

Sonderdruck aus:

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Wolfgang Klauder

Zu den Arbeitsmarktauswirkungen
unterschiedlicher Energiestrukturen

13. Jg./1980

1

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittAB)

Die MittAB verstehen sich als Forum der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Es werden Arbeiten aus all den Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht, die sich mit den Themen Arbeit, Arbeitsmarkt, Beruf und Qualifikation befassen. Die Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift sollen methodisch, theoretisch und insbesondere auch empirisch zum Erkenntnisgewinn sowie zur Beratung von Öffentlichkeit und Politik beitragen. Etwa einmal jährlich erscheint ein „Schwerpunktheft“, bei dem Herausgeber und Redaktion zu einem ausgewählten Themenbereich gezielt Beiträge akquirieren.

Hinweise für Autorinnen und Autoren

Das Manuskript ist in dreifacher Ausfertigung an die federführende Herausgeberin Frau Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D.
Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
90478 Nürnberg, Regensburger Straße 104
zu senden.

Die Manuskripte können in deutscher oder englischer Sprache eingereicht werden, sie werden durch mindestens zwei Referees begutachtet und dürfen nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht oder zur Veröffentlichung vorgesehen sein.

Autorenhinweise und Angaben zur formalen Gestaltung der Manuskripte können im Internet abgerufen werden unter http://doku.iab.de/mittab/hinweise_mittab.pdf. Im IAB kann ein entsprechendes Merkblatt angefordert werden (Tel.: 09 11/1 79 30 23, Fax: 09 11/1 79 59 99; E-Mail: ursula.wagner@iab.de).

Herausgeber

Jutta Allmendinger, Ph. D., Direktorin des IAB, Professorin für Soziologie, München (federführende Herausgeberin)
Dr. Friedrich Buttler, Professor, International Labour Office, Regionaldirektor für Europa und Zentralasien, Genf, ehem. Direktor des IAB
Dr. Wolfgang Franz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Mannheim
Dr. Knut Gerlach, Professor für Politische Wirtschaftslehre und Arbeitsökonomie, Hannover
Florian Gerster, Vorstandsvorsitzender der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Christof Helberger, Professor für Volkswirtschaftslehre, TU Berlin
Dr. Reinhard Hujer, Professor für Statistik und Ökonometrie (Empirische Wirtschaftsforschung), Frankfurt/M.
Dr. Gerhard Kleinhenz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Passau
Bernhard Jagoda, Präsident a.D. der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Dieter Sadowski, Professor für Betriebswirtschaftslehre, Trier

Begründer und frühere Mitherausgeber

Prof. Dr. Dieter Mertens, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karl Martin Bolte, Dr. Hans Büttner, Prof. Dr. Dr. Theodor Ellinger, Heinrich Franke, Prof. Dr. Harald Gerfin,
Prof. Dr. Hans Kettner, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Dr. h.c. Josef Stingl

Redaktion

Ulrike Kress, Gerd Peters, Ursula Wagner, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB),
90478 Nürnberg, Regensburger Str. 104, Telefon (09 11) 1 79 30 19, E-Mail: ulrike.kress@iab.de: (09 11) 1 79 30 16,
E-Mail: gerd.peters@iab.de: (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: ursula.wagner@iab.de: Telefax (09 11) 1 79 59 99.

Rechte

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrofotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Herstellung

Satz und Druck: Tümmels Buchdruckerei und Verlag GmbH, Gundelfinger Straße 20, 90451 Nürnberg

Verlag

W. Kohlhammer GmbH, Postanschrift: 70549 Stuttgart; Lieferanschrift: Heßbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0;
Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: waltraud.metzger@kohlhammer.de, Postscheckkonto Stuttgart 163 30.
Girokonto Städtische Girokasse Stuttgart 2 022 309.
ISSN 0340-3254

Bezugsbedingungen

Die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ erscheinen viermal jährlich. Bezugspreis: Jahresabonnement 52,- € inklusive Versandkosten; Einzelheft 14,- € zuzüglich Versandkosten. Für Studenten, Wehr- und Ersatzdienstleistende wird der Preis um 20 % ermäßigt. Bestellungen durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag. Abbestellungen sind nur bis 3 Monate vor Jahresende möglich.

