen, die den Mehrbedarf an Energie bei einem weiteren Wirtschaftswachstum deutlich senken könnte.

Nichtenergetischer Verbrauch

45. Der nichtenergetische Primärenergieverbrauch erreichte in den letzten Jahren einen Anteil von 7 bis 8 vH des inländischen Gesamtverbrauchs an Primärenergie. Mit einer jahresdurchschnittlichen Zunahme von gut 10 vH während des Beobachtungszeitraums war dies der Verwendungsbereich mit der höchsten Zuwachsrate (vgl. Tabelle 3). Von dem nichtenergetischen Verbrauch an Primärenergie in Höhe von knapp 24 Mill. t SKE entfielen 1975 auf die einzelnen Primärenergieträger etwa folgende Anteilè:

Mineralöle	79,3 vH
Gase	13,8 vH
Kohle	6,9 vH

46. Der nichtenergetische Verbrauch dient vorwiegend als Rohstoffeinsatz in der Chemischen Industrie und als verarbeitetes Vorprodukt in der Kunststoffverarbeitenden Industrie. Das Gewicht beider Industrien wird in den Alternativprojektionen A und B in beiden Teilperioden bis 1985 zunehmen (vgl. Tabellen A 5, A 7 und A 8). Daher ist zu erwarten, daß auch künftig der nichtenergetische Verbrauch stärker expandieren wird als die Zunahme des Nettoproduktionsvolumens der Verarbeitenden Industrie und als die Zunahme des realen Bruttosozialprodukts.

Sektor Verarbeitende Industrie

47. In den Alternativprojektionen wird einmal davon ausgegangen, daß die Wachstumsverluste des Sektors Verarbeitende Industrie² des Jahres 1975 in den darauffolgenden Jahren bis etwa 1980 aufgeholt werden können. Das Nettoproduktionsvolumen dieses Sektors würde dann bis 1985 mit einer jahresdurchschnittlichen Änderungsrate von 5,2 vH zunehmen. Zum anderen

kaum dazu bereitfinden, die Heizenergie aus dem öffentlichen Fernwärmenetz zu beziehen. Die kostenbedingten Nachteile eines Fernwärmenetzes könnten auch durch staatliche Subventionen der Bereitstellung des Fortleitungs- und Verteilungssystems abgebaut werden (vgl. hierzu auch Ziff. 38).

¹ Deutscher Bundestag [Bundestagsdrucksache 7/3846].

² Die im folgenden angewendete Abgrenzung des Industriesektors Verarbeitende Industrie weicht in zwei Punkten von der Abgrenzung in den Energiebilanzen ab: Sie schließt nicht den Nichtkohlenbergbau, wohl aber die Mineralölverarbeitung ein.

wird angenommen, daß die Wachstumsverluste des Jahres 1975 nicht aufgeholt werden können und der Aufschwung nur langsam in Gang kommt; das Nettoproduktionsvolumen des Sektors Verarbeitende Industrie würde dann bis 1985 um jahresdurchschnittlich 4 vH zunehmen (vgl. auch Ziff. 39 ff.).

Im folgenden wird der Versuch unternommen, jenen Mehrbedarf an Endenergie und an Elektrizität zu ermitteln, der mit diesem Industriewachstum vermutlich verbunden sein wird.

48. Doch zuvor soll kurz der Zusammenhang von Energieverbrauch und Industrieproduktion in der Vergangenheit betrachtet werden. Die Strukturdaten über das effektive Nettoproduktionsvolumen, den Endenergieverbrauch und den Stromverbrauch sind für die Stichjahre 1960, 1965, 1970 und 1975 in der Tabelle A 5 wiedergegeben. Es zeigen sich große Unterschiede des Energieverbrauchs innerhalb der einzelnen Industriezweige (Tabelle 5).

Tabelle 5 - Der Anteil ausgewählter Industriezweige am Endenergie- und Stromverbrauch sowie am Nettoproduktionsvolumen der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik 1960, 1975 (vH)

Industriezweig	Endenergieverbrauch		Stromverbrauch		Nettoproduktionsvolumen	
	1960	1975	1960	1975	1960	1975
Eisenschaffende Industrie	36,1	29,1	16,0	14,3	5,7	4,2
Chemische Industrie	15,6	14,4	30,6	29,3	7,6	10,9
Steine und Erden	11,8	9,3	5,7	4,9	3,7	3,1
Ne-Metallindustrie	2,7	3,6	7,5	11,1	1,5	1,2
Insgesamt	66,2	56,4	59,8	59,6	18,5	19,4

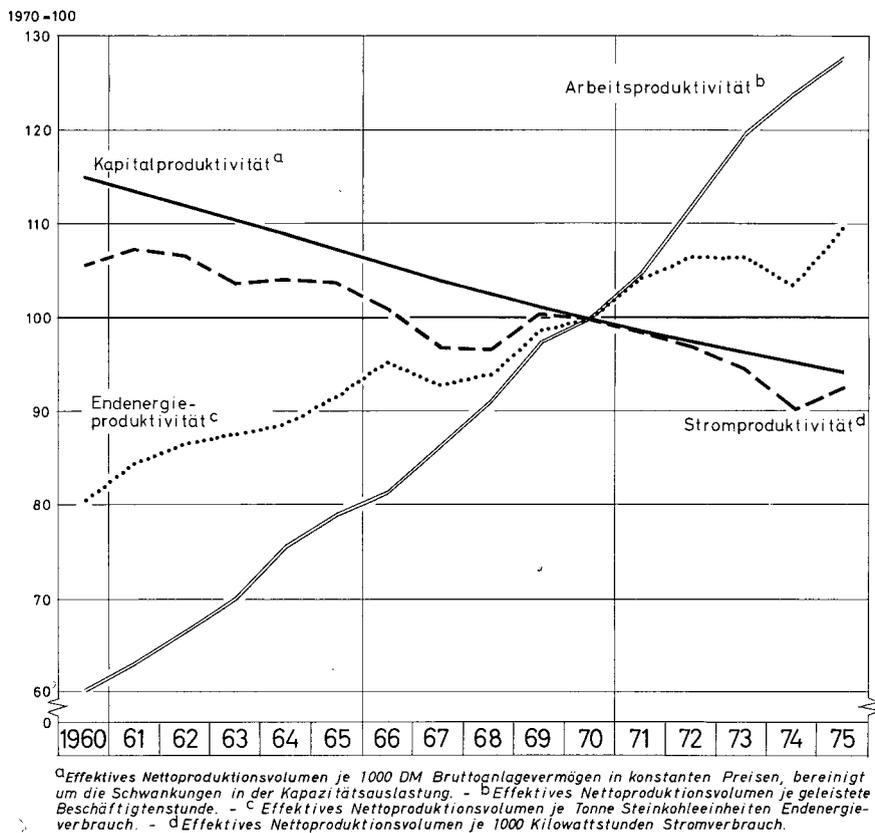
Quelle: Tabelle A 5.

49. Nach Tabelle 5 entfielen auf die vier besonders energieintensiven Branchen allein etwa 60 vH des Endenergie- und Stromverbrauchs der Verarbeitenden Industrie. Hingegen betrug der Anteil dieser energieintensiven Branchen am Nettoproduktionsvolumen der Verarbeitenden Industrie in den beiden Stichjahren nur knapp 20 vH. Nimmt das Gewicht dieser vier Branchen im industriellen Wachstumsprozeß ab, so sinkt auch der Elastizitätskoeffizient des gesamten Sektors Verarbeitende Industrie, auch wenn die Endenergieproduktivitäten konstant bleiben.

50. Um zu prüfen, wie sich die Produktivität des Faktors Energie im Vergleich zu anderen Produktionsfaktoren im Bereich der Verarbeitenden Industrie entwickelt hat, wurden die Energieproduktivitäten für den Endenergie- und den Stromverbrauch ermittelt. Sie sind definiert als effektives Nettoproduktionsvolumen in DM bezogen auf den Verbrauch an Endenergie bzw. an Strom je Tonne SKE. Sie sind also der Kehrwert der Meßziffer "Energieverbrauch je Produkt-einheit" oder "spezifischer Energieverbrauch"¹. Die zeitliche Entwicklung der Produktivitätsmeßziffern für die Verarbeitende Industrie ist in Schaubild 4 dargestellt.

¹ Diese Meßziffer wird zwar bei der Analyse des Energieverbrauchs häufiger verwendet als die Produktivitätsmeßziffer, aber für den Vergleich mit den übrigen Produktionsfaktoren erscheint der Kehrwert geeigneter.

Schaubild 4 - Produktivitätsentwicklung in der Verarbeitenden Industrie der Bundesrepublik
1960 - 1975



Demnach war das Wachstum des Industriesektors während der letzten 15 Jahre durch die folgenden beiden gegenläufigen Tendenzen gekennzeichnet:

- Während sich die Arbeitsproduktivität, gemessen als Produktionsergebnis je geleistete Beschäftigtenstunde, fast kontinuierlich um gut 5 vH pro Jahr erhöhte, nahm die Kapitalproduktivität, wenn auch mit einer geringeren Rate, um etwa 1,3 vH pro Jahr kontinuierlich ab. Der technische Fortschritt war demnach nicht nur arbeitssparend, sondern im Wachstumsprozeß wurde zunehmend auch der (damals noch) knappere Faktor Arbeit gegen den relativ reichlichen Faktor Kapital substituiert (vgl. Ziff. 17).
- Die Produktivität der Endenergie hat sich während des Beobachtungszeitraums um jährlich fast 2 vH erhöht, hingegen hat sich die Produktivität des Stromverbrauchs um jährlich etwa 1 vH vermindert. Der technische Fortschritt und der Strukturwandel waren demnach insgesamt energiesparend, wobei allerdings andere Energieträger zunehmend durch einen vermehrten Einsatz von Elektrizität substituiert worden sind.

51. Die Entwicklung der Energieproduktivitäten wird im wesentlichen von den folgenden beiden Faktoren bestimmt:

- Änderung der Produktionsverfahren und Fertigungsprozesse. Neue Maschinen können einen höheren Wirkungsgrad aufweisen, oder Energie kann durch Kapital substituiert werden, indem etwa durch Zusatzinvestitionen eine bessere Koppelung von Prozeßwärme und Stromerzeugung erreicht wird;
- Strukturwandel und Änderung der Produktpalette bei unterschiedlich energieintensiver Angebotsstruktur. Verlagert sich in einem Industriezweig die Nachfrage nach einem weniger energieintensiven Produkt, so steigt die branchenspezifische Energieproduktivität.

52. Aus Schaubild 5 ist der bisherige Verlauf der Endenergieproduktivität sowie des Stromanteils am Endenergieverbrauch für die zwanzig in die Analyse einbezogenen Industriezweige ersichtlich. Dieser scheint zwar nicht durchgehend, aber doch wohl überwiegend den Versuch zu rechtfertigen, regressionstechnisch Trendschätzungen und deren Extrapolationen vorzunehmen. Die Trendwerte wurden mit jeweils sechs verschiedenen Regressionsfunktionen geschätzt und die jeweilige Funktion mit dem höchsten Erklärungswert in Schaubild 5 eingezeichnet. Diese Schätzfunktionen sowie die Parameter und statistischen Prüfmaße sind in Tabelle A 6 zusammengestellt worden. Die so ermittelten branchenspezifischen Endenergieproduktivitäten und Stromanteile am Endenergieverbrauch wurden für die beiden Stichjahre 1980 und 1985 mit den entsprechenden Nettoproduktionsvolumen kombiniert, die auf der Grundlage der Alternativprojektionen A und B des künftigen wirtschaftlichen Wachstums ermittelt wurden (vgl. Ziff. 39). Durch die Kombination dieser Merkmale konnte der branchenspezifische Endenergiebedarf und Stromanteil für die Jahre 1980 und 1985 geschätzt werden; die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in den Tabellen A 7 und A 8 wiedergegeben. Die branchenspezifischen Ergebnisse wurden dann jeweils getrennt nach Alternative A und B für den Sektor Verarbeitende Industrie aggregiert.

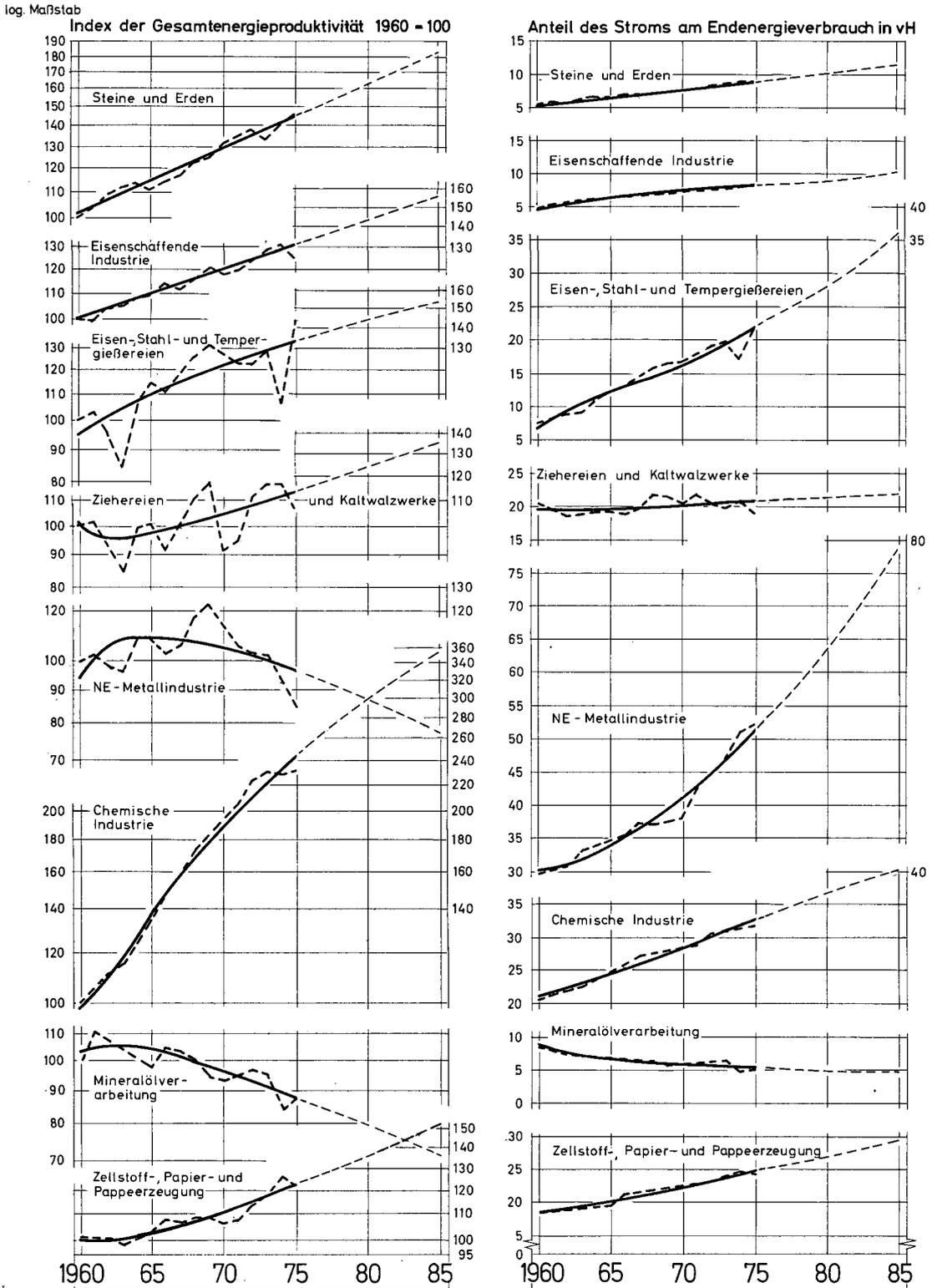
53. Nach Alternative A und B ergeben sich nach dieser Schätzung für die Jahre 1980 und 1985 im Sektor Verarbeitende Industrie die folgenden absoluten Zahlen mit folgenden jahresdurchschnittlichen Änderungsraten des Nettoproduktionsvolumens, des Endenergie- und des Stromverbrauchs (Tabelle 6).

Tabelle 6 - Nettoproduktionsvolumen, Endenergie- und Stromverbrauch der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik 1975, 1980 und 1985

	1975	1980	1980/75	1985	1985/75
	Mrd. DM		jahresdurchschnittliche Änderungsraten (vH)	Mrd. DM	jahresdurchschnittliche Änderungsraten (vH)
Nettoproduktionsvolumen in Preisen von 1970					
Alternative A	} 307,747	370,934	3,8	454,533	4,0
Alternative B		413,562	6,1	510,129	5,2
Endenergieverbrauch in Mill. t SKE					
Alternative A	} 94,256	98,840	1,0	111,761	1,7
Alternative B		113,207	3,7	128,578	3,2
Stromverbrauch in Mill. t SKE					
Alternative A	} 15,847	19,081	3,8	24,700	4,5
Alternative B		22,006	6,8	28,705	6,1
Anteil des Stroms am Endenergieverbrauch					
Alternative A	} 16,8	19,3	.	22,1	.
Alternative B		19,4	.	21,6	.

Quelle: Tabellen A 5 und A 7.

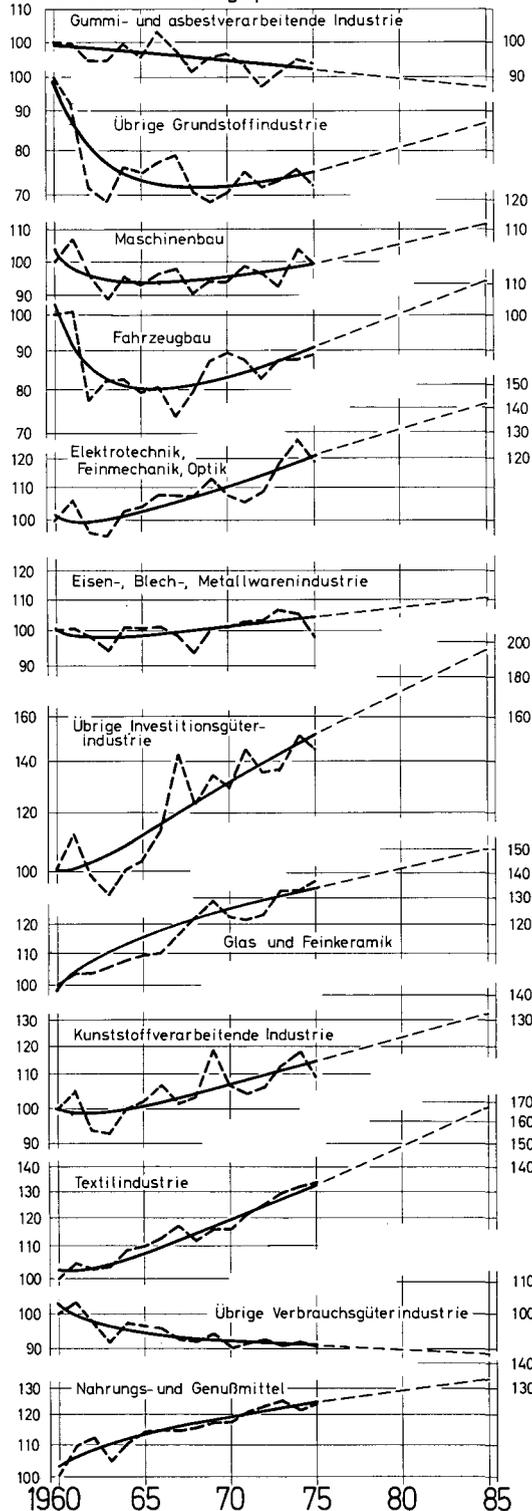
Schaubild 5 - Gesamtenergieproduktivität^a und Anteil des Stroms am Endenergieverbrauch nach Industriezweigen^b in der Bundesrepublik 1960 - 1985



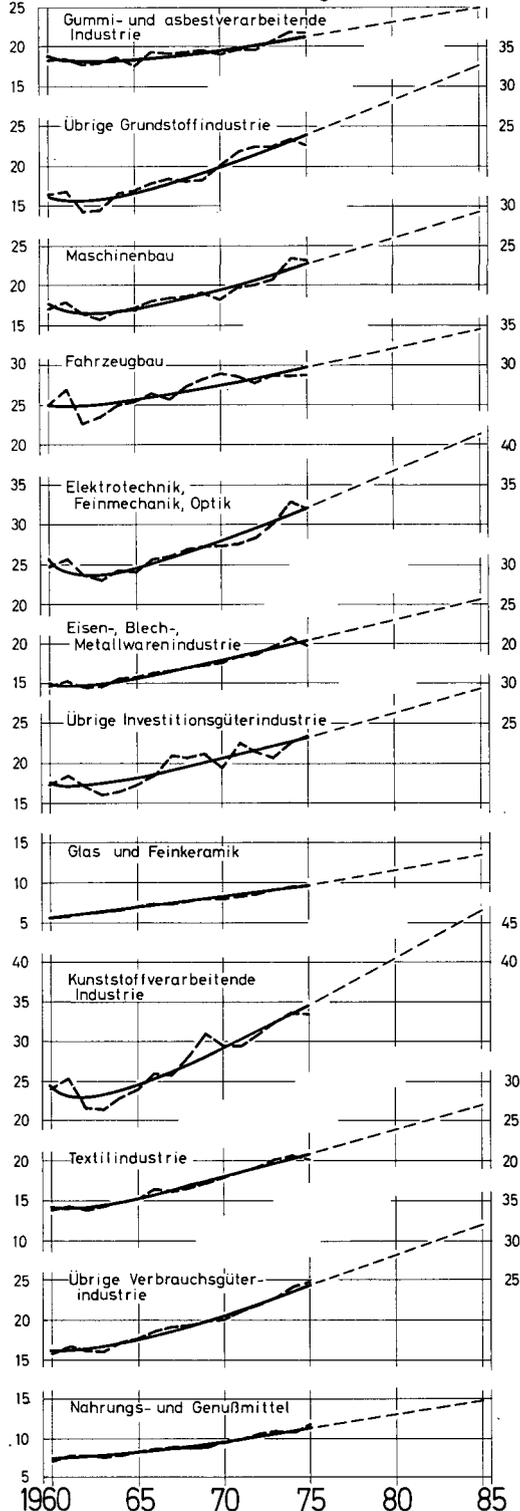
noch Schaubild 5

log. Maßstab

Index der Gesamtenergieproduktivität 1960 = 100



Anteil des Stroms am Endenergieverbrauch in vH



^a Effektives Nettproduktionsvolumen (in Preisen von 1970) zu gesamtem Endenergieverbrauch (je Tonne Steinkohleeinheiten).

^b - - - tatsächlicher Wert, — geschätzte Regressionsfunktion, - - - prognostizierte Werte.

54. Die geringere Zuwachsrates des Endenergieverbrauchs im Vergleich zu der des Nettoproduktionsvolumens beruht auf zwei Effekten:

- Einmal hat die Industriestruktur sich in den Alternativprojektionen A und B gegenüber dem Ausgangsjahr geändert,
- zum anderen wurde die trendmäßige Änderung der Endenergieproduktivitäten getrennt geschätzt.

Um den Einfluß beider Faktoren auf die beobachtete Differenz in den Zuwachsraten von Nettoproduktionsvolumen und Endenergieverbrauch zu isolieren, wurde folgender Weg beschritten. Ohne Änderung der Industriestruktur und der Endenergieproduktivität hätte der Endenergieverbrauch mit der gleichen Rate zunehmen müssen wie das Nettoproduktionsvolumen; der Elastizitätskoeffizient hätte dann den Wert Eins. Um den Einfluß der veränderten Industriestruktur zu isolieren, wurden die Nettoproduktionsvolumen der Prognosejahre 1980 und 1985 durch die Endenergieproduktivitäten des Jahres 1975 dividiert und so der fiktive Endenergieverbrauch ohne Produktivitätsfortschritt ermittelt (Tabelle 7, (2)). Die Differenz zwischen der Änderungsrate des Nettoproduktionsvolumens und der des Endenergieverbrauchs ohne Produktivitätszunahme ergibt den Struktureffekt. Werden dann noch Endenergieverbrauch mit und ohne Produktivitätszunahme einander gegenübergestellt, so folgt daraus unmittelbar der Produktivitätseffekt (Tabelle 7, (5)).

Tabelle 7 - Struktur- und Produktivitätseffekt des Endenergieverbrauchs der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik 1975 - 1985 (vH)

Merkmal	Zeitraum 1975 - 1980 bei Alternative		Zeitraum 1975 - 1985 bei Alternative	
	A	B	A	B
(1) Nettoproduktionsvolumen (jahresdurchschnittliche Änderungsrate)	3,8	6,1	4,0	5,2
(2) Endenergieverbrauch bei konstanter Endenergie- produktivität des Jahres 1975 (jahresdurchschnittliche Änderungsrate)	2,9	5,8	3,3	4,8
(3) Struktureffekt ((1) - (2)) Prozentpunkte vH	0,9 (32,0)	0,3 (12,5)	0,7 (30,0)	0,4 (20,0)
(4) Endenergieverbrauch bei fortgeschriebener End- energieproduktivität (jahresdurchschnittliche Änderungsrate)	1,0	3,7	1,7	3,2
(5) Produktivitätseffekt ((2) - (4)) Prozentpunkte vH	1,9 (68,0)	2,1 (87,5)	1,6 (70,0)	1,6 (80,0)

Quelle: Eigene Berechnungen.

55. Es zeigt sich, daß bei Alternative A etwa 30 vH und bei Alternative B etwa 20 vH der Differenz zwischen den Zuwachsraten von Nettoproduktionsvolumen und Endenergieverbrauch auf die Änderung der Industriestruktur zurückgeführt werden können. Die restlichen 70 bzw. 80 vH beruhen auf den Änderungen der Endenergieproduktivitäten. Der Einfluß der Produktivitäts-

änderungen auf die Höhe des Elastizitätskoeffizienten ist demnach weitaus größer als der eines Strukturwandels. Gleichwohl läuft der Einfluß beider Faktoren darauf hinaus, den Elastizitätskoeffizienten zu senken. Ob dies künftig in stärkerem Maße der Fall sein wird als in der Vergangenheit, wird aus Tabelle 8 ersichtlich. Nach den vorgenommenen Schätzungen ist der Elastizitätskoeffizient des Endenergieverbrauchs nur bei Alternative A knapp ein Drittel niedriger (Zeitraum 1975 - 1985) als in der Vergangenheit (Zeitraum 1960 - 1975). Hingegen ist er bei Alternative B für die genannten Zeiträume nahezu identisch.

Tabelle 8 - Jahresdurchschnittliche Änderungsraten und Elastizitäten des Endenergie- und Stromverbrauchs der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik 1960 - 1985

Merkmal	Zeitraum der jahresdurchschnittlichen Änderungsrate bzw. der Elastizität							
	1973-75		Alternative A			Alternative B		
	1960-62	1973-75 1965-67	1975-85	1975-80	1980-85	1975-85	1975-80	1980-85
Nettoproduktionsvolumen (N) (Änderungsrate)	4,4	4,3	4,0	3,8	4,1	5,2	6,1	4,3
Endenergieverbrauch (E) (Änderungsrate)	2,5	2,6	1,7	1,0	2,5	3,2	3,7	2,6
Stromverbrauch (S) (Änderungsrate)	5,6	5,4	4,5	3,8	5,3	6,1	6,8	5,5
Elastizität des Endenergie- verbrauchs ($\frac{\Delta E}{E} : \frac{\Delta N}{N}$)	0,57	0,61	0,43	0,26	0,61	0,62	0,61	0,60
Elastizität des Strom- verbrauchs ($\frac{\Delta S}{S} : \frac{\Delta N}{N}$)	1,27	1,26	1,13	1,00	1,29	1,17	1,11	1,28

Quelle: Tabellen A 5 und A 7.

56. Was den Elastizitätskoeffizienten des Stromverbrauchs anlangt, so ist er sowohl bei Alternative A als auch bei Alternative B im Zeitraum 1975 - 1985 etwa 0,1 Prozentpunkt (oder knapp 10 vH) niedriger als bei dem Vergangenheitswert. In beiden Alternativschätzungen ist der Elastizitätskoeffizient des Stromverbrauchs in der zweiten Subperiode (1980 - 1985) höher als in der ersten Subperiode (1975 - 1980).

57. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß zwar intraindustrieller Strukturwandel und Zunahme der Energieproduktivitäten künftig auf eine Verminderung der Elastizitätskoeffizienten des Endenergie- und Stromverbrauchs zielen, diese Kräfte aber auch in Zukunft nicht schwächer (allerdings auch nicht stärker) zum Tragen kommen werden, als dies in der Vergangenheit bereits der Fall war. Eine weitgehende Entkoppelung von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum ist von diesem Verbrauchssektor im beobachteten Zeitraum nicht ohne weiteres zu erwarten.

