
Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum

Harald Glatz und Ernst Knoth

1. Einleitung

In der in den letzten Jahren intensiv geführten Diskussion über energiepolitische Fragen wurde dem Zusammenhang von Energieverbrauch, Beschäftigung und Wirtschaftswachstum¹ große Bedeutung beigemessen. Diese Diskussion zeichnete sich durch eine starke und starre Polarisierung aus, die zum Teil aus dem Mangel an theoretischen Grundlagen und empirischen Untersuchungen zu erklären ist. Erst seit jüngster Zeit existieren eine Anzahl von Untersuchungen, welche das Verhältnis von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch theoretisch und empirisch behandeln.²

Wie sich der Zusammenhang von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum in den Industriestaaten längerfristig entwickelte und wie dieser Zusammenhang in Österreich in der Vergangenheit ausgesehen hat, soll hier untersucht werden. Daran anschließend sollen einige theoretische Überlegungen zu dieser Frage und zu den künftigen Entwicklungstendenzen angestellt werden.

2. Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum in den entwickelten Industriestaaten

Die Periode der Industrialisierung war durch ein hohes Wirtschaftswachstum und die ständige Zunahme des Energieverbrauches gekennzeichnet. Der Vergleich zwischen einigen Industriestaaten legt die Annahme nahe, daß die Staaten, deren Industrialisierung im 19. Jahrhundert schon vorangeschritten war, gegenwärtig relativ zum Wirtschaftswachstum geringere Energiezuwächse aufweisen als jene, in denen der Übergang von der Agrarwirtschaft zur industriellen Produktionsweise erst im 20. Jahrhundert einsetzte.

Tabelle 1
Elastizitätskoeffizienten des Energieverbrauches, bezogen auf das BNP

| | 1925—1965 | 1950—1965 |
|-------------------|-----------|-----------|
| Belgien/Luxemburg | 0,52 | 0,94 |
| United Kingdom | 0,57 | 0,62 |
| USA | 0,77 | 0,81 |
| BRD | — | 0,76 |
| Frankreich | 0,86 | 1,00 |
| Kanada | 1,03 | 1,13 |
| Italien | 1,86 | 2,16 |
| Japan | 1,12 | 1,00 |
| Niederlande | 1,29 | 1,17 |
| Schweden | 1,40 | 1,59 |
| Schweiz | 1,38 | 1,64 |

Quelle: J. Chesshire, K. Pavitt, *Some Energy Futures*, in: Ch. Freeman, M. Jahoda, *World Futures*, S. 118, London 1978.

Tabelle 2
Elastizitätskoeffizienten des Energieverbrauches, bezogen auf das BNP

| | 1961—1965 | 1966—1970 | 1971—1975 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Bundesrepublik Deutschland | 0,8 | 0,9 | 0,5 |
| Belgien | 1,3 | 1,1 | 0,0 |
| Frankreich | 0,9 | 1,0 | 0,5 |
| Italien | 1,3 | 1,3 | 0,8 |
| Niederlande | 1,1 | 1,2 | 1,7 |
| Norwegen | 1,2 | 1,4 | 0,2 |
| Schweden | 1,3 | 1,4 | 0,3 |
| Schweiz | 1,5 | 1,3 | 0,7 |
| USA | 0,7 | 1,3 | 0,5 |
| Japan | 0,8 | 1,1 | 0,9 |

Quelle: W. Müller, B. Stoy, *Entkopplung, Wirtschaftswachstum ohne mehr Energie?*, S. 80, Stuttgart 1978.

Einige Prognosen gehen in Anlehnung daran von der Hypothese aus, daß das Verhältnis des Energieverbrauchs zu jenem des BNP im Laufe der wirtschaftlichen Entwicklung abnehme. In den fünfziger und in den sechziger Jahren hat der Energieverbrauch jedoch in beinahe allen Staaten relativ stärker als das BNP zugenommen. Der Grund dafür dürften die niedrigen Energiepreise und die rasante Entwicklung des Individualverkehrs gewesen sein. In den siebziger Jahren jedoch wuchs der Energieverbrauch in beinahe allen Industriestaaten langsamer als das BNP.

Nur in Japan und in den Niederlanden zeigte sich eine Sonderentwicklung. Die Niederlande sind wegen großer Erdgasfunde wenig sparsam mit Energie umgegangen, außerdem expandierte die chemische Industrie. Japan hat seine Rohstahlkapazitäten stark erweitert: Der Anteil Japans am Weltstahlexport hat sich von 1965 bis 1975 um 10 Prozentpunkte auf 25 Prozent erhöht.³

Besonders in der Periode 1973—1975 kam international das bislang gewohnte Verhältnis von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch durcheinander. Wirtschaftswachstum ging nicht selten mit einem Rückgang des Energieverbrauches einher.⁴

Tabelle 3

Durchschnittliche Wachstumsraten des Energieverbrauches und des BNP (1973—1975)

| | Energieverbrauch | BNP |
|-------------------|------------------|-------|
| BRD | — 4,8 | — 1,4 |
| Belgien/Luxemburg | — 3,6 | + 1,2 |
| Frankreich | — 2,8 | + 0,7 |
| Italien | + 0,4 | + 0,2 |
| Niederlande | — 1,7 | + 1,0 |
| Norwegen | + 6,1 | + 3,5 |
| Schweden | — 2,6 | + 2,3 |
| Schweiz | — 4,1 | — 2,7 |

Quelle: National Institute Economic Review, London, 4/1976 (G. F. Ray, *European Energy Prospects*).

Bedeutet dies den Beginn einer Periode, in der — auch längerfristig — mit einer Entkopplung von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum zu rechnen ist, und was könnten die Gründe dafür sein?

Für Österreich kommt die Prognose des Instituts für Wirtschaftsforschung, die auch dem österreichischen Energieplan zugrunde liegt, zu dem Ergebnis, daß Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum sich auch künftig parallel entwickeln werden.

Tabelle 4

| | 1976—1985 | 1985—1990 | |
|---|-----------|-----------|---------|
| | | Var. I | Var. II |
| Brutto-Inlandverbrauch (jährliche Zuwächse) | 3,4 | 3,2 | 3,5 |
| BNP zu konstanten Preisen (jährliche Zuwächse) | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Elastizitätskoeffizienten | 0,97 | 0,91 | 1,00 |

Quelle: »WIFO-Monatsberichte« 4/78.

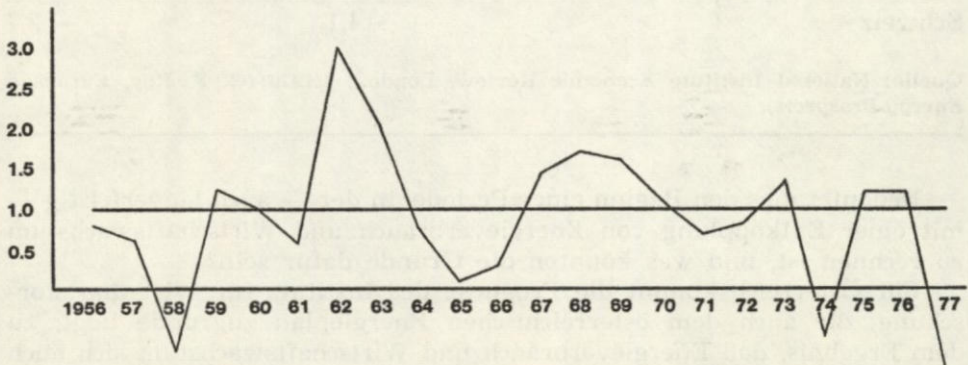
Im Gegensatz dazu rechnen andere Studien, wie zum Beispiel die des Internationalen Instituts für angewandte Systemanalyse (IIASA) unter dem Titel »Abschätzung alternativer Energie- und Umweltbedingungen für Österreich 1977—2015«, künftig mit niedrigen Elastizitäten.⁵ Auch die jüngste Energieprognose für die BRD baut auf Elastizitäten von weit unter 1 auf.⁶

3. Die Entwicklung von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum in Österreich seit dem zweiten Weltkrieg

Von 1955 bis 1973 nahm der Verbrauch an Primärenergie im jährlichen Durchschnitt um 5 Prozent zu, gleichzeitig wuchs das BNP mit 5,1 Prozent im Jahr. Die längerfristige Elastizität des Energieverbrauchs hinsichtlich des BNP betrug daher ziemlich genau 1 und stützt damit auf den ersten Blick die Behauptung der notwendigen Parallelität der Entwicklung dieser beiden Größen. Eine genauere Betrachtung zeigt jedoch erhebliche Schwankungen dieses Verhältnisses im Zeitablauf.

Diagramm 1

Jährliche Elastizitätskoeffizienten des Energieverbrauches
in bezug auf das BNP für Österreich

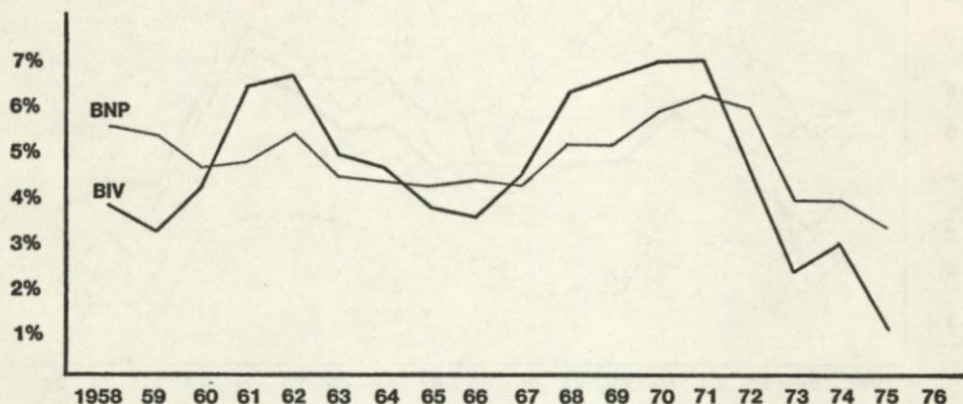


Quelle: Eigene Berechnungen.