Zitierweise:

MittAB = „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ (ab 1970)
Mitt(IAB) = „Mitteilungen“ (1968 und 1969)
In den Jahren 1968 und 1969 erschienen die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ unter dem Titel „Mitteilungen“, herausgegeben vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.

Internet: <http://www.iab.de>

Zu den Arbeitsmarktauswirkungen unterschiedlicher Energiestrukturen

Wolfgang Klauder*)

Arbeitsplatzargumente spielen in der energiepolitischen Diskussion eine große Rolle. Ziel dieses Beitrages ist es daher, einen Überblick über die Arbeitsmarktauswirkungen unterschiedlicher Energiestrukturen nach dem jetzigen Stand der Forschung zu geben.

Im ersten Teil des Beitrages werden kurz die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung erörtert. Anhand der in der Vergangenheit beobachteten und für die Zukunft absehbaren Entwicklungstendenzen wird gezeigt, daß es keine starren Gesetzmäßigkeiten, sondern erhebliche Flexibilitäts- und Gestaltungsspielräume zwischen allen Gliedern dieser Kette gibt und daß z. B. ein tendenzieller Gleichlauf von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum wie in den 60er Jahren in absehbarer Zukunft kaum mehr zu erwarten sein dürfte.

Im zweiten Teil werden die Beschäftigungseffekte verschiedener energiewirtschaftlicher Maßnahmen behandelt, die der Substitution eines erschöpfbaren Energieträgers durch einen anderen erschöpfbaren Energieträger, durch unerschöpfliche Energie oder durch Arbeit und Kapital sowie der effizienteren Nutzung der vorhandenen Energie dienen. Außerdem werden die gesamtwirtschaftlichen Rückwirkungen von Energieverteuerungen diskutiert. Dargestellt werden u. a. Untersuchungsergebnisse des DIW (Atom- und Kohlekraftwerke), von Henseler/Tanner (Solarkollektoren), der Prognos-AG (Gebäudeisolierung), der Porsche-AG (Langzeitauto), von Rodberg für den US-Kongreß (umfassende Energieeinsparung und Nutzung der erneuerbaren Energiequellen) und von Hudson/Jorgenson (integriertes Wachstums- und Energiemodell der USA).

Alle vorliegenden Studien deuten darauf hin, daß sich Vollbeschäftigung und Wirtschaftswachstum prinzipiell mit unterschiedlichen Energiestrukturen vereinbaren lassen. Die energiewirtschaftlichen Maßnahmen zum Aufbau unterschiedlicher Energiestrukturen führen zwar zu verschiedenartigen, aber zu gesamtwirtschaftlich jeweils bedeutsamen Beschäftigungseffekten. Dies schafft Raum für andere Gesichtspunkte bei energiepolitischen Entscheidungen.

Angesichts der unsicheren Energiesituation auf der einen Seite und des bis gegen 1990 noch ansteigenden und danach sinkenden Arbeitskräftepotentials auf der anderen Seite dürfte es zweckmäßig sein, die energiepolitischen Entscheidungen zu forcieren und vor allem die arbeitsintensiven Maßnahmen zur rationelleren Energieverwendung und Nutzung der erneuerbaren Energiequellen soweit als technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar in größtmöglichem Ausmaß noch in den 80er Jahren durchzuführen. Hier bietet sich insbesondere z. B. die Gebäudeisolierung an, um möglichst rasch zugleich die Gefahr hoher Dauerarbeitslosigkeit zu bannen und erschöpfbare Energie einzusparen.

Nicht näher behandelt werden konnte in diesem Beitrag der Aspekt eventueller technologiebedingter Rückwirkungen unterschiedlicher Energiestrukturen auf die Exportchancen eines exportintensiven Landes, da hierüber bisher keine Untersuchungen bekannt sind.