58. Es bleibt zu fragen, ob gezielte Energieeinsparungen oder gezielte Energiepreisanhebungen an diesem Ergebnis etwas ändern könnten. Wie die Analyse der Endenergieproduktivitäten ergab, hat die Industrie den spezifischen Endenergieverbrauch laufend gesenkt und wird dies - gemäß der Projektionen - auch künftig tun. Dabei werden jene Maßnahmen der Energieeinsparung zum Zuge kommen, die bei heutigen Energiepreisen betriebswirtschaftlich rentabel sind. Darüber hinaus gibt es sicher ein weiteres Feld theoretischer Einsparungspotentiale¹, die sich vornehmlich auf die folgenden Bereiche konzentrieren:

¹ Eine detaillierte branchenspezifische Analyse der potentiellen Ansatzpunkte zur Energieeinsparung enthält die Fichtner-Studie [BMFT 1977b].

- Reduzierung der Wärmeverluste durch Verbesserung der Wärmeisolierung;
- Verbesserung der Nutzung der Abwärme durch verstärkte Kraft-Wärme-Koppelung.

Diese Maßnahmen sind in der Regel mit einem höheren Aufwand an Geräten und Installationen verbunden; Energie wird also durch einen Mehreinsatz von Kapital substituiert¹.

59. Die Einsparungen, die von den bereits gewährten Investitionszulagen und Abschreibungs-erleichterungen ausgehen können (vgl. Ziff. 38), beziffert die Bundesregierung bis 1985 auf etwa 8 Mill. t SKE pro Jahr². Optimistische Schätzungen beziffern die durch rationelleren Energieeinsatz im Industriebereich erzielbaren Einsparungen bis 1985 mit 14 Mill. t SKE³ oder mit 15 - 20 vH des sonst zu erwartenden Endenergieverbrauchs⁴. Selbst optimistische Schätzungen laufen demnach darauf hinaus, den Elastizitätskoeffizienten des Primärenergieverbrauchs von 0,6 auf vielleicht knapp 0,5 zu senken.

60. Die stärksten Impulse für eine rationellere Energieverwendung im industriellen Bereich dürften von steigenden Energiepreisen zu erwarten sein, weil hierdurch die Rentabilitätsschwelle von energiesparenden Investitionen nachhaltig gesenkt wird und der relative Preisanstieg energieintensiver Güter deren Absatzchancen mindern würde.

Um abzuschätzen, wie sich die mengenmäßige Energienachfrage bei Energiepreiserhöhungen ändert, werden Informationen über die Preiselastizität der mengenmäßigen Energienachfrage⁵ für den Sektor Industrie benötigt.

61. Die in Tabelle 9 dargestellten Ergebnisse lassen nur bedingt Rückschlüsse auf die Reaktionen der Energienachfrage des Industriesektors zu, da die Informationen sehr lückenhaft sind und zudem nicht sicher ist, ob die in den Stichjahren ermittelten Reaktionsmuster auch in der Zukunft erwartet werden können⁶.

¹ Dadurch werden die Systeme meistens komplexer und störanfälliger, so daß auch die Wartungskosten steigen. Durch eine Integration von Bedarfsprozessen sinkt häufig auch der Nutzungsgrad einzelner Komponenten [vgl. Schäfer o. J., S. 38 f.].

² Hierin sind allerdings auch jene Einsparungen enthalten, die man von der Einführung von Richtgeschwindigkeiten auf Autobahnen erwartet [vgl. Deutscher Bundestag, Drucksache 7/3595].

³ Von diesen 14 Mill. t SKE entfallen nach dieser Schätzung auf eine bessere Nutzung der Prozeßwärme etwa 57 vH, auf Verbesserung der Raumkonditionierung 28,7 vH und auf Einsparungen im Bereich Licht und Kraft 14,3 vH [vgl. Schäfer o. J., S. 45].

⁴ Vgl. OECD [1977, S. 67].

⁵ Dieser Elastizitätskoeffizient zeigt an, um welchen Prozentsatz sich die mengenmäßige Nachfrage nach einem Gut ändert, wenn sich der Preis dieses Gutes um 1 vH erhöht. Nach der ökonomischen Theorie hat dieser Koeffizient immer ein negatives Vorzeichen. Bei den kurzfristigen Elastizitäten wird angenommen, die Reaktion (Mengenänderung) erfolge unverzögert auf die Veränderung der erklärenden Variablen (Preisänderung). Bei den langfristigen Elastizitäten wird der Einfluß weiter zurückliegender Erklärungsgrößen mit abnehmendem Gewicht berücksichtigt. Leibert [1977, S. 42 f.] verwendete hierbei das "distributed lag"-Modell von Kooyck. - Eine internationale Synopsis bisheriger Schätzungen von kurz- und langfristigen Preiselastizitäten der Energienachfrage findet sich im: Report of the Working Group on Energy Elasticities [1977]. Die dort mitgeteilten Preiselastizitäten stimmen in der Größenordnung mit jenen Werten überein, die Leibert für die Bundesrepublik ermittelt hat.

⁶ Leibert weist ausdrücklich darauf hin, daß dies wegen der Anpassungsvorgänge im Gefolge der Ölkrise vom Herbst 1973 für dieses Jahr selbst und auch für das Jahr 1974 eher fraglich ist.

Tabelle 9 - Kurz- und langfristige Preiselastizitäten^a der Industrie in der Bundesrepublik nach Energieträgern 1960 - 1974

Energieträger	Kurzfristig		Langfristig	
	auf der Basis von			
	1960-1973	1960-1974	1960-1973	1960-1974
Kohle	- 0,343	.	- 1,337	.
Heizöl	- 0,446	- 0,501	- 1,449	- 1,549
Gas	(- 0,741)	- 2,050	.	.
Strom	.	(- 0,386)	.	.

^a Auf der Basis von deflationierten Preisen. Es bedeutet: () = statistisch nicht signifikant, . der ökonomischen Theorie widersprechend.

Quelle: Lehbert [1977, S. 9 f.].

Dennoch scheinen die vorliegenden Ergebnisse zwei Aussagen zu rechtfertigen:

- Ein genereller Preisanstieg aller Energieträger um den gleichen Prozentsatz (etwa als Folge einer administrierten Preispolitik mit dem Ziel einer Energieeinsparung) wird nicht ohne Einfluß auf die Struktur der Endenergienachfrage bleiben, soweit die Elastizitätskoeffizienten unterschiedliche Werte aufweisen;
- der prozentuale Preisanstieg der betrachteten Energieträger müßte höher sein als der prozentuale Verbrauchsrückgang, der hierdurch kurzfristig herbeigeführt werden soll.

Preiserhöhungen könnten demnach durchaus ein geeignetes Mittel sein, den Anstieg des Energieverbrauchs im Sektor Industrie zu senken.

Einen Anhaltspunkt für die Wirkung einer steuerlich bewirkten Anhebung des Energiepreisniveaus auf die Preise der Industriegüter liefert Tabelle 10. Demnach betrug 1974 der direkte und der in den Vorleistungen enthaltene indirekte Energieeinsatz knapp 10 vH des Industrieumsatzes. Eine steuerlich bewirkte Erhöhung des Energiepreisniveaus um 10 vH würde demnach die Endproduktpreise der Industriegüter um kaum mehr als 1 vH ansteigen lassen. Selbst in den energieintensiven Industriezweigen der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien würde ein Anstieg der Energiekosten um 10 vH die Preise der Endprodukte um kaum mehr als 2 vH anheben. Ob diese Kostenerhöhungen auch voll im Preis überwältzt werden können, hängt von zu vielen Faktoren ab, als daß dies generell beantwortet werden könnte.

62. Gegen eine Verbrauchssteuer auf fossile Energieträger wird vermutlich der Einwand erhoben, daß sie die internationale Wettbewerbsfähigkeit der westdeutschen Industrie bedrohen könnte, sofern sich ihre wichtigsten Handelspartner diesem Schritt nicht anschließen würden. In einem System flexibler Wechselkurse führt ein im Vergleich zu den Haupthandelspartnern stärkerer kostenbedingter inländischer Preisauftrieb zu einem Abwertungseffekt der DM gegenüber den Währungen dieser Handelspartner. Bei der Einführung einer Energiesteuer ist die Wirkung auf den Wechselkurs aber nicht ohne weiteres vorherzusagen. Die Bundesrepublik importiert derzeit etwa zwei Drittel ihres inländischen Primärenergieverbrauchs. Durch Einführung einer Energiesteuer wird bei normaler Reaktion sowohl die eingeführte Energiemenge abnehmen als auch deren Einfuhrpreis sinken. Dieser Effekt für sich allein genommen würde dahin tendieren, den Außenwert der DM steigen zu lassen.

Ebenso würde sich die nationale Wettbewerbsfähigkeit der westdeutschen Industrie verschlechtern, wenn nur inländische Anbieter mit einer Energiesteuer belegt werden, ohne daß die konkurrierenden Einfuhren gemäß der in ihnen enthaltenen Energieintensitäten mit einer Energieausgleichsabgabe belastet werden. Ausländische Anbieter energieintensiver Produkte würden diesen künstlichen Wettbewerbsvorteil im Regelfall mit einer zunehmenden Belieferung des Marktes nutzen. Das würde dem Zweck der Energiesteuer, den Verbrauch von energieintensiven Produkten zu drosseln, zuwiderlaufen. Dieser Effekt würde den Außenwert der DM sinken lassen.

Ein entsprechender Effekt ergäbe sich, wenn die deutschen Ausfuhren keine Entlastung durch eine Energiesteuererstattung erfahren würden, da bei normaler Reaktion des Auslandsmarktes die Exporterlöse sinken würden. Ob Auf- oder Abwertungseffekte letztlich die Oberhand gewinnen würden, kann aber a priori nicht beantwortet werden. Allerdings würde eine steuerlich bedingte Erhöhung des Energiepreinsniveaus um 10 vH im Industriesektor durch eine Abwertung der DM um etwa 1 vH auf den Auslandsmärkten bereits voll kompensiert. Dies gilt freilich nur für den Durchschnitt der Industrie. Für einige energieintensive Branchen der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien würden sich auch nach einer kompensatorischen Abwertung (oder einer gebremsten Aufwertung) der DM die Standortbedingungen und damit auch die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Bundesrepublik verschlechtern; insbesondere für die Zementindustrie, die eisenschaffende und eisenverarbeitende Industrie, die NE-Metallindustrie sowie die Chemische Industrie (vgl. Tabelle 10).

63. Insgesamt gesehen würde sich dann eine Verschiebung der Produktionsstruktur von den Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien zu den anderen Industriegruppen ergeben. Dieser Struktureffekt würde die durchschnittliche Energieintensität der Industrieproduktion herabsetzen - ein Ergebnis, das mit der Einführung einer Energiesteuer angestrebt wird.

Der interne strukturelle Anpassungsbedarf wäre geringer und die dabei erzielten Substitutionserfolge insgesamt größer, würden sich die wichtigsten Handelspartner einem derartigen Schritt anschließen. Mit der Wahl ihrer Energiepolitik und dem daraus resultierenden internen Energiepreinsniveau würde die Bundesrepublik in einem System flexibler Wechselkurse aber weniger die internationale Wettbewerbsfähigkeit ihrer Wirtschaft, als vielmehr deren Struktur beeinflussen.

Tabelle 10 - Direkter und indirekter Energieeinsatz der Wirtschaftszweige in der Bundesrepublik 1972, 1974 (jeweilige Preise)

Wirtschaftszweige (Input-Output-Systematik)	Energieeinsatz in DM je 100 DM Endnachfrage					
	1972			1974		
	direkt	indirekt	insgesamt	direkt	indirekt	insgesamt
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	4,65	3,63	8,28	5,81	4,48	10,29
Elektrizitätswirtschaft	38,08	14,66	52,74	41,10	17,36	58,46
Gas- und Wasserwirtschaft	27,81	5,46	33,27	28,29	9,09	37,38
Bergbau				8,78 ^a	4,91 ^a	13,69 ^a
Kohlenbergbau	7,17	4,01	11,18	7,00	4,25	11,25
Eisenerzbergbau	12,85	10,00	22,85	13,95	12,54	26,49
Kali- und Steinsalzbergbau	5,60	6,24	11,84	6,77	7,52	14,29
Erdöl- und Erdgasgewinnung	9,44	4,08	13,52	19,14	7,44	26,58
Restlicher Bergbau	2,67	3,08	5,75	2,30	3,15	5,45
Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien				8,64 ^a	6,84 ^a	15,48 ^a
Industrie der Steine und Erden	7,70	7,40	15,10	10,47	9,73	20,20
Eisenschaffende Industrie	12,76	8,14	20,90	12,25	8,29	20,54
Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	5,86	5,88	11,74	6,15	6,28	12,43
Ziehereien und Kaltwalzwerke	2,81	10,21	13,02	2,43	10,13	12,56
NE-Metallindustrie	5,01	6,03	11,04	5,00	6,48	11,48
Chemische Industrie	5,87	5,82	11,69	5,60	6,21	11,81
Mineralölverarbeitung	14,84	4,03	18,87	17,37	5,30	22,67
Gummi- und asbestverarbeitende Industrie	2,57	4,54	7,11	2,92	5,00	7,92
Sägewerke und holzbearbeitende Industrie	2,53	4,61	7,14	3,21	5,59	8,80
Zellstoff- und papiererzeugende Industrie	5,55	4,63	10,18	6,17	5,28	11,45
Investitionsgüterindustrien				1,88 ^a	4,69 ^a	6,57 ^a
Stahlbau	1,04	4,87	5,91	1,34	5,25	6,59
Maschinenbau	1,55	3,77	5,32	1,75	4,16	5,91
Straßenfahrzeugbau	2,05	5,03	7,08	2,52	5,65	8,17
Luftfahrzeugbau	1,26	1,69	2,95	1,28	1,84	3,12
Schiffbau	1,58	5,28	6,86	1,54	5,49	7,03
Elektrotechnische Industrie	1,37	3,53	4,90	1,54	3,91	5,45
Feinmechanische und optische Industrie	1,27	3,22	4,49	1,43	3,64	5,07
Stahlverformung	2,78	6,40	9,18	3,01	6,68	9,69
EBM-Industrie	1,84	5,40	7,24	2,10	5,80	7,90
Verbrauchsgüterindustrien				2,46 ^a	4,38 ^a	6,84 ^a
Feinkeramische Industrie	5,07	4,11	9,18	5,97	4,93	10,90
Glasindustrie	6,51	6,28	12,79	8,78	7,98	16,76
Holzverarbeitende Industrie	1,32	3,54	4,86	1,63	4,14	5,77
Musikinstrumenten- und Spielwarenindustrie	1,28	3,41	4,69	1,51	3,77	5,28
Papier- und pappeverarbeitende Industrie	1,94	4,22	6,16	2,31	4,79	7,10
Druckerei- und Vervielfältigungsindustrie	1,36	3,07	4,43	1,49	3,45	4,94
Kunststoffverarbeitende Industrie	2,54	5,36	7,90	2,69	5,74	8,43
Lederindustrie	1,13	2,86	3,99	1,57	3,40	4,97
Textilindustrie	2,42	3,74	6,16	2,85	4,22	7,07
Bekleidungsindustrie	0,68	2,72	3,40	0,91	3,20	4,11
Nahrungs- und Genußmittelindustrien				1,96 ^a	5,04 ^a	7,00 ^a
Mühlenindustrie	1,52	4,96	6,48	1,54	6,01	7,55
Ölmühlen- und Margarineindustrie	1,14	2,81	3,95	1,11	3,25	4,36
Zuckerindustrie	3,23	5,73	8,96	4,75	7,40	12,15
Brauerei und Mälzerei	2,31	2,97	5,28	3,19	3,82	7,01
Tabakverarbeitende Industrie	0,38	0,72	1,10	0,49	0,85	1,34
Sonstige Nahrungs- und Genußmittelindustrien	1,58	4,95	6,53	2,01	6,11	8,12
Industrie, insgesamt				4,38 ^a	5,40 ^a	9,78 ^a
Verarbeitendes Handwerk und sonstiges produzierendes Gewerbe ^b	1,59	4,10	5,69	1,95	4,88	6,83
Baugewerbe	1,24	3,90	5,14	2,01	4,97	6,98
Großhandel	0,86	1,85	2,71	1,06	2,31	3,37
Einzelhandel	1,33	1,70	3,03	1,80	2,16	3,96
Eisenbahnen	5,44	3,78	9,22	5,40	4,37	9,77
Schifffahrt, Wasserstraßen und Häfen	4,06	2,60	6,66	5,77	3,53	9,30
Übriger Verkehr ^c	7,16	5,61	12,77	9,08	7,30	16,38
Nachrichtenübermittlung (Bundespost)	1,31	1,22	2,53	1,62	1,49	3,11
Kreditinstitute und Versicherungsgewerbe	0,68	1,78	2,46	0,72	2,12	2,84
Wohnungsvermietung	4,83	3,08	7,91	5,41	3,74	9,15
Sonstige Dienstleistungen ^d	1,07	1,96	3,03	1,28	2,37	3,65

^a Mit dem Umsatz gewogenes arithmetisches Mittel. - ^b Einschließlich Industrie mit weniger als 10 Beschäftigten. - ^c Straßenverkehr, Verkehrsnebgewerbe, Luftverkehr und Rohrfernleitungen. - ^d Einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbscharakter.

Sektor Haushalte und Kleinverbraucher

64. Dieser Sektor der Energiebilanz umfaßt sehr heterogene Bereiche¹. Eine Disaggregation in Teilbereiche ist nur für den Stromverbrauch möglich und soll im Anschluß an die Globalbetrachtung vorgenommen werden.

Der Verbrauch von Endenergie des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher hat während des Beobachtungszeitraums mit jährlich 4,9 vH deutlich stärker zugenommen als der gesamte Endenergieverbrauch. Dabei hat sich der Anteil dieses Sektors am Endenergieverbrauch von 36 vH Anfang 1960 bis auf 44,4 vH im Jahr 1975 erhöht; damit ist der Sektor Haushalte und Kleinverbraucher zum größten Verbrauchssektor aufgerückt (Tabelle 3).

Über die Verwendungsbereiche des Endenergieverbrauchs dieses Sektors liegen verschiedene Schätzungen vor, die nicht sonderlich stark differieren².

65. Der Endenergieverbrauch des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher von knapp 104 Mill. t SKE im Jahr 1975 (vgl. Tabelle 3) verteilt sich auf die einzelnen Verwendungsbereiche wie folgt:

	Mill. t SKE	vH
Raumheizung	85	82
Warmwasser	12	11
Licht, Kraft, Kochen	7	7

Nach dieser mittleren Schätzung entfällt der überwiegende Teil des Endenergieverbrauchs des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher auf die Raumheizung; aber auch die Warmwasserbereitung erfordert mehr Energie als die übrigen, vorwiegend elektrisch betriebenen Verwendungsarten.

¹ Neben den privaten Haushalten im engeren Sinn zählen hierzu Industriebetriebe mit weniger als 10 Beschäftigten, öffentliche Einrichtungen, Handel und Gewerbe sowie die Landwirtschaft. Wegen ihres geringen Gewichts wurden auch die militärischen Dienststellen diesem Sektor zugeschlagen.

² Im folgenden sind einige Schätzungen wiedergegeben.

Schätzung von:	Anteil der Verwendungsart am Endenergieverbrauch		
	Raumheizung	Warmwasser	Licht, Kraft und Kochen
ZVEI ^a	84	10	6
WSI ^b	84	11	5
Teufel ^c	81	12	7
Bossel ^d	80	12	8

^aZentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. [1977]. - ^bWSI - Mitteilungen" [1977]. - ^cTeufel [1976, S. 14]. - ^dBossel [1976, S. 20].

66. Die wichtigsten Bestimmungsfaktoren der Zunahme des Energieverbrauchs für Heizzwecke und Warmwasserbereitung sind neben der Einkommens- und Preisentwicklung:

- die Wohnbevölkerung
- die Anzahl der Haushalte
- der Raumbedarf pro Person
- die Wahl des Heizungssystems

Die Entwicklung von Wohnbevölkerung und Privathaushalten zeigt Tabelle 11.

Tabelle 11 - Wohnbevölkerung und Privathaushalte in der Bundesrepublik^a 1975, 1980 und 1985
(in 1 000)

	1975	1980	1985
Wohnbevölkerung ^b			
insgesamt	61 645	.	.
ohne Ausländer	57 737	56 685	55 599
Privathaushalte ^c	23 722	23 363	23 727
Einpersonenhaushalte	6 554	6 605	7 026
Anzahl der Personen je Haushalt	2,60	2,58 ^d	2,52 ^d

^aJeweils am Jahresende. - ^bUnter Berücksichtigung von Wanderungen. -
^cEinschließlich Ausländer-, ohne Anstaltshaushalte. - ^dSchätzung des HEA.

Quelle: Statistisches Bundesamt ["Wirtschaft und Statistik" 1976, S. 342 f.]. - HEA [Statistisches Faltblatt 1976, S. 8].

Von der Entwicklung der Wohnbevölkerung und der Anzahl der Haushalte sind demnach kaum expansive Effekte auf die Nachfrage nach Heizwärme und Warmwasser zu erwarten. Hingegen könnte von einer Zunahme der verfügbaren Einkommen, des Wohnbedarfs pro Kopf und der weiteren Verbreitung von Sammelheizungen eine expansive Nachfrageentwicklung ausgehen. Somit würde sich bei einem weiteren Wirtschaftswachstum keine Stagnation des Wärmebedarfs für Heizzwecke abzeichnen. Dem stehen allerdings einige gegenläufige Entwicklungstendenzen gegenüber.

67. Der Beitrag von etwa 85 Mill. t SKE für die Raumheizung des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher wird als das größte Potential einer Strategie der Energieeinsparung betrachtet. Durch eine Verbesserung der Wärmedämmung bestehender Häuser und geänderte Bauvorschriften für Neubauten sowie durch eine Verbesserung und Modernisierung von Heizanlagen (vgl. Ziff. 37) hofft die Bundesregierung bis 1985 etwa einen Energieeinsatz von 17,5 Mill. bis 22,5 Mill. t SKE im Jahr zu sparen¹. Um ein mittleres Ziel einer Heizenergieersparnis von 20 Mill. t SKE bis 1985 zu erreichen, müßte die realisierte Rate der Energieeinsparung etwa 2,6 vH pro Jahr gegenüber dem Verbrauch des jeweiligen Vorjahres betragen.

¹ Vgl. Deutscher Bundestag [Drucksache 7/3595]. - Das Einsparungspotential des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher wird von Schäfer [o.J., S. 45] bis zum Jahr 1985 durch eine Verbesserung der Raumkonditionierung auf 27 Mill. t SKE geschätzt. Die OECD-Studie [1977, S. 72] beziffert das Einsparungspotential dieses Sektors bis 1985 auf 15 - 20 vH des jetzigen Endenergieverbrauchs bei allen OECD-Ländern. Für die Bundesrepublik wird die erzielbare Einsparung an Heizenergie durch bessere Gebäudeisolierung bis 1985 mit 25 bis 35 vH beziffert.

68. Zur Energieeinsparung bei der Raumheizung und der Warmwasserbereitung werden vor allem drei Vorschläge diskutiert:

- der Einsatz von Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung und für Heizzwecke;
- der Einsatz von Wärmepumpen für Heizzwecke;
- die Nutzung der Abwärme von Kraftwerken sowie von Prozeßwärme zur Bereitstellung von Fernwärme für Haushalte und Kleinverbraucher.

69. Der Einsatz von Sonnenkollektoren zur Warmwasserbereitung sowie zur Deckung eines Anteils der Heizenergie hat in den letzten Jahren ein starkes Interesse gewonnen. Durch Flachglaskollektoren wird die Energie der einfallenden Sonnenwärme an ein Medium (in der Regel Wasser) abgegeben und in einem Speicher gesammelt. Die Technologie kann als ausgereift bezeichnet werden, und derartige Systeme werden in der Bundesrepublik Deutschland von etwa dreißig, vornehmlich mittelständischen Herstellern angeboten. Einer breiten Anwendung stehen vor allem noch folgende Faktoren entgegen:

- Das System liefert die Energiemengen bei den heutigen Energiepreisen noch nicht so kostengünstig wie traditionelle Systeme¹;
- das Problem der Wärmespeicherung, insbesondere über längere Zeiträume, ist noch nicht endgültig gelöst;
- die Kollektorflächen, die auf einem Hausdach montiert werden können, reichen in der Regel nur zur Aufheizung des Brauchwassers und können noch keinen nennenswerten Beitrag zur Bereitstellung von Heizenergie liefern.

Der aussichtsreichste Einsatz von Sonnenkollektoren liegt demnach in der Warmwasserbereitung; hier könnten sie dazu beitragen, die heute für diesen Zweck bereitzustellende Energiemenge von 12 Mill. t SKE zu senken. Wie schnell ein nennenswerter Beitrag der Sonnenkollektoren zur Bereitstellung von Brauchwasser geleistet werden kann, hängt von zu vielen Faktoren ab, als daß hier eine Prognose sinnvoll erscheint.

70. Im Gegensatz zu den Sonnenkollektoren sind die Wärmepumpen² so konzipiert, daß sie den Bedarf an Heizenergie weitgehend decken können. Sie werden überwiegend elektrisch betrieben³. Der erzielbare Wirkungsgrad der hierfür benötigten Energie beträgt bei den meisten Wärmepumpen und unter günstigen Bedingungen 1 : 3; d. h. , eine Einheit Strom erzeugt drei Wärmeäquivalente Heizenergie. Das entspricht ziemlich genau dem Verlust an Primärenergie bei der Stromerzeugung; d. h. , für eine Einheit Strom werden drei Äquivalenteinheiten Primärenergie benötigt. Von dieser Energiebilanz aus gesehen bringt der Einsatz der elektrisch betriebenen Wärmepumpen kaum einen Gewinn, wohl aber gegenüber anderen mit Elektrizität betriebenen

¹ Die Informationen über die Wirtschaftlichkeit der Sonnenkollektoren sind noch sehr lückenhaft, vermutlich, weil bisher hinreichend verallgemeinerungsfähige Erfahrungswerte nicht vorliegen. Bei Systemen der Brauchwasserbereitung durch Flachglaskollektoren scheint die Rentabilitätsschwelle dann erreicht zu sein, wenn sich der Heizölpreis nach dem heutigen Stand verdoppelt hat oder sich die heutigen Investitionsausgaben halbiert haben [vgl. Krinninger 1977, S. 103 f.].

² Wärmepumpen arbeiten mit einer Umkehrung der Kühlschranksfunktion. Sie entziehen der Umgebung (Boden, Luft, Grundwasser) Wärmeenergie auf niedrigem Temperaturniveau und heben es auf ein für Heizzwecke und Warmwasserbereitung geeignetes Niveau an. Denkbar wäre auch, die von einem öffentlichen Fernwärmenetz gelieferten Wassertemperaturen auf ein für Heizzwecke und Warmwasserbereitung notwendiges Niveau durch den Einsatz von Wärmepumpen beim Endverbraucher anzuheben (vgl. Ziff. 58). Bei tiefen Außentemperaturen müssen bivalente Heizungssysteme eingesetzt werden. Zur Funktionsweise der Wärmepumpe und ihren Anwendungsmöglichkeiten vgl. Orth [1977]. - Krin [1976].

³ Neben den elektrisch betriebenen Wärmepumpen wurden auch solche für Gas- und Dieseltrieb entwickelt. Für diese treffen die folgenden Überlegungen nicht zu.

Wärmeaggregaten. Deshalb sind hier zwei positive Aspekte hervorzuheben:

- Einmal ist der Wirkungsgrad der Wärmepumpen sehr viel höher als der der heute üblichen elektrischen Nachtspeicherheizungen. Werden diese durch die Wärmepumpen verdrängt, so wäre damit ein hoher Nettoeffekt verbunden;
- zum anderen substituieren elektrisch betriebene Wärmepumpen in der Regel einen alternativen Einsatz von Heizöl. Dadurch kann einerseits eine elegante Substitution von Heizöl durch die zur Verstromung notwendige Primärenergie erreicht werden, andererseits wird der Umfang der Schadstoffemission vermutlich reduziert werden¹.

71. Einem schnellen Einsatz von Wärmepumpen zur Deckung des Heizenergiebedarfs der Haushalte und Kleinverbraucher stehen vor allem die folgenden Gründe entgegen:

- Wärmepumpen - ähnlich wie Sonnenkollektoren - sind bei den heutigen Energiepreisen noch nicht so wirtschaftlich wie herkömmliche Heizsysteme²;
- die hohen Einbaukosten eines Heizsystems auf der Basis von Wärmepumpen sind nur bei Neubauten bzw. bei Ein- bis Zweifamilienhäusern vertretbar³.