Die mittelfristigen Entwicklungen können dargestellt werden, indem man die Zuwachsraten des Energieverbrauches und des BNP auf gleitende Durchschnitte umrechnet und damit untypische Schwankungen ausschaltet. Auf Grund dieser Betrachtung ergibt sich das folgende Bild.

Diagramm 2

Zuwachsraten des BNP und des Energieverbrauches (Bruttoinlandsverbrauch)
(5-jährige Durchschnitte)



Quelle: Eigene Berechnungen.

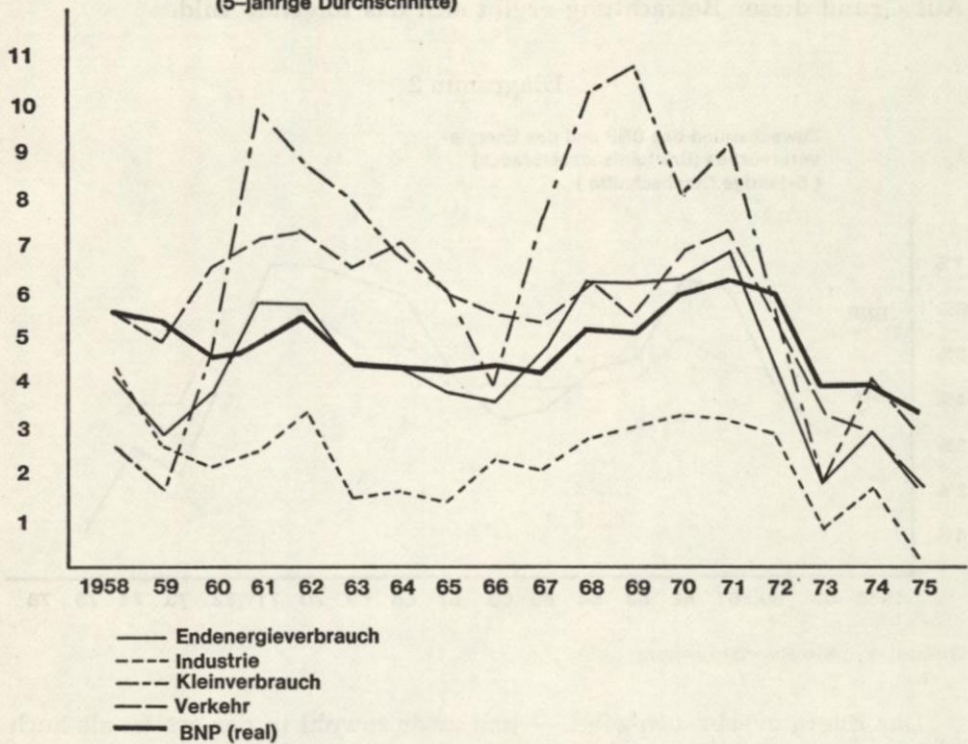
Der Energieverbrauch zeigt — und zwar sowohl in der ersten als auch in der zweiten Republik — die Tendenz, um die Wachstumsraten des BNP zu schwanken. Zeiten mit steigenden Wachstumsraten des BNP weisen einen überproportional steigenden, Zeiten mit sinkendem BNP-Zuwachs weisen einen überproportional sinkenden Energieverbrauch auf. Die Elastizitäten des Energieverbrauches hinsichtlich des Wachstums des BNP waren in Aufschwungphasen größer, in Abschwungphasen kleiner als 1.

Hinter dem Wachstum des gesamten Energieverbrauches stehen einzelne große Gruppen von Verbrauchern mit unterschiedlich hohen Zuwächsen.

Wie aus dem Diagramm 3 abzulesen ist, ergab sich in den einzelnen Sektoren folgender Verlauf der Verbrauchszunahmen: Die Zuwachsraten des industriellen Energieverbrauches schwankten nahezu parallel zu jenen des wirtschaftlichen Wachstums, sie lagen aber für den gesamten Zeitraum jährlich um durchschnittlich 2,5 Prozentpunkte niedriger. Die Zuwachsraten im Verkehrssektor lagen bis zur Mitte der sechziger Jahre um etwa 2 Prozentpunkte über jenen des BNP, seither verringerte sich der Abstand. Die größten Zuwächse weist der Kleinverbrauchersektor auf. Dessen Wachstum vollzog sich in zwei großen Wellen (1959 bis 1966 und 1966 bis 1973). Die Schwankungen des Energieverbrauches um die Zuwachsraten des BNP wurden daher im wesentlichen durch den Kleinverbrauchersektor verursacht.

Diagramm 3

Zuwachsraten von Industrie, Verkehr und Kleinverbraucher
(5-jährige Durchschnitte)



Quelle: Eigene Berechnungen.

Das Verhältnis von Wirtschafts- und Energieverbrauchswachstum hängt von verschiedenen historischen Determinanten ab. So zeigen auch die einzelnen Phasen der ökonomischen Entwicklung in Österreich seit dem Zweiten Weltkrieg unterschiedliche Wachstumstrends des Energieverbrauchs.

Die unmittelbare *Nachkriegsperiode von 1945 bis 1949* zeigt sehr hohe Zuwachsraten des BNP und des Verbrauchs an Primärenergie. Da sich jedoch beide Größen von einem infolge der Kriegseinwirkungen sehr niedrigen Anfangsniveau weg entwickelten, ist die Einbeziehung dieses Zeitraums in eine Zeitreihenbetrachtung wenig sinnvoll. Einigermaßen gültige Aussagen über die längerfristige Entwicklung sind erst ab etwa 1950 möglich.

Auch die Periode von 1950 bis 1957 zeichnet sich durch einen stark steigenden Primärenergieverbrauch aus. (Die Entwicklung wurde nur einmal, in der Stabilisierungskrise von 1952/53, unterbrochen, als das BNP stagnierte.) Der Grund dafür war der hohe Verbrauchszuwachs in der Industrie, die gegenüber der Zwischenkriegszeit im Verlaufe des Anschlusses einen erheblichen Wandel in Richtung Grundstoffindustrie

(Metallhütten, Baustoffe, Chemie usw.) durchgemacht hatte. Von 1948 bis 1957 erhöhte sich der industrielle Verbrauch an Primärenergie um 200 Prozent, der Verbrauch der Haushalte stieg im selben Zeitraum um nur 78 Prozent, jener des Verkehrssektors um 81 Prozent. Die globalen Zuwächse gingen also größtenteils auf das Konto der Produktion und in weit geringerem Maße auf jenes der Konsumtion. Erst ab 1955 setzt auch ein starkes Wachstum der Motorisierung und des Individualverkehrs ein. Die Zunahme des Energieverbrauchs im Verkehrssektor blieb aber vorerst unter der Wachstumsrate des Fahrzeugbestandes, weil gleichzeitig technische Verbesserungen erfolgten, wie verstärkter Einsatz dieselbetriebener Nutzfahrzeuge und Verbrauchssenkungen durch energiesparende Neuerungen. Trotz allseitig hoher Zuwachsraten lag der durchschnittliche Elastizitätskoeffizient in diesem Zeitraum jedoch unter 1.

Im Unterschied dazu waren die Verbrauchszuwächse bei Energie in den *sechziger Jahren* höher als jene des BNP. Die Zunahme des Verbrauchs sank zunächst im industriellen Bereich, weil sich die Industrie auf weniger energieintensive Finalprodukte umzustellen begann. Diesem Rückgang standen hohe Zuwachsraten im Verkehrs- und Kleinverbrauchssektor gegenüber, was in erster Linie auf die steigenden Haushaltseinkommen zurückgeführt werden kann. Diese Entwicklung wurde durch sinkende Energiepreise begünstigt, auf deren Bedeutung für den Energieverbrauch noch einzugehen sein wird.

In den *siebziger Jahren* hat sich in Österreich das Verhältnis von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum stark geändert; in keiner Periode schwankten die jährlichen Elastizitäten so stark. Die gleitenden Durchschnitte der Elastizitäten zeigen eine abnehmende Tendenz.

Tabelle 5

Elastizitätskoeffizienten des Energieverbrauchs, bezogen auf das BNP für Österreich

| | jährlich | gleitende 5-Jahres-Durchschnitte |
|------|----------|----------------------------------|
| 1969 | — | 1,3 |
| 1970 | — | 1,2 |
| 1971 | — | 1,1 |
| 1972 | 0,8 | 0,8 |
| 1973 | 1,3 | 0,6 |
| 1974 | — 0,6 | 0,7 |
| 1975 | 1,2 | 0,3 |
| 1976 | 1,2 | — |
| 1977 | — 1,0 | — |

Quelle: Eigene Berechnungen.