Gliederung

- | | |
|--|--|
| 1. Einleitung | 3.2.1 Zur Substitution eines erschöpfbaren Energieträgers durch einen anderen erschöpfbaren Energieträger |
| 2. Zum Zusammenhang zwischen Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung | 3.2.2 Zur Substitution erschöpfbarer Energie durch unerschöpfliche Energie |
| 2.1 Zur Art und Enge des Zusammenhangs | 3.2.3 Zur Substitution von Energie durch Arbeit und Kapital bei den Produkten |
| 2.2 Zur Entwicklung in der Vergangenheit | 3.2.4 Zur effizienteren Nutzung der vorhandenen Energie |
| 2.3 Zur zukünftigen Entwicklung | 3.3 Die Studie von Leonard S. Rodberg für die USA |
| 2.3.1 Wachstumsspielraum | 3.4 Zur Reaktion der Wirtschaftssubjekte auf Energiesparmaßnahmen und insbesondere auf eine Energieverteuerung |
| 2.3.2 Strukturwandel | |
| 2.3.3 Sektorale Arbeitsproduktivität | 4. Schlußfolgerungen |
| 2.3.4 Sektorale Energieproduktivität | Literaturverzeichnis |
| 3. Zu den Beschäftigungseffekten energiewirtschaftlicher Maßnahmen | |
| 3.1 Klassifikation und Schätzmöglichkeiten | |
| 3.2 Untersuchungsergebnisse für die Bundesrepublik Deutschland | |

*) Dr. Wolfgang Klauder ist Leiter des Arbeitsbereiches „Mittel- und langfristige Vorausschau“ im IAB. Der Beitrag liegt in der alleinigen Verantwortung des Autors.

¹⁾ Zur Einführung in die gesamte Thematik und die Argumentationsketten, die den widersprüchlichen Thesen „Energie schafft Arbeitsplätze“ und „Energie vernichtet Arbeitsplätze“ zugrundeliegen, s. Klauder, [17], insbes. S. 2f., und [19] und die dort angegebene Literatur sowie Legier/Jochem [26].

wortet oder abgelehnt, wobei zumeist von einem engen Zusammenhang zwischen Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung ausgegangen wird.

Niemand wird bezweifeln können, daß die Zahl der Arbeitsplätze – außer von der Produktivität und der Arbeitszeit – vor allem vom Wirtschaftswachstum abhängt, daß fast jegliche wirtschaftliche Aktivität mit Energieverbrauch verbunden ist und daß es zu einer ernststen Wirtschaftskrise mit Massenarbeitslosigkeit großen Ausmaßes kommen müßte, wenn das Energieangebot, etwa aufgrund einer politischen Krise, von heute auf morgen drastisch zurückgehen würde.

Aber läßt sich umgekehrt schließen, daß weiteres wirtschaftliches Wachstum und ein hoher Beschäftigungsstand ohne entsprechend weiter wachsenden Energieverbrauch nicht möglich sei? Kann man bestimmte in der Vergangenheit beobachtete Zusammenhänge quasi zum Naturgesetz erheben und auch in längerfristigen Prognosen unterstellen? Mit welchen Zusammenhängen muß in Zukunft gerechnet werden? Ist für einen bestimmten Beschäftigungsstand ein ganz bestimmtes Energieangebot notwendig? Inwieweit können arbeitsmarktpolitische Argumente zur Begründung einer bestimmten Energiepolitik herangezogen werden? Kann die Öffentlichkeit wissenschaftlich haltbar beispielsweise vor die einfache Alternative gestellt werden: „Kernenergie oder Arbeitslosigkeit?“ Welches sind mithin die Beschäftigungseffekte alternativer Energiepolitiken, welches die Beschäftigungseffekte z. B. einer Energieeinsparpolitik?