Es ist zwar technisch bereits möglich, den Energiebedarf für Heizung und Brauchwasser für Ein- und Zweifamilienhäuser durch einen kombinierten Einsatz von Sonnenkollektoren und Wärmepumpen weitgehend zu decken, doch wird der Einbau solcher Systeme wohl vorerst auf einen Bruchteil des jährlichen Zubaus von Wohngebäuden beschränkt bleiben. Die weitere Entwicklung der Energiepreise sowie die mögliche Senkung der Investitionsausgaben für Systeme zur Nutzung der Solarenergie durch eine künftige Massenfertigung und/oder durch staatliche Förderungsmaßnahmen werden die Marktanteile dieser Systeme entscheidend beeinflussen.

72. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß beim Sektor Haushalte und Kleinverbraucher langfristig durch folgende Maßnahmen eine Verminderung des Energieverbrauchs für die Raumheizung und Warmwasserbereitung erwartet werden kann:

- bessere Gebäudeisolierung und Verbesserung der Heizungsanlagen;
- Einführung neuer Technologien zur Verwertung der Sonnenenergie;
- Erhöhung des Wirkungsgrades der Kraftwerke durch eine Wärme-Kraft-Koppelung.

Diese drei Einsparungsmöglichkeiten könnten künftig durchaus den verbrauchserhöhenden Effekt einer zunehmenden Wohnfläche pro Kopf bei steigendem Einkommen und einer weiteren Zunahme von Sammelheizungen überkompensieren. Im Bereich des Wärmeverbrauchs der Haushalte und Kleinverbraucher ist daher eine weitgehende Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Zunahme des Energieverbrauchs am ehesten zu erwarten.

¹ Die zentrale Energieerzeugung in Elektrizitätswerken ermöglicht eine stärkere Schadstoffzurückhaltung als die Verbrennung von fossilen Brennstoffen in Einzelfeuerungsanlagen.

² Die Rentabilitätsschwelle wird bei den Wärmepumpen wahrscheinlich eher erreicht werden als bei den Flachglaskollektoren. Eine neuere Rentabilitätsanalyse ergab, daß die jährlichen Betriebsausgaben (einschließlich Verzinsung und Amortisation) bei Systemen mit Wärmepumpen knapp 20 vH höher als bei Ölheizungen und etwa 50 vH höher als bei Gasheizungen waren. Bereits geringe Ölpreissteigerungen oder Reduzierungen der Anfangsinvestition werden den Einsatz von Wärmepumpen rentabel machen [vgl. Rudolph 1977].

³ Die Vorlauftemperaturen der Wärmepumpen sind niedriger als die konventioneller Heizsysteme. Deswegen sollten Wärmepumpen in Verbindung mit einer Fußbodenheizung betrieben werden. Diese zusätzlichen Investitionskosten würden den Einsatz von Wärmepumpen bei bestehenden Gebäuden stark verteuern. Den besten Wirkungsgrad erzielt man mit Wärmepumpen, die die Umgebungswärme dem Grundwasser entnehmen können. Auch die Anlage eines Grundwasserbrunnens ist bei einem Neubau kostengünstiger zu erstellen als bei einem bestehenden Gebäude.

73. Wurde der Endenergieverbrauch des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher bisher ohne eine Spezifizierung des Energieträgers untersucht, so soll im folgenden der künftige Elektrizitätsverbrauch dieses Sektors ermittelt werden. Hierbei wird auf eine detailliertere Unterteilung der Verwendungssektoren zurückgegriffen, als dies bei der bisherigen Analyse der Fall war.

Tabelle 12 - Der Stromverbrauch ausgewählter Verbrauchseinheiten in der Bundesrepublik 1975

	Verbrauch		Jahresdurchschnittliche Änderungsrate (vH) 1973/75 : 1960/62
	TWh ^a	vH	
Private Haushalte	67,8	57,2	12,3
Handel und Gewerbe	27,2	22,9	9,2
Öffentliche Einrichtungen	17,3	14,6	9,9
Landwirtschaft	6,3	5,3	8,3
Haushalte und Kleinverbraucher insgesamt	118,6	100,0	.

^aTWh = 1 Mrd. kWh.

Quelle: Tabelle A 9.

74. Die privaten Haushalte hatten innerhalb des Sektors Haushalte und Kleinverbraucher nicht nur mit fast 60 vH das größte Gewicht, sondern auch die mit Abstand höchste jahresdurchschnittliche Zuwachsrate aller Verwendungsbereiche zu verzeichnen. Dadurch erhöhte sich der Stromanteil der Haushalte am Inlandsverbrauch von gut 11 vH im Jahr 1960 auf fast 25 vH im Jahr 1975 (Tabelle A 9). In der Vergangenheit wurden die hohen Zuwachsraten des Stromverbrauchs weitgehend von dieser Verbrauchsgruppe getragen. Es bleibt zu untersuchen, ob dies auch künftig erwartet werden kann.

75. Die Hauptbestimmungsfaktoren der Stromnachfrage der privaten Haushalte sind:

- die Anzahl der Haushalte und das verfügbare Einkommen,
- das Ausmaß, in dem Strom zur Raumheizung verwendet wird,
- der Ausstattungsgrad mit elektrischen Haushaltsgeräten und deren Anschlußwert und Betriebsdauer.

76. Die Entwicklung der durchschnittlichen Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräten ist aus Tabelle 13 ersichtlich. Bei der Schätzung des mit diesen Ausstattungsgraden einhergehenden Stromverbrauchs soll auf ein Verbrauchsmodell von Kliemt [1975] zurückgegriffen werden. Das Produkt aus Anschlußwert und jahresdurchschnittlicher Nutzungsdauer ergibt den Stromverbrauch pro Elektrogerät in kWh/a. Multipliziert man diese Spalte mit dem Sättigungsgrad, erhält man den Jahresstromverbrauch des Durchschnittshaushalts¹. Für das Jahr 1972 ergibt sich nach dieser Modellrechnung ein Jahresverbrauch von 2 161 kWh. Der Stromverbrauch pro Haushalt betrug 1972 nach Tabelle A 10 aber 2 611 kWh/a. Die Differenz von 450 kWh/a erklärt sich ziemlich genau mit dem Stromverbrauch der Elektrospeicherheizungen der Haushalte, die in diesem Verbrauchsmodell keine Berücksichtigung finden.

¹ Um die Güte dieses Verbrauchsmodells bei der Erklärung des Stromverbrauchs der Vergangenheit zu testen, wurde die Ausstattungsstruktur des Jahres 1960 (Tabelle 13, Zeile 1) mit der geschätzten Stromverbrauchsstruktur multipliziert und der Posten Sonstiges (Beleuchtung, Kleingeräte etc.) von 1972 mit der allgemeinen Rate des Verbrauchsanstiegs der Haushalte auf das Jahr 1960 abdiskontiert. Der so ermittelte theoretische Verbrauch pro Haushalt beträgt für das Jahr 1960: 738 kWh/a. Dieser theoretische Wert differiert nur unwesentlich von dem tatsächlichen Stromverbrauch pro Haushalt, der 1960: 724 kWh/a betrug (vgl. Tabelle A 10).

Tabelle 13 - Der Ausstattungsgrad der privaten Haushalte mit elektrischen Haushaltsgeräten und Prognose des Stromverbrauchs der privaten Haushalte in der Bundesrepublik 1960-1975 und 1985

a. Ausstattungsstruktur

Jahr	Von 100 Haushalten waren ... Haushalte mit folgenden Elektrogeräten ausgestattet						
	Kühl-schrank	Fernseh-gerät	Wasch-maschine	Elektro-herd	Gefrier-gerät	Heißwasser-bereiter	Geschirr-spüler
1960	41	24	29	40	1	11	.
1965	74	60	51	51	6	26	1
1966	76	65	56	55	8	31	1
1968	83	74	66	59	15	38	2
1970	85	84	74	61	21	44	4
1971	88	84	77	64	25	45	5
1972	86	90	79	63	29	46	6
1973	86	92	82	65	34	45	8
1974	92	94	84	66	36	46	10
1975	92	94	86	68	41	46	12
1985	99	98	88	78	67	60	34

b. Verbrauchsstruktur und Sättigungsgrad

Gerät	Durchschnitt-licher Strom-verbrauch pro Gerät	1972		1985	
		Sätti-gungs-grad	spezifischer Stromver-brauch des Durchschnitts-haushalts	Sätti-gungs-grad	spezifischer Stromver-brauch des Durchschnitts-haushalts
		kWh/a	vH	kWh/a	vH
Kühlschrank	300	86	258	99	297
Fernsehgerät	200	90	180	98	198
Waschmaschine	300	79	237	88	264
Elektroherd	600	63	378	78	468
Gefriergerät	600	29	174	67	402
Heißwasserbereiter	1 300	46	598	60	780
Geschirrspüler	700	7	49	34	238
Wäschetrockner	700	3	21	18	126
Sonstiges (Beleuchtung, Kleingeräte usw.)	.	.	266	.	327
Durchschnittlicher Stromverbrauch insgesamt			2 161		3 100

Quelle: HEA [1976]. - Kliemt [1975].

77. Die Prognose der Sättigungsgrade¹ für das Jahr 1985 wurde mit der Struktur des Verbrauchsmodells multipliziert; der daraus resultierende Stromverbrauch pro Haushalt beträgt 1985 demzufolge etwa 3 100 kWh/a, ohne daß hierbei der Verbrauch der Elektrospeicherheizungen berücksichtigt ist. Bezogen auf den Stromverbrauch des Jahres 1972 (2 161 kWh/a) bedeutet dies einen jahresdurchschnittlichen Anstieg des Stromverbrauchs pro Haushalt bis 1985 in Höhe von 2,8 vH. Das ist ein überraschend niedriger Wert². Da die Nachtstromtäler durch den zügigen Ausbau der Elektrospeichergeräte aber schon weitgehend aufgefüllt sind, ist hier kaum noch Spielraum für eine weitere Ausdehnung der privaten Nachfrage in diesem Bereich gegeben³. Sofern sich neue Kapazitäten zur Bereitstellung von Nachtstrom im Grundlastbereich abzeichnen, sollte überdies geprüft werden, ob dann nicht eher Wärmepumpen anstelle von Elektrospeichergeräten zum Einsatz kommen sollten (vgl. Ziff. 71).

Auch von der Entwicklung der Anzahl der Haushalte wird zumindest bis 1985 keine stimulierende Wirkung auf den Stromverbrauch ausgehen; denn bis 1980 ist eine rückläufige Tendenz zu erwarten, die durch Anstieg bis 1985 zwar kompensiert, aber letztlich kaum das Niveau von 1975 überschreiten wird (vgl. Tabelle 11).

78. Berücksichtigt man einen gewissen, wenn auch geringen Expansionsspielraum für den zusätzlichen Bedarf, der von einem vermehrten Einsatz von Wärmepumpen ausgeht, so erscheint eine künftige Zuwachsrate des Stromverbrauchs der Haushalte in der Größenordnung von 3 vH pro Jahr bis 1985 als durchaus realistisch. Die Zuwachsraten der Vergangenheit (1960 - 1975: 10,2 vH pro Haushalt und Jahr; vgl. Tabelle A 10) werden künftig nachfragebedingt auf recht enge "Grenzen des Wachstums" stoßen. In der augenblicklichen Situation dürfte es für die Elektrizitätsversorgungsunternehmen schwer sein, diese Grenzen durch eine Erschließung neuer Absatzmärkte in diesem Verbrauchssektor zu überschreiten⁴.

¹ Bei der Prognose der erreichten Sättigungsgrade oder besser: der erreichten Ausstattungsgrade des Jahres 1985 verwendet Kliemt eine zeitliche Fortschreibung mit Hilfe logistischer Funktionen. Diese Methode enthält zwar nicht die Einkommensentwicklung als exogene Variable, aber durch die Trendfortschreibung wird implizit unterstellt, daß sich die Einkommensverbesserungen der Vergangenheit auch in Zukunft fortsetzen werden, der Zeitfaktor diesen Trend also bereits hinreichend berücksichtigt. Sollte dies künftig nicht der Fall sein, so sind die Prognosen von Kliemt als eher zu optimistisch zu werten. Sättigungsgrade in dem Sinne, daß bei einer weiteren Einkommenserhöhung keine Zunahme des durchschnittlichen prozentualen Ausstattungsgrades der Haushalte mit gewissen Gütern zu erwarten ist, sind im übrigen weit unter jener Grenze denkbar, bei der dieser Sättigungsgrad 100 vH erreicht. Vgl. hierzu Schmidt [1976].

² Der allgemeine Stromverbrauch (ohne den für Heizzwecke) der Haushalte erreicht nach einer Prognose des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität Köln bis zum Jahr 1985 jahresdurchschnittliche Zuwachsraten zwischen 2,95 und 3,9 vH. Allerdings wird in dieser Prognose der weitere Anstieg des Stromverbrauchs für Heizsysteme mit einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate von 7,2 vH bis 1985 sehr optimistisch beurteilt. Die Zunahme des gesamten Stromverbrauchs bis 1985 wird auf 4,9 bis 5,3 vH pro Jahr geschätzt [vgl. Schmitt, Mönig, Sudig 1976, S. 54-62 und 69].

³ Um die Nachtstromtäler aufzufüllen und dadurch einen günstigeren Lastfaktor zu erreichen, propagierten die Elektrizitätsversorgungsunternehmen seit Mitte der sechziger Jahre stark den Einbau von Elektrospeicherheizungen ("Strom kommt sowieso ins Haus, nutz' das aus"). Für den Betrieb von Elektrospeicherheizungen mit Nachtstrom wurde ein günstiger Schwachlasttarif angeboten. Die Einführung der Elektrospeichergeräte erwies sich als überaus erfolgreich; Ende 1975 erreichte der Anschlußwert der Elektrospeicherheizungen 23,1 Gigawatt. Damit sind aber die Nachtstromtäler auch bereits weitgehend aufgefüllt. Ende 1975 sind 1,54 Mill. Wohnungen - etwa 6,8 vH des Wohnungsbestandes - mit einer Elektrospeicherheizung als Vollheizung ausgerüstet. Vgl. Die Elektrizitätswirtschaft der Bundesrepublik Deutschland 1975 ["Elektrizitätswirtschaft", Jg. 75 (1976), H. 23, S. 9 f.].

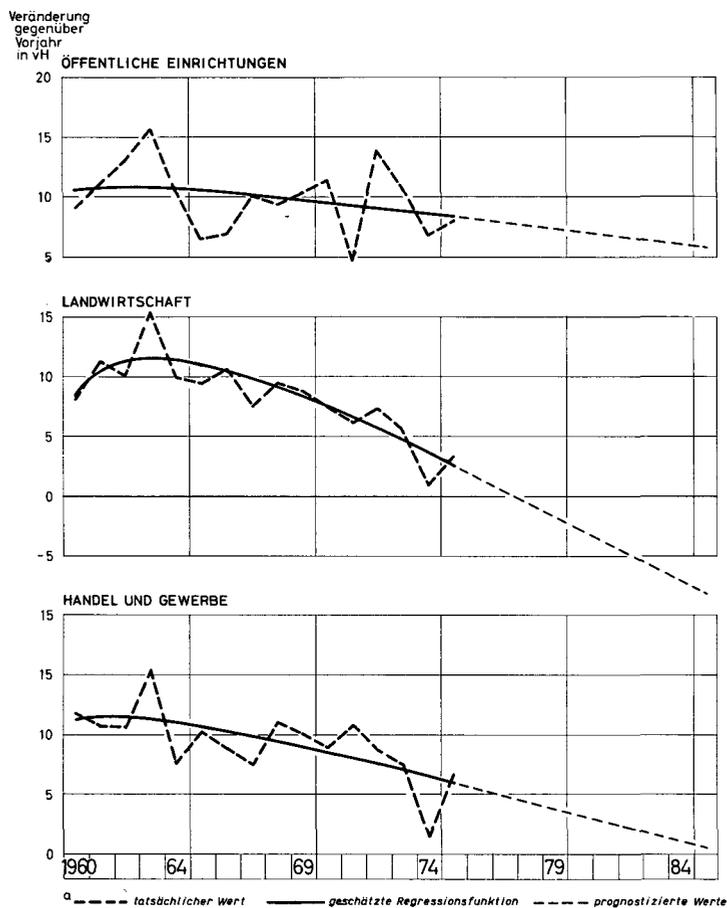
⁴ Zwar sind neue Produkte denkbar, die in Tabelle 13 noch nicht enthalten sind, diese könnten jedoch auch jetzige Elektrogeräte substituieren und einen geringeren Stromverbrauch aufweisen.

79. Anders als bei den privaten Haushalten ist es für die Verbrauchsbereiche

- Öffentliche Einrichtungen,
- Landwirtschaft sowie
- Handel und Gewerbe

schwierig, ein geeignetes Strukturelement als Leitvariable für den Stromverbrauch zu identifizieren, über das hinreichende statistische Informationen vorliegen [vgl. Bülow, Eckerle 1976, S. 113 f.]. Abweichend von den bisherigen Analysen wurde für diese drei Verbrauchsbereiche der für die Vergangenheit ermittelte Trend der Zuwachsraten des Stromverbrauchs extrapoliert. Der Verlauf der Zuwachsraten sowie die Trendfunktionen sind in Schaubild 6 wiedergegeben¹.

Schaubild 6- Jährliche Änderungsraten des Stromverbrauchs nach ausgewählten Verbrauchergruppen^a in der Bundesrepublik 1960 - 1985



¹ Die Änderungsraten der Jahre 1960 - 1975 wurden Tabelle A 10 entnommen. Die Regressions-schätzungen wurden mit den in Tabellen A 3 und A 6 wiedergegebenen Funktionstypen vorgenommen und jeweils die Funktion mit dem höchsten Erklärungswert in Schaubild 6 übertragen.

80. Die Zuwachsraten des Stromverbrauchs im Bereich der öffentlichen Einrichtungen lassen keinen klaren Trend erkennen und werden vermutlich auch im Prognosezeitraum recht hoch bleiben. Deutlich rückläufig sind sie im Bereich der Landwirtschaft; hier würde der Stromverbrauch nach der Trendfunktion ab 1978 abnehmen. Im Sektor Handel und Gewerbe sind die Sättigungstendenzen des Stromverbrauchs nicht ganz so ausgeprägt; nach der Trendprognose wird der Stromverbrauch dort bei abnehmenden Zuwachsraten bis 1985 weiterhin zunehmen. Die Trendextrapolationen der drei Bereiche liefern die folgenden jahresdurchschnittlichen Änderungsraten (vgl. Tabelle 14).

Tabelle 14 - Jahresdurchschnittliche Änderungsraten des Stromverbrauchs nach ausgewählten Verbrauchergruppen in der Bundesrepublik 1975 - 1985 (vH)

Verbraucher	Jahresdurchschnittliche Änderungsrate		
	1980/75	1985/80	1985/75
Öffentliche Einrichtungen	7,6	6,3	7,0
Landwirtschaft	- 0,5	- 6,0	- 3,3
Handel und Gewerbe	4,3	1,7	3,0

Quelle: Eigene Berechnungen

81. Soll der gesamte Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher zum sparsameren Energieverbrauch angehalten werden, so könnte auch hier eine Politik der Energiepreiserhöhung durch Einführung einer speziellen Verbrauchssteuer erwogen werden. Anhaltspunkte für die Reaktion der Verbraucher auf diese Preiserhöhungen liefert die Preiselastizität der Nachfrage dieses Sektors.

Tabelle 15 - Kurz- und langfristige Preiselastizitäten^a der Haushalte und Kleinverbraucher in der Bundesrepublik nach Energieträgern 1960 - 1974

Energieträger	Kurzfristig		Langfristig	
	auf der Basis von			
	1960-1973	1960-1974	1960-1973	1960-1974
Kohle	- 0,950	- 0,459	- 2,225	- 0,984
Heizöle	.	- 0,261	(- 0,074)	- 0,354
Gas	- 2,417	(- 1,534	.	.
Strom	(- 0,117)	- 0,236	(- 0,806)	- 1,231

^a Auf der Basis von deflationierten Preisen. Es bedeutet: () = statistisch nicht signifikant, · der ökonomischen Theorie widersprechend.

Quelle: Lehbert [1977, S. 9 f.]

82. Die vorliegenden Daten, die, wie bereits erwähnt (Ziff. 61), vorsichtig zu interpretieren sind, lassen folgende Reaktionen vermuten:

- Ein genereller Anstieg der Energiepreise durch Einführung einer Sondersteuer um den gleichen proportionalen Steuersatz für alle Energieträger (Substitutionssteuer) könnte kurzfristig zu einer verstärkten Verlagerung der Nachfrage auf die Energieträger Heizöl und Strom führen. Will man diesen kurzfristigen Substitutionseffekt vermeiden, muß die Preisanhebung mittels Steuererhebung differenziert nach den einzelnen Energieträgern vorgenommen werden;
- langfristig würde die durch Preiserhöhungen herbeigeführte Abnahme des Stromverbrauchs bei den Haushalten deutlich höher sein, als dies die kurzfristigen Reaktionen vermuten lassen. Hierbei käme wahrscheinlich der langfristig starke Substitutionswettbewerb zum Tragen, dem die Elektrizität mit anderen Energieträgern auf dem Wärmemarkt (Raumheizung und Brauchwasserbereitung) ausgesetzt ist.

Generell ist anzumerken, daß die angeführten Preiselastizitäten der mengenmäßigen Nachfrage offenbar höher sind, als bisher vermutet wurde [vgl. Leibert 1977, S. 1 f].

83. Eine derartige Substitutionssteuer auf fossile Energieträger könnte zu sozialpolitisch unerwünschten Nebeneffekten führen; denn eine bewußte und gezielte Verteuerung könnte die Bezieher unterer Einkommen am härtesten treffen (vgl. Tabelle 16). Während die Belastung der unteren Einkommensgruppen durch Ausgaben für Elektrizität und Brennstoffe zum Heizen und zur Warmwasserbereitung relativ hoch ist, ist sie im Bereich Verkehr mit Ausnahme der Ausgaben für fremde Verkehrsleistungen sehr viel geringer als die der Bezieher höherer Einkommen. Der sozialpolitische Gesamteffekt ist somit nicht eindeutig vorhersagbar. Neben diesen direkten Einkommenseffekten sind jene Effekte zu beachten, die sich aus den Preiserhöhungen für energieintensive Produkte und Dienstleistungen (Güterverkehr) ergeben werden. Eine Quantifizierung dieser Effekte ist derzeit nicht möglich. In diesem Zusammenhang stellt sich generell die Frage, ob es sinnvoll ist, die Preispolitik nach sozialpolitischen Gesichtspunkten zu differenzieren. Wird die Preisgestaltung nach den Verteilungswirkungen hin differenziert, erhöht sich nicht nur die Gefahr einer Fehlallokation von Ressourcen, sondern die erzielten Umverteilungswirkungen werden zudem kaum transparent. Beabsichtigte Umverteilungsmaßnahmen zugunsten bestimmter Einkommensgruppen sollten deshalb nicht an Faktor- und Produktpreisen ansetzen (und diese verzerren), sondern das Marktergebnis durch Transferzahlungen im nachhinein korrigieren.

Sektor Verkehr

84. Der Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr hat mit einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate von knapp 5 vH während des Beobachtungszeitraums von 1960 bis 1975 etwas stärker zugenommen als das reale Bruttoinlandsprodukt. Seine Expansion wurde vor allem von dem kräftigen Anstieg des gesamten Straßenverkehrs getragen, auf den 1975 allein gut 85 vH des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors entfielen (Tabelle 17). Der Endenergieverbrauch hat dort um jährlich etwa 7,6 vH zugenommen. Die wichtigsten Bestimmungsgründe des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor sind:

- die Kraftfahrzeugdichte,
- die Fahrleistung pro Kraftfahrzeug,
- der Treibstoffverbrauch pro Kraftfahrzeugkilometer.

Tabelle 16 - Verbrauchsausgaben ausgewählter privater Haushalte in der Bundesrepublik je Haushalt und Monat 1976

Verwendungszweck	Haushaltstyp I ^a			Haushaltstyp II ^b			Haushaltstyp III ^c		
	absolut in DM	in vH		absolut in DM	in vH		absolut in DM	in vH	
		A	B		A	B		A	B
Nahrungs- und Genußmittel	340,21	38,8	33,7	583,13	29,7	24,8	707,60	22,7	17,6
Kleidung und Schuhe	55,85	6,4	5,5	176,61	9,0	7,5	299,53	9,6	7,4
Wohnungsmieten	198,22	22,6	19,7	306,88	15,7	13,1	456,70	14,7	11,3
Elektrizität, Gas, Brennstoffe u. ä. davon:	67,91	7,7	6,7	102,46	5,2	4,4	140,21	4,5	3,5
Elektrizität	28,77	3,3	2,9	43,87	2,2	1,9	53,11	1,7	1,3
Gas	7,34	0,8	0,7	13,76	0,7	0,6	17,42	0,6	0,4
Kohle und sonstige feste Brennstoffe	10,31	1,2	1,0	4,37	0,2	0,2	1,80	0,1	0,0
Flüssige Brennstoffe (ohne Kraftstoffe)	7,16	0,8	0,7	15,20	0,8	0,6	29,58	0,9	0,7
Umlagen für Zentralheizung und Warmwasser	14,33	1,6	1,4	25,25	1,3	1,1	38,30	1,2	1,0
Übrige Güter für die Haushaltsführung	74,23	8,5	7,4	184,27	9,4	7,8	297,26	9,5	7,4
Verkehr, Nachrichtenübermittlung davon:	48,18	5,5	4,8	280,21	14,3	11,9	561,04	18,0	13,9
Kraftfahrzeuge und Fahrräder	1,88	0,2	0,2	110,91	5,7	4,7	254,66	8,2	6,3
Kraftstoffe	3,30	0,4	0,3	62,12	3,2	2,6	104,71	3,4	2,6
Sonstige Ge- und Verbrauchsgüter	0,69	0,1	0,1	14,19	0,7	0,6	24,09	0,8	0,6
Reparaturen u. ä.	2,73	0,3	0,3	34,34	1,8	1,5	73,94	2,4	1,8
Fremde Verkehrsleistungen	22,83	2,6	2,3	28,32	1,4	1,2	46,32	1,5	1,2
Nachrichtenübermittlung	16,75	1,9	1,7	30,32	1,5	1,3	57,31	1,8	1,4
Körper- und Gesundheitspflege	31,08	3,5	3,1	58,35	3,0	2,5	184,93	5,9	4,6
Bildung und Unterhaltung	41,42	4,7	4,1	185,44	9,5	7,9	298,72	9,6	7,4
Persönliche Ausstattung; sonstige Güter	20,47	2,3	2,0	83,41	4,3	3,5	171,08	5,5	4,3
Ausgaben für den privaten Verbrauch	877,58	100	87,0	1 960,74	100	83,4	3 117,07	100	77,4
Übrige Ausgaben	45,05	.	4,5	123,27	.	5,2	322,57	.	8,0
Veränderung (+/-) der Vermögens- und Finanzkonten	+86,23	.	8,5	+267,89	.	11,4	+586,67	.	14,6
Ausgabefähige Einkommen und Einnahmen	1 008,86	.	100	2 351,90	.	100	4 026,32	.	100

^aZwei-Personen-Haushalte von Renten- und Sozialhilfeempfängern mit geringem Einkommen. - ^bVier-Personen-Arbeitnehmerhaushalte mit mittlerem Einkommen. - ^cVier-Personen-Haushalte von Beamten und Angestellten mit höherem Einkommen. -

A: in vH der Ausgaben für den privaten Verbrauch.
B: in vH der ausgabefähigen Einkommen und Einnahmen.

Quelle: Statistisches Bundesamt ["Wirtschaft und Statistik" 1977, S. 392⁺ ff.] - Eigene Berechnungen.