In den einzelnen Perioden findet man folgende mittlere Zuwachsraten:

Tabelle 6

| | Energieverbrauch | BNP | Elastizität |
|-----------|------------------|-----|-------------|
| 1949—1955 | 6,6 | 7,6 | 0,87 |
| 1955—1961 | 3,6 | 5,5 | 0,65 |
| 1961—1967 | 4,3 | 4,0 | 1,08 |
| 1967—1973 | 7,0 | 5,9 | 1,19 |
| 1973—1977 | — 0,5 | 2,7 | — 5,40 |

Quelle: Eigene Berechnungen.

Ähnliches wurde auch für die BRD festgestellt. Das ifo-Institut wirft daher die Frage auf, ob man nicht zu Prognosezwecken die Trends der fünfziger und siebziger Jahre verbinden müßte und die sechziger Jahre nur als Ausnahme werten sollte.⁷ Dies würde ein Zurückbleiben des Energieverbrauchswachstums hinter jenem des BNP bedeuten. Ob eine derartige Entwicklung tatsächlich erwartet werden kann, ist aus der Gegenüberstellung derart hoch aggregierter Größen, wie es BNP und Primärenergieverbrauch sind, sicherlich nicht ohne weiteres abzuleiten. Vielmehr ist es nötig, einige theoretische Überlegungen über die Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauches anzustellen und die zukünftigen Entwicklungen in einzelnen Sektoren abzuschätzen.

4. Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauches

In der energiepolitischen Diskussion wird zwischen den Begriffen *Energiebedarf* und *Energieverbrauch*⁸ meist nicht unterschieden. Es gibt keine autonome Nachfrage nach Energie (also nach Öl, Gas, Strom usw.), sondern nur einen Bedarf nach Wärme, Behaglichkeit, Mobilität, Arbeitsentlastung, Information usw. Man kann nicht davon ausgehen, daß die volle Bedürfnisbefriedigung nur bei Verwendung einer Mindestmenge von Energie gewährleistet ist; vielmehr kann ein identisches Niveau der Bedürfnisbefriedigung mit variablen Energiemengen erzielt werden. Diese stellen den Energieverbrauch im eigentlichen Sinn dar; mit einem bestimmten Bedarf ist somit der Verbrauch noch keineswegs eindeutig festgelegt. In gewissen Grenzen bestehen Wahlmöglichkeiten, ob

- a) gewisse Verrichtungen überhaupt unter Zuhilfenahme von Energie durchgeführt werden sollen, und
- b) ein mehr oder weniger großer Energieverbrauch mit dem Gebrauch von Konsumgütern verbunden ist (Effizienz des Energieeinsatzes).

In beiden Fällen bietet die Auswahl der Technologie gewisse Freiheitsgrade hinsichtlich des Energieverbrauches. Analoges gilt für die Produktionstechnologie, also die Produktionsorganisation.

Um einigermaßen gültige Aussagen über den Zusammenhang von wirtschaftlichem Wachstum und Energieverbrauch treffen zu können, gehen wir von der häufig verwendeten Einteilung in Kleinverbraucher, Verkehr und Industrie ab. Die Kategorie »Industrie« enthält nur einen Teil der Sachgüterproduktion. Der Sektor Kleinverbraucher schließt neben den Haushalten nahezu alle restlichen volkswirtschaftlichen Sektoren (Landwirtschaft, Handel, Gewerbe, Bauwirtschaft, öffentliche Einrichtungen und sonstige Dienstleistungsunternehmen) ein.

Wir nehmen daher folgende Differenzierung:⁹

- a) *Produktionsbedingter Energieverbrauch*: Sachgüterproduktion (Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft); Dienstleistungssektor; Wirtschaftsverkehr. Der produktionsbedingte Energieverbrauch umfaßt somit alle Verwendungen zur Herstellung des BNP;
- b) *konsumtiver Energieverbrauch*: Dieser Teil hängt nur insofern mit dem BNP zusammen, als Energiekäufe in das BNP (der Anteil ist allerdings nur unwesentlich) eingehen und somit definitionsgemäß das BNP erhöhen. Indirekt hängt der konsumtive Energiekonsum der Haushalte auf zweifache Weise mit dem BNP zusammen. Einmal ist Energie die Voraussetzung für den Absatz von bestimmten Konsumgütern (zum Beispiel für Elektrogeräte, Autos usw.); und zweitens ist ein steigender Energieverbrauch eine Folge von Einkommenssteigerungen.

a) *Produktionsbedingter Energieverbrauch*

Im Produktionsbereich wird der größte Teil der Energie eingesetzt, nämlich 74 Prozent des gesamten Energieeinsatzes der Letztverbraucher.¹⁰ Von den restlichen 26 Prozent, die der konsumtiven Verwendung zugerechnet werden, müßte korrekterweise noch die für den Berufsverkehr aufgewendete Energie der »Produktionsenergie« zugerechnet werden.

Der Energiebedarf des Produktionssektors hängt primär von der *Wirtschaftsstruktur* ab, die bis zu einem gewissen Grad von der Nachfragestruktur bestimmt wird. Nehmen die weniger energieintensiven Sektoren anteilmäßig zu, so nimmt der gesamtwirtschaftliche Energiekoeffizient (Energieeinsatz pro Einheit des BNP) ab.

Der bedeutendste Strukturwandel in dieser Richtung ist die relative Zunahme des Dienstleistungssektors. Da Dienstleistungen weniger energieintensiv sind als die Sachgüter, läßt die »Tertiärisierung« eine Verringerung der Elastizitäten des gesamten Energieverbrauchs hinsichtlich des Wirtschaftswachstums erwarten.¹¹ Allerdings hat diese Entwicklung auch eine Verringerung des Wirtschaftswachstums selbst zur Folge, weil in diesem Sektor nur begrenzte Produktivitätssteigerungen erfolgen können. Der *Dienstleistungssektor* wies jedoch in der Vergangenheit ein starkes Wachstum des Energieverbrauchs auf, wenn auch der Energieeinsatz relativ zum Produktionswert gering ist. Die Anzahl der Beschäftigten stieg stark an, dadurch nahm der Bedarf an Büro- und Verkaufsflächen sowie an Raumheizung zu. Es wurde auch für Zwecke der Kundenakquisition zunehmend mehr Energie eingesetzt (Heißluftvorhänge, Klimatisie-

rung usw.). Der Zusammenhang zwischen Energieeinsatz und Wertschöpfung ist im Dienstleistungssektor nicht so eng wie in der Sachgüterproduktion. Ein Großteil der Energie wird hier im Niedertemperaturbereich eingesetzt. Es gibt hier zahlreiche Sparmöglichkeiten, die die Wertschöpfung nicht negativ beeinflussen.

Tabelle 7

Energiekoeffizient (Energieeinsatz in kcal je realem Wertschöpfungsschilling) nach Sektoren (1975)

| | |
|-----------------------|------------|
| Industrie und Gewerbe | 439,5 kcal |
| Landwirtschaft | 412,8 kcal |
| Sonstige Dienste | 359,8 kcal |
| Kommunikation | 297,4 kcal |
| Bauwirtschaft | 129,2 kcal |
| Öffentlicher Dienst | 102,9 kcal |

Quelle: M. Oettl, *Energiebedarf und langfristige Abschwächung des Wirtschaftswachstums*, Ms, Wien 1977. Der Kommunikationsbereich umfaßt die Bereiche Verkehr, Handel, Banken und Versicherungen (Produktionsbereiche 28 sowie 30 bis 36 der Energieausstoß- und einsetzungstabellen der österreichischen Volkswirtschaft). Unter »Öffentlicher Dienst« werden die Einrichtungen der Gebietskörperschaften verstanden (Produktionsbereich 42).

Tabelle 8

Energieeinsatz nach Nutzenergiearten (in Prozent)

| | Wärme für Raum- heizung | Wärme für technol. Zwecke | Arbeit | Licht |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------|-------|
| Handel, Speditionen | 65,4 | — | 21,4 | 13,2 |
| Post | 89,9 | — | 4,3 | 5,8 |
| Kredit und Versicherungen | 92,6 | — | 2,7 | 4,7 |
| Erziehung, Wissenschaft, Kultur | 91,9 | — | 1,4 | 6,7 |
| Gesundheitspflege | 89,4 | — | 2,4 | 8,0 |
| Sonstige Dienstleistungen | 77,5 | — | 5,2 | 17,4 |
| Staat (öffentliche Verwaltung) | 88,2 | — | 6,1 | 5,7 |

Quelle: S. Sagoroff, *Die energetische Struktur der österreichischen Volkswirtschaft im Jahre 1964*, Wien—Würzburg 1970.

Der Energiebedarf des *Wirtschaftsverkehrs* — wir verstehen darunter im Unterschied zum Freizeitverkehr den Berufsverkehr und kommerzielle Güter- und Personentransporte — hat in der Vergangenheit eine starke Ausweitung erfahren. Neben der Ausweitung des Produktionsvolumens können dafür einige weitere Gründe angeführt werden:

- Durch die Standortwahl der Unternehmen ergab sich eine großräumige Entflechtung von Betriebsstätten und Wohngebieten. Diese Entwicklung bewirkte einen verstärkten Berufsverkehr, hauptsächlich mit PKW.
- Seine größere Flexibilität und Raschheit hat auch im Güterverkehr zu einer massiven Bevorzugung des Straßenverkehrs gegenüber dem öffentlichen Verkehr (Schiene, Wasser) geführt, wodurch der Energieverbrauch im Verhältnis zur Beförderungsleistung überproportional zunahm.
- Die Verbesserung der Transportmöglichkeiten führte zu Änderungen der Produktionsorganisation, wie Auslagerung von Teilen der Produktion in andere Werke, größere Unabhängigkeit von bestimmten Standorten usw. Wachsende Produktionseinheiten und Konzentration bewirkten die Verlängerung der Absatzwege zu überregionalen und internationalen Märkten.