Ziel dieses Beitrages ist es, einen Überblick darüber zu geben, was sich nach dem jetzigen Stand der Forschung auf derartige Fragen nach den Arbeitsmarktauswirkungen unterschiedlicher Energiepolitiken antworten läßt. Zugleich wird dieser Überblick damit auch den Stellenwert der in diesem Heft abgedruckten Übersetzung der für den amerikanischen Kongreß erstellten Studie von Rodberg deutlich machen. Zu bedenken ist allerdings, daß sowohl die theoretische als auch die empirische Forschung auf diesen Gebieten erst am Anfang stehen und daher noch manche Fragen offenbleiben müssen. Denn erst, nachdem in den letzten Jahren die Energie aufhörte, ein relativ reichlich und billig verfügbares Gut zu sein, begann die Wirtschaftswissenschaft damit, sich auch mit den ökonomischen Aspekten des Energieeinsatzes und den vom Club of Rome Anfang der 70er Jahre in die Diskussion gebrachten allgemeinen Problemen erschöpfbarer Ressourcen eingehender zu befassen.²⁾

2. Zum Zusammenhang zwischen Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung

2.1 Zur Art und Enge des Zusammenhangs

Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung einer Volkswirtschaft sind statistisch das Resultat der Ent-

wicklung von Energieverbrauch, Wachstum und Beschäftigung in all den einzelnen Sektoren der Volkswirtschaft. Dabei ergibt sich in jedem Sektor definitorisch der Energieverbrauch als Produkt aus dem jeweiligen Produktionsumfang und der für eine Produktionseinheit eingesetzten Energie, des sog. spezifischen Energieverbrauchs (= Kehrwert der Energieproduktivität), die Beschäftigung analog als Produkt aus dem Produktionsumfang und dem Arbeitseinsatz für eine Produktionseinheit (auch als Arbeitskoeffizient bezeichnet = Kehrwert der Arbeitsproduktivität).

Die Entwicklung des Zusammenhanges von Energieverbrauch und Beschäftigung einer Volkswirtschaft hängt somit ab

a) vom allgemeinen *Wirtschaftswachstum*, das aus dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage auf sämtlichen Märkten resultiert,

b) vom intersektoralen *Strukturwandel*, d. h. wie sich das Verhältnis der einzelnen Sektoren der Volkswirtschaft zueinander, also die intersektorale Produktionsstruktur aufgrund der unterschiedlichen Nachfrage nach den Produkten und Dienstleistungen der Sektoren wandelt, ob mithin z. B. besonders energieintensive oder besonders arbeitsintensive Wirtschaftszweige überdurchschnittlich oder unterdurchschnittlich wachsen, wodurch sich die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität und die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität verändern,

c) von den intrasektoralen *Produktivitätseffekten*, d. h. wie rationell oder produktiv die betreffenden Produktionsfaktoren Energie und Arbeit in jedem einzelnen Sektor der Volkswirtschaft eingesetzt werden, was u. a. wiederum davon abhängt, in welchem Umfang, in welcher Struktur (also welche Energieträger, welche Arbeitskräfte) und zu welchen Bedingungen diese Faktoren verfügbar sind und inwieweit sie innerhalb ihrer Strukturen oder wechselseitig ausgetauscht oder durch den Faktor Kapital substituiert werden können. Zu berücksichtigen ist dabei, daß streng genommen aus der Produktion nur ein Bedarf an Arbeitsstunden abgeleitet werden kann und es nicht unerhebliche Spielräume bei der Verteilung der Arbeitsplätze auf die Arbeitskräfte gibt, und zwar durch Veränderungen und/oder Flexibilisierungen der Lebens-, Jahres-, wöchentlichen und täglichen Arbeitszeit.³⁾

Sowohl der gesamtwirtschaftliche Energieverbrauch als auch die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung sind folglich das Ergebnis höchst unterschiedlicher Entwicklungen völlig heterogener Teilgrößen, zwischen denen außerdem in vielfacher Weise Interdependenzen bestehen. Daher ist es ausgeschlossen, daß die drei Größen Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung quasi naturgesetzlich in einer festen, nicht wandelbaren oder nicht beeinflussbaren Relation zueinanderstehen.