Tabelle 17 - Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr nach Verkehrsträgern und Energieträgern in der Bundesrepublik 1960-1975

Verkehrsträger nach Energieträgern	1960		1965		1970		1975		Jahresdurchschnittliche Änderungsrate der Dreijahresdurchschnitte	
	Mill. t	vH	<u>1973-75</u> 1960-62	<u>1973-75</u> 1965-67						
	SKE		SKE		SKE		SKE			
Bahnen	8,5	(37,6)	6,0	(19,9)	4,0	(10,1)	2,6	(5,6)	- 7,5	- 6,5
davon:		100		100		100		100		
Feste Brennstoffe	7,4	87,1	4,3	72,9	1,8	45,0	0,4	15,4	- 16,2	- 18,0
Dieselmotorkraftstoff	0,3	3,5	0,5	8,5	0,7	17,5	0,8	30,8	8,2	5,7
Heizöl (l+s)	0,3	3,5	0,4	6,8	0,5	12,5	0,3	11,5	0,7	- 1,1
Strom	0,5	6,0	0,7	11,8	1,0	25,0	1,1	42,3	6,3	5,8
Straßenverkehr	12,7	(56,2)	22,1	(73,2)	31,9	(80,8)	39,4	(85,3)	7,6	6,0
davon:		100		100		100		100		
Motorbenzin	8,0	63,0	15,1	68,3	22,7	71,2	29,1	73,9	8,8	6,6
Dieselmotorkraftstoff	4,6	36,3	7,0	31,7	9,2	28,8	10,3	26,1	5,3	4,3
Flüssiggas	0,1	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Luftverkehr	0,4	(2,2)	1,1	(3,3)	2,3	(5,8)	2,9	(6,3)	15,3	10,5
davon:		100		100		100		100		
Flugbenzin	0,2	50,0	0,2	18,2	0,1	4,3	0,1	3,5	- 6,8	- 10,8
Turbinenkraftstoff	0,2	50,0	0,9	81,8	2,2	95,7	2,8	96,5	19,1	12,1
Binnenschifffahrt	1,0	(4,0)	1,1	(3,6)	1,3	(3,3)	1,3	(2,8)	2,4	2,7
davon:		100		100		100		100		
Feste Brennstoffe	0,2	20,0	0,1	9,1	-	-	-	-	-	-
Dieselmotorkraftstoff	0,8	80,0	1,0	90,9	1,2	100	1,3	100	3,8	3,5
Verkehrsträger insgesamt	22,6	(100)	30,2	(100)	39,5	(100)	46,2	(100)	4,9	4,7
davon:										
Feste Brennstoffe	7,6	34,2	4,4	14,6	1,8	4,6	0,4	0,9	- 16,4	- 18,1
Mineralöl	14,0	61,8	24,6	81,4	36,1	91,4	44,4	96,1	7,8	6,1
davon:										
Vergaserkraftstoff	8,0	35,3	15,2	50,3	22,7	57,5	29,1	63,0	8,7	6,5
Dieselmotorkraftstoff	5,7	25,1	8,5	28,1	11,2	28,3	12,4	26,8	5,2	4,3
Turbinenkraftstoff	0,3	1,4	0,9	3,0	2,2	5,6	2,9	6,3	18,2	12,2
Strom	0,5	2,1	0,7	2,3	1,0	2,5	1,1	2,4	6,3	5,8
Sonstige Energieträger	0,2	1,9	0,5	1,7	0,6	1,5	0,3	0,6	0,0	- 1,9

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen [1950-1975]. - Eigene Berechnungen.

85. Der Bestand an Kraftfahrzeugen betrug am 1. Januar 1977 etwa 22,4 Mill. Fahrzeuge, davon allein 19,2 Mill. Personenkraftwagen¹. Dies entsprach einem Pkw-Bestand von etwa 520 Pkw je 1 000 der fahrfähigen Bevölkerung². Die Schätzungen eines Sättigungsgrades, ab dem der Pkw-Bestand im Zeitverlauf auch bei zunehmendem Pro-Kopf-Einkommen nicht mehr steigen wird, schwanken zwischen 570 und 646 Pkw je 1 000 der fahrfähigen Bevölkerung; diese Werte dürften erst nach 1985 erreicht werden³. Nimmt man eine Dichtezeitfer von 570 Pkw je 1 000 der fahrfähigen Bevölkerung bis zum Jahr 1985 als realistisch an, so würde der Pkw-Bestand bis dahin um jährlich etwa 1 vH zunehmen.

86. Die durchschnittliche Fahrleistung je Personenkraftwagen - zur Zeit etwa 14 000 km/Jahr - muß im Zeitverlauf keineswegs ansteigen. Da ein zunehmender Teil der Personenkraftwagen als Zweitwagen Verwendung findet, deren durchschnittliche Fahrleistung in der Regel niedriger ist als die der Erstwagen, kann die Fahrleistung pro Pkw künftig durchaus rückläufig sein⁴. Der durchschnittliche Treibstoffverbrauch pro Kraftfahrzeug wird neben der Fahrleistung pro Fahrzeug und der Geschwindigkeit auch durch die Zusammensetzung der Hubraumklassen des Kraftfahrzeugbestandes bestimmt. Die weitere Entwicklung dieser Einflußgrößen wird nicht unwesentlich von den künftigen Bezinpreisen beeinflusst werden.

87. Zusammenfassend kann man feststellen, daß die Zuwachsrate des Energieverbrauchs im Individualverkehr einen geringeren Wert aufweisen wird als in der Vergangenheit.

88. Für den öffentlichen Personenverkehr sowie den gesamten Güterverkehr hingegen kann angenommen werden, daß der Zusammenhang zwischen der Zunahme des Energieverbrauchs dieser Verkehrsbereiche und der des realen Bruttoinlandsprodukts recht eng bleiben wird⁵.

89. In dem gleichen Ausmaß, wie der Energieverbrauch im Straßenverkehr zugenommen hat, ist er bei den Bahnen zurückgegangen (vgl. Tabelle 17). Der Endenergieverbrauch schrumpfte hier um 7,5 vH pro Jahr. Innerhalb der eingesetzten Energieträger zeichnete sich ein Strukturwandel insofern ab, als daß die festen Brennstoffe weitgehend durch Dieselkraftstoff und Elektrizität ersetzt wurden. Von dem Stromverbrauch der Bahnen als dem bisher einzigen stromverbrauchenden Verkehrsträger entfielen 1975 etwa drei Viertel auf die Deutsche Bundesbahn (vgl. Tabelle A 9). Doch da die Elektrifizierung des Bundesbahnstreckennetzes weitgehend abgeschlossen ist⁶ und auch die Zahl der beförderten Personen und Güter im Bahnverkehr in den letzten Jahren rückläufig war⁷ und vermutlich auch bleiben wird, kann davon ausgegangen werden, daß die Bahnen künftig eher weniger als mehr Strom verbrauchen werden.

¹ Personenkraftwagen einschließlich Kombinationskraftwagen (ohne Lastkraftwagen). Zu den Zahlenangaben vgl. Statistisches Bundesamt ["Wirtschaft und Statistik" 1977, S. 379* - 383*]. - Verband der Automobilindustrie [1976]. - Bundesverband des Deutschen Güterfernverkehrs [1977].

² Wohnbevölkerung von 18-65 Jahre (36,7 Millionen 1976).

³ Vgl. Deutsche Shell AG [1975, S. 5 f.]. - Ballensiefen [1975]. - Bülow, Eckerle [1976, S. 63].

⁴ So rechnet die Prognos-Studie mit einem Rückgang der Fahrleistung je Pkw von derzeit 14 000 km/Jahr auf 12 200 km/Jahr im Jahr 2000 [vgl. Bülow, Eckerle 1976, S. 63].

⁵ Auf die voraussichtliche Entwicklung der Marktanteile einzelner Verkehrsträger im öffentlichen Personenverkehr sowie Güterverkehr soll in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden. Vgl. Frank [1976]. - Hopf u. a. [1977].

⁶ Ende 1975 waren fast 35 vH des gesamten Streckennetzes und fast alle Fernverkehrsverbindungen der Deutschen Bundesbahn auf den elektrischen Zugbetrieb umgestellt [vgl. Deutsche Bundesbahn, Geschäftsbericht 1975]. Bei den nicht elektrisch betriebenen Nahverkehrsverbindungen ist mit einem weiteren Rückgang des Streckennetzes zu rechnen.

⁷ Vgl. Statistisches Bundesamt ["Wirtschaft und Statistik" 1977, S. 381*]. Die Zuwachsrate des Stromverbrauchs der Bahnen hat sich in den letzten Jahren deutlich abgeflacht. Nahm der Stromverbrauch 1974 gegenüber dem Vorjahr noch um 1,3 vH zu, so ging er 1975 gegenüber dem Vorjahr um 1,5 vH zurück (vgl. Tabelle A 10).

90. Da der Einsatz batteriebetriebener Personenkraftwagen bis 1985 kaum einen nennenswerten Umfang erreicht haben wird und der Ausbau neuer Nahverkehrssysteme (Magnet-schwebbahn o. ä.) kaum vor diesem Zeitpunkt in Angriff genommen werden dürfte, ist nicht damit zu rechnen, daß sich der bisherige Stromverbrauch des Sektors Verkehr bis 1985 nennenswert erhöht.

91. Der überwiegende Teil des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors entfällt auf den individuellen Straßenverkehr. Deshalb sind gerade in diesem Bereich Maßnahmen zur Energieeinsparung erwogen und durchgeführt worden. So diente die Einführung von Richtgeschwindigkeiten auf Autobahnen ab 1974 auch dem Ziel, den Energieverbrauch im Straßenverkehr zu senken¹. Geplant sind darüber hinaus in diesem Bereich die Förderung folgender Entwicklungen²:

- konstruktive Verbesserung der Motoren und Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes bei einer Reform der Kraftfahrzeugsteuer,
- bessere Information des Verbrauchers über seinen effektiven Benzinverbrauch durch den serienmäßigen Einbau von Benzinverbrauchsanzeigern.

Die OECD-Studie [1977, S. 67-70] beziffert das von den EWG-Ländern bis 1985 erzielbare Einsparungspotential im Verkehrsbereich mit etwa ein Viertel des Jahresverbrauchs. Dabei entfallen etwa 4 Prozentpunkte auf die Einführung von Geschwindigkeitsbegrenzungen und 5 - 10 Prozentpunkte auf die Folgen höherer Kraftstoffpreise.

92. Anhaltspunkte über die Reaktion auf eine weitere Preiserhöhung durch die Einführung einer zusätzlichen Verbrauchssteuer liefert für den Verkehrssektor die folgende Tabelle:

Tabelle 18 - Kurz- und langfristige Preiselastizitäten^a des Sektors Verkehr in der Bundesrepublik nach Energieträgern 1960-1974

Energieträger	Kurzfristig		Langfristig	
	auf der Basis von			
	1960-1973	1960-1974	1960-1973	1960-1974
Kohle	.	- 0,356	(- 1,451)	- 4,134
Kraftstoffe	- 0,251	- 0,403	(- 1,244)	- 1,648
Strom	- 0,512	- 0,397	(- 0,678)	(- 0,486)

^aAuf der Basis von deflationierten Preisen. Es bedeutet: () = statistisch nicht signifikant, · der ökonomischen Theorie widersprechend.

Quelle: Leibert [1977, S. 9 f.].

Die durch eine Verbrauchssteuer herbeigeführten Preiserhöhungen bei Kraftstoffen müßten demnach kurzfristig etwa drei- bis viermal so hoch sein wie die prozentuale mengenmäßige Abnahme des Kraftstoffverbrauchs, die man hierdurch herbeiführen will. Langfristig könnte die prozentuale Preisanhebung allerdings niedriger sein als der angestrebte prozentuale Rückgang des Kraftstoffverbrauchs.

¹ Vgl. Deutscher Bundestag [Drucksache 7/3595].

² Vgl. Grundlinien und Eckwerte [1977, S. 283].

93. Die steuerlichen Mehrbelastungen der Energieträger im Verkehrsbereich belasten die privaten Haushalte direkt beim Benzin- und Dieselmotorenverbrauch im Individualverkehr (vgl. Ziffer 83) und indirekt in dem Ausmaß, wie es den Trägern des öffentlichen Personenverkehrs und des Güterverkehrs gelingt, diese Mehrkosten auf die Verbraucher abzuwälzen.

94. Eine Abnahme des Verbrauchszuwachses an Endenergie im Verkehrssektor ist bei einem weiteren Wirtschaftswachstum eher bei dem individuellen Personenverkehr zu erwarten als beim Güterverkehr. Durch Verbrauchssteuern hervorgerufene Preiserhöhungen könnten diesen Verbrauchsanstieg bei der Endenergienachfrage des Verkehrssektors zusätzlich vermindern.

Engpaßfaktor Elektrizitätswirtschaft?

95. Als einer der am ehesten engpaßverdächtigen Energiemärkte wird beim Streit um die Kernenergie regelmäßig die Elektrizitätswirtschaft genannt, denn bei steigender Stromnachfrage und einem weitgehenden faktischen Moratorium für den Bau neuer Kraftwerke¹ sei der Zeitpunkt absehbar, von dem an Kapazitätslücken eine drastische Beschränkung der Stromnachfrage erzwingen würden.

96. Nun weist die Elektrizitätswirtschaft in der Tat gegenüber den anderen Energiemärkten einige Besonderheiten auf, die diese Sorge berechtigt erscheinen lassen; die wichtigsten sind:

- eine in nur geringem Umfange mögliche Speicherbarkeit² bei Anbietern und Nachfragern;
- die Leitungsgebundenheit des Stromtransports von den Anbietern zu den Nachfragern.

Diese beiden Gründe, zusammen mit den langen Vorlaufzeiten der Investitionen (vgl. Ziffer 24), sind es wohl auch vornehmlich, die zu einer wettbewerbsrechtlichen Sonderstellung der Elektrizitätswirtschaft geführt haben³. Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) sind

¹ 1976 betrug der Zubau von Kraftwerken ca. 7 400 MW, davon entfielen etwa 3 000 MW auf die Kernenergie. 1977 gehen voraussichtlich 6 340 MW (davon 3 110 MW Kernenergie) neu an das Netz (vgl. hierzu auch Tabelle A 11). Von den etwa zwanzig in Bau befindlichen Kraftwerken mit über 400 MW Kapazität mit einer geplanten Gesamtkapazität von über 20 000 MW sind derzeit Projekte mit einem Gesamtvolumen von etwa 12 000 MW gestoppt. Von den in Bau befindlichen Kernkraftwerkkapazitäten von etwa 17 500 MW sind derzeit neun Projekte mit einer Kapazität von 10 400 MW durch Gerichtsentscheidungen blockiert.

² Eine gewisse indirekte Speicherbarkeit ist bei den Kraftwerken mit einem Pumpspeicherkraftwerk ohne natürlichen Wasserzulauf gegeben. Das Wasser wird nachts in den Stausee gepumpt und treibt in der Spitzenlastzeit beim Abfluß Turbinen an. Eine Speicherung in Batterien oder in Form von Wasserstoff, der mittels Elektrolyse gewonnen werden kann, scheidet aus Kostengründen noch aus.

³ Die wettbewerbsrechtliche Sonderstellung betrifft nicht nur die Elektrizitätswirtschaft, sondern auch die ebenfalls leitungsgebundene Gaswirtschaft. In der Präambel zu dem noch heute gültigen "Energiewirtschaftsgesetz" von 1935 heißt es: "Um die Energiewirtschaft als wichtige Grundlage des wirtschaftlichen und sozialen Lebens im Zusammenwirken aller beteiligten Kräfte der Wirtschaft und der öffentlichen Gebietskörperschaften einheitlich zu führen und im Interesse des Gemeinwohls die Energiearten wirtschaftlich einzusetzen, den notwendigen öffentlichen Einfluß in allen Angelegenheiten der Energieversorgung zu sichern, volkswirtschaftlich schädliche Auswirkungen des Wettbewerbs zu verhindern, einen zweckmäßigen Ausgleich durch Verbundwirtschaft zu fördern und durch all dies die Energieversorgung so sicher und billig wie möglich zu gestalten, hat die Reichsregierung das folgende Gesetz beschlossen ..." [vgl. Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft, 1935 I, S. 1451]. Dieses Gesetz ist im wesentlichen auch heute noch gültig. Vgl. Eiser, Riederer, Obernolte [1976, S. 2 ff.].

fast lupenreine regionale Monopole¹: Wer Strom beziehen möchte, kann diesen nur bei dem für dieses Gebiet zuständigen EVU erwerben. Wer Strom verkaufen möchte, kann nur das für dieses Gebiet zuständige EVU beliefern².

97. Dem Gebietsmonopol eines EVU steht allerdings auch eine Belieferungspflicht des EVU für jeden Verbraucher innerhalb des Gebietes gegenüber³. Um einen Mißbrauch ihrer Monopolmacht zu verhindern, unterliegen die EVU der Aufsicht staatlicher Organe⁴.

98. Die vielfältigen Aspekte der wettbewerbsrechtlichen Sonderstellung der Elektrizitätswirtschaft sowie alternativer Ordnungssysteme sollen in diesem Diskussionsbeitrag nicht untersucht werden⁵. Vielmehr soll geprüft werden, wie die Faktoren Nichtspeicherbarkeit und Leitungsgebundenheit auf das Stromangebot und die Preisgestaltung einwirken werden.

99. Die Nichtspeicherbarkeit des Stroms bedingt, daß Produktion und Verbrauch von Elektrizität zum gleichen Zeitpunkt stattfinden müssen. Zudem hat die Leitungsgebundenheit des Stroms zur Folge, daß die jeweils niedrigste Engpaßleistung der Stromerzeugung oder des Leitungssystems die maximal lieferbare Strommenge begrenzt.

Die Nachfrage nach Strom ist dadurch gekennzeichnet, daß sie starken zeitlichen Schwankungen unterworfen ist, und zwar im Tages- und Wochenverlauf sowie im Verlauf der Jahreszeiten. In Schaubild 7 sind die Nachfragekurven für den Tag mit der höchsten Nachfrage (Jahreshöchstlast) und einem Sommertag mit dem dann typisch niedrigen Niveau wiedergegeben. Die Kurven spiegeln den Produktions- und Lebensrhythmus der Stromnachfrager wider. Obwohl jeder Nachfrager den Zeitpunkt und die Dauer seines Strombezugs individuell und gleichsam zufällig bestimmt, so ergeben sich doch durch die Addition der einzelnen Nachfrage-segmente typische zeitliche Verbrauchszyklen, die mit einer gewissen Kontinuität wiederkehren⁶.

¹ Nur auf Teilmärkten ist die Elektrizität der Substitutionskonkurrenz durch andere Energieträger ausgesetzt. Dies gilt insbesondere für den Wärmemarkt (Raumheizung, Warmwasserbereitung und Kochen).

² Dies betrifft insbesondere Industriebetriebe, die ihre Stromnachfrage durch eigene Kraftwerke decken und Überschussmengen anbieten könnten. Eine Abnahmepflicht solcher Überschussmengen seitens des EVU besteht bisher nicht. Auch wenn das EVU die Abnahme verweigert, darf der Industriebetrieb nicht Dritte mit diesen Überschussmengen beliefern.

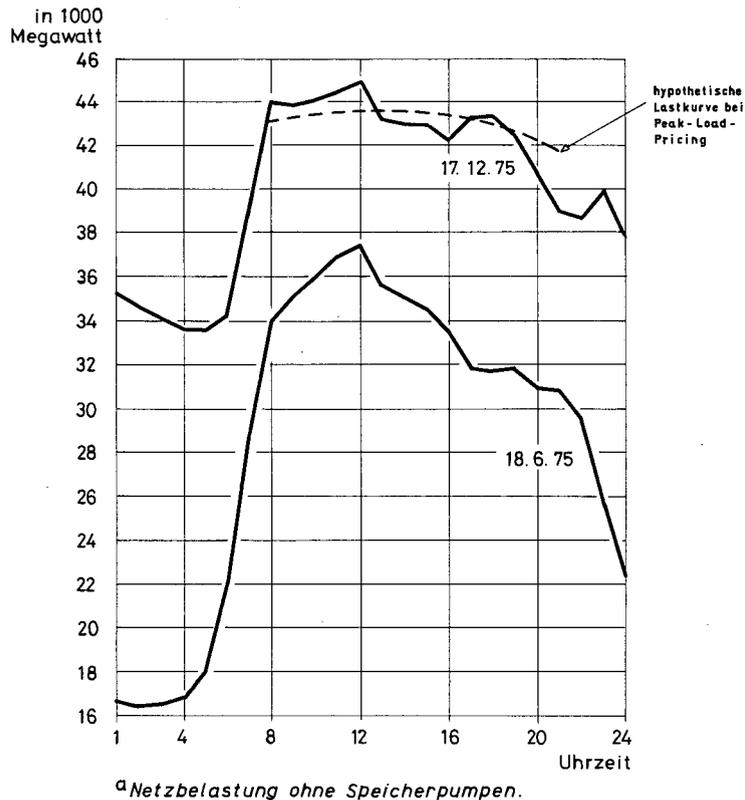
³ Für den Kreis der Sonderabnehmer unterliegt die Belieferungspflicht der EVU allerdings teilweise gravierenden Ausnahmeregelungen. Vgl. hierzu u. a. Brandt [1977, S. 99 ff.].

⁴ Bei der Beurteilung der Staatsaufsicht ist zu berücksichtigen, daß von dem Stromaufkommen der EVU über 95 vH von Unternehmen stammen, die sich im öffentlichen oder gemischtwirtschaftlichen Eigentum befinden. Zur staatlichen Aufsicht über die EVU vgl. Mönig [1975, S. 105-134].

⁵ Vgl. hierzu Brandt [1977]. - Röper (Hrsg.) [1972]. - Gröner [1975]. - Mönig u. a. [1977]. - Monopolkommission [1976]. - Durch eine Änderung der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen, etwa der Marktbeziehungen zwischen industriellen Kraftwerken und EVU, ließe sich nach Meinung einiger Autoren beträchtliches Einsparungspotential mobilisieren.

⁶ Eine ähnliche Spitzenlastnachfrage wie die Elektrizitätswirtschaft hat beispielsweise auch der Personenverkehr zu bewältigen. Auch hier entsteht durch eine Synchronisierung von Arbeitsabläufen und Lebensgewohnheiten zu den Stoßzeiten Spitzenlastnachfrage. Im Verkehrsbereich läßt sich diese Spitzennachfrage aber durch die Bildung von Warteschlangen und durch die Erhöhung des Zuladefaktors (Stehplätze) zeitlich etwas entzerren.

Schaubild 7 - Kraftwerks- und Netzbelastung^a der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in der Bundesrepublik



100. Die EVU können in den Tagen der Jahreshöchstlast die Stromnachfrage in der zeitlichen Abfolge ihres Auftretens nur decken, wenn die Engpaßleistung des Elektrizitätssystemsystems zumindest der Jahresnachfragespitze entspricht (1975 am 17.12. um 12 Uhr: 44 931 MW). Der Zubau von Kraftwerkkapazitäten muß sich demnach nach der Entwicklung des maximalen Leistungsbedarfs (Stromverbrauch pro Zeitpunkt, gemessen in Watt) richten, nicht aber nach der Zunahme des Arbeitsbedarfs (Stromverbrauch pro Zeitraum, gemessen in Watt-Stunden).

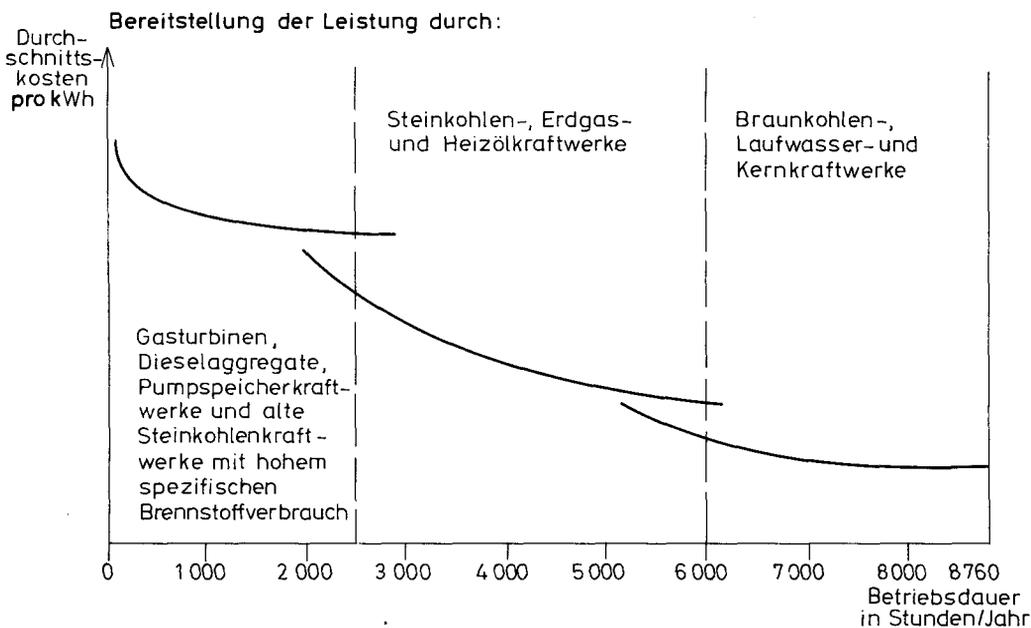
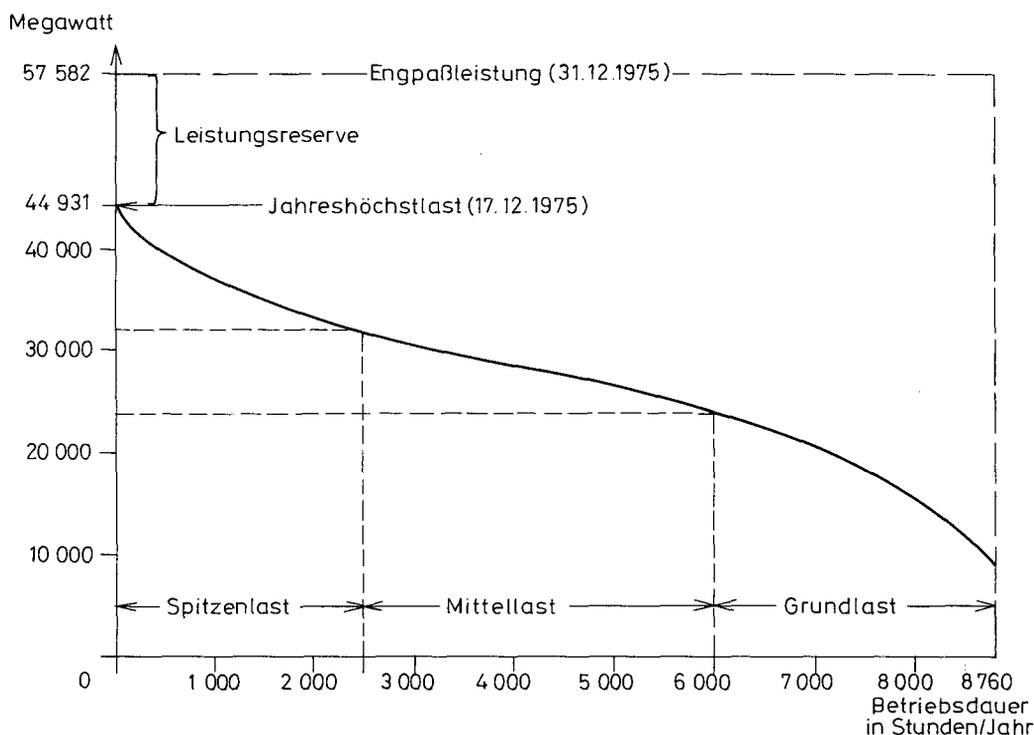
101. Ordnet man die Tageslastkurven eines Jahres so, daß jeder Leistung die Jahresstundenzahl zugeordnet wird, in der eben diese Leistung abgerufen wurde, so erhält man die geordnete Jahreslastkurve. Sie ist, etwas vereinfacht, im oberen Teil von Schaubild 8 für das Jahr 1975 dargestellt. Eine Leistung zwischen 32 000 und 44 931 MW wurde demnach 1975 nur während 2 500 der 8 760 Jahresstunden benötigt, eine Leistung von etwa 10 000 MW hingegen ständig.

102. Zur Deckung der verschiedenen Lastbereiche werden unterschiedliche Kraftwerktypen eingesetzt¹. Ordnet man die Kraftwerke nach der Höhe der Investitionsausgaben und der Arbeitskosten (insbesondere Brennstoffkosten), so werden im Grundlastbereich Kraftwerke mit

¹ Zur Optimierung des Kraftwerkeinsatzes in den verschiedenen Lastbereichen vgl. Joskow, Baughman [1976]. - Die deutsche Elektrizitätswirtschaft scheint dem in Schaubild 8 skizzierten Einsatz der Kraftwerktypen ebenfalls weitgehend zu folgen [vgl. VDEW, Die öffentliche Elektrizitätsversorgung, 1976, S. 23 f.].

hohen Investitionskosten, aber geringen Brennstoffkosten eingesetzt. Durch die hohe Auslastung der Anlagen kann der Strom zu den niedrigsten Durchschnittskosten erzeugt werden. Im Mittellastbereich werden jene Kraftwerke eingesetzt, die zwar höhere Brennstoffkosten haben, dafür aber mit geringerem Investitionsaufwand erstellt werden können. In der Spitzenlast werden nur Kraftwerke eingesetzt, die mit vergleichsweise geringem Investitionsaufwand verbunden sind, aber hohe Betriebskosten verursachen (Schaubild 8, unten).