Die *Industrie* wies ein Wachstum des Energieverbrauchs auf, welches deutlich unter jenem des Outputs lag. Der spezifische Energieverbrauch, also der Energieverbrauch pro Produktionseinheit, sank permanent, die Energieproduktivität stieg. Zwei Faktoren beeinflussen hier die Entwicklung des Energieverbrauchs: Veränderungen der Industriestruktur und technischer Fortschritt. Strukturänderungen wie etwa der Rückgang der energieintensiven Grundstoffproduktion und die Ausweitung der Finalindustrie haben schon in der Vergangenheit die Höhe des industriellen Energieverbrauches mitbestimmt. Die mit der Veränderung der internationalen Arbeitsteilung verbundene Verlagerung der Grundstoffproduktion in Entwicklungsländer läßt in den entwickelten Industriestaaten eine Fortsetzung dieses Trends auch in Zukunft erwarten. Zwischen 1960 und 1974¹² waren in Österreich 30 Prozent der Einsparungen auf Strukturänderungen, 70 Prozent auf den technischen Fortschritt und die damit verbundenen Rationalisierungen (höhere Energieproduktivität) zurückzuführen. Das Ausmaß der Einsparungen hängt damit von den Investitionen ab, durch die der technische Fortschritt implementiert wird. Neue Maschinen nützen Energie meist effizienter.¹³

Eine genauere Prüfung zeigt, daß vor allem Branchen, die einen überdurchschnittlichen Energieverbrauch im Verhältnis zum Produktionswert haben, einen deutlichen Rückgang des spezifischen Energieverbrauches (das ist der Energieverbrauch pro Einheit des Produktionswertes) aufweisen.¹⁴ Es sind dies jene Branchen, die Energie überwiegend zur Erzeugung von Prozeßwärme einsetzen (chemische Industrie, Metallhütten, Papiererzeugung). Hingegen zeigen Branchen, in denen die Energiekosten relativ zum Produktionswert gering sind und die Energie vor allem zum Betrieb von Maschinen einsetzen, längerfristig höhere Produktionselastizitäten. Da das produzierende Gewerbe ähnliche Voraussetzungen hat, kann auch hier von einem durch Mechanisierung bedingten langfristig überproportional steigenden Energieverbrauch ausgegangen werden.

Tabelle 9

| | Wärme für Raum- heizung | Wärme für techno- logische Zwecke | Arbeit | Licht | Zuwachs des Energie- ver- brauches 1960 bis 1974 in Prozent | ** | *** |
|-------------------------------------|----------------------------------|---|--------|-------|--|---------------------------------------|--|
| | | | | | | Produk- tions- elastizi- tät | Anteil des Energie- einsatzes am Brutto- produk- tions- wert |
| | | | | | 100 Prozent* | | |
| Eisen und Stahl | 1,3 | 93,2 | 5,3 | 0,2 | + 20,7 ¹ + 35,3 ² | 0,47 0,34 | 12,7 |
| Steine, Keramik | 1,7 | 90,3 | 7,8 | 0,2 | + 58,7 | 0,61 | 10,8 |
| Glas | 4,5 | 88,8 | 6,2 | 0,5 | + 39,2 | 0,38 | 6,8 |
| Chemie | 0,2 | 81,9 | 14,5 | 0,5 | + 74,6 | 0,30 | 2,9 |
| Papiererzeugung | 2,3 | 77,7 | 19,6 | 0,3 | + 79,0 | 0,79 | 6,3 |
| Nahrungs- und Genußmittel | 10,0 | 80,4 | 9,1 | 0,5 | + 30,0 | 0,46 | 1,8 |
| Ledererzeugung | 16,5 | 72,2 | 11,2 | 0,6 | — 31,2 | — | 3,1 |
| NE-Metallindustrie | 4,9 | 88,4 | 6,3 | 0,4 | — | — | 6,5 |
| Gießerei | 12,6 | 79,3 | 7,6 | 0,5 | + 42,3 | 1,36 | 5,5 |
| Papierverarbeitung (und Graphik) | 23,2 | 50,7 | 24,2 | 1,9 | + 183,6 | 0,92 | 1,3 |
| Holzverarbeitung | 9,1 | 63,7 | 26,6 | 0,5 | + 254,7 | 1,06 | 2,3 |
| Lederverarbeitung | 18,6 | 40,6 | 38,9 | 3,3 | + 126,4 | 1,07 | 0,9 |
| Maschinen (Stahl-/Eisenbau) | 34,9 | 38,6 | 24,8 | 1,8 | + 90,3 | 0,72 | 1,2 |
| Fahrzeuge | 44,8 | 34,4 | 18,2 | 2,4 | — 4,0 | — | 1,3 |
| Eisen- und Metallwaren | 23,3 | 53,6 | 19,9 | 0,9 | + 111,1 | 0,99 | 1,7 |
| Elektro | 35,3 | 42,1 | 19,7 | 2,9 | + 58,4 | 0,42 | 0,9 |
| Textil | 13,1 | 65,0 | 19,7 | 2,1 | + 72,0 | 0,91 | 2,3 |
| Bekleidung | 21,7 | 48,9 | 27,3 | 2,1 | + 198,5 | 1,78 | 1,1 |

Quelle:

* S. Sagoroff, *Die energetische Struktur der österreichischen Volkswirtschaft im Jahre 1964*, Wien—Würzburg 1970, S. 10, eigene Berechnungen, Summe ungleich 100 Prozent auf Grund von Rundungsfehlern.

** K. Bayer, *Der Energieverbrauch der österreichischen Industrie 1960 bis 1974*, in: »Monatsberichte«, 8/1975, S. 349.

*** Wirtschafts- und sozialstatistisches Handbuch 1976, Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien, S. 507, eigene Berechnungen.

1 Eisenhütten.

2 Metallhütten.

In der Darstellung der Tabelle 9 wurde unterschieden zwischen Branchen, die Energie vor allem für technologische Zwecke einsetzen und solchen, die sie für Arbeit (= Betrieb von Maschinen) einsetzen. Die erste Gruppe zeigt bei überdurchschnittlich hohen Energiekosten unterdurchschnittliche Produktionselastizitäten und relativ geringe Energieverbrauchszuwächse. Die zweite Gruppe weist relativ niedrige Energiekosten, überdurchschnittlich hohe Produktionselastizitäten und relativ starke Verbrauchszuwächse auf.

Diese Unterschiede lassen die Vermutung zu, daß bei hohen Energiekosten ein Anreiz besteht, energiesparende Investitionen durchzuführen. Umgekehrt scheint in den anderen Branchen eine Tendenz zu bestehen, Arbeitskräfte durch Mechanisierung einzusparen. Im ersten Fall würde Energie durch Kapital substituiert, im zweiten Arbeit durch Kapital und Energie. Dies legt nahe, den Energieeinsatz produktions-theoretisch zu betrachten.

Betrachtet man Energie neben Kapital und Arbeit als dritten Produktionsfaktor, so kann sie zu den beiden anderen Faktoren in einem substitutiven oder limitationalen Verhältnis stehen. Lange Zeit wurde Energie nur als limitationaler Faktor verstanden. Man meinte, Produktionswachstum hätte den vermehrten Einsatz des Produktionsfaktors Energie zur Voraussetzung (ähnlich dem Malthus'schen Theorem, das wirtschaftliches Wachstum ohne Wachstum des Produktionsfaktors Boden ausschloß).

Es empfiehlt sich das Verhältnis von Energieeinsatz und Arbeit einerseits und Energie und Kapital andererseits getrennt zu betrachten.

Hinsichtlich der *Arbeit* zeigte die historische Entwicklung, daß die Tendenz besteht, sie sowohl durch Kapital als auch durch Energie zu ersetzen. Dies kann so interpretiert werden, daß verstärkte Mechanisierung Arbeitskräfte wegrationalisiert, und als Folge davon zum Betrieb der Maschinen mehr Energie notwendig ist. Es kam in der Vergangenheit zu keiner Arbeitslosigkeit, weil die freigesetzten Arbeitskräfte durch Produktionsausweitungen wieder beschäftigt werden konnten. Die meisten jüngeren Untersuchungen¹⁵ stellten fest, daß Energie und Arbeit substituierbar sind, daß eine Vermehrung des Energieeinsatzes eine Verringerung des Arbeitseinsatzes nach sich zieht.

Das Verhältnis zwischen *Kapital* und Energie ist nicht eindeutig bestimmbar. Einerseits erfordert der vermehrte Einsatz von Kapitalgütern in der Produktion zusätzliche Energie. Andererseits wird durch technische Neuerungen Energie eingespart, beziehungsweise kommt es bei niedrigen Energiepreisen wie in der Vergangenheit dazu, daß Kapitalausstattung durch vermehrten Einsatz von Energie ersetzt wird (zum Beispiel Wärmeverluste bei schlechter Isolierung).