2.2 Zur Entwicklung in der Vergangenheit

Wie ein genauer Blick auf die Entwicklung in den letzten drei Jahrzehnten zeigt (vgl. Schaubild 1 und 2, sowie Tabelle 1) sind *Energieverbrauch*⁴⁾ und Sozialprodukt über einen längeren Zeitraum hinweg nur vom Anfang der 60er bis zum Anfang der 70er Jahre und nur tendenziell weitgehend parallel angestiegen.⁵⁾ Davor nahm der Energieverbrauch im Durchschnitt langsamer zu als das Sozialprodukt, 1950-1962 z. B. nur um 40% des Sozialproduktzuwachses („Elastizitätskoeffizient“ 0,4). Generell schwanken die unglätteten Elastizitätskoeffizienten in den einzelnen Jahren stark; 1953, 1958 sowie 1974 und 1975 waren sie sogar negativ.

²⁾ So kam es 1979 in Mannheim zu einer Arbeitstagung der traditionsreichen Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (Verein für Socialpolitik) über das Thema „Erschöpfbare Ressourcen“. Vgl. hierzu: Siebert [45].

³⁾ Zu den Spielräumen und der Entwicklung bei der Arbeitszeit vgl. insbesondere Mertens [29] und Reyher/Bach/Kohler/Teriet [39].

⁴⁾ Wie zumeist üblich, ist der Energieverbrauch hier gemessen als Input der Volkswirtschaft an Primärenergie. Zu den primären Energieträgern zählen Mineralöle, Kohle, Naturgase, Kernenergie, Wasserkraft, Brennholz usw. Davon zu unterscheiden ist der sogenannte Endenergieverbrauch, der auf den Verbrauch an Energieprodukten (wie z.B. Kraftstoffe, Heizöl, Koks, Strom, Fernwärme usw.) in den Sektoren abstellt und den Verbrauch und die Umwandlungsverluste im Energiesektor selbst (einschl. statistischer Differenzen z.B. 1950 rd. 34% und 1978 rd. 25% des Primärenergieverbrauchs) sowie den nichtenergetischen Verbrauch (z.B. 1950 rd. 2% und 1978 rd. 8% des Primärenergieverbrauchs) ausschließt. Vergleicht man – was ebenso sinnvoll ist – die Entwicklung von Endenergieverbrauch und Sozialprodukt miteinander, ergeben sich ähnliche Tendenzen wie bei der Heranziehung des Primärenergieverbrauchs, wie Berechnungen von Legier/Jochem [26], S.271, zeigen.

⁵⁾ Zur Entwicklung des Zusammenhanges zwischen Energieverbrauch und Sozialprodukt sowie zur Entkoppelungsdiskussion vgl. insbesondere auch Schmitt/Schürmann [42].

Schaubild 1: Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts, des Primärenergieverbrauchs und der Erwerbstätigenzahl – gleitende 5-Jahresdurchschnitte der jährlichen Wachstumsraten von 1951–1978 – in %

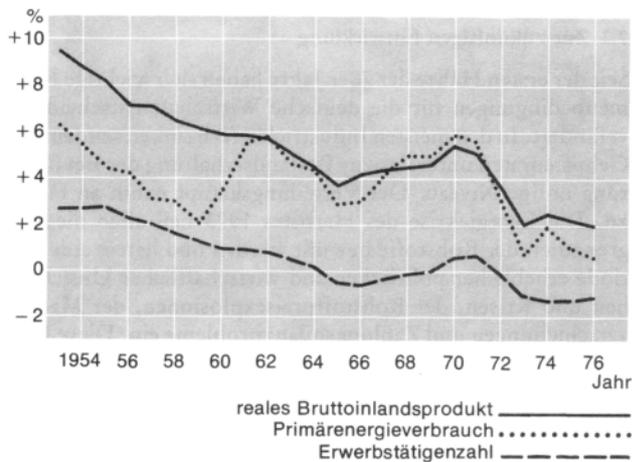


Schaubild 2: Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts der Energieproduktivität und der Arbeitsproduktivität – gleitende 5-Jahresdurchschnitte der jährlichen Wachstumsraten von 1951–1978 – in %