Schaubild 8 - Jahreslastkurve des Stromverbrauchs aus öffentlichen Kraftwerken in der Bundesrepublik und Durchschnittskosten nach Lastbereichen



103. Aus der Kostenstruktur des Kraftwerkeinsatzes in den Lastbereichen folgt, daß die Grenzkosten nach Lastbereich unterschiedlich sind und von der Grundlast über die Mittellast zur Spitzenlast hin steigen¹.

104. Die Frage, ob in der Elektrizitätswirtschaft die Grenzkostenpreisregel anzuwenden sei, wird in der ökonomischen Literatur zwar nicht einhellig bejaht, aber doch überwiegend positiv beantwortet². Nach dieser Regel müßten die Preise jene zusätzlichen Kosten decken, die durch die Bereitstellung der zuletzt produzierten Einheit hervorgerufen wurden. In abgeschwächter Form müßten nach der Grenzkostenpreisregel die Preise zwar nicht genau den Grenzkosten entsprechen, wohl aber die Preisstruktur die Grenzkostenstruktur widerspiegeln. Auf die Elektrizitätswirtschaft angewendet, müßten die Preise (Tarife) im Zeitverlauf je nach dem gerade erreichten Lastbereich variieren. Es wäre dies eine Spitzenlastpreisbildung, im angelsächsischen Sprachgebrauch als "Peak-Load Pricing" bezeichnet³. Eine derartige zeitlich differenzierte Preisbildung ist in anderen Bereichen eine bereits etablierte Praxis, etwa die Gebührenstaffelung im Telefonverkehr und zeitliche Fahrpreisdifferenzierungen im öffentlichen Personennahverkehr. Sie könnte dazu beitragen, die Spitzennachfrage durch die Anlastung der ihr zuzurechnenden Kosten teilweise in zeitlich andere Bereiche zu verlagern, so daß hierdurch die Kapazitätsbereitstellungskosten herabgesetzt werden könnten (vgl. Ziff. 107 f.).

105. Die Preisbildung der EVU erfolgt bisher nach anderen Prinzipien⁴. Sowohl bei den Tarifkunden im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher als auch bei den Sonderabnehmern wird ein gespaltener Tarif erhoben: eine feste Grundgebühr⁵ für die Bereitstellung der Leistung und für die Arbeit ein fester Preis (Dpf. pro kWh). Dadurch sinken die Gesamtdurchschnittskosten pro verbrauchter Menge mit steigendem Verbrauch (degressiver Tarif).

¹ Hierbei soll die Unterscheidung zwischen kurz- und langfristigen sowie zwischen privaten und volkswirtschaftlichen Grenzkosten unerörtert bleiben. Das Ergebnis dieser Überlegungen wäre nur für die konkrete Ausgestaltung der Tarife von Interesse. Innerhalb der einzelnen Lastbereiche können die Grenzkosten bei steigender Auslastung (Jahresnutzungsdauer) konstant bleiben oder auch sinken.

² Gegen eine Anwendung der Grenzkostenpreisregel wird gewöhnlich eingewendet, daß die Elektrizitätswirtschaft mit zu hohen Fixkosten (ca. 60 vH der Gesamtkosten) belastet sei. Tatsächlich führt die Grenzkostenpreisregel nur in zwei Sonderfällen zu permanenten Verlusten, und zwar wenn:

- die Kurve der Durchschnittskosten rechts von der Nachfragekurve verläuft, ohne diese zu schneiden oder zu berühren;
 - die Grenzkosten bei steigenden Ausbringungsmengen konstant bleiben oder permanent sinken.
- Ob dies auf die Elektrizitätswirtschaft zutrifft, ist indes zweifelhaft. Gegen eine Anwendung der Grenzkostenpreisregel spreche außerdem, so wird behauptet, daß im Elektrizitätsbereich nicht die Bedingungen der vollkommenen Konkurrenz herrschten. Außerdem sei die Gewinnmaximierung nicht unbedingt das wichtigste Ziel der Elektrizitätswirtschaft. Nun sind die Bedingungen für ein Gewinnmaximum gleichzeitig die Bedingungen für ein Kostenminimum. Darum sollte die Grenzkostenpreisregel zumindest als Nebenbedingung beachtet werden, selbst wenn andere Ziele (etwa Versorgungssicherheit) vorrangig angestrebt werden. Zur Anwendung der Grenzkostenpreisregel bei öffentlichen Versorgungsbetrieben vgl. Nelson (Ed.) [1964]. - Turvey [1968]. - Trebing (Ed.) [1971].

³ In den einfacheren Modellen eines "Peak-Load Pricing" wird von der Annahme konstanter Grenzkosten ausgegangen und durch zeitliche Preisdifferenzierung eine optimale Auslastung erreicht. Unterschiedliche Grenzkosten sind jedoch ein zusätzlicher Grund für eine zeitliche Preisdifferenzierung. Vgl. Symposium on Peak Load Pricing [1976].

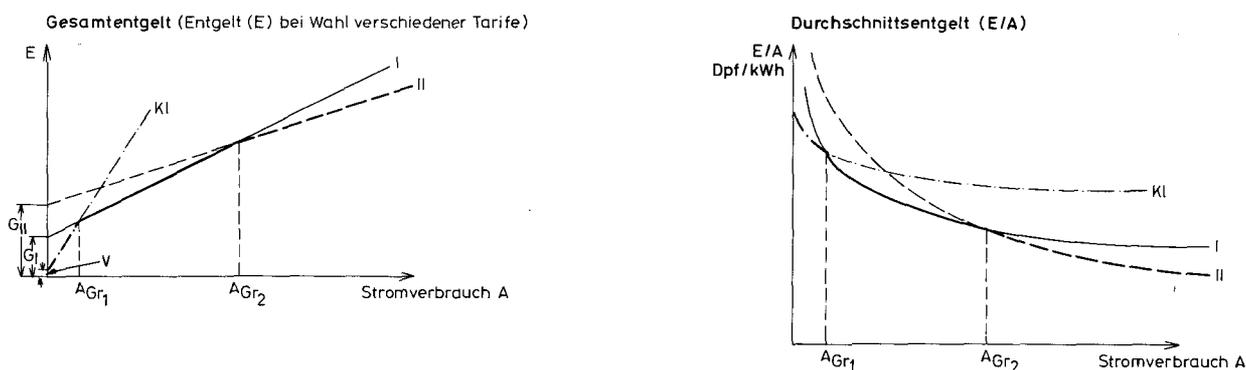
⁴ Vgl. VDEW [Allgemeine Tarifpreise, 1974]. - Solling [1971].

⁵ Die Grundgebühr kann auch als eine Art Mitgliedsbeitrag interpretiert werden oder als der (gelungene) Versuch, einen Teil der Konsumentenrente abzuschöpfen. Vgl. Sohmen [1976, S. 407 f.].

106. Bei den Sonderabnehmern, vornehmlich Großabnehmer im industriellen Bereich, werden die Grundpreise als Leistungsgebühr nicht pauschal erhoben, sondern sie richten sich nach Höhe, Zeitpunkt und Dauer der Höchstlast in den Betrieben. Mit einer differenzierten Leistungspreispolitik können die EVU durch einen Vergleich der betrieblichen Höchstlast mit der gesamten Spitzenlast einer Grenzkostenpreisbildung zumindest recht nahe kommen. Außerdem gewähren die EVU den Sonderabnehmern oft Rabatte, wenn mehr als 40 vH des Stromverbrauchs in die Sommerzeit fällt, die als Schwachlastzeit betrachtet werden kann (vgl. Schaubild 7).

107. Den Tarifkunden der Haushalte und Kleinverbraucher müssen die EVU mindestens zwei Wahltarife anbieten, dazu soll ein Kleinverbrauchtarif und ein Schwachlasttarif angeboten werden¹. Bei den Wahltarifen wird entweder ein niedriger Grundpreis mit einem hohen Arbeitspreis oder ein hoher Grundpreis mit einem niedrigen Arbeitspreis verbunden, so daß je nach Stromverbrauch der günstigste Tarif gewählt werden kann (vgl. Schaubild 9). Bisher wird der

Schaubild 9 - Alternative allgemeine Tarife der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) in der Bundesrepublik



Im dem Bereich, in dem der Tarif zum niedrigsten Entgelt führt, sind die Linien dick ausgezogen.

V = Verrechnungspreis G_I = Grundpreis des Tarifs I
 KI = Kleinverbrauchstarif G_{II} = Grundpreis des Tarifs II

¹ Für die einzelnen Verbrauchergruppen werden die folgenden Tarifgruppen angewendet: Haushaltstarif, Gewerbelichttarif, Gewerbekrafttarif und Landwirtschaftstarif.

Zeitpunkt des Strombezugs bei den Tarifkunden nur im Nachtstromtarif für die Elektrospeicherheizungen berücksichtigt. Ein an den Grenzkosten orientierter Stromtarif wäre nur dadurch zu verrechnen, daß man den Tarif nach Tagesstunden staffelt. Bezogen auf die Jahreshöchstlast in Schaubild 7 wären folgende Tarifbereiche denkbar:

Tarifbereich	von ...	bis ...	Uhr	Anzahl der Stunden
Schwachlast	21 ⁰⁰	-	7 ⁰⁰	10
Mittellast	12 ⁰⁰	-	17 ⁰⁰	7
	19 ⁰⁰	-	21 ⁰⁰	
Spitzenlast	7 ⁰⁰	-	12 ⁰⁰	7
	17 ⁰⁰	-	19 ⁰⁰	

108. Der Tarif des Arbeitspreises müßte beim Wechsel des Tarifbereiches gemäß den Grenzkosten ansteigen. Dies ist allerdings nur durchführbar, wenn sämtliche Stromzähler bei den rund 26 Mill. Tarifkunden im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher gegen solche ausgetauscht werden, die mit Hilfe einer Schaltuhr oder eines Rundsteuerempfängers die Leistung dem Zeitpunkt des Verbrauchs zuordnen würden.

Die damit verbundenen Kosten müßten gegen jene Kosten der Kapazitätsbereitstellung abgewogen werden, die sich durch eine solche Änderung des Tarifsystems bei gleicher Arbeit einsparen ließen.

109. Um einen Anhaltspunkt für die Kosten einer Stromzählerumrüstung bei den Tarifkunden zu gewinnen, wurde der Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. in Frankfurt/M. gebeten, die voraussichtlichen Kosten derartiger Stromzähler zu ermitteln¹. Geht man von einem mittleren Investitionsaufwand von 710, -- DM (einschließlich Montage) pro Tarifkunden aus, so entspräche diese Zählerumrüstung einer Gesamtinvestition von etwa 18,5 Mrd. DM.

110. Die Abschätzung der Auswirkungen eines Spitzenlasttarifs auf den Verlauf der Tageslastkurven setzt die Kenntnis der Reaktion der Verbraucher voraus, über die man bisher nicht verfügt. Als grober Anhaltspunkt wurde angenommen, die Tageslastkurve ließe sich durch die Einführung eines Spitzenlasttarifs gemäß der gestrichelten Kurve in Schaubild 7 glätten, eine Annahme, die sicher viel zu optimistisch ist². Die bei dieser optimistischen Annahme erzielbaren Kapazitätseinsparungen bei unveränderter Arbeit dürften sich im Bereich von 2 000 - 3 000 MW bewegen. Bewertet man die obere potentielle Kapazitätseinsparung mit den höchsten Kapazitätsbereitstellungskosten, nämlich mit denen von Kernkraftwerken, so ist der dadurch erzielbare Einsparungseffekt mit knapp 4 Mrd. DM zu beziffern.

¹ Das Antwortschreiben vom 16. September 1977 lautet auszugsweise wie folgt: "Unsere Ermittlungen zum Thema "Zählerpreise" haben folgendes ergeben. Die billigsten Zähler kosten: Wechselstrom-Eintarifzähler DM 68, -- bis DM 74, --. Haushalte mit Nachtstrom-Speicherheizung benötigen einen Doppeltarifzähler. Er kostet für Wechselstrom DM 105, -- bis DM 106, --. Für die Steuerung des Doppeltarif-Relais ist eine zusätzliche Schaltuhr erforderlich; deren Preise: DM 180, -- bis DM 215, --. Ein 3-Tarifzähler kostet nach unseren Ermittlungen etwa DM 430, --. Hinzu käme wiederum eine Schaltuhr, in der obengenannten Preislage, sowie die Installationskosten in Höhe von etwa bis zu DM 100, --."

² Sie ist aus mindestens zwei Gründen viel zu optimistisch. Einmal bestreiten die Tarifkunden nur einen Teil der Spitzenlastnachfrage. Zum anderen kann nicht ausgeschlossen werden, daß nach Einführung des Spitzenlasttarifs die Spitze nur zeitlich verschoben wird. Sofern dies zutrifft, müssen die Tarife nach einem "trial and error"-Verfahren zeitlich angepaßt werden. Um die "off peak"-Spitzen weitgehend zu vermeiden, dürften die Übergänge in den Tarifbereichen nicht zu kraß ausfallen.

111. Die Investitionen in die Zählerumrüstung sind demnach mindestens viermal so hoch wie die dadurch vermeidbaren Kapazitätsbereitstellungskosten, wahrscheinlich aber höher. Diese Rechnung könnte sich nur dann stark zugunsten des Spitzenlasttarifs bei Tarifkunden ändern, wenn es gelingt, die Umrüstkosten der Zähler, etwa durch Einführung neuer Technologien, entscheidend zu senken, oder wenn zusätzliche Gesichtspunkte für eine derartige Umstellung sprechen. Vielleicht wäre es in einem ersten Schritt sinnvoll, in einem Großversuch zu prüfen, inwieweit die Lastkurve durch die Einführung eines Spitzenlasttarifs beeinflusst werden kann¹.

112. Die Kapazitätseinsparung von 2 000 - 3 000 MW markiert jene Grenze, bei der diese Einsparung nicht durch einen Kosumverzicht, sondern nur durch eine (zeitliche) Konsumverlagerung erreicht wird; die Arbeit würde hier also konstant bleiben.

Darüber hinaus könnte man natürlich erwägen, auch eine weitgehend "geglättete" Lastkurve durch Steuerzuschläge in allen Lastbereichen insgesamt zu senken bzw. den Anstieg der Lastkurve zu mindern. So wäre es durchaus denkbar, den Preisanstieg in jeder Laststufe progressiv zu gestalten, d. h. die jetzige Tarifstruktur (vgl. Schaubild 9) umzukehren. Eine zeitlich undifferenzierte Progression des Stromtarifs ohne Lastbereiche würde hingegen nicht sicherstellen, daß neben einem Rückgang des Stromverbrauchs auch eine Reduzierung der Kapazitätsbereitstellungskosten erreicht wird. Eine Umrüstung der Stromzähler wäre demnach ohnehin eine Voraussetzung dafür, den Stromverbrauch durch Steuerzuschläge auch kapazitätssparend zu senken.

113. Die Analyse des Zusammenhangs zwischen Wirtschaftswachstum und Zunahme des Stromverbrauchs ergab, daß der Stromverbrauch der meisten Verbrauchergruppen bis 1985 zunehmen wird. Die Einzelergebnisse sind in Tabelle 19 zusammenfassend dargestellt. Demnach wird der Nettostromverbrauch bis 1985 nach Alternative A um jährlich knapp 4 vH, nach Alternative B um knapp 5 vH zunehmen. Es bleibt zu fragen, wie lange die vorhandenen und noch zu erwartenden Kapazitäten ausreichen werden, sollten die bisherigen gerichtlichen Baustopps für Kernkraftwerke in einen endgültigen Verzicht auf einen weiteren Ausbau der Kernkraftwerkkapazitäten einmünden.

114. Die bis 1979 installierte Engpaßleistung dürfte nach neuesten Schätzungen etwa 94 000 MW erreichen. Die maximale Jahresnutzungsdauer durch eine stärkere Nutzung vorhandener Kraftwerke wurde in einer Studie der BP [Deutsche BP Aktiengesellschaft 1977, S. 20 f.] mit 5 200 Stunden pro Jahr beziffert; die bisher höchste Jahresnutzungsdauer (Tabelle A 11, Sp. 8) erreichte 1973 etwa 4 820 Stunden. Mit der Kapazität von 94 000 MW könnte demnach eine Bruttostromerzeugung von 453 TWh bis maximal 490 TWh verbunden sein. Der erste Wert würde den Bedarf (Bruttoverbrauch) von 1985 bei Alternative A knapp decken; eine Bruttostromerzeugung von 490 TWh würde knapp den Bedarf bei Alternative B decken. Allerdings könnten die sich dann abzeichnenden Engpässe sowohl durch Preiszuschläge als auch durch den Bau neuer Kohlekraftwerke geschlossen werden². Nur - mit dem Bau dieser neuen Kohlekraft-

¹ Zu den bisherigen Überlegungen und Versuchen einer leistungsorientierten Verbrauchsmessung bei Tarifkunden vgl. Gagel u. a. [1977, S. 682 f.]. - Lange-Hüsken [1977, S. 757 f.].

² Ob, wann und wo Engpässe auftreten, richtet sich nach der Zunahme der Leistung (vgl. Ziff. 100) und nicht nach der Zunahme der Arbeit. Bei einer Zunahme der durchschnittlichen Jahresnutzungsdauer nimmt die Leistungsreserve ab. Durch den Zubau von neuen Grundlast- und Mittellastkraftwerken werden ältere Kraftwerke aus diesen Lastbereichen in die Spitzenlast "geschoben". Alternativ könnten spezifische Spitzenlastkraftwerke errichtet werden. Bei einem Verzicht auf Kernkraftwerke müßten diese im Grundlastbereich durch Kohlekraftwerke substituiert werden. Dadurch könnten ältere Kohlekraftwerke mit hohem Brennstoffverbrauch und mit ungünstigen Schadstoffemissionswerten in die Spitzenlast genommen werden. Die Bereitstellung der dafür notwendigen Kohle müßte durch den Weltmarkt erfolgen, da die Kapazitäten des heimischen Bergbaus kaum ausreichen dürften. Allerdings würde das eine

werke müßte sehr bald begonnen werden¹.

Ob Kohlekraftwerke eine langfristige Perspektive eröffnen, beantwortet sich mit der letzten Frage: Welche Alternativen bieten sich bei einem Verzicht auf die weitere Nutzung der Kernspaltungstechnologie?

Tabelle 19 - Prognose des Stromverbrauchs^a in der Bundesrepublik nach Verbrauchergruppen 1980 und 1985

Verbrauchergruppen	1975		Jahresdurchschnittliche Änderungsrate 1973-1975 1960-1962	1980		Jahresdurchschnittliche Änderungsrate 1980/75	1985		Jahresdurchschnittliche Änderungsrate 1985/75
	TWh ^b	vH		TWh ^b	vH		TWh ^b	vH	
Industrie									
Alternative A	147,4	53,6	5,4	177,6	53,9	3,8	229,0	56,8	4,5
Alternative B				204,8	57,5	6,8	266,5	60,4	6,1
Verkehr ^c	8,9	3,2	6,4	8,9	2,7	0	8,9	2,2	0
Haushalte ^c	67,3	24,7	12,3	78,0	23,7	3,0	90,4	22,4	3,0
Öffentliche Einrichtungen ^c	17,3	6,3	9,9	25,0	7,6	7,6	34,0	8,4	7,0
Landwirtschaft ^c	6,3	2,3	8,3	6,1	1,8	- 0,5	4,5	1,1	- 3,3
Handel und Gewerbe ^c	27,2	9,9	9,2	33,6	10,2	4,3	36,6	9,1	3,0
Nettoverbrauch:									
Alternative A	274,9	100,0	7,2	329,2	100,0	3,7	403,4	100,0	3,9
Alternative B				356,4	100,0	5,3	440,9	100,0	4,8
Eigenverbrauch, Pumpstromverbrauch, Verluste und Ausfuhr									
Alternative A	44,5			52,0			60,4		
Alternative B				55,2			64,7		
Verwendung insgesamt									
Alternative A	319,4		7,1	381,2		3,6	463,8		3,8
Alternative B				411,6		5,2	505,6		4,7

^a Zu Alternativen A und B vgl. Ziff. 39 f. - ^b Terawattstunde = 1 Mrd. kWh. - ^c Zahlen für Alternative B liegen nicht vor.

Quelle: Tabelle A 9 und eigene Berechnungen.

Lockerung der bisherigen Einfuhrbeschränkungen für Steinkohle aus Drittländern voraussetzen. Dies ist auch unter Kostengesichtspunkten zu befürworten. So betragen die Förderkosten im Steinkohlenbergbau in der Bundesrepublik gegenwärtig 140 - 150 DM/t. Hingegen sind sie in den Vereinigten Staaten im Untertagebau mit 20 - 30 DM/t zu veranschlagen, im Tagebau mit 8 - 10 DM/t. Zu ähnlich niedrigen Kosten wird auch in Australien Steinkohle gefördert. Noch niedriger liegen die Förderkosten in Südafrika mit 7 - 8 DM/t. - Zu dem Anteil der einzelnen Kraftwerke an der Inlandserzeugung von Elektrizität vgl. Tabelle A 9. - Etwas überspitzt könnte man wie folgt formulieren: Ob Kernkraftwerke im vorgesehenen Umfang gebaut werden, bestimmt nicht, "wann bei uns die Lichter ausgehen werden", sondern vielmehr, zu welchen Kosten sie künftig brennen werden.

¹ Die durch den Bau von Kern- oder Steinkohlekraftwerken verursachten Beschäftigungswirkungen unterscheiden sich nicht sehr stark, so daß damit keine allzu gravierenden Umstellungsschwierigkeiten verbunden wären. Allerdings wird das Exportgeschäft der Kernkraftindustrie ohne Inlandsbasis zweifellos auf Schwierigkeiten stoßen. Zu den Produktions- und Beschäftigungswirkungen beim Bau von Kern- und Steinkohlekraftwerken vgl. DIW ["Wochenbericht" 1976, S. 256 ff., S. 443 ff.].

Energiepolitische Alternativen

115. Die bisherige Analyse ergab, daß eine stärkere Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Zunahme des Energieverbrauchs in Form einer allmählichen Senkung der Elastizitätskoeffizienten künftig ohnehin zu erwarten ist. Dieses relative Zurückbleiben des Energieverbrauchs wird vor allem bei den Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher sowie im Verkehrsbereich erwartet. Insgesamt wird diese Entwicklung jedoch nicht ausreichen, ein künftiges Wirtschaftswachstum ohne zusätzlichen Energieverbrauch - insbesondere Stromverbrauch - zu ermöglichen. Eine noch weitgehendere Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Zunahme des Energieverbrauchs wäre durch eine sukzessive Anhebung der Energiepreise mittels spezieller Verbrauchssteuern auf fossile Energieträger zu erreichen. Die Durchschnitte der Preiselastizitäten der Energienachfrage aller Verbrauchssektoren sind in Tabelle 20 wiedergegeben:

Tabelle 20 - Durchschnitte der geschätzten Preiselastizitäten^a der Energienachfrage in der Bundesrepublik nach Energieträgern 1960-1974

Energieträger	Kurzfristig		Langfristig	
	auf der Basis von			
	1960-1973	1960-1974	1960-1973	1960-1974
Kohle	- 1,0	- 1,2	- 2,9	()
Heizöle	- 0,4	- 0,4	- 1,1	- 1,4
Kraftstoffe	- 0,3	- 0,4	- 1,2	- 1,7
Gas	()	()	()	.
Strom	()	- 0,2	()	()

^aAuf der Basis von deflationierten Preisen. Es bedeutet: () = statistisch nicht signifikant, • der ökonomischen Theorie widersprechend.

Quelle: Leibert [1977, S. 20].

116. Theoretisch könnte demnach eine Anhebung des Energiepreinsniveaus um etwa 10 vH pro Jahr ausreichend sein, um den künftigen Energieverbrauch auf dem heutigen Niveau verharren zu lassen¹. Langfristig könnte sogar eine steuerliche Anhebung des Energiepreinsniveaus um 5 vH pro Jahr genügen, um einem Anstieg des Energieverbrauchs weitgehend entgegenzuwirken. Die Frage, ob man sich bei einer derartigen Strategie noch in einem Bereich von Substitutionalitäten befindet, in welchem das wirtschaftliche Wachstum lediglich weniger energieintensiv verläuft (vgl. Ziff. 16), oder aber bereits in einen Bereich von Limitationalitäten vorstößt, in dem das wirtschaftliche Wachstum behindert wird, kann allerdings nicht eindeutig beantwortet werden.

¹ Zu etwa dem gleichen Ergebnis gelangt Friede [1977] auf der Basis von Substitutionselastizitäten.

117. Ob die Einführung derartiger Verbrauchssteuern gerechtfertigt ist, soll anhand der Versorgungslage mit fossilen Energieträgern geprüft werden. Dies nur auf die Bundesrepublik und zeitlich auf das Jahr 1985 zu begrenzen, wäre kaum sinnvoll.

118. Um die Versorgungslage bei nicht regenerierbaren Rohstoffen, zu denen vor allem auch die fossilen Energieträger gehören, zu analysieren, werden meist die heute bekannten Vorräte mit dem jetzigen Verbrauch (und seiner künftigen Steigerung) verglichen und daraus die voraussichtliche Reichweite der vorhandenen Rohstoffreserven abgeleitet. Fraglich ist aber, ob die bekannten Vorräte einen brauchbaren Anhaltspunkt über das Ausmaß der vorhandenen Vorräte liefern¹. Da die Prospektion von Rohstoffvorräten mit Kosten verbunden ist, werden neue Vorräte nur in dem Umfang erkundet, in dem sie in naher Zukunft gebraucht werden. Trotzdem war in jüngster Vergangenheit der Zuwachs an entdeckten Vorräten größer als der des jeweiligen Verbrauchs. Dies gilt auch für das Erdöl².

119. Mit den genannten Vorbehalten ist auch die Schätzung der Weltvorräte an fossilen Energieträgern zu versehen (vgl. Tabelle 21). Die heute wirtschaftlich abbauwürdigen Reserven sind eine Funktion des gegenwärtigen Explorationsstandes sowie der entsprechenden Gewinnungstechniken und, vor allen Dingen, des augenblicklichen Energiepreinsniveaus. Mit steigendem Energiepreinsniveau und fortschreitender Fördertechnik werden sukzessiv die nach heutigem Stand technisch gewinnbaren Vorräte zu wirtschaftlich gewinnbaren Reserven.

120. Bei Erdgas und Erdöl zeichnet sich bei einem weiteren Verbrauchsanstieg für das Ende dieses Jahrhunderts eine Erschöpfung der zu heutigen Preisen abbauwürdigen Mengen ab. Aber auch die technisch gewinnbaren Vorräte reichen nach heutigen Erkenntnissen nur etwa doppelt so lange wie die heute wirtschaftlich gewinnbaren Reserven. Erdöl und Erdgas hatten in der Vergangenheit die höchsten Verbrauchszuwächse aller Primärenergieträger zu verzeichnen (vgl. Ziff. 19 und Tabelle 1) und wären demnach am frühesten zu substituieren, wahrscheinlich durch eine Verflüssigung und Vergasung von Kohle. Die hierzu notwendigen Temperaturen könnten für einen großtechnischen Einsatz durch den Hochtemperaturreaktor auf Thoriumbasis erzielt werden. Selbst wenn bei der Elektrizitätserzeugung auf den Einsatz der Reaktorlinien Leichtwasserreaktor und Schneller Brüter und die damit einhergehende "Plutoniumwirtschaft" weitgehend verzichtet wird, wäre zu erwägen, den Hochtemperaturreaktor in Hinblick auf eine künftige Kohleveredelungstechnologie weiterzuentwickeln.

Die zu heutigen Preisen abbauwürdigen Kohlevorräte reichen voraussichtlich noch für zwei Generationen. Die technisch gewinnbaren Reserven dürften bei steigenden Energiepreisen allerdings noch für Jahrhunderte reichen, selbst bei steigendem Verbrauch³.

¹ So werden beispielsweise die insgesamt vorhandenen Kohlenressourcen der Erde bis zu einer Tiefe von maximal 2000 m auf 9 800 Mrd. t SKE geschätzt. Von diesen Reserven sind aber erst etwa 3 060 Mrd. t SKE (31,2 vH) identifiziert, d.h. durch Bohrungen nach Qualität und Menge hinreichend bekannt. Hiervon werden 545 Mrd. t SKE nach heutigem Stand als ökonomisch gewinnbar und etwa 1 800 Mrd. t SKE als vermutlich technisch gewinnbar klassifiziert. Vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [1976].