Ein insgesamt komplementäres Verhältnis wurde in einigen Untersuchungen für die USA und für Kanada festgestellt.¹⁶ Was bei einer kurzfristigen Betrachtungsweise durchaus plausibel erscheinen mag, muß längerfristig nicht gelten: Energie und Kapital dürften auf lange Sicht substituierbar sein. Dies wird vermutlich bei stark steigenden Energiepreisen in Zukunft der Fall sein. Wie Analysen des industriellen Energieverbrauchs zeigen, wird Energie durch Kapital in der Form von energie-

sparenden Investitionen substituiert.¹⁷ Zu einem ähnlichen Ergebnis kam eine Längsschnittuntersuchung (von 1958 bis 1971) für Kanada.¹⁸ Auch innerhalb der Energieproduktion selbst ist eine Substitution von Energie durch Kapital denkbar und wird vermutlich in Zukunft eine erhebliche Rolle spielen. Unterscheidet man zwischen regenerierbaren (Quellen, Sources)¹⁹ und erschöpflichen Energieträgern (Vorräte, Resources, also Brennstoffe wie Öl, Kohle, Uran usw.), so bedeutet der verstärkte Einsatz der ersteren (zum Beispiel Wasserkraftwerke, Sonnenkollektoren) in Zukunft einen verstärkten Kapitaleinsatz.

Die Produktionstheorien unterstellen, daß der Einsatz der einzelnen Faktoren vor allem durch ihren Preis bestimmt wird. Vermutlich hat der Energiepreis im Produktionsbereich eine größere Bedeutung als im privaten Konsum. Die Kosten der Energie werden bewußter wahrgenommen und bewirken längerfristig Umstrukturierungen des Produktionsapparates. Daß starke Preiserhöhungen kurzfristig Auswirkungen auf die Stabilität des Wirtschaftssystems haben können, hat der sogenannte »Erdölchock« von 1973 gezeigt. Allerdings dürften diese Preissteigerungen nicht die eigentliche Ursache der Krise von 1974/75 gewesen sein.²⁰

b) Konsumtiver Energieverbrauch

Der konsumtive Energieverbrauch besitzt in Relation zum wirtschaftlichen Wachstum einen von der Produktion wesentlich verschiedenen Stellenwert. Das Energieangebot ist die Voraussetzung für die Benützung energieverbrauchender Konsumgüter und damit auch für die Absetzbarkeit eines wesentlichen Teiles der Sachgüterproduktion. Vielfach haben auch bestimmte Energiearten die Aufnahme einzelner Produktionszweige erst ermöglicht. So war zum Beispiel die Erdöltechnologie die Grundlage, auf der sich die Autoproduktion mit allen vor-, nach- und nebengelagerten Produktionszweigen entwickeln konnte, wie überhaupt der Entwicklung des Straßenverkehrs eine entscheidende Bedeutung sowohl für den Energieverbrauch als auch für das Wirtschaftswachstum zukommt. In den USA entfallen rund 25 Prozent des Energieverbrauches auf den Betrieb von Kraftfahrzeugen,²¹ 20 Prozent fließen in den Bau von Straßen, Autos, Raffinerien usw. Bei der Autoproduktion selbst wird die meiste Energie für den dazu notwendigen Stahl benötigt (70 Prozent), die eigentliche Produktion ist relativ wenig energieintensiv. Für den Gebrauch eines Autos ist pro Jahr ungefähr so viel Energie erforderlich, wie insgesamt für seine Herstellung. Ähnlich ist elektrische Energie und deren weitverzweigtes Liefernetz die Basis eines ganzen Industriezweiges (Elektrogeräte). Schwierigkeiten bei der Belieferung der Haushalte mit dieser Energieart müßten die Unabsetzbarkeit wesentlicher Teile der Produktion zur Folge haben.

Der größte Teil der in den Haushalten verbrauchten Energie wird im Niedertemperaturbereich (Raumheizung und Warmwasserbereitung) umgesetzt. Dieser Verwendung kommt im Hinblick auf das Wirtschaftswachstum nur untergeordnete Bedeutung zu. Sehr wohl wirkt aber das wirtschaftliche Wachstum über die damit einhergehenden Einkommenssteige-

rungen stimulierend auf diese Verbrauchssparte. Die Verbrauchssteigerung wird aber auch durch Faktoren wie Bevölkerungsentwicklung, Anzahl der Haushalte, Wohnfläche pro Person und verwendete Heizungssysteme beeinflusst werden. Die Wohnbevölkerung Österreichs wird sich verringern,²² hinsichtlich der Zahl der Wohnungen ist weiterhin mit einer Zunahme zu rechnen, die aber geringer sein wird als in der Vergangenheit. Wesentlich werden Eigenheimbau und Zweitwohnungen sein, da im freistehenden Einfamilienhaus dreimal soviel Energie verbraucht wird wie in Wohnblockwohnungen.²³ Die durchschnittliche Wohnungsgröße wird in Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum zunehmen. Bisher ist der Heizenergieverbrauch der Haushalte nicht nur wegen des Zuwachses der Wohnungen gestiegen, sondern auch durch den Übergang von Einzelofenfeuerung auf Sammelheizungen. Die bisherige Entwicklung zeigte nämlich, daß durch Sammelheizungen die beheizte Nutzfläche erhöht, die täglichen Heizungsunterbrechungen verkürzt und die Heiztage je Heizperiode vermehrt werden. Die auf Grund der Neubautätigkeit und Wohnungsverbesserung zu erwartende jährliche Zunahme des Energieverbrauches für Raumheizung und Warmwasserbereitung wird auf rund 4,6 Prozent geschätzt (2,2 Prozent infolge Wohnungsneubau, 1,8 Prozent infolge Wohnungsverbesserung, die Zunahme des Energieverbrauches für Warmwasserbereitung wird nur 0,6 Prozent jährlich ausmachen).²⁴ Ab 1995 werden sich jedoch die Zuwachsraten erheblich reduzieren und eventuell sogar stagnieren.

Der restliche Energieverbrauch im Haushalt erfolgt hauptsächlich in Form von elektrischem Strom. Die fünfziger und sechziger Jahre wiesen hohe Steigerungsraten in der Ausstattung der Haushalte mit elektrischen Geräten und damit auch starke Steigerungen des Stromverbrauches auf. Die Zuwachsraten des Stromverbrauches der Haushalte sinken jedoch längerfristig. Auch für die Zukunft werden relativ geringe Zuwachsraten erwartet.²⁵ Dies gilt jedoch nur, wenn der Einsatz von elektrischer Energie für Heizzwecke nicht verstärkt wird. In der BRD, wo das Ausstattungsniveau mit elektrischen Haushaltsgeräten höher ist als in Österreich, hat der Stromverbrauch der Haushalte in den letzten 25 Jahren noch um das 15fache zugenommen, für die nächsten 25 Jahre rechnet man nur mehr mit einer Verdopplung.²⁶

Auch die Verbrauchsentwicklung für den Individualverkehr verläuft ähnlich wie bei den Haushalten, es zeichnen sich abnehmende Zuwachsraten ab. Die meisten Prognosen rechnen daher mit einer Stabilisierung des Energieverbrauches. 1976 betrug in Österreich der PKW-Bestand 244 pro tausend Einwohner.²⁷ Das Sättigungsniveau wird auf 400 PKW pro tausend Einwohner geschätzt. In den relativ dicht besiedelten europäischen Ländern sind die Grenzen des Kfz-Verkehrs, besonders in den Ballungsräumen, bereits sichtbar. Auch in Österreich hat die durchschnittliche Jahreskilometerleistung abgenommen.²⁸ Da der Kfz-Bestand langsamer wachsen wird als bisher, die Fahrleistung pro Kfz abnimmt und auch der spezifische Treibstoffverbrauch geringer wird, ist in näherer Zukunft mit geringen Zuwachsraten des Treibstoffverbrauches als in der Vergangenheit zu rechnen. Hinsichtlich des spezifischen Treibstoffverbrauches

rechnet die IIASA-Studie mit einer Reduktion von 12,3 l/100 km auf 8,9 l/100 km bis 1985 beziehungsweise auf 7,0 l/100 km bis 1990, vorausgesetzt, »daß die steigenden Treibstoffkosten und Steuern in keinem Fall mehr eine Vergrößerung der Autos zulassen werden«.²⁹

Der konsumtive Energieverbrauch weist also zahlreiche Möglichkeiten zur Verringerung des Energieverbrauches auf, die das Wirtschaftswachstum nicht beeinflussen. Außerdem verlagert sich in entwickelten Gesellschaften die Nachfrage zu den weniger energieintensiven Dienstleistungen. Allerdings läßt die vermehrte Freizeit auch mehr energieverbrauchende Geräte der Unterhaltungsindustrie erwarten. Angesichts des Scheiterns von Sättigungstheorien in der Vergangenheit sind daher derartige Erwartungen vorsichtig zu beurteilen. Dennoch wird die Energiepolitik auf lange Sicht nicht darum herumkommen — selbst auf die Gefahr hin, die »Konsumentenautonomie« zu beschneiden —, bestimmte Formen des Energieverbrauchs einzuschränken oder zu unterbinden.