² Vgl. World Bank [1972, S. 32-45]. - So hat sich bei Erdöl die Relation von Verbrauch zu bekannten Reserven von 1 : 15 Mitte der vierziger Jahre, also vor Beginn der nachhaltigen Marktpenetration, bis heute auf 1 : 30 erhöht. Vgl. Odell [1974].

³ Die Zustimmung zu der Ansicht, daß an der "Atomenergie sehr bald kein Weg mehr vorbeiführen wird", war auch Ende der fünfziger Jahre keineswegs so einhellig, wie dies heute oft behauptet wird. Fritz Baade etwa nahm zu dieser Frage 1960 wie folgt Stellung: "Nicht nur in illustrierten Zeitschriften, sondern auch in Fachzeitschriften konnte man Darstellungen lesen, die den Eindruck erweckten, als wenn die Kohlevorkommen in einigen Jahrzehnten zu Ende gingen und es ein großes Glück für die Menschheit wäre, daß die Atomenergie gerade rechtzeitig entdeckt worden sei, um uns vor dem aus dem Energiemangel drohenden Untergang zu retten ... Ich muß gestehen, daß es hauptsächlich der Ärger über diese offenbaren

Tabelle 21 - Die Weltvorräte an fossilen Energieträgern und ihre voraussichtliche Reichweite

Energieträger	Vorräte 1975 Mrd. t SKE	Reichweite der Vorräte in Jahren	
		bei konstantem Verbrauch des Jahres 1974	bei jährlichem Wachstum des Verbrauchs von 3 vH
vermutlich technisch gewinnbare Vorräte			
Steinkohle	1 425	600	(200) ^a
Braunkohle	333	1 000	(270) ^a
Erdöl	418	102	47
Erdgas	313	180	61
Ölsande	392	} . b	. b
Ölschiefer	353		
heute wirtschaftlich gewinnbare Reserven			
Steinkohle	420	188	63
Braunkohle	125	273	74
Erdöl	141	34	23
Erdgas	96	55	32
Ölsande	57	} . b	. b
Ölschiefer	47		

^aEigene Schätzungen, in dem Bericht der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe nicht errechnet. - ^bKeine Angaben, da Förderung bisher sehr gering.

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [1976].

121. Mittelfristig kann bei einem weitgehenden Verzicht auf die Kernspaltungstechnologie der Weg also nur über eine Renaissance der Kohle führen. Langfristig erscheint es aber angebracht, die Energieversorgung weitgehend von den fossilen Energieträgern wegzuführen; dies nicht nur wegen der abnehmenden Verfügbarkeit, sondern auch aus Gründen des Umweltschutzes (vgl. Ziff. 10 - 14).

Welche Energie aber könnte nach der mittelfristigen Renaissance der Kohle die fossilen Energieträger weitgehend substituieren?

Unrichtigkeiten in so fundamentalen Fragen war, der mich veranlaßt hat, mich ein paar Jahre lang intensiv mit der Frage der Weltenergiewirtschaft zu beschäftigen. Das Ergebnis war dann das Büchlein "Weltenergiewirtschaft", in dem der Beweis geführt wird, daß es umgekehrt liegt: Die klassischen Energieträger reichen nicht für Jahrzehnte, sondern für Jahrhunderte ... Betrachtet man die Welt als Ganzes, so verfügt sie über Energieträger im Überfluß. Es besteht keinerlei Veranlassung, bis zum Ende des Jahrhunderts neben den klassischen Energieträgern auch die Atomenergie in den Dienst zu stellen" [Baade 1960, S. 169 f.].

122. Einen gewissen Beitrag zur Energieversorgung können zwar Wasserkraft sowie Wind-, Meeres- und geothermische Energie leisten, sie scheiden aber als globale Energiesubstitute der fossilen Energieträger wegen zu begrenzter Verfügbarkeit aus. Nach heutiger Kenntnis könnte diese Rolle unter der Bedingung, preisgünstig und umweltschonend zu sein, nur von zwei Primärenergieträgern übernommen werden: von der Sonnenenergie und der Kernfusionsenergie¹. Die unweglose Nutzung der Sonnenenergie zur Stromerzeugung auf photovoltaischer Basis erscheint erfolgversprechender als die thermodynamische². Neben der Elektrizität aus Sonnen- und Kernfusionsenergie könnte dem Wasserstoff die Rolle des zweiten universalen Sekundärenergieträgers zufallen, der die bisherigen Kraftstoffe weitgehend ersetzen könnte. Freilich sind diese Technologien entweder heute noch nicht wirtschaftlich anwendbar (Elektrizitätserzeugung durch Sonnenenergie, Produktion von Wasserstoff) oder technisch noch nicht durchführbar (Kernfusion). Die Prognosen über den wirtschaftlichen Einsatz dieser Energieträger bei der Elektrizitätserzeugung schwanken im Falle der Sonnenenergie zwischen zehn Jahren und dem Ende des Jahrhunderts³, im Falle der Kernfusionsenergie zwischen dem Ende des Jahrhunderts und nie⁴. Letztlich entscheidend für den Einsatzzeitpunkt dürfte der Umfang der Forschung und Entwicklung und der damit verbundene Ressourcentransfer sein⁵.

¹ Zu den Alternativstrategien globaler Energiesysteme vgl. Häfele [1976]. - Sassin, Häfele [1977]. - Fritsch [1977].

² In diesem Zusammenhang wird zuweilen das Argument vorgetragen, für einen großtechnischen Einsatz der Sonnenenergie zur Elektrizitätserzeugung wäre in unseren Breiten die Sonneneinstrahlung zu gering und/oder die erforderlichen Flächen seien nicht vorhanden. Erstens ist dies noch keineswegs erwiesen, und zweitens wäre dies auch ohne jeden Belang. Bei der künftigen Energieerzeugung würde es dann eben Standortvorteile geben, die ungleich über die Erde verteilt sind. Länder mit starker Sonneneinstrahlung und großen unkultivierbaren und unbewohnten Flächen hätten Standortvorteile, die sie zur Energieerzeugung und zur Erzeugung energieintensiver Güter nutzen könnten und sollten. Sofern die so erzeugte Energie in hinreichenden Mengen hergestellt und in handelbare Güter überführt werden kann, spielt der Standort eine untergeordnete Rolle. Durch Sonnenenergie erzeugte Elektrizität könnte durch Fernleitungen übertragen oder aber als Wasserstoff (gewonnen durch Elektrolyse oder Thermolyse) transportiert werden. Als geeignete Standorte für die Nutzung der Sonnenenergie bieten sich die Wüstengebiete Nordafrikas, insbesondere Saudi-Arabiens an. Dies könnte jene Länder auch der Sorge entheben, nach einem weitgehenden Abbau der Ölreserven nicht mehr hinreichend am internationalen Handel partizipieren zu können. Zu den technologischen Aspekten einer Nutzung der Sonnenenergie vgl. International Institute for Applied Systems Analysis [1975]. - Zu den laufenden Forschungsprojekten auf diesem Gebiet in den Vereinigten Staaten vgl. Orr (Ed.) [1977].

³ Bei der Halbleitertechnik von Solarzellen scheint der Durchbruch zu wirtschaftlichen Anwendungsformen bei der Elektrizitätserzeugung nicht mehr sehr fern zu sein, so daß sich diese Prognosen bald als zu pessimistisch erweisen könnten. Durch Fortschritte in der Beschichtungstechnik von Solarzellen soll es möglich sein, die Kosten der Elektrizitätserzeugung von bisher 25 cent/kWh bis auf 2 cent/kWh zu senken. Dieser Stromgestehungspreis wäre bereits niedriger als der konventioneller Kraftwerke, der für die Vereinigten Staaten mit 3 cent/kWh angegeben wird. Der Gestehungspreis von 2 cent/kWh bezieht sich auf einen Wirkungsgrad der Solarzellen von nur 6 vH, der theoretisch aber 20 vH betragen könnte. Eine Anhebung des Wirkungsgrades bis auf 10 vH wird in naher Zukunft für möglich und wahrscheinlich gehalten. Damit würde die großtechnische Nutzung der Sonnenenergie in greifbare Nähe rücken. Vgl. Alternative Energy [1977, S. 368].

⁴ Der Standort für ein europäisches Großprojekt zur Erforschung der Kernfusionsenergie (Joint European Torus - JET) war jahrelang umstritten. Im Oktober 1977 einigten sich die Forschungsminister der Europäischen Gemeinschaft, das Projekt in Culham bei Oxford anzusiedeln. Mit dem Bau einer Versuchsanlage vom Tokamak Typ soll noch in diesem Jahr begonnen werden; die Bauzeit wird derzeit mit etwa fünf Jahren veranschlagt.

⁵ Ein eindrucksvolles Beispiel dafür, wie durch einen Ressourcentransfer die Entwicklung

123. Ein weitgehender Verzicht auf die Nutzung der Kernbrennstoffe würde die verfügbaren Reserven an Primärenergieträgern stärker beanspruchen und somit einen frühzeitigen Einsatz neuer, alternativer Energieträger erfordern. Dem könnte die staatliche Energiepolitik in zweierlei Hinsicht Rechnung tragen. Zum einen könnte der Verbrauchszuwachs von fossilen Energieträgern gedrosselt werden, sofern nicht hinreichend sicher prognostiziert werden kann, wann alternative Energiequellen zur Verfügung stehen. Zum anderen könnte der Staat Ressourcen in die Entwicklung und Erprobung neuer Energieträger transferieren. Dies ließe sich mit einer Verbrauchssteuer für fossile Energieträger kombinieren, die den Charakter einer Substitutionssteuer hätte. Ein durch Steuererhebung bewirkter Preisanstieg würde den Verbrauch von fossilen Energieträgern drosseln; gleichzeitig würden Steuermitel anfallen, die in die Erforschung und Entwicklung neuer Energieträger gelenkt werden könnten. Hierbei sollten die Energieträger mit den geringeren Reserven - also Erdöl und Erdgas - stärker besteuert werden als Kohle.

Ein Risiko derartiger Strategien könnte darin bestehen, daß zuviel Ressourcen in die Forschung und Entwicklung geleitet werden und neue Energieträger bereits zur Verfügung stehen, wenn sie bei dem dann herrschenden Energiepreisniveau eigentlich noch nicht wirtschaftlich eingesetzt werden können. Schwerwiegender aber wäre, wenn neue Energieträger nicht zur Verfügung stehen würden, wenn sie gebraucht werden, um einen übermäßig starken Preisanstieg der fossilen Energieträger zu verhindern.

Die Effizienz einer Substitutionssteuer wäre - in nationaler wie internationaler Sicht - um so nachhaltiger, je mehr Länder mit hohem Energieverbrauch sich einer solchen Strategie anschließen würden.

neuer Technologien forciert werden kann, haben die Vereinigten Staaten durch das Apollo-Weltraumprogramm gegeben. Die bisher verfügbaren Technologien zur Elektrizitätserzeugung aus Sonnenenergie durch Solarzellen waren praktisch ein Abfallprodukt dieses Forschungsprogramms.

Tabellenanhang

Der Tabellenanhang wurde aus Gründen der Kostenersparnis photomechanisch vom Urmanuskript übernommen.

Tabelle A 1 - Pro-Kopf-Einkommen^a (A), Energieverbrauch pro Kopf^b (B) und Stromverbrauch pro Kopf^c (C) für ausgewählte Länder
1974

Land	A	B	C	Land	A	B	C	Land	A	B	C
Schweiz	7 870	3 616	5 342	Jamaika	1 190	1 439	1 110	Thailand	310	300	194
Schweden	7 240	5 804	9 566	Uruguay	1 190	900	810	China, V.R.	300	650	146
Vereinigte Staaten	6 670	11 485	9 344	Irak	1 110	906	297	Mauretanien	290	112	74
Dänemark	6 430	5 114	3 481	Rumänien	1 100	3 542	2 221	Nigeria	280	94	46
Bundesrepublik Deutschland	6 260	5 698	5 119	Mexiko	1 090	1 269	707	Ägypten	280	322	225
Kanada	6 190	9 816	11 833	Libanon	1 070	1 073	709	Bolivien	280	283	177
Norwegen	5 860	4 925	17 829	Panama	1 000	846	685	Kamerun	250	86	179
Belgien	5 670	6 709	4 344	Brasilien	920	652	684	Togo	250	70	56
Frankreich	5 440	4 342	3 429	Costa Rica	840	491	764	Uganda	240	51	47
Australien	5 330	5 997	5 229	Chile	830	1 361	922	Sudan	230	125	19
Niederlande	5 250	6 191	3 978	Türkei	750	628	352	Jemen, V.R.	220	360	107
Finnland	4 700	4 636	6 222	Peru	740	650	490	Kenia	200	177	86
Libyen	4 440	975	320	Algerien	730	511	200	Sierra Leone	190	123	81
Österreich	4 410	3 883	4 098	Angola	710	191	169	Madagaskar	180	71	44
Neuseeland	4 310	3 444	6 063	Kuba	710	1 178	662	Südjemen	180	30	6
Japan	4 070	3 839	4 201	Malaysia	680	556	510	Indonesien	170	158	27
DDR	3 950	6 946	4 742	Nicaragua	670	453	405	Haiti	170	31	32
Großbritannien	3 590	5 464	4 873	Dominikanische Republik	650	433	331	Tansania	160	75	37
Israel	3 460	2 914	2 774	Tunesien	650	416	226	Zaire	150	76	164
Tschechoslowakei	3 330	6 826	4 119	Mongolische V.R.	610	1 046	528	Vietnam	150	210	70
Saudi-Arabien	2 830	976	221	Guatemala	580	252	184	Indien	140	201	129
Italien	2 820	3 224	2 696	Syrien	560	590	192	Sri Lanka	130	140	77
Polen	2 510	4 687	2 637	Albanien	530	725	522	Pakistan	130	192	137
Spanien	2 490	2 063	2 273	Sambia	520	557	1 062	Malawi	130	56	46
UdSSR	2 380	5 252	3 831	Rhodesien	520	805	1 106	Benin, V.R.	120	42	17
Irland	2 320	3 296	2 552	Paraguay	510	173	136	Guinea	120	94	56
Singapur	2 240	2 060	1 741	Kolumbien	500	636	499	Niger	120	31	15
Puerto Rico	2 230	4 280	4 814	Ecuador	480	363	183	Afghanistan	110	67	26
Ungarn	2 180	3 557	2 261	Südkorea	480	961	535	Nepal	100	12	9
Griechenland	2 090	2 048	1 589	Papua Neu Guinea	470	250	356	Äthiopien	100	31	25
Venezuela	1 960	2 895	1 581	Kongo, V.R.	470	215	75	Tschad	100	17	14
Bulgarien	1 780	4 195	3 096	Elfenbeinküste	460	370	179	Bangladesh	100	31	21
Trinidad und Tobago	1 700	3 885	1 117	Jordanien	430	388	119	Burma	100	56	25
Portugal	1 630	1 026	1 229	Marokko	430	257	164	Burundi	90	13	6
Hongkong	1 610	1 232	1 582	Ghana	430	184	379	Somalia	90	40	14
Argentinien	1 520	1 861	1 117	El Salvador	410	248	254	Obervolta	90	14	8
Jugoslawien	1 310	1 883	1 865	Liberia	390	432	515	Ruanda	80	13	32
Iran	1 250	1 268	389	Nordkorea	390	650	1 457	Mali	80	24	15
Südafrika	1 210	2 754	2 539	Mosambik	340	141	107	Kambodscha	70	17	19
				Honduras	340	224	157	Laos	70	65	26
				Senegal	330	184	92				
				Philippinen	330	309	315				

^a Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in US \$. - ^b Primärenergieverbrauch in kg Steinkohleeinheiten pro Kopf. - ^c In Kilowattstunden pro Kopf.

Quelle: UN [1976 b]. - World Bank [1976].

Tabelle A 2 - Kennziffern zum Energieverbrauch in der Bundesrepublik
1950 - 1975

	Jahr				Änderungsrate des Dreijahresdurchschnitts	
	1950	1960	1970	1975	1973 - 75 zu 1950 - 52	1973 - 75 zu 1960 - 62
Bruttoinlandsprodukt in Preisen von 1962 Mrd. DM	143,49	328,59	530,59	577,78	5,9	4,2
Primärenergieverbrauch Mill. t SKE	135,5	211,5	336,8	347,7	4,0	4,0
Spezifischer Primärenergie- verbrauch ($\bar{\phi}$ 1950-52 = 100) bezogen auf BIP	100	68,9	67,9	64,4	.	.
Endenergieverbrauch Mill. t SKE	86,7	145,7	230,4	234,0	4,0	3,7
Spezifischer Endenergie- verbrauch ($\bar{\phi}$ 1950-52 = 100) bezogen auf BIP	100	71,2	69,7	65,1	.	.
Stromverbrauch Mill. t SKE	4,2	11,6	24,5	31,1	8,4	7,3
Spezifischer Stromver- brauch ($\bar{\phi}$ 1950-52 = 100) bezogen auf BIP	100	116,4	152,2	177,4	.	.

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen [1950 - 1975]. - Eigene Berechnungen.

Tabelle A 3 - Schätzung des Zusammenhanges zwischen der Höhe des Energieverbrauchs pro Kopf¹ (y) und des Pro-Kopf-Einkommens² (x) mit alternativen Regressionsfunktionen für 44 Länder³ 1974

Funktionstyp		$y = a + bx$	$y = a + blnx$	$lny = a + bx$	$lny = a + blnx$	$y = a + bx + clnx$	$lny = a + bx + clnx$
Schätzfunktion	a	250,8	- 14.188,8	6,3938	- 0,8854	- 11.308,5	- 5,5391
	b	0,83605	2.205,6	0,00039	1,09932	0,18028	- 0,00029
	c	-	-	-	-	1.760,91	1,81782
Standardfehler	a	201,6	1.013,9	0,1263	0,4726	3.076,9	1,2304517
	b	0,05945	133,5	0,0000372	0,062227	0,1818	0,0000727
	c	-	-	-	-	467,965	0,187137
t - Testwert	a	1,244	- 13,99 ⁺	50,63 ⁺	- 1,873 ⁺	- 3,675 ⁺	- 4,502 ⁺
	b	14,062 ⁺	16,52 ⁺	10,36 ⁺	17,67 ⁺	0,991	- 4,006 ⁺
	c	-	-	-	-	3,763 ⁺	9,714 ⁺
Bestimmtheitsmaß (R ²)		0,8248	0,8667	0,7186	0,8854	0,8698	0,9148
F - Testwert		197,75 ⁺	272,99 ⁺	107,23 ⁺	312,09 ⁺	136,93 ⁺	219,98 ⁺
Durbin-Watson Testwert		1,465 ⁺⁺	1,846	0,725 ⁺⁺	1,603	1,903	2,162
+ Statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH							
++ Autokorreliert		"	"	"	"	"	5 vH
¹ Primärenergieverbrauch in kg Steinkohleeinheiten pro Kopf. - ² Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in US \$, - ³ Beginnend mit dem höchsten Pro-Kopf-Einkommen ohne Vereinigte Staaten, Kanada, Saudi Arabien, Libyen und Staatshandelsländer.							

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Basis von Tabelle A 1.

Tabelle A 4 - Schätzung des Zusammenhanges zwischen der Höhe des Stromverbrauchs pro Kopf¹ (y) und des Pro-Kopf-Einkommens² (x) mit alternativen Regressionsfunktionen für 44 Länder³ 1974

Funktionstyp		$y = a + bx$	$y = a + blnx$	$lny = a + bx$	$lny = a + blnx$	$y = a + bx + clnx$	$lny = a + bx + clnx$
Schätzfunktion:	a	- 20,7	- 13.751,6	5,96425	- 2,48536	- 9.222,5	- 6,98125
	b	0,84721	2.112,2	0,00047	1,28392	0,3008	- 0,0003
	c	-	-	-	-	1.408,6	1,98205
Standardfehler	a	188,1	1.039,8	0,1425	0,5596	2.975,9	1,4734
	b	0,0607	138,5	0,00006	0,07455	0,1852	0,0000917
	c	-	-	-	-	454,9	0,2252
t - Testwert	a	- 0,11	- 13,23 ⁺	41,85 ⁺	- 4,441 ⁺	- 3,098 ⁺	- 4,738 ⁺
	b	13,954 ⁺	15,25 ⁺	10,26 ⁺	17,222 ⁺	1,621	- 3,248 ⁺
	c	-	-	-	-	3,097 ⁺	8,801 ⁺
Bestimmtheitsmaß (R ²)		0,8225	0,8470	0,7150	0,8760	0,8562	0,9014
F - Testwert		194,73 ⁺	232,50 ⁺	105,35 ⁺	296,60 ⁺	122,07 ⁺	187,30 ⁺
Durbin-Watson Testwert		1,456 ⁺⁺	1,731	0,758 ⁺⁺	1,691	1,815	2,143
+ Statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH							
++ Autokorreliert		"	"	"	"	"	5 vH
¹ Stromverbrauch in Kilowattstunden pro Kopf. - ² Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in US-\$. - ³ Beginnend mit dem höchsten Pro-Kopf-Einkommen ohne Schweden, Vereinigte Staaten, Kanada, Norwegen, Saudi Arabien, Libyen und Staatshandelsländer.							

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Basis von Tabelle A 1.

Tabelle A 5 - Effektives Nettoproduktionsvolumen und Energieverbrauch der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik nach Industriezweigen 1960 - 1975

	1960						1965					
	Nettoproduktionsvolumen		Endenergieverbrauch		Stromverbrauch		Nettoproduktionsvolumen		Endenergieverbrauch		Stromverbrauch	
	Mill. DM	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. DM	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH
Steine und Erden	6 521	3,7	8,675	11,8	0,455	5,7	8 761	3,8	10,549	12,4	0,664	6,2
Eisenschaffende Industrie	9 911	5,7	26,462	36,1	1,269	16,0	10 739	4,6	26,108	30,8	1,625	15,3
Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	3 307	1,9	1,374	1,9	0,101	1,3	3 381	1,5	1,225	1,4	0,148	1,4
Ziehereien und Kaltwalzwerke	1 653	0,9	0,389	0,5	0,079	1,0	2 037	0,9	0,476	0,6	0,092	0,9
NE - Metallindustrie	2 685	1,5	2,003	2,7	0,597	7,5	3 171	1,4	2,177	2,6	0,758	7,1
Chemische Industrie	13 311	7,6	11,454	15,6	2,431	30,6	20 637	8,9	13,193	15,6	3,223	30,2
Mineralölverarbeitung	4 176	2,4	3,540	4,8	0,307	3,9	8 128	3,5	7,070	8,3	0,440	4,1
Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	1 859	1,1	2,294	3,1	0,423	5,3	2 168	0,9	2,612	3,1	0,512	4,8
Gummi- und asbestverarbeitende Industrie	2 357	1,3	0,499	0,7	0,092	1,2	3 135	1,4	0,692	0,8	0,122	1,1
Sägewerke und holzbearbeitende Industrie	1 836	1,0	0,331	0,5	0,054	0,7	2 092	0,9	0,503	0,6	0,085	0,8
Grundstoff- und Produktionsgüter- industrien	47 616	27,1	57,021	77,7	5,808	73,2	64 249	27,7	64,605	76,2	7,669	72,0
Maschinenbau	23 220	13,2	1,586	2,2	0,269	3,4	29 045	12,5	2,136	2,5	0,368	3,5
Fahrzeugbau	11 627	6,6	1,082	1,5	0,271	3,4	16 947	7,3	1,992	2,3	0,504	4,7
Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik	17 611	10,0	1,121	1,5	0,279	3,5	25 262	10,9	1,546	1,8	0,375	3,5
Eisen, Blech, Metallwaren	8 937	5,1	1,371	1,9	0,202	2,5	11 470	4,9	1,751	2,1	0,274	2,6
Übrige Investitionsgüter- industrien	10 547	6,0	0,517	0,7	0,090	1,1	12 441	5,4	0,591	0,7	0,101	0,9
Investitionsgüterindustrien	71 942	41,0	5,677	7,7	1,111	14,0	95 165	41,0	8,016	9,5	1,622	15,2
Glas und Feinkeramik	3 432	2,0	2,419	3,3	0,133	1,7	4 398	1,9	2,597	3,1	0,181	1,7
Kunststoffverarbeitende Industrie	1 369	0,8	0,174	0,2	0,042	0,5	2 926	1,3	0,365	0,4	0,088	0,8
Textilindustrie	9 626	5,5	2,511	3,4	0,349	4,4	11 221	4,8	2,664	3,1	0,407	3,8
Übrige Verbrauchsgüter- industrien	21 593	12,3	1,180	1,6	0,185	2,3	28 019	12,1	1,589	1,9	0,279	2,6
Verbrauchsgüterindustrien	36 020	20,5	6,284	8,6	0,709	8,9	46 564	20,1	7,215	8,5	0,955	9,0
Nahrungs- und Genußmittel- industrien	19 852	11,3	4,361	5,9	0,306	3,9	25 872	11,2	4,982	5,9	0,409	3,8
Verarbeitende Industrie	175 430	100,0	73,343	100,0	7,934	100,0	231 850	100,0	84,818	100,0	10,655	100,0

noch Tabelle A 5

	1970						1975					
	Nettoproduktionsvolumen		Endenergieverbrauch		Stromverbrauch		Nettoproduktionsvolumen		Endenergieverbrauch		Stromverbrauch	
	Mill. DM	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. DM	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH
Steine und Erden	10 368	3,5	10,528	10,5	00,794	5,6	9 559	3,1	8,739	9,3	0,781	4,9
Eisenschaffende Industrie	13 785	4,6	31,181	31,0	2,182	15,3	12 806	4,2	27,420	29,1	2,268	14,3
Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	3 707	1,2	1,207	1,2	0,205	1,4	3 032	1,0	0,880	0,9	0,197	1,2
Ziehereien und Kaltwalzwerke	2 666	0,9	0,689	0,7	0,140	1,0	2 335	0,8	0,513	0,5	0,098	0,6
NE - Metallindustrie	3 951	1,3	2,585	2,6	0,983	6,9	3 818	1,2	3,372	3,6	1,758	11,1
Chemische Industrie	32 705	10,9	14,483	14,4	4,181	29,3	37 382	12,1	13,948	14,8	4,417	27,9
Mineralölverarbeitung	11 831	4,0	10,717	10,6	0,595	4,2	11 310	3,7	11,047	11,7	0,539	3,4
Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	2 891	1,0	3,351	3,3	0,738	5,2	2 839	0,9	2,879	3,1	0,705	4,4
Gummi- und asbestverarbeitende Industrie	4 254	1,4	0,929	0,9	0,178	1,2	3 922	1,3	0,888	0,9	0,192	1,2
Sägewerke und holzbearbeitende Industrie	2 502	0,8	0,641	0,6	0,129	0,9	2 635	0,9	0,660	0,7	0,150	0,9
Grundstoff- und Produktionsgüter- industrien	88 660	29,6	76,311	75,8	10,125	70,8	89 638	29,1	70,346	74,6	11,105	70,1
Maschinenbau	36 812	12,3	2,683	2,7	0,495	3,5	35 373	11,5	2,416	2,6	0,556	3,5
Fahrzeugbau	24 710	8,3	2,582	2,6	0,740	5,2	24 683	8,0	2,586	2,7	0,744	4,7
Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik	35 426	11,8	2,093	2,1	0,573	4,0	38 991	12,7	2,083	2,2	0,668	4,2
Eisen, Blech, Metallwaren	13 920	4,6	2,117	2,1	0,370	2,6	13 113	4,3	2,043	2,2	0,404	2,5
Übrige Investitionsgüter- industrien	13 871	4,6	0,525	0,5	0,103	0,7	14 644	4,8	0,497	0,5	0,117	0,7
Investitionsgüterindustrien	124 739	41,6	10,000	9,9	2,281	16,0	126 804	41,2	9,625	10,2	2,489	15,7
Glas und Feinkeramik	5 412	1,8	3,124	3,1	0,251	1,8	5 617	1,8	2,906	3,1	0,287	1,8
Kunststoffverarbeitende Industrie	5 368	1,8	0,638	0,6	0,187	1,3	7 102	2,3	0,823	0,9	0,276	1,7
Textilindustrie	12 766	4,3	2,874	2,9	0,514	3,6	12 592	4,1	2,460	2,6	0,495	3,1
Übrige Verbrauchsgüter- industrien	31 679	10,6	1,917	1,9	0,383	2,7	30 952	10,1	1,874	2,0	0,465	2,9
Verbrauchsgüterindustrien	55 225	18,4	8,553	8,5	1,335	9,3	56 263	18,3	8,063	8,6	1,523	9,6
Nahrungs- und Genußmittel- industrien	30 874	10,3	5,778	5,7	0,551	3,9	35 042	11,4	6,222	6,6	0,730	4,6
Verarbeitende Industrie	299 498	100,0	100,642	100,0	14,292	100,0	307 747	100,0	94,256	100,0	15,847	100,0

Quelle: Krengel u. Mitarb. [lfd. Folgen]. - Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen [1950 - 1975]. - Eigene Berechnungen.

Tabelle A6 - Prognose der Endenergieproduktivitäten sowie des Stromanteils am Endenergieverbrauch in der Bundesrepublik nach Industriezweigen 1975 - 1985

Industriezweige des Sektors Verarbeitende Industrie	Schätzung der Produktivitätsentwicklung als Nettoproduktionsvolumen je Tonne SKE				Schätzung des Stromanteils am Gesamtenergieverbrauch			
	Schätzfunktion ^a	R ²	F-Test	Durbin- Watson	Schätzfunktion	R ²	F-Test	Durbin- Watson
Steine und Erden	$\ln y = 4,6 + 0,0234x$ (397,9) (19,6)	0,9648	383,3	1,359	$\ln y = 1,629 + 0,02487x + 0,02487 \ln x$ (117,8) (8,855) (3,031)	0,9887	570,5	1,166
Eisenschaffende Industrie	$\ln y = 4,59 + 0,01768x$ (403,7) (15,04)	0,9417	226,2	1,984	$\ln y = 1,52 + 0,01437x + 0,012717 \ln x$ (58,76) (2,735) (4,01)	0,9656	182,5	1,676
Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	$y = 93,18 + 0,01705x + 2,0307 \ln x$ (11,22) (1,204)	0,5657	8,4997	1,868	$\ln y = 1,903 + 0,04008x + 0,1934 \ln x$ (32,155) (3,334) (2,666)	0,9569	144,4	1,561
Ziehereien und Kaltwalz- werke	$y = 97,58 + 2,5037x - 8,64385 \ln x$ (70,856) (1,876) (-1,074)	0,3630	3,7040	1,836	$\ln y = 2,97 + 0,00633x - 0,01525 \ln x$ (77,83) (0,817) (-0,326)	0,1484	1,13	1,251
NE-Metallindustrie	$\ln y = 4,566 - 0,02984x + 0,17268 \ln x$ (71,95) (-2,314) (2,22)	0,2926	2,6884	0,755	$\ln y = 3,36452 + 0,04676x - 0,06678 \ln x$ (118,73) (8,122) (-1,923)	0,9625	167,0	1,077
Chemische Industrie	$y = 86,23 + 11,369x - 8,55 \ln x$ (130,9) (11,36) (-1,417)	0,9847	417,4	0,769	$y = 19,8675 + 0,795x$ (17,7473) (26,385)	0,9803	696,2	1,535
Mineralölverarbeitung	$\ln y = 4,653 - 0,02357x + 0,06956 \ln x$ (151,2) (-3,769) (1,844)	0,7444	18,9	1,860	$y = 8,92446 - 1,29732 \ln x$ (49,88) (-9,628)	0,8688	92,69	1,493
Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	$\ln y = 4,592 + 0,02327x - 0,0565 \ln x$ (213,8) (5,332) (-2,146)	0,8804	47,9	1,265	$y = 17,89 + 0,4946x - 0,39211 \ln x$ (74,26) (10,105) (-1,328)	0,9804	311,0	2,020
Gummi- und asbestverarbeitende Industrie	$\ln y = 4,60226 - 0,00514 x$ (195,212) (-2,799)	0,3590	7,84	1,849	$y = 18,1585 + 0,41535x - 1,25601 \ln x$ (47,633) (5,363) (-2,688)	0,8507	37,0	2,097
Übrige Grundstoffindustrie	$y = 96,37 + 2,2094x - 20,413 \ln x$ (95,967) (2,948) (-4,515)	0,7237	17,026	1,575	$y = 15,27 + 0,974x - 2,47153 \ln x$ (22,81) (7,162) (-3,012)	0,9269	82,4	1,561
Maschinenbau	$\ln y = 4,626 + 0,0163x - 0,1028 \ln x$ (144,45) (2,506) (-2,618)	0,3460	3,4387	2,552	$y = 16,88 + 0,802x - 2,565 \ln x$ (28,33) (6,626) (-3,513)	0,8891	52,1	1,992

Industriezweige des Sektors Verarbeitende Industrie	Schätzung der Produktivitätsentwicklung als Nettoproduktionsvolumen je Tonne SKB			Schätzung des Stromanteils am Gesamtenergieverbrauch				
	Schätzfunktion ^a	R ²	F-Test	Durbin- Watson	Schätzfunktion	R ²	F-Test	Durbin- Watson
Fahrzeugbau	$y = 99,325 + 3,07x - 20,913 \ln x$ (26,376) (4,013) (-4,531)	0,6175	10,4947	2,363	$y = 24,494 + 0,5476x - 1,261 \ln x$ (27,621) (3,040) (-1,16)	0,7165	16,4	1,789
Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik	$y = 99,464 + 2,3934x - 6,27 \ln x$ (146,5) (3,419) (-1,485)	0,7357	18,1	1,696	$y = 24,575 + 1,104x - 3,667 \ln x$ (38,04) (8,413) (-4,461)	0,9242	79,3	1,922
Eisen-, Blech-, Metallwaren	$y = 99,476 + 0,84618x - 0,03255 \ln x$ (40,812) (1,709) (-1,083)	0,276	2,4767	1,829	$y = 14,37 + 0,599x - 1,2977 \ln x$ (47,648) (9,776) (-3,51)	0,9652	180,1	2,316
Übrige Investitionsgüter- Industrie	$y = 95,6 + 0,03744x - 0,0479 \ln x$ (13,06) (2,94) (-0,623)	0,7808	23,2	1,649	$y = 16,87 + 0,673x - 1,523 \ln x$ (17,925) (3,519) (-1,321)	0,7750	22,4	1,612
Glas und Feinkeramik	$\ln y = 4,58164 + 0,00869x + 0,06268 \ln x$ (179,144) (1,672) (1,999)	0,8927	50,05	1,551	$\ln y = 1,68 + 0,03133x + 0,03463 \ln x$ (151,3) (13,886) (2,544)	0,9941	1.098,4	1,373
Kunststoffverarbeitende Industrie	$\ln y = 4,58828 + 0,01648x - 0,04025 \ln x$ (119,139) (2,107) (-0,853)	0,5336	7,433	2,019	$y = 22,85 + 1,35621x - 3,59111 \ln x$ (21,757) (6,356) (-2,79)	0,9048	61,8	1,553
Textilindustrie	$\ln y = 4,60322 + 0,02489x - 0,04081 \ln x$ (254,788) (6,781) (-1,843)	0,9430	107,3	1,527	$y = 13,40705 + 0,65213x - 1,08577 \ln x$ (48,586) (11,632) (-3,21)	0,9796	312,7	1,734
Übrige Verbrauchsgüter- Industrie	$\ln y = 4,62553 - 0,04257 \ln x$ (304,05) (-5,774)	0,7051	33,4	2,473	$y = 15,259 + 0,84466x - 1,55907 \ln x$ (40,226) (10,96) (-3,353)	0,9755	258,3	1,439
Nahrungs- und Genussmittel- Industrie	$y = 101,79 + 0,80243x + 3,46264 \ln x$ (51,57) (2,001) (1,431)	0,8791	47,3	2,049	$y = 6,89626 + 0,37569x - 0,53908 \ln x$ (41,163) (11,038) (-2,625)	0,9793	307,7	2,090

^a T-Testwerte in Klammern unter den jeweiligen Parametern.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle A7 - Prognose des Gesamtenergie- und Stromverbrauchs der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik und die Alternativprojektionen des Nettoproduktionsvolumens^a 1990

	Schätzwerte 1980		Alternative A						Alternative B					
	DM Je t SKE Endenergieverbrauch	Anteil Strom in vH	Nettoproduktionsvolumen		Gesamtenergieverbrauch		Stromverbrauch		Nettoproduktionsvolumen		Gesamtenergieverbrauch		Stromverbrauch	
			Mill. DM	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. DM	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH
Steine und Erden	1 220	10,05	11 135	3,0	9,127	9,2	0,917	4,8	12 493	3,0	10,240	9,0	1,029	4,7
Eisenschaffende Industrie	535	9,11	12 678	3,4	23,697	24,0	2,158	11,3	15 283	3,7	28,566	25,2	2,602	11,8
Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	3 450	28,02	3 002	0,8	0,870	0,9	0,244	1,3	3 618	0,9	1,049	0,9	0,294	1,3
Ziehereien und Kaltwalzwerke	5 262	21,25	2 312	0,6	0,439	0,4	0,093	0,5	2 787	0,7	0,530	0,5	0,113	0,5
NE-Metallindustrie	1 165	63,00	4 174	1,1	3,583	3,6	2,257	11,8	4 896	1,2	4,203	3,7	2,648	12,0
Chemische Industrie	3 474	36,56	50 737	13,7	14,605	14,8	5,340	28,0	61 307	14,8	17,647	15,6	6,452	29,3
Mineralölverarbeitung	933	4,98	14 573	3,9	15,620	15,8	0,778	4,1	16 313	3,9	17,484	15,4	0,871	4,0
Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	1 097	27,08	3 165	0,9	2,885	2,9	0,781	4,1	3 764	0,9	3,431	3,0	0,929	4,2
Gummi- und asbestverarbeitende Industrie	4 227	23,06	4 841	1,3	1,145	1,2	0,264	1,4	5 399	1,3	1,277	1,1	0,294	1,3
Sägewerke und holzbearbeitende Industrie	4 472	28,2	3 084	0,8	0,690	0,7	0,195	1,0	3 315	0,8	0,741	0,7	0,209	0,9
Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien	A: 1 510 B: 1 517	(17,93) (18,13)	109 701	29,6	72,661	73,5	13,027	68,3	129 175	31,2	85,168	75,2	15,441	70,2
Maschinenbau	15 344	25,92	45 147	12,2	2,942	3,0	0,763	4,0	50 783	12,3	3,310	2,9	0,858	3,9
Fahrzeugbau	10 760	32,15	31 353	8,5	2,914	2,9	0,937	4,9	31 955	7,7	2,970	2,6	0,955	4,3
Feinmechanik, Optik und Elektrotechnik	20 523	36,6	51 445	13,9	2,507	2,5	0,918	4,8	58 629	14,2	2,857	2,5	1,046	4,8
Eisen-, Blech-, Metallwaren	7 000	23,0	14 407	3,9	2,058	2,1	0,473	2,5	15 801	3,8	2,257	2,0	0,519	2,4
Übrige Investitionsgüterindustrien	35 249	26,36	16 018	4,3	0,454	0,5	0,120	0,6	17 828	4,3	0,506	0,4	0,133	0,6
Investitionsgüterindustrien	A: 14 563 B: 14 706	(29,53) (29,50)	158 370	42,7	10,875	11,0	3,211	16,8	174 996	42,3	11,900	10,5	3,511	16,0
Glas und Feinkeramik	2 013	11,52	6 434	1,7	3,196	3,2	0,368	1,9	6 889	1,7	3,422	3,0	0,394	1,8
Kunststoffverarbeitende Industrie	9 674	40,4	11 753	3,2	1,215	1,2	0,491	2,6	14 285	3,5	1,477	1,3	0,597	2,7
Textilindustrie	5 700	23,8	13 366	3,6	2,345	2,4	0,558	2,9	13 971	3,4	2,451	2,2	0,583	2,6
Übrige Verbrauchsgüterindustrien	16 405	28,25	32 810	8,8	2,000	2,0	0,565	3,0	35 176	8,5	2,144	1,9	0,606	2,8
Verbrauchsgüterindustrien	A: 7 351 B: 7 407	(22,64) (22,96)	64 363	17,4	8,756	8,9	1,982	10,4	70 321	17,0	9,494	8,4	2,180	9,9
Nahrungs- und Gemüßmittelindustrien	5 880	13,15	38 500	10,4	6,548	6,6	0,861	4,5	39 070	9,4	6,645	5,9	0,874	4,0
Verarbeitende Industrie	A: 3 753 B: 3 653	(19,31) (19,44)	370 934	100	98,840	100	19,081	100	413 562	100	113,207	100	22,006	100

^aZur Berechnungsmethode der Alternativen A und B vgl. Ziffer 40 f.

Tabelle A8 - Prognose des Gesamtenergie- und Stromverbrauchs der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik und die Alternativprojektionen des Nettoproduktionsvolumens^a 1985

	Schätzwerte 1985		Alternative A						Alternative B					
	DM je t SKE Endenergieverbrauch	Anteil Strom in vH	Nettoproduktionsvolumen		Gesamtenergieverbrauch		Stromverbrauch		Nettoproduktionsvolumen		Gesamtenergieverbrauch		Stromverbrauch	
			Mill. DM	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. DM	vH	Mill. t SKE	vH	Mill. t SKE	vH
Steine und Erden	1 372	11,51	12 477	2,7	9,094	8,1	1,047	4,2	14 014	2,7	10,214	7,9	1,176	4,1
Eisenschaffende Industrie	584	10,06	13 515	3,0	23,279	20,8	2,342	9,5	16 553	3,2	28,344	22,0	2,851	9,9
Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	3 707	35,68	3 219	0,7	0,868	0,8	0,310	1,3	3 919	0,8	1,057	0,8	0,377	1,3
Ziehereien und Kaltwalzwerke	5 715	21,86	2 479	0,5	0,434	0,4	0,095	0,4	3 018	0,6	0,528	0,4	0,115	0,4
NE-Metallindustrie	1 041	78,47	4 746	1,0	4,559	4,1	3,577	14,5	5 597	1,1	5,377	4,2	4,219	14,7
Chemische Industrie	4 113	40,54	72 173	15,9	17,548	15,7	7,114	28,8	88 497	17,3	21,516	16,7	8,723	30,4
Mineralölverarbeitung	842	4,7	18 249	4,0	21,673	19,4	1,019	4,1	20 446	4,0	24,283	18,9	1,141	4,0
Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	1 218	29,47	3 742	0,8	3,072	2,7	0,905	3,7	4 451	0,9	3,654	2,8	1,077	3,8
Gummi- und asbestverarbeitende Industrie	4 120	24,87	5 862	1,3	1,423	1,3	0,354	1,4	6 511	1,3	1,580	1,2	0,393	1,4
Sägewerke und holzbearbeitende Industrie	4 843	32,55	3 717	0,8	0,767	0,7	0,250	1,0	3 976	0,8	0,821	0,6	0,267	0,9
Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien	A: 1 696 B: 1 715	(20,57) 19,89	140 258	30,9	82,717	74,0	17,013	68,9	166 982	32,7	97,374	75,7	20,339	70,9
Maschinenbau	16 344	29,38	55 992	12,3	3,426	3,1	1,007	4,1	62 753	12,3	3,840	3,0	1,128	3,9
Fahrzeugbau	11 929	34,62	38 332	8,4	3,213	2,9	1,112	4,5	39 072	7,7	3,275	2,5	1,134	4,0
Feinmechanik, Optik und Elektrotechnik	22 192	41,34	69 170	15,2	3,117	2,8	1,289	5,2	78 879	15,5	3,554	2,8	1,469	5,1
Eisen-, Blech-, Metallwaren	7 231	25,72	15 674	3,4	2,168	1,9	0,558	2,3	17 116	3,4	2,367	1,8	0,609	2,1
Übrige Investitionsgüterindustrien	39 682	29,4	17 805	3,9	0,449	0,4	0,132	0,5	19 788	3,9	0,499	0,4	0,147	0,5
Investitionsgüterindustrien	A: 15 920 B: 16 078	(33,12) 33,15	196 973	43,3	12,373	11,1	4,098	16,6	217 609	42,7	13,535	10,5	4,487	15,6
Glas und Feinkeramik	2 131	13,57	7 646	1,7	3,588	3,2	0,487	2,0	8 185	1,6	3,841	3,0	0,521	1,8
Kunststoffverarbeitende Industrie	10 415	46,41	16 968	3,7	1,629	1,5	0,756	3,1	20 348	4,0	1,954	1,5	0,907	3,2
Textilindustrie	6 399	26,83	14 048	3,1	2,195	2,0	0,589	2,4	14 758	2,9	2,306	1,8	0,619	2,2
Übrige Verbrauchsgüterindustrie	16 257	32,14	35 503	7,8	2,184	2,0	0,702	2,8	38 258	7,5	2,353	1,8	0,756	2,6
Verbrauchsgüterindustrien	A: 7 729 B: 7 801	(26,41) 26,81	74 165	16,3	9,596	8,6	2,534	10,3	81 549	16,0	10,454	8,1	2,803	9,8
Nahrungs- und Genussmittelindustrie	6 097	14,91	43 137	9,5	7,075	6,3	1,055	4,3	43 989	8,6	7,215	5,6	1,076	3,7
Verarbeitende Industrie	A: 4 067 B: 3 968	(22,10) 21,57	454 533	100	111,761	100	24,700	100	510 129	100	128,578	100	28,705	100

^a Zur Berechnungsmethode der Alternativen A und B vgl. Ziffer 40 f.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle A 9 - Aufkommen und Verwendung von Strom in der Bundesrepublik 1960 - 1975

	1960		1965		1970		1975		Änderungsrate des Dreijahresdurchschnitts 1973 - 75 zu 1960 - 62		1973 - 75 zu 1965 - 67	
	TWh ^a	vH	vH									
<u>Inlandserzeugung</u>												
Öffentliche Kraftwerke	70,4	60,5	108,8	63,1	162,6	67,0	238,9	79,2	8,9	9,2		
Industrielle Eigenanlagen	44,5	38,2	60,8	35,3	75,4	31,1	58,0	19,2	2,9	1,5		
Bundesbahn	1,5	1,3	2,7	1,6	4,6	1,9	4,9	1,6	8,9	7,4		
zusammen	116,4	100,0	172,3	100,0	242,6	100,0	301,8	100,0	7,0	6,9		
davon aus:												
Wasser	13,0	11,2	15,4	8,9	17,8	7,3	17,1	5,7	2,1	0,4		
Braunkohle ^b	31,0	26,6	44,6	25,9	59,7	24,6	85,2	28,2	7,1	7,4		
Steinkohle	62,5	53,7	86,8	50,4	95,5	39,4	73,3	24,3	2,1	0,6		
Heizöl	4,0	3,4	17,0	9,9	36,3	15,0	30,0	9,9	15,8	6,9		
Gasförmige Brennstoffe ^c	5,0	4,3	7,4	4,3	22,8	9,4	70,4	23,3	22,6	28,4		
Sonstige feste und flüssige Brennstoffe	0,9	0,8	1,0	0,6	4,5	1,9	4,4	1,5	17,1	18,9		
Kernenergie	(-)	(-)	0,1	0,1	6,0	2,5	21,4	7,1	(-)	51,9		
<u>Einfuhr</u>	6,0	5,2	9,0	5,2	14,1	5,8	17,6	5,8	8,6	6,0		
Aufkommen	122,4	105,2	181,3	105,2	256,7	105,8	319,4	105,8	7,1	6,8		
<u>Inlandsverbrauch nach Verbrauchergruppen</u>												
Industrie	74,7	71,6	100,8	65,8	131,8	60,3	147,4	53,6	5,4	5,2		
davon:												
Eigenanlagen	27,4	26,3	32,8	21,4	40,2	18,4	34,8	12,7	2,6	1,9		
Öffentliches Netz	47,3	45,4	68,0	44,4	91,6	41,9	112,6	41,0	6,6	6,6		
Verkehr	3,7	3,5	5,6	3,7	7,9	3,6	8,9	3,2	6,4	5,7		
darunter:												
Bundesbahn	.	.	3,6	2,3	5,9	2,7	6,3	2,3	.	7,1		
Öffentliche Einrichtungen	4,2	4,0	7,2	4,7	11,3	5,2	17,3	6,3	9,9	9,5		
Landwirtschaft	2,0	1,9	3,3	2,2	5,1	2,3	6,3	2,3	8,3	6,7		
Haushalte	12,3	11,8	23,9	15,6	43,1	19,7	67,8	24,7	12,3	11,5		
Handel und Gewerbe	7,4	7,1	12,5	8,2	19,4	8,9	27,2	9,9	9,2	8,5		
insgesamt	104,3	100,0	153,3	100,0	218,6	100,0	274,9	100,0	7,2	7,0		
<u>Eigenverbrauch, Pumpstromverbrauch und Verluste</u>	16,3	15,6	23,2	15,1	31,8	14,5	34,7	12,6	5,5	4,2		
<u>Ausfuhr</u>	1,8	1,7	4,8	3,1	6,3	2,9	9,8	3,6	12,1	9,5		
Verwendung	122,4	117,4	181,3	118,3	256,7	117,4	319,4	116,2	7,1	6,8		

^a Terawattstunde = 1 Milliarde kWh. - ^b Einschließlich Torf und tschechische Hartbraunkohle. - ^c Anfänglich Gichtgase, heute fast ausschließlich Erdgas.

Quelle: "Elektrizitätswirtschaft" / Jg. 60 (1961) ff. - Eigene Berechnungen.

Tabelle A 10 - Entwicklung des Stromverbrauchs nach Verbrauchssektoren und verschiedener spezifischer Stromverbräuche in der Bundesrepublik 1960 - 1975

		1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	Änderung des Drei- jahresdurchschnitts 1973 - 75 1973 - 75 zu zu 1960 - 62 1965 - 67	
Gesamtstrom- verbrauch	in GWh	104 313	111 483	119 342	131 465	142 360	153 309	162 932	167 638	184 189	202 161	218 576	232 710	252 515	273 591	281 855	274 871	7,2	7,0
	in vH zum Vorjahr	11,3	6,9	7,0	10,2	8,3	7,7	6,3	2,9	9,9	9,8	8,1	6,5	8,5	8,3	3,0	- 2,5		
Industrie	in GWh	74 739	78 640	82 190	87 850	94 847	100 829	105 183	105 332	114 969	124 651	131 782	137 239	145 605	158 398	161 446	147 401	5,4	5,2
	in vH zum Vorjahr	10,8	5,2	4,5	6,9	8,0	6,3	4,3	0,1	9,1	8,4	5,7	4,1	6,1	8,8	1,9	- 8,7		
Verkehr	in GWh	3 749	3 873	4 294	4 891	5 272	5 629	5 691	5 868	6 370	7 345	7 928	8 191	8 603	8 874	8 991	8 857	6,4	5,7
	in vH zum Vorjahr	8,8	3,3	10,9	13,9	7,8	6,8	1,1	3,1	8,6	15,3	7,9	3,3	5,0	3,2	1,3	- 1,5		
Öffentliche Einrichtungen	in GWh	4 207	4 676	5 284	6 108	6 744	7 183	7 681	8 460	9 246	10 185	11 333	11 878	13 518	14 979	16 005	17 284	9,9	9,5
	in vH zum Vorjahr	9,1	11,1	13,0	15,6	10,4	6,5	6,9	10,1	9,3	10,2	11,3	4,8	13,8	10,8	6,8	8,0		
Landwirtschaft	in GWh	1 956	2 175	2 395	2 762	3 037	3 325	3 680	3 955	4 326	4 706	5 053	5 364	5 757	6 084	6 139	6 339	8,4	6,8
	in vH zum Vorjahr	8,0	11,2	10,1	15,3	10,0	9,5	10,7	7,5	9,4	8,8	7,4	6,2	7,3	5,7	0,9	3,3		
Haushalte	in GWh	12 222	13 877	16 058	19 335	21 152	23 884	26 720	29 457	33 090	37 459	43 075	48 585	55 667	60 153	63 834	67 810	12,4	11,5
	in vH zum Vorjahr	15,7	13,5	15,7	20,4	9,4	12,9	11,9	10,2	12,3	13,2	15,0	12,8	14,6	8,1	6,1	6,2		
Handel und Gewerbe	in GWh	7 440	8 242	9 121	10 519	11 308	12 459	13 567	14 566	16 188	17 815	19 405	21 493	23 365	25 103	25 470	27 180	9,2	8,5
	in vH zum Vorjahr	11,8	10,8	10,7	15,3	7,5	10,2	8,9	7,4	11,1	10,1	8,9	10,8	8,7	7,4	1,5	6,7		
Stromverbrauch pro Einwohner	in kWh	2 084	2 199	2 324	2 494	2 618	2 766	2 879	2 968	3 242	3 533	3 834	4 028	4 329	4 651	4 775	4 685	6,0	6,4
	in vH zum Vorjahr	9,5	5,5	5,7	7,3	5,0	5,7	4,1	3,1	9,2	9,0	8,5	5,1	7,5	7,4	2,7	- 1,9		
pro Haushalt	in kWh	724	822	874	973	1 052	1 173	1 298	1 426	1 594	1 778	2 021	2 288	2 611	2 728	2 892	2 926	10,2	10,3
	in vH zum Vorjahr	15,7	13,5	6,3	11,3	8,1	11,5	10,7	9,9	11,8	11,5	13,7	13,2	14,1	4,5	6,0	1,2		
Industriever- brauch pro In- dustriebe- schäftigten	in kWh	9 249	9 457	9 856	10 630	11 426	11 918	12 545	13 412	14 554	15 003	15 317	16 074	17 458	18 928	19 825	19 354	5,6	5,5
	in vH zum Vorjahr	6,5	2,2	4,2	7,9	7,5	4,3	5,3	6,9	8,5	3,1	2,1	4,9	8,6	8,4	4,7	- 2,4		
Landwirtschafts- verbrauch pro ha landw. Nutzfläche	in kWh	137	153	169	195	215	236	263	283	312	340	372	397	427	453	460	477	8,9	7,5
	in vH zum Vorjahr	8,7	11,7	10,5	15,4	10,3	9,8	11,4	7,6	10,2	9,0	9,4	6,7	7,6	6,1	1,5	3,7		

Quelle: "Elektrizitätswirtschaft" [Jg. 60 (1961) ff.]. - Eigene Berechnungen.

Tabelle A 11 - Bruttostromerzeugung, Engpaßleistung und Jahresnutzungsdauer der Kraftwerke
in der Bundesrepublik 1960 - 1975

Jahr	Engpaßleistung (jeweils 31.12.) in MW				Bruttostromerzeugung in TWh		Jahresnutzungsdauer in Stunden	
	insgesamt	davon:			Kraftwerke insgesamt	öffentliche Kraftwerke	Kraftwerke insgesamt	öffentliche Kraftwerke
		öffentliche Kraftwerke	Industrie	Bundesbahn				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1960	27 500	17 203	9 975	322	116,4	70,4	4 232	4 092
1961	29 102	17 799	10 980	323	124,6	75,2	4 282	4 226
1962	31 527	19 161	12 000	366	135,4	81,7	4 295	4 265
1963	34 073	21 071	12 560	406	147,3	89,6	4 323	4 251
1964	37 109	23 644	12 915	550	164,4	103,2	4 430	4 363
1965	40 603	26 638	13 269	696	172,3	108,8	4 244	4 084
1966	42 913	27 978	14 225	710	177,9	113,7	4 146	4 062
1967	45 495	29 915	14 851	729	184,7	119,0	4 060	3 977
1968	47 052	31 129	15 194	729	203,3	132,0	4 321	4 240
1969	48 812	32 359	15 594	859	226,0	149,8	4 630	4 631
1970	50 833	33 701	16 249	883	242,6	162,6	4 773	4 824
1971	53 977	35 589	17 524	864	259,6	172,3	4 809	4 840
1972	57 617	41 583	15 157	877	274,8	196,5	4 769	4 726
1973	62 050	45 656	15 410	984	299,0	218,3	4 819	4 781
1974	70 120	53 397	15 629	1 094	311,7	231,9	4 445	4 343
1975	74 356	57 582	15 684	1 090	301,8	238,9	4 059	4 150
1976	82 000 ^a	.	.	.	333,7 ^a	268,0 ^a	4 069 ^a	.
1977	88 340 ^b							
1978	89 656 ^b							
1979	94 171 ^b							

^aVorläufige Schätzung. - ^bSchätzung der Vereinigung industrieller Kraftwerke.

Quelle: "Elektrizitätswirtschaft" [Jg. 60 (1961) ff.]. - Eigene Berechnungen.