5. Energiepolitik

Die relativ enge Verflechtung des Energieverbrauchs mit dem Sozialprodukt war in der Vergangenheit das Ergebnis einer Politik, deren Bemühen es war, Beeinträchtigungen des Wachstumsprozesses durch Energiemangel zu vermeiden³⁰ und die Befriedigung jeder wie auch immer gearteten Nachfrage zu konstanten Bedingungen zu garantieren. Die Energiepolitik, als politische Entscheidungsstruktur über den gesamten Energiebereich, hat es allerdings nie gegeben. Es gab nur Politiken für Teilbereiche (zum Beispiel für Öl, Gas, Elektrizität) mit unterschiedlichen Graden der staatlichen Einflußnahme. Energiepolitik war also angebotsorientiert und wurde hauptsächlich von den Energieproduzenten und -verteilern getragen. Die angebotsorientierte Energiepolitik erfordert eine langfristig geplante Infrastruktur, da auf jede zusätzliche Nachfrage elastisch reagiert werden muß. Dies versucht man durch den vorausschauenden Ausbau von Produktionskapazitäten sowie durch langfristige Lieferverträge für Importenergie, verbunden mit Abnahmegarantien, zu erreichen. Andererseits setzen langfristig stabile und niedrige Energiepreise die Kostendegression in der Energieproduktion voraus. Dies wurde bei der Energieerzeugung durch stark wachsende Produktionseinheiten zu erreichen versucht. Bei den importierten fossilen Brennstoffen sorgte in der Vergangenheit neben der Entwicklung der Fördertechnik auch die internationale Machtkonstellation für sinkende oder zumindest stabile Preise. Es ist eine Besonderheit der angebotsorientierten Energiepolitik, daß das Angebot nicht kontinuierlich auf die Nachfrage reagiert, sondern dieser zumeist vorseilt, so daß die Tendenz zum Überangebot besteht.³¹ Sowohl brachliegende Kraftwerkskapazitäten als auch volle Lager, die aus Vorsichtsgründen angelegt wurden, veranlassen die Anbieter, neue Verwendungsmöglichkeiten zu erschließen. Tendenziell sucht sich das vorhandene Angebot seine Nachfrage also selbst.³² Angebotsorientierte Energiepolitik ist damit darauf gerichtet, Energie als knappes Gut nicht fühlbar in wirtschaftliche Überlegungen eingehen zu lassen. Damit sind die ein-

zelen wirtschaftlichen Einheiten weitgehend der Notwendigkeit entbunden, mit Energie rationell umzugehen. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn der Energieverbrauch langfristig im Gleichschritt mit den ökonomischen Aktivitäten oder sogar stärker als diese zunimmt.

Mit der veränderten energiepolitischen Situation — auf Grund der Tatsache, daß Energie zumindest für einen Teil der Industriestaaten zu einem knappen Faktor wurde oder dies in absehbarer Zeit sein wird — wird die Energiepolitik auf Nachfragesteuerung ausgedehnt werden müssen. Nachfrageorientierte Energiepolitik schließt die Angebotsseite natürlich nicht aus. Denn selbst bei einer Steuerung des Energieverbrauches werden, bedingt durch die Erschöpfung der Erdölvorräte, neue Versorgungsstrategien einzuschlagen sein, das heißt, es gilt neue Energieträger und die dazugehörige Infrastruktur zu entwickeln.

Die Nachfragesteuerung stößt allerdings auf institutionelle Hindernisse. So ist zum Beispiel der Energieverbraucher von der Entscheidung, weniger Heizenergie zu verbrauchen, häufig ausgeschlossen. Von den Bauherren werden lieber billige Wohnungen mit hohen Energiekosten angeboten als gut isolierte, aber dafür teurere. Nachfrageorientierte Energiepolitik müßte primär darin bestehen, Obergrenzen des Energieverbrauches für verschiedene Verwendungszwecke gesetzlich zu fixieren. Dies würde in einer Reihe von Fällen zu Produktvertierungen führen, da eine Reduzierung des Energieverbrauches mehr Kapitaleinsatz nach sich zieht. Bei sozial wichtigen Gütern, wie zum Beispiel Wohnungen, wird dies zusätzliche staatliche Finanzierungshilfen erforderlich machen.

Im Gegensatz zur überschaubaren angebotsorientierten Energiepolitik mit ihrer geringen Anzahl von Akteuren, muß sich die Nachfragesteuerung mit einer Vielzahl von Entscheidungsträgern auseinandersetzen (zum Beispiel mit Haushalten, Gewerbebetrieben) und vor allem auch gegen die Interessen der Anbieter auftreten. Denn diese haben natürlich primär ein Interesse, mehr Energie zu verkaufen und nicht sparsam damit umzugehen.³³ Die Struktur der österreichischen Energiewirtschaft mit ihrem hohen Anteil an Verstaatlichung ermöglicht prinzipiell die Beeinflussung des einzelwirtschaftlichen Kalküls, im Gegensatz zu Ländern, wo sich die Energieversorgungsunternehmen größtenteils im Privateigentum befinden, wie zum Beispiel in den USA.

Nachfrageorientierte Energiepolitik erfordert weiters eine geeignete administrative Infrastruktur,³⁴ die erst geschaffen werden muß. Die derzeit zwischen Bund und Ländern geführte Diskussion über die Verteilung der energiepolitischen Kompetenzen ist ein Teil dieses Umstrukturierungsprozesses und zeigt die damit verbundenen Schwierigkeiten.

Die analytische Unterscheidung zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch kennzeichnet gleichzeitig zwei energiepolitische Konzeptionen. Die eine, die *Reduzierung des Energieverbrauches* bei bestehendem anerkanntem Bedarf, erfordert bloß technologische Veränderungen, zum Beispiel Gebäudeisolierungen, verbesserte Motoren, Haushaltsgeräte mit geringerem Energieverbrauch usw. Eine solche Politik hat relativ gute Durchsetzungschancen, da sie auch mit wirtschaftlichen Interessen eher vereinbar ist (zum Beispiel Bauwirtschaft). Die andere, die direkte *Beein-*

flussung des Energiebedarfes, würde hingegen den privaten Entscheidungsspielraum beschneiden, da sie Verhaltensweisen verändern müßte (zum Beispiel Verbot bestimmter Geräte wie Klimaanlage, Beheizung von privaten Schwimmbecken, Tempolimits usw.). Diese Strategie setzt sich leicht dem Vorwurf des Dirigismus aus und hat daher mit Widerständen zu rechnen. Sie ist mit Sicherheit nicht ohne ausreichende Legitimation möglich.

Neben den administrativen und technischen Maßnahmen ist auch der Energiepreis ein Instrument der Energiepolitik. Da die Einschätzung der Wirkungsweisen und der Folgen dieses Instruments kontroversiell ist, soll hier noch kurz darauf eingegangen werden.

Die hohen Zuwachsraten des Energieverbrauchs in den sechziger Jahren dürften nicht zuletzt eine Folge der relativ und absolut sinkenden Energiepreise gewesen sein. Von den fünfziger auf die sechziger Jahre erfolgte eine Verbilligung der Energie, die siebziger Jahre brachten einen kräftigen Preisanstieg.

Die vorhandenen ökonomischen Untersuchungen glauben, eine Reaktion des Energieverbrauches auf Preisänderungen beobachtet zu haben. Kurzfristig reagiert der Energieverbrauch allerdings kaum. Die Verbraucher (und zwar sowohl die Industrie als auch die Haushalte) benötigen einige Zeit zur Anpassung, weil man anfangs nicht abschätzen kann, ob die Preiserhöhung eine dauernde ist und man deshalb nicht gleich Veränderungen der Technologie (zum Beispiel andere Heizsysteme, neue Geräte) in Erwägung zieht. Längerfristig dürfte allerdings der Energieverbrauch als Folge von Preiserhöhungen sinken.³⁵ Friede³⁶ berechnet für die BRD Preiselastizitäten von $-0,35$. Eine Energiesteuer von 10 Prozent würde somit den Energieverbrauch um 3 bis 4 Prozent reduzieren. Jährliche Preissteigerungen um 5 Prozent würden im Jahre 1985 einen um 12 Prozent niedrigeren Energieverbrauch zur Folge haben.

Das Verbraucherverhalten auf Preisveränderungen dürfte durch den jeweiligen Verwendungszweck und die Energieform wesentlich beeinflußt werden. So wird der Verbrauch leitungsgebundener Energie langsam auf Preisänderungen reagieren: Der bequeme Zugriff läßt den Preis als Entscheidungskalkül inferior erscheinen, dazu kommt, daß gerade diese Energieform eine nur geringe Kostentransparenz aufweist. Dies mag ein Grund dafür sein, warum zum Beispiel der Verbrauch von Elektrizität hinsichtlich Preisänderungen unelastisch reagiert.³⁷

Der Energiepreis kann als energiepolitisches Instrument verwendet werden, indem seine Höhe politisch — also durch Steuern oder durch Tarife — bestimmt wird. Die Steuereinkünfte können nach energiepolitischen Gesichtspunkten eingesetzt werden, und zwar in Bereichen, die weniger energieintensiv sind (Gesundheitswesen, Ausbildung) oder um Energiesparmaßnahmen zu unterstützen. Wie Hudson und Jorgenson³⁸ für die USA errechneten, würde eine solche Energiesteuer das Wirtschaftswachstum nicht beeinflussen, sondern lediglich eine Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Produktionsstruktur zur Folge haben. Überlegungen bezüglich einer Energiesteuer gibt es auch in der Schweiz³⁹ und in Österreich.⁴⁰ Allerdings dürfte dieses Instrument für ein kleines außen-

handelsabhängiges Land nicht so leicht praktikierbar sein, wie für einen großen und relativ unabhängigen Wirtschaftskörper wie die USA. Den verteilungsmäßigen Auswirkungen von Preiserhöhungen müßte besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, da eine undifferenzierte Verteuerung der Energie die untersten Einkommenschichten am härtesten treffen würde. Der Energiepreis müßte also zweifach differenziert werden, erstens nach Energieträgern, zweitens nach Einkommen. Vom Prinzip her müßten daher vor allem der überdurchschnittlich hohe Energieverbrauch — der freilich nur bei leitungsgebundener Energie meßbar ist — durch einen progressiven Tarif belastet werden. Ein vertretbarer Mindestverbrauch soll jedoch weiterhin zu günstigen Preisen zur Verfügung stehen.