Tabelle A 12 - Primär- und Endenergieverbrauch in der Bundesrepublik nach Energieträger und Verwendungsbereich 1950 - 1975

	Jahr				Änderungsrate des Dreijahresdurchschnitts	
	1950	1960	1970	1975	1973 - 75 zu 1950 - 52	1973 - 75 zu 1960 - 62
Primärenergieverbrauch Mill. t SKE	135,5	211,5	336,8	347,7	4,0	4,0
davon entfielen auf (in vH)						
Steinkohle	72,8	60,7	28,7	19,1	- 1,5	- 3,6
Braunkohle	15,2	13,8	9,1	9,9	2,0	1,1
Mineralöle	4,7	21,0	53,1	51,9	15,5	10,1
Gas	0,1	0,5	5,5	14,4	28,8	31,6
Wasserkraft und Netto- stromimporte	4,6	3,1	2,5	2,2	1,1	1,7
Sonstige Energieträger ^a	2,6	0,9	0,5	0,5	- 2,8	0,0
Kernenergie	-	-	0,6	2,0	.	.
Endenergieverbrauch Mill. t SKE	86,7	145,7	230,4	234,0	4,0	3,7
davon entfielen auf (in vH)						
Steinkohle und -Briketts	43,5	25,0	7,0	3,2	- 6,7	- 10,3
Steinkohlekoks	19,2	19,4	9,3	6,4	- 0,6	- 3,6
Braunkohle	13,7	10,7	3,4	1,6	- 4,5	- 5,3
Kraftstoffe	4,5	11,2	17,8	21,0	10,6	7,5
Heizöle	0,6	12,8	38,3	36,9	23,2	10,8
Gase	9,3	11,0	11,3	15,6	5,9	6,9
Fernwärme	0,5	0,8	1,9	1,9	10,7	9,5
Sonstige Energieträger ^b	3,9	1,1	0,3	0,2	- 7,4	- 4,2
Strom	4,8	7,9	10,6	13,3	8,4	7,3
davon verbraucht in den Sektoren (in vH)						
Industrie	45,8	48,5	39,4	35,9	3,1	2,0
Verkehr	17,2	15,5	17,2	19,7	4,6	4,9
Haushalte und Kleinver- braucher	34,6	33,6	41,5	42,7	4,9	5,1
Militärische Dienststellen	2,4	2,4	1,9	1,7	1,7	1,4

^aBrennholz, Brenntorf, Klärschlamm, Müll u.ä. - ^bÜbrige feste Brennstoffe

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen [1950 - 1975]. - Eigene Berechnungen.

Verzeichnis der Schaubilder

	Seite
Schaubild 1 - Reales Bruttoinlandsprodukt und Meßziffern des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik 1960-1976	13
Schaubild 2 - Zusammenhang zwischen der Höhe des Primärenergieverbrauchs pro Kopf und des Pro-Kopf-Einkommens für ausgewählte Länder 1974	17
Schaubild 3 - Zusammenhang zwischen der Höhe des Stromverbrauchs pro Kopf und des Pro-Kopf-Einkommens für ausgewählte Länder 1974	19
Schaubild 4 - Produktivitätsentwicklung in der Verarbeitenden Industrie der Bundesrepublik 1960-1975	28
Schaubild 5 - Gesamtenergieproduktivität und Anteil des Stroms am Endenergieverbrauch nach Industriezweigen in der Bundesrepublik 1960-1985	30
Schaubild 6 - Jährliche Änderungsraten des Stromverbrauchs nach ausgewählten Verbrauchergruppen in der Bundesrepublik 1960-1985	45
Schaubild 7 - Kraftwerks- und Netzbelastung der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in der Bundesrepublik	54
Schaubild 8 - Jahreslastkurve des Stromverbrauchs aus öffentlichen Kraftwerken in der Bundesrepublik und Durchschnittskosten nach Lastbereichen	55
Schaubild 9 - Alternative allgemeine Tarife der Elektrizitätsversorgungsunternehmen in der Bundesrepublik	57

Verzeichnis der Tabellen im Text

Tabelle 1 - Der Weltverbrauch an Primärenergie nach Energieträgern 1960, 1974	11
Tabelle 2 - Jahresdurchschnittliche Änderungsraten des Energieverbrauchs und Elastizitätskoeffizienten für ausgewählte Regionen 1960-1974	12
Tabelle 3 - Entwicklung und Struktur des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik 1960-1975	21
Tabelle 4 - Alternativprojektionen A und B für die Bundesrepublik 1975-1985	24
Tabelle 5 - Der Anteil ausgewählter Industriezweige am Endenergie- und Stromverbrauch sowie am Nettoproduktionsvolumen der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik 1960, 1975	27
Tabelle 6 - Nettoproduktionsvolumen, Endenergie- und Stromverbrauch der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik 1975, 1980 und 1985	29

	Seite
Tabelle 7 - Struktur- und Produktivitätseffekt des Endenergieverbrauchs der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik 1975-1985	32
Tabelle 8 - Jahresdurchschnittliche Änderungsraten und Elastizitäten des Endenergie- und Stromverbrauchs der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik 1960-1985	33
Tabelle 9 - Kurz- und langfristige Preiselastizitäten der Industrie in der Bundesrepublik nach Energieträgern 1960-1974	35
Tabelle 10 - Direkter und indirekter Energieeinsatz der Wirtschaftszweige in der Bundesrepublik 1972, 1974	37
Tabelle 11 - Wohnbevölkerung und Privathaushalte in der Bundesrepublik 1975, 1980 und 1985	39
Tabelle 12 - Der Stromverbrauch ausgewählter Verbrauchseinheiten in der Bundesrepublik 1975	42
Tabelle 13 - Der Ausstattungsgrad der privaten Haushalte mit elektrischen Haushaltsgeräten und Prognose des Stromverbrauchs der privaten Haushalte in der Bundesrepublik 1960-1975 und 1985	43
Tabelle 14 - Jahresdurchschnittliche Änderungsraten des Stromverbrauchs nach ausgewählten Verbrauchergruppen in der Bundesrepublik 1975-1985 ...	46
Tabelle 15 - Kurz- und langfristige Preiselastizitäten der Haushalte und Kleinverbraucher in der Bundesrepublik nach Energieträgern 1960-1974	46
Tabelle 16 - Verbrauchsausgaben ausgewählter privater Haushalte in der Bundesrepublik je Haushalt und Monat 1976	48
Tabelle 17 - Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr nach Verkehrsträgern und Energieträgern in der Bundesrepublik 1960-1975 ...	49
Tabelle 18 - Kurz- und langfristige Preiselastizitäten des Sektors Verkehr in der Bundesrepublik nach Energieträgern 1960-1974	51
Tabelle 19 - Prognose des Stromverbrauchs in der Bundesrepublik nach Verbrauchergruppen 1980 und 1985	60
Tabelle 20 - Durchschnitte der geschätzten Preiselastizitäten der Energienachfrage in der Bundesrepublik nach Energieträgern 1960-1974	61
Tabelle 21 - Die Weltvorräte an fossilen Energieträgern und ihre voraussichtliche Reichweite	63

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

	Seite
Tabelle A 1 - Pro-Kopf-Einkommen, Energieverbrauch pro Kopf und Stromverbrauch pro Kopf für ausgewählte Länder 1974	69
Tabelle A 2 - Kennziffern zum Energieverbrauch in der Bundesrepublik 1950-1975	70
Tabelle A 3 - Schätzung des Zusammenhanges zwischen der Höhe des Energieverbrauchs pro Kopf und des Pro-Kopf-Einkommens mit alternativen Regressionsfunktionen für 44 Länder 1974	71
Tabelle A 4 - Schätzung des Zusammenhanges zwischen der Höhe des Stromverbrauchs pro Kopf und des Pro-Kopf-Einkommens mit alternativen Regressionsfunktionen für 44 Länder 1974	71
Tabelle A 5 - Effektives Nettoproduktionsvolumen und Energieverbrauch der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik nach Industriezweigen 1960-1975	72
Tabelle A 6 - Prognose der Endenergieproduktivitäten sowie des Stromanteils am Endenergieverbrauch in der Bundesrepublik nach Industriezweigen 1975-1985	74
Tabelle A 7 - Prognose des Gesamtenergie- und Stromverbrauchs der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik und die Alternativprojektionen des Nettoproduktionsvolumens 1980	76
Tabelle A 8 - Prognose des Gesamtenergie- und Stromverbrauchs der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik und die Alternativprojektionen des Nettoproduktionsvolumens 1985	77
Tabelle A 9 - Aufkommen und Verwendung von Strom in der Bundesrepublik 1960-1975	78
Tabelle A 10 - Entwicklung des Stromverbrauchs nach Verbrauchssektoren und verschiedener spezifischer Stromverbräuche in der Bundesrepublik 1960-1975	79
Tabelle A 11 - Bruttostromerzeugung, Engpaßleistung und Jahresnutzungsdauer der Kraftwerke in der Bundesrepublik 1960-1975	80
Tabelle A 12 - Primär- und Endenergieverbrauch in der Bundesrepublik nach Energieträger und Verwendungsbereich 1950-1975	81

Literaturverzeichnis

- Abramovitz, Moses, Rapid Growth Potential and Its Realization: The Experience of Capitalist Economies in the Postwar Period. Tokio 1977.
- Alternative Energy: Low-Cost Solar Cells. "Petroleum Economist", London, Vol. 44, September 1977, S. 368.
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland, Frankfurt/M., lfd. Jgg.
- "atw, Atomwirtschaft - Atomtechnik", (atw-Broschüren, Reihe Kernenergie und Umwelt, Nrn. 2-9.) Düsseldorf.
- Auwers, Dietrich von, Energiepolitik in den USA. "Glückauf", Essen, Bd. 112 (1976), S. 618-722.
- Baade, Fritz, Der Wettlauf zum Jahre 2000. Oldenburg, Hamburg 1960.
- Ballensiefen, Manfred, Absatzchancen der Automobilindustrie bis 1985. (RWI, Mitteilungen, 1.) Essen 1975.
- Beckerman, Wilfred, Naturwissenschaftler, Wirtschaftswissenschaftler und Umweltkatastrophe. (Kieler Vorträge, N.F., H. 73.) Tübingen 1972.
- , In Defence of Economic Growth. London 1974.
- , Two Cheers for the Affluent Society. New York 1975.
- Benoit, Emile, Must Growth Stop? In: Martin Pfaff (Ed.), Frontiers in Social Thought. Amsterdam, New York, Oxford 1976. S. 161-182.
- Bombach, Gottfried, Planspiele zum Überleben. Prophezeiungen des "Club of Rome". (Mitteilungen der List Gesellschaft, Fasc. 8, Nr. 1.) Frankfurt/M., April 1973.
- , Niklaus Blattner u.a., Technischer Fortschritt. Kritische Beurteilung von Meß- und Prognosekonzepten. Göttingen 1976.
- Boserup, Mogens, Are There Really Depletable Resources? Tokio 1977.
- Bossel, Ulf, Möglichkeiten der Energieeinsparung im Haus und Haushalt. In: Energie richtig genutzt. (Umweltpolitik und Umweltplanung, Bd. 8.) Karlsruhe 1976. S. 20-56.
- Brandt, Ulrich, Wettbewerbspolitische Ausnahmebereiche. Probleme ihrer Identifizierung und Gestaltung. (Europäische Hochschulschriften, Reihe V, Bd. 183.) Frankfurt/M., Bern, Las Vegas 1977.
- Brendow, Klaus, Energieverbrauchsprognosen internationaler Organisationen für Westeuropa. Eine Exaktheitsanalyse. "Statistische Hefte", Köln, N.F., Jg. 10 (1969), S. 66-85.
- Bülow, Hans, Konrad Eckerle, Entwicklungstendenzen der für die Energienachfrage relevanten Strukturelemente von Wirtschaft und Gesellschaft. Studie der Prognose AG. In: Bundesministerium für Forschung und Technologie, Forschungsbericht K 76-03: Künftiger Bedarf an elektrischer Energie in Abhängigkeit von wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Entwicklungen und dessen Deckung, insbesondere mit Hilfe der Kernenergie. Bonn 1976.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Die künftige Entwicklung der Energienachfrage und deren Deckung. Perspektiven bis zum Jahr 2000. Hannover [1976]. (Unveröff.)

Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT):

(1975a): Auf dem Wege zu neuen Energiesystemen. Programmstudie nichtnuklearer Energieträger. Bonn 1975.

(1975b): Einsatzmöglichkeiten neuer Energiesysteme. Programmstudie "Sekundärenergiesysteme" in 6 Teilen. Bonn 1975.

(1976a): Forschungsbericht K 76-03: Künftiger Bedarf an elektrischer Energie in Abhängigkeit von wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Entwicklungen und dessen Deckung, insbesondere mit Hilfe der Kernenergie. Bonn 1976.

(1976b): Kernenergie. Eine Bürgerinformation. Bonn 1976.

(1977a): Bürgerdialog Kernenergie. "Informationsbrief" 2/77, Bonn, 1977.

(1977b): Technologie zur Einsparung von Energie. Stuttgart, Juni 1977. (Fichtner-Studie.)

(1977c): Zur friedlichen Nutzung der Kernenergie. Eine Dokumentation der Bundesregierung. Bonn 1977.

Bundesverband des Deutschen Güterfernverkehrs (BDF), Verkehrswirtschaftliche Zahlen 1977. Frankfurt/M. 1977.

Cole, H.S.D., u.a. (Hrsg.), unter Mitarb. von A.J. Bromley u.a., Zukunft aus dem Computer? Eine Antwort auf "Die Grenzen des Wachstums". Neuwied, Berlin 1973.

Darmstadter, Joel, Joy Dunkerley, Jack Alterman, How Industrial Societies Use Energy. A Comparative Analysis. Washington, D.C., 1977.

Denison, Edward Fulton, Why Growth Rates Differ. Postwar Experience in Nine Western Countries. Washington, D.C., 1967.

Deutsche BP Aktiengesellschaft, Energie 2000. Tendenzen und Perspektiven. Hamburg 1977.

Deutsche Bundesbahn, Geschäftsbericht für das Geschäftsjahr 1975. O.O. u. J. /1976/.

Deutscher Bundestag, Bonn:

Bundestagsdrucksache 7/3595 vom 5. Mai 1975:

Antwort der Bundesregierung auf eine Große Anfrage zur rationellen und sparsamen Energieverwendung.

Bundestagsdrucksache 7/3846 vom 4. Juli 1975:

Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage betr. Pläne für den Ausbau eines Fernwärmenetzes und Möglichkeiten der Einsparung von Primärenergie.

Bundestagsdrucksache 8/569 vom 8. Juni 1977:

Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage betr. Energiebedarf und friedliche Nutzung der Kernenergie.

Bundestagsdrucksache 8/570 vom 8. Juni 1977:

Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage betr. Energiepolitik.

Deutsche Shell AG, Die Motorisierung geht weiter. Hamburg 1975.

DIW, "Wochenbericht", Berlin, versch. Jgg.

- Edison Electric Institute, Economic Growth in the Future. The Growth Debate in National and Global Perspective. New York 1976.
- Eiser, Ernst, Johann Riederer, Wolfgang Obornolte, Energiewirtschaftsrecht, Energiewirtschaftsgesetz mit den Durchführungsbestimmungen, Nebengesetzen, Verordnungen und Erlassen. 4. Aufl., Stand 1. Mai 1976. München 1976.
- Die Elektrizitätswirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. "Elektrizitätswirtschaft", Frankfurt/M., versch. Jgg.
- Energieeinsparungsgesetz (EnEG) vom 22. Juli 1976. "Bundesgesetzblatt" (BGBl), Bonn, 1976 I, S. 1873, sowie Verordnungen zum Energieeinsparungsgesetz vom 23. 3. 1977. (Wärmeschutz-, Heizungsanlagen- und Heizungsbetriebs-Verordnung.)
- Energy: Global Prospects, 1985-2000. Report of the Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES). New York, St. Louis, San Francisco 1977.
- Forrester, Jay W., World Dynamics. Cambridge, Mass., 1971.
- Frank, Hans-Joachim, Analyse und Prognose des Güterverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 1990. Berlin 1976.
- Friede, Gerhard, Substitutionsansatz zur Schätzung alternativer Möglichkeiten der wirtschaftlichen Entwicklung. In: Hans Matthöfer (Hrsg.), Energiebedarf und Energieforschung. Argumente in der Energiediskussion, Bd. 2. Villingen 1977. S. 63-76.
- Friedman, Milton, Robert V. Roosa, The Balance of Payments: Free Versus Fixed Exchange Rates. American Enterprise Institute. Washington, D. C., 1967.
- Fritsch, Bruno, Future Capital Requirements of Alternative Energy Strategies. Global Perspectives. (Swiss Federal Institute of Technology, Working Paper, 3.) Zürich, July 1977.
- Frohn, Joachim, Untersuchungen zur CES-Produktionsfunktion. Würzburg 1970.
- Gabor, Dennis, Umberto Colombo, Alexander King, Riccardo Galli, Das Ende der Verschwendung. Zur materiellen Lage der Menschheit. Ein Tatsachenbericht an den Club of Rome. Mit Beitr. von Eduard Pestel. Aus dem Englischen von Hans-Dieter Heck. Stuttgart 1976.
- Gagel, Karl, u. a., Leistungsmessung im Haushalt. "Elektrizitätswirtschaft", Frankfurt/M., Jg. 76 (1977), S. 682-695.
- Gaul, Ewald, Atomenergie oder: Ein Weg aus der Krise? Hamburg 1974.
- Gesetz zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz - Energ G -), vom 13.12.1935. "Reichsgesetzblatt" (RGBl), Berlin, 1935 I, S. 1451-1456.
- Gröner, Helmut, Die Ordnung der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Baden-Baden 1975.
- Grümm, Hans Richard, Energieerzeugung und Umwelt. "atw, Atomwirtschaft - Atomtechnik", Reihe Kernenergie und Umwelt. Düsseldorf, o. J., Nr. 2, S. 2-28.
- Grundlinien und Eckwerte für die Fortschreibung des Energieprogramms. Beschluß des Bundeskabinetts vom 23. März 1977. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, "Buletin", Bonn, 1977, S. 265-284.

Häfele, Wolf, Energy Systems: Global Options and Strategies. In: IIASA Conference, 10./13. May 1976, Vol. 1. Laxenburg 1976. S. 57-91.

Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung e. V. (HEA),
Statistisches Faltblatt, 1976, Frankfurt/M. 1976.

— Heal, Geoffrey M., The Long-Run Movement of the Prices of Exhaustible Resources.
Tokio 1977.

Höll, Karl, Die Wahrheit über die Atomkraftwerke. München 1977.

Hopf, Rainer, Günther John, Heilwig Rieke unter Mitarb. von Joachim Niklas,
Analyse und Prognose des Personenverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland bis zum
Jahre 1990. Berlin 1977.

Horn, Ernst-Jürgen, Klaus-Werner Schatz, Klaus-Dieter Schmidt, Frank Wolter,
Future Industrial Structure. The Federal Republic of Germany. Kiel 1976. (Unveröff. Manuskript.)

Huster, Erich, Atomkraftwerke - Fluch oder Segen? "Neue Politik", Hamburg, Jg. 22
(1977), H. 4, S. 24-34.

"Ifo-Schnelldienst", München, Nr. 26, vom 14.9.1977: Verminderung des Arbeits-
kräfteangebots als Mittel zum Abbau der Arbeitslosigkeit.

International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Systems
Aspects of the Large-Scale Conversion of Solar Energy for the Production of Heat, Elec-
tricity and Synthetic Fuel by Industrial Nations. Laxenburg 1975.

Joskow, Paul L., Martin L. Baughman, The Future of the U.S. Nuclear Energy
Industry. "The Bell Journal of Economics", New York, Vol. 7 (1976), S. 3-32.

Kernenergie - offen bilanziert. (O.V.) Frankfurt/M. 1976.

Kliemt, Walter, Energiebedarf und -bereitstellung in Wechselwirkung zum Technischen
Ausbau. "Elektrizitätswirtschaft", Frankfurt/M., Jg. 74 (1975), H. 1, S. 1-8.

Krengel, Rolf u. Mitarb., Produktionsvolumen und -potential. Produktionsfaktoren der
Industrie im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland einschl. Saarland und Berlin (West).
"Statistische Kennziffern", Berlin, versch. Jgg.

Krin, H., Sinnvolle Energieanwendung unter Einsatz der Wärmepumpe. "Energiewirt-
schaftliche Tagesfragen", Gräfelfing, Jg. 26 (1976), H. 9, S. 500-506.

Krinninger, Hans, Aufbau und Wirtschaftlichkeit der Solarenergienutzung für Gebäude-
heizung und Brauchwasserbereitung. In: Tagungsbericht des 1. Sonnenforums, Bd. 1.
Hamburg 1977. S. 103-111.

Lange-Hüsken, Manfred, Magnetbandrecorder - Meßdatenerfassungssystem zur Unter-
suchung der Belastung und des Stromverbrauchs von Abnehmergruppen. "Elektrizitätswirt-
schaft", Frankfurt/M., Jg. 76 (1977), S. 757-765.

Lehbert, Berndt, Untersuchung der kurz- und langfristigen Elastizitäten der Energie-
nachfrage in bezug auf die Energiepreise in der Bundesrepublik Deutschland. (Institut für
Weltwirtschaft, Kieler Arbeitspapiere, 59.) Kiel, September 1977.

- Maddox, John, Unsere Zukunft hat Zukunft. Der Jüngste Tag findet nicht statt. Stuttgart 1973.
- Manstein, Bodo (Hrsg.), Atomares Dilemma. Frankfurt/M. 1977.
- Matthöfer, Hans (Hrsg.), Energiebedarf und Energiebedarfsforschung. (Argumente in der Energiediskussion, Bd. 2.) Villingen 1977.
- Meadows, Dennis, Donella Meadows, Erich Zahn, Peter Milling, Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Aus dem Amerikanischen von Hans-Dieter Heck. Stuttgart 1972.
- , --, --, William W. Behrens III, Roger F. Naill, Jørgen Randers, Dynamics of Growth in a Finite World. Cambridge, Mass., 1974.
- Mesarović, Mihailo, Eduard Pestel, Menschheit am Wendepunkt. 2. Bericht an den Club of Rome zur Weltlage. Stuttgart 1974.
- Meyer-Abich, Klaus M., Umweltbeeinträchtigungen durch den wirtschaftlich-technischen Prozeß. In: Herbert Giersch (Hrsg.), Das Umweltproblem in ökonomischer Sicht. Symposium 1973. Tübingen 1974. S. 3-25.
- Michaelis, Hans, Kernenergie. München 1977.
- Mitchell, Edward J. (Ed.), Prospectives on U.S. Energy Policy. A Critique of Regulation. New York 1976.
- Mönig, Walter, Determinanten des Elektrizitätsangebots und volkswirtschaftliche Kriterien zu seiner Beurteilung, München 1975.
- , Dieter Schmitt, Hans K. Schneider, Jürgen Schürmann, Konzentration und Wettbewerb in der Energiewirtschaft. München 1977.
- Monopolkommission, Mehr Wettbewerb ist möglich. Hauptgutachten 1973/1975. Baden-Baden 1976.
- Nelson, James R. (Ed.), Marginal Cost Pricing in Practice. Englewood Cliffs, N.J., 1964.
- Nussbaum, Henrich von (Hrsg.), Die Zukunft des Wachstums. Kritische Antworten zum "Bericht des Club of Rome". Düsseldorf 1973.
- Odell, Peter R., Energy: Needs and Resources. London 1974.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD), World Energy Outlook. A Reassessment of Long Term Energy Developments and Related Policies. Paris 1977.
- Orr, Leonhard H. (Ed.), Energy Futures. Industry and the New Technologies. Cambridge, Mass., 1977.
- Orth, D., Der Einsatz von Wärmepumpen zur Nutzung regenerativer Energiequellen. In: Tagungsbericht des 1. Deutschen Sonnenforums, Bd. 1. Hamburg 1977. S. 337-350.
- Penner, S.S., L. Icerman, Energy, Vol. I: Demands, Resources, Impact, Technology, and Policy. London 1974; Vol. II: Non-nuclear Energy Technologies. London 1975.

- Penner, S. S., et al., Energy, Vol. III: Nuclear Energy and Energy Policies. London 1976.
- Report of the Working Group on Energy Elasticities. (Department of Energy, Energy Paper No. 17.) London 1977.
- Das Risiko Kernenergie. "Schriftenreihe 'Zur Sache'", Umweltschutz (IV). Themen Parlamentarischer Beratung, Bonn, 1975, H. 2.
- Röper, Burkhardt (Hrsg.), Wettbewerbsprobleme der Elektrizitätswirtschaft. (Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F., Bd. 65.) Berlin 1972.
- Rudolph, R., Wärmepumpen - Einsatzmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit. In: Tagungsbericht des 1. Deutschen Sonnenforums, Bd. 1. Hamburg 1977. S. 369-379.
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung,
 Jahrgutachten 1976/77: Zeit zum Investieren. Stuttgart, Mainz 1976.
 Jahrgutachten 1977/78: Mehr Wachstum - mehr Beschäftigung. Stuttgart, Mainz 1977.
- Sanders, Norbert, Die Grenzen der mittel- und langfristigen Prognosen des Energieverbrauchs. "Glückauf", Essen, Bd. 108 (1972), S. 1147-1160.
- Sassin, Wolfgang, Wolf Häfele, Energy and Future Economic Growth. Tokio 1977.
- Schäfer, H., Verbesserungen der Energienutzung. Heutige und zukünftige Möglichkeiten. ("atw, Atomwirtschaft - Atomtechnik", atw-Broschüren, Reihe Kernenergie und Umwelt, Nr. 6.) Düsseldorf, o.J., S. 32-46.
- Schliepkötter, H.-W., R. Dolgner, Gesundheitsgefährdung durch Verunreinigung der Luft. ("atw, Atomwirtschaft - Atomtechnik", atw-Broschüren, Reihe Kernenergie und Umwelt, Nr. 2.) Düsseldorf, o.J., S. 29-42.
- Schmidt, Klaus-Dieter, Sättigungserscheinungen beim privaten Verbrauch? In: Weltwirtschaft im Übergang. (Kieler Diskussionsbeiträge, 45.) Kiel 1976. S. 14-21.
- Schmitt, Dieter, Walter Mönig, P.H. Sudig, Die Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2000 in Abhängigkeit von wirtschaftlichen und sozialen Faktoren. In: Bundesministerium für Forschung und Technologie, Forschungsbericht K 76-03: Künftiger Bedarf an elektrischer Energie in Abhängigkeit von wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Entwicklungen und dessen Deckung, insbesondere mit Hilfe der Kernenergie. Bonn 1976.
- , Heinz J. Schürmann, Wolf Pluge, Zur Notwendigkeit einer staatlichen Energieeinsparungspolitik. Ein kritischer Ansatz. München 1976.
- Schneider, Hans K., Die Zukunft unserer Energiebasis als ökonomisches Problem. (Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften, Vorträge, Nr. 263.) Opladen 1977.
- Sohmen, Egon, Allokationstheorie und Wirtschaftspolitik. Tübingen 1976.
- Solling, Hugo Eberhardt, Kosten und Preise in der Elektrizitätsversorgung der Bundesrepublik Deutschland. Gräfelfing 1971.

- Statistisches Bundesamt, "Wirtschaft und Statistik", Stuttgart, 1975 ff.
- Sterner, Siegfried (Hrsg.), Energie sichern - Energie sparen. Düsseldorf, Wien 1975.
- Symposium on Peak Load Pricing. "The Bell Journal of Economics", New York, Vol. 7 (1976), No. 1.
- Tamplin, Arthur R., John W. Gofman, Kernspaltung - Ende der Zukunft? Hameln, Hannover 1977.
- Teufel, Dieter, Energieplanung - Ressourcen, Umwelt, Zukunft. In: Energie richtig genutzt. (Umweltpolitik und Umweltplanung, Bd. 8.) Karlsruhe 1976. S. 1-19.
- Trebing, Harry M. (Ed.), Essays on Public Utility Pricing and Regulation. Michigan 1971.
- Turvey, Ralph, Optimal Pricing and Investment in Electricity Supply. London 1968.
- United Nations,
 (1976a): Statistical Yearbook 1975. New York 1976.
 (1976b): World Energy Supplies 1950-1974. New York 1976.
- Verband der Automobilindustrie, Tatsachen und Zahlen aus der Kraftverkehrswirtschaft, Frankfurt/M., 40. Folge (1976).
- Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW),
 Die öffentliche Elektrizitätsversorgung im Bundesgebiet einschließlich Berlin (West), Frankfurt/M., versch. Jgg.
 Allgemeine Tarifpreise für elektrische Energie und Strompreise für Sondervertragskunden. Frankfurt/M. 1974.
- Willrick, Mason, Administration of Energy Shortages. Natural Gas and Petroleum. Cambridge, Mass., 1976.
- Wolff, Jörg, Wirtschaftspolitik in der Umweltkrise. Strategien der Wachstumsbegrenzung und Wachstumsumlenkung. Stuttgart 1974.
- World Bank,
 A Report on the Limits of Growth. Study by a Special Task Force of the World Bank. Washington, D.C., 1972.
 World Bank Atlas. Population, Per Capita Product, and Growth Rates. Washington, D.C., 1976.
- "WSI - Mitteilungen", Köln, Jg. 30 (1977), H. 3.
- Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V. (ZVEI),
 "Elektroindustrie aktuell", Frankfurt/M., Nr. 23, 1977.