6. Zusammenfassung

Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum zeigten in der Vergangenheit in einer längerfristigen Betrachtung eine weitgehend parallele Entwicklung. Diese hatte allerdings in einzelnen Phasen unterschiedliche Ursachen: ein scheinbar gleichbleibender Trend war die Folge einander überlagernder, gegenläufiger und neu hinzukommender Entwicklungen. Bei einer Disaggregation der Daten zeigt sich, daß die parallele Entwicklung von BNP und Energieverbrauch nicht in allen Bereichen und nicht in allen Zeitperioden zu beobachten ist. So dürften die im Vergleich zum BNP relativ hohen Zuwachsraten des Energieverbrauches in den sechziger Jahren auf den niedrigen Energiepreis dieser Periode zurückführbar sein und deshalb für die Zukunft — da ein relatives Ansteigen des Energiepreises erwartet werden darf — kaum fortschreibbar sein. Die Einschätzung der zukünftigen Entwicklung läßt erwarten, daß bei einer Veränderung der sozio-ökonomischen Strukturen der Zusammenhang von ökonomischem Wachstum und Energieverbrauch nicht mehr so eng sein wird wie in der Vergangenheit. Zuwächse des Energieverbrauches wird es aber auch zukünftig geben, wenn auch nicht mehr im bisherigen Ausmaß. Freilich wird man sich nicht allein auf »automatische« Tendenzen verlassen können. Es wird eine Energiepolitik erforderlich sein, die nicht nur angebotsorientiert die nachgefragte Energiemenge zur Verfügung stellt, sondern auch bemüht ist, die Nachfrage zu steuern. Dazu bieten sich sowohl preispolitische als auch vor allem institutionell-administrative Instrumente an. Eine solche Energiepolitik erfordert jedoch mehr staatliche Einflußnahme. Denn, um an der Nachfrageseite anzusetzen, sind eine Reihe gesetzlich-administrativer Maßnahmen erforderlich.

ANMERKUNGEN

1 Diese Diskussion stützte sich auch häufig auf internationale Querschnittsvergleiche. Auf Querschnittsanalysen dieser Art soll hier allerdings nicht näher eingegangen werden, da deren Aussagewert begrenzt ist. Zu viele Datenprobleme sind damit verbunden. (Vgl. V. Smil, T. Kuz, *Energy and the Economy — A Global and National Analysis*, in: Long Range Planning, June 1976, und L. G. Brookes, *Energy and the Economy — A Reply to Smil and Kuz*, in: Long Range Planning, February 1977.)

So sind Energiedaten der einzelnen Länder nur bedingt miteinander vergleichbar. In die Statistiken geht nur der marktmäßig gedeckte Energieverbrauch ein. Entwicklungsländer, in denen ein Großteil des Energiebedarfes durch Selbstversorgung in den Haushalten gedeckt wird, werden daher unterbewertet. Ein weiteres Problem besteht in der Umrechnung der einzelnen Energieträger in eine einheitliche Bezugsgröße. Schließlich stellt sich noch das Problem der internationalen Vergleichbarkeit des volkswirtschaftlichen Produktionsniveaus. Diese wird meist durch Umrechnung der einzelnen BNP in Dollar hergestellt, wobei notwendigerweise eine Verzerrung durch Wechselkurs- und Kaufkraftunterschiede auftritt.

Methodische Probleme der Messung des Zusammenhanges von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum ergeben sich auch aus der Tatsache, daß Energie in importierten Gütern enthalten ist. Diese Energie wird also im Inland »verbraucht« (durch den Konsum des Gutes), ohne daß dieser Verbrauch in den inländischen Statistiken aufscheint. Umgekehrtes gilt natürlich für exportierte Güter. Die Erstellung einer Bilanz dieser »grauen« Energie ist denkbar schwierig. Man müßte bei sämtlichen Gütern, die importiert oder exportiert werden, feststellen, wieviel Energie für deren Produktion benötigt wurde. Ein Wandel der ökonomischen Struktur eines Landes (etwa von der Grundstoffindustrie zur Finalindustrie) stellt daher nur eine Verlagerung des Ortes des Energieverbrauches dar. Der Energieverbrauch müßte denjenigen Staaten zugerechnet werden, in denen diese Produkte konsumiert werden. Dies mag auch ein Grund dafür sein, daß beispielsweise die Schweiz im Vergleich zu anderen Industriestaaten einen im Verhältnis zu seinem BNP pro Kopf einen geringeren Energieverbrauch aufweist als andere Länder. Wie Schätzungen zeigen, weist die Schweiz erhebliche Importüberschüsse an grauer Energie auf, so daß der »eigentliche« Energieverbrauch um zirka 20 Prozent höher anzusetzen wäre. (Vgl. H. Baumberger, D. Spreng, *Bilanz der »grauen Energie«*, in »Neue Zürcher Zeitung«, 1. Juli 1978.)

Für die USA wird die Bilanz der grauen Energie als ausgeglichen angenommen. (Vgl. R. Herendeen, C. Bullard, *En. Syst. & Pol.* 1/1976, zitiert nach A. Lovins, *Soft Energy Path*, S. 10, Harmondsworth 1977.) Selbst wenn man die Wirtschaftsstruktur in Betracht zieht, bleibt jedoch ein Unterschied zwischen Energieverbrauch und BNP, der erklärungsbedürftig ist. So ist beispielsweise die schwedische Industriestruktur energieintensiver als die der USA, trotzdem verbraucht Schweden pro Einheit BNP weniger Energie als die USA. (Vgl. L. Schipper, A. Lichtenberg, *Efficient Energy Use and Well-Being: The Swedish Example*, in: *Science*, 3. 12. 1976.)

2 W. Müller, B. Stoy, *Entkopplung. Wirtschaftswachstum ohne mehr Energie?*, Stuttgart 1978; A. D. Neu, *Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch — eine Strategie der Energiepolitik?*, Kiel 1978; D. Schmitt, H. J. Schürmann, *Die unterstellte Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch — keine neue Alternative*, in: »Zeitschrift für Energiewirtschaft«, 2/1978, S. 147 f.; M. Horn, *Der Zusammenhang von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch*, in: »ifo-schnelldienst«, 23/1978, E. Pestel u. a., *Das Deutschland-Modell — Herausforderungen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert*, Stuttgart 1978; Informationskampagne der Bundesregierung — Kernenergie, *Bericht der Diskussionsgruppe 1, Gesellschaftliche und wirtschaftliche Fragen*, Wien 1977.

3 Vgl. W. Müller, B. Stoy, a. a. O. S. 77.

4 Allerdings war in der Vergangenheit, zumindest in Österreich, zu bemerken, daß in Zeiten des wirtschaftlichen Abschwunges der Energieverbrauch immer relativ stärker zurückgeht als in Zeiten steigender oder konstanter Wachstumsraten.

5 Das Internationale Institut für angewandte Systemanalyse hat in einer Studie (»Abschätzung alternativer Energie- und Umweltbedingungen für Österreich 1977 bis 2015«) mehrere Szenarien des Energieverbrauches für Österreich erstellt. Die Studie basiert auf einem Input/Output-Modell, das eher für kurzfristige Prognosen geeignet ist. Für eine Prognose, die auf das Jahr 2015 bezogen ist, ist das Modell, abgesehen von der generellen Problematik von längerfristigen Prognosen, sicher überfordert. Als eine Grundlage für die Entwicklung des Energieverbrauches wird die ökonomische Entwicklung, die wiederum wesentlich von der wirtschaftlichen Entwicklung der österreichischen Handelspartner abhängt, angenommen. Die Studie geht von einer Verlangsamung der wirtschaftlichen Dynamik aus, rechnet aber auch damit, daß der Energieverbrauch nicht mehr in demselben Ausmaß zunimmt wie das BNP. Beides hat zur Folge, daß die Zunahme des Energieverbrauches nicht mehr so stark sein wird wie in der Vergangenheit. Je nach dem Gang der Entwicklung werden folgende Elastizitätskoeffizienten angenommen.

| | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 | Szenario 4 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1971—1980 | 0,75 | 1,10 | 0,70 | 0,37 |
| 1980—1990 | 0,59 | 0,83 | 0,54 | 0,19 |
| 1990—2000 | 0,87 | 1,03 | 0,48 | 0,44 |
| 2000—2015 | 0,83 | 0,95 | 0,88 | 0,62 |

6 BRD: BNP-Wachstum und Energieverbrauch 1975—2000:

| | 1976—1985 | 1985—2000 |
|-------------------------|-----------|-----------|
| BNP | 3,8 | 3,0 |
| Primärenergieverbrauch | 3,0 | 1,5 |
| Elastizitätskoeffizient | 0,79 | 0,49 |

Quelle: D. Schmitt, H. Schürmann, *Wachstum ohne Energieverbrauchsanstieg?*, in: »Wirtschaftsdienst«, 7/1978.

Die Weltenergiekonferenz rechnet für die Zeit bis 2000 mit Elastizitäten von 0,40 bis 0,66, also mit Elastizitäten, die erheblich unter jenen der Vergangenheit liegen.

| | Weltenergiekonferenz 1972—2000 | Elastizitäten der ECE-Staaten 1960—1972 |
|-------------|-----------------------------------|--|
| Nordamerika | 0,40 | 0,96 |
| Westeuropa | 0,50 | 1,04 |
| Osteuropa | 0,66 | 0,89 |

(Quelle: *Background for Development of Energy Conservation in the ECE Countries*, S. 15, ECE/AC.5/R.3/Add. 1, Genf 1978.)

- 7 M. Horn, *Der Zusammenhang von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch*, in: »ifo-schnelldienst«, 23/1978, S. 5.
- 8 Vgl. K.-M. Meyer-Abich, *Wirtschaftliche und politische Möglichkeiten bei der Einsparung von Energie*, in: H. Matthöfer (Hrsg.), »Energiebedarf und Energiebedarfsforschung, Argumente in der Energiediskussion« — Band 2, Villingen 1977.
- 9 Die Studie der IIASA geht von einer ähnlichen sektoralen Einteilung aus: Produktionsbereich (Landwirtschaft, Industrie, Handel, Dienstleistungen), Haushalt, Verkehr.
- 10 K. Turetschek, *Energieausstoß und -einsatz der österreichischen Volkswirtschaft im Jahre 1976*, in: »Statistische Nachrichten«, 7/1978, S. 301.
- 11 Eine solche Entwicklung nimmt auch die Studie des Instituts für Statistik an der Universität Wien an. Vgl. K. Haimer, W. Laimer, R. Niessler, K. Zolles, *Eine Modellsimulation der österreichischen Energiewirtschaft für den Zeitraum 1980 bis 2000*, Wien 1978.
- 12 K. Bayer, *Der Energieverbrauch der österreichischen Industrie*, in: »Monatsberichte des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung«, 8/1975.

- 13 Vgl. M. Horn, *Der Zusammenhang von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch*, a. a. O. S. 7f.
- 14 K. Bayer, a. a. O.
Auch die ECE nimmt an, daß Industrien, für die Energie einen bedeutenden Kostenfaktor darstellt, den höchsten Anstieg an Energieproduktivität aufweisen. *Increased Energy Economic and Efficiency in the ECE-Region*, United Nations Economic Commission for Europe (E/ECE/883/Rev. 1). Geneva—New York 1976, S. 14.
- 15 Vgl. E. Berndt, D. Wood, *Technology, Prices and the derived Demand for Energy*, in: »The Review of Economics and Statistics«, 3/1975. Sie berechnen für die USA Substitutionselastizitäten von 0,65.
- 16 E. Berndt, D. Wood stellen Substitutionselastizitäten von $-3,2$ fest. N. Denny, C. Pinto berechnen für Kanada sogar Substitutionselastizitäten von $-11,9$. Vgl. N. Denny, C. Pinto, *The Demand for Energy in Canadian Manufacturing: 1949—1970*, Toronto 1975, zitiert nach M. Fuss, R. Hyndman, L. Waverman, *Residential, Commercial and Industrial Demand for Energy in Canada*, in: W. Nordhaus (Ed.), »Proceedings of the Workshop on Energy Demand«, Laxenburg, January 1976.
- 17 Vgl. K. Bayer, a. a. O. und M. Horn, a. a. O.
- 18 Vgl. M. Fuss u. Mitarb., a. a. O.
- 19 Vgl. L. Bauer, G. Fettweis, W. Fiala, *Energie: Vorräte und Quellen, Klassifikations-schemata und ihre Bedeutung für die Abschätzung von Energiedargeboten*, in: »Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft«, 9/1977.
- 20 Vgl. G. Chaloupek, *Die politische Ökonomie der Wachstumskrise 1975*, in: *Wirtschaft und Politik*, Festschrift für Fritz Klenner, Wien 1976.
- 21 Vgl. Secretariat for Future Studies, Sweden, *Energy and Society*, Stockholm 1975, S. 38.
- 22 Über die Entwicklung der Wohnbevölkerung Österreichs liegen allerdings widersprüchliche Prognosen vor. Das Institut für Versicherungsmathematik der Technischen Universität Wien rechnet mit einer Abnahme der Bevölkerung, das Österreichische Institut für Raumplanung mit einer Zunahme.
- | | | |
|---|------|----------------|
| Die Prognose des ÖIR lautet: | 1991 | 7,69 Millionen |
| | 2015 | 8,26 Millionen |
| Die TU rechnet mit folgender Entwicklung: | 1990 | 7,17 Millionen |
| | 2000 | 7,06 Millionen |
| | 2015 | 6,81 Millionen |
- Vgl. *Demographische und medizinische Untersuchungen in Österreich*, Institut für Versicherungsmathematik, Technische Universität, Wien 1975.
- 23 Institut für empirische Sozialforschung, *Energiesparen privater Haushalte*, Wien 1977, S. 40.
- 24 Vgl. E. Panzhauser, K. Fantl, *Sinnvoller Energieeinsatz im Bereich Bauen und Wohnen*, Studie im Auftrage der ÖMV Aktiengesellschaft, Wien 1978.
- 25 Informationskampagne der Bundesregierung — Kernenergie, Bericht der Diskussionsgruppe 2, Energiepolitische Fragen, Wien 1977, S. 61.
Auch Moditz rechnet mit einer Abnahme der Zuwachsraten des Haushaltsstromverbrauchs (ohne Elektroheizung):
- | | | |
|----------|-----------|--------------|
| Zuwächse | 1950—1960 | 14,3 Prozent |
| | 1960—1970 | 9,7 Prozent |
| | 1970—1980 | 7,5 Prozent |
| | 1980—1990 | 4,1 Prozent |
- Quelle: H. Moditz, »Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft«, 12/1974.
- 26 Vgl. *Überlegungen zur künftigen Entwicklung des Stromverbrauchs privater Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland bis 1990*, Hrsg.: Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, Frankfurt 1977.
- 27 Ein PKW (inklusive Kombinationskraftwagen) auf 4,1 Einwohner, in: *Wirtschafts- und Sozialstatistisches Handbuch der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien*, 1976, S. 618, eigene Berechnungen.

- 28 Die jährlich pro PKW gefahrenen Kilometer sind von 17.299 (1960) auf 13.399 (1971) zurückgegangen. Für 1980 werden 11.051 Kilometer prognostiziert. Vgl. *Fahrleistungen der Kraftfahrzeuge, Ergebnisse des Mikrozensus 1971*, in: »Beiträge zur österreichischen Statistik«, 351. Heft, Wien 1974.
- 29 Vgl. *IIASA-Studie*, a. a. O. S. 40.
- 30 »Ziel der Energiepolitik der westlichen Staaten ist die Sicherung der Energieversorgung zu relativ stabilen und möglichst niedrigen Preisen.« K. Musil, *Energiepolitik und Energieprognosen*, in: H. Seidel, H. Kramer (Hrsg.), *Wirtschaftsforschung in Österreich*, Wien 1973, S. 182.
- 31 Vgl. W. Müller, B. Stoy, *Wachstum ohne mehr Energie?*, in: »Wirtschaftsdienst«, Nr. 7/1978, S. 328.
- 32 Dies zeigt auch eine Studie des Verbandes Deutscher Elektrizitätswerke über die zukünftige Entwicklung des Stromverbrauches in der BRD. »Für die Elektrizitätswirtschaft scheint uns das wesentliche Ergebnis dieser Prognose zu sein, daß quantifizierbar geworden ist, in welchem Maße in den kommenden Jahren eine Umschichtung des jährlichen Zuwachses von Haushaltsstrom ohne Heizung auf Haushaltsstrom mit Heizung zu erfolgen hat, damit die langfristig eingeplante Zuwachsrate des gesamten Haushaltsstromverbrauches Marktesultat ist.« Zitiert nach »Frankfurter Rundschau«, 1. Juni 1977, Hervorhebung von uns.
- 33 Vgl. P. Weiser, *Auf wessen Kosten kann man Energie sparen?*, in: »Die Presse«, 13./14. Jänner 1979.
- 34 Dazu zählen gesetzliche Maßnahmen, Instrumente der Finanzierung, steuerpolitische Maßnahmen, Beratungsstellen usw.
- 35 Die meisten Schätzungen der Preiselastizitäten der Energienachfrage bewegen sich zwischen $-0,5$ und $-1,5$. Vgl. E. Berndt und D. Wood, a. a. O., M. Fuss u. Mitarb., a. a. O., und B. Leibert, *Untersuchung der kurz- und längerfristigen Elastizitäten der Energienachfrage in bezug auf die Energiepreise in der Bundesrepublik Deutschland*. (Institut für Weltwirtschaft, Kieler Arbeitspapiere, 59) Kiel 1977.
- 36 G. Friede, *Substitutionsansatz zur Schätzung alternativer Möglichkeiten der wirtschaftlichen Entwicklung*, in: H. Matthöfer, »Energiebedarf und Energiebedarfsforschung«, *Argumente der Energiediskussion — Band 2*, Villingen 1977.
- 37 Die Preiselastizitäten des Elektrizitätsverbrauches sind durchwegs niedriger ($-0,1$ bis $0,2$) als die des gesamten Energieverbrauches.
- 38 E. Hudson, D. Jorgenson, *US-Energy Policy and Economic Growth, 1975—2000*, und E. Hudson, *Economic Analysis of Alternative Energy Growth Patterns, 1975—2000*, beide in: »Proceedings of IIASA Working Seminar on Energy Modelling«, Laxenburg 1974.
- 39 Vgl. Arbeitsgruppe Energie — Wachstum — Umwelt (EWU), Zürich, *Stabilisierungsvarianten*, Schriftenreihe der Eidgenössischen Kommission für die Gesamtenergiekonzeption, Studie Nr. 11a, Bern 1977.
- 40 H. Aubauer, *Das Konzept einer progressiven Energiesteuer*, in: »Finanznachrichten«, 4/1977.