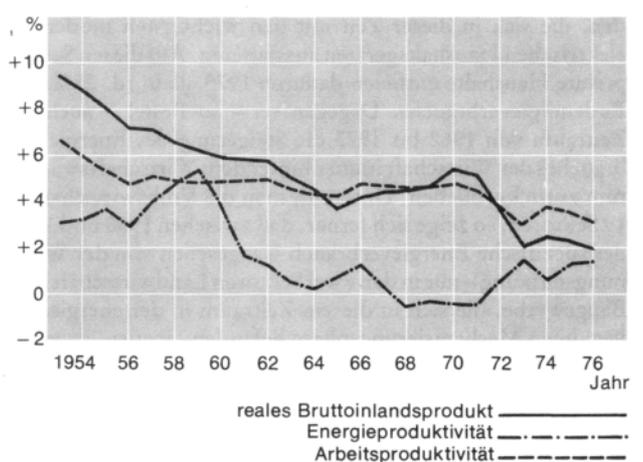


Tabelle 1
Entwicklung von Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung sowie der Produktivitäten und der Elastizitäten 1951–1978

Jahr	Primär- energie- verbrauch (PEV)	Brutto- inlands- produkt (BIP)	Erwerbs- tätige (ET)	Primär- energie- verbrauch (PEV)	Brutto- inlands- produkt (BIP)	Erwerbs- tätige (ET)	Produktivität		Elastizitätskoeffizient	
							Energie ($\frac{BIP}{PEV}$)	Arbeit ($\frac{BIP}{ET}$)	Energie ($\frac{\Delta PEV \cdot \Delta BIP}{PEV \cdot \Delta BIP}$)	Arbeit ($\frac{\Delta ET \cdot \Delta BIP}{ET \cdot \Delta BIP}$)
	Jährliche Zuwachsraten in %			gleitende 5-Jahresdurchschnitte der Zuwachsraten in %			gleitende 5-Jahresdurchschnitte			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 = (4) : (5)	10 = (6) : (5)
1951	10,55	10,50	2,60	.	.	.	.	.	.	.
1952	5,63	8,84	1,86	.	.	.	.	.	.	.
1953	-1,73	8,27	2,45	6,33	9,48	2,68	3,10	6,63	0,67	0,28
1954	7,53	7,73	2,66	5,51	8,82	2,68	3,25	5,98	0,62	0,30
1955	9,69	12,06	3,80	4,48	8,17	2,73	3,67	5,30	0,55	0,33
1956	6,44	7,18	2,62	4,27	7,23	2,31	2,93	4,79	0,59	0,32
1957	0,45	5,63	2,11	3,11	7,16	1,96	4,00	5,09	0,43	0,27
1958	-2,75	3,54	0,35	2,98	6,54	1,56	4,80	4,91	0,46	0,24
1959	1,74	7,37	0,91	2,09	6,23	1,31	5,38	4,86	0,34	0,21
1960	9,02	8,97	1,76	3,44	5,90	0,95	3,74	4,89	0,58	0,16
1961	1,98	5,62	1,38	5,52	5,88	0,93	1,67	4,90	0,94	0,16
1962	7,23	3,99	0,35	5,83	5,75	0,76	1,24	4,95	1,01	0,13
1963	7,61	3,43	0,24	4,61	5,09	0,52	0,53	4,54	0,91	0,10
1964	3,29	6,76	0,08	4,37	4,54	0,18	0,23	4,34	0,96	0,04
1965	2,92	5,65	0,56	2,93	3,70	-0,54	0,78	4,24	0,79	-0,15
1966	0,79	2,50	-0,31	3,03	4,19	-0,57	1,15	4,77	0,72	-0,14
1967	0,04	-0,16	-3,26	4,21	4,42	-0,27	0,24	4,69	0,95	-0,06
1968	8,13	6,29	0,09	5,01	4,49	-0,13	-0,47	4,61	1,12	-0,03
1969	9,19	7,83	1,55	5,01	4,63	-0,02	-0,32	4,64	1,08	0,00
1970	6,91	5,98	1,26	5,88	5,40	0,59	-0,42	4,78	1,09	0,11
1971	0,79	3,23	0,26	5,62	5,12	0,62	-0,44	4,46	1,10	0,12
1972	4,37	3,65	-0,22	3,11	3,66	-0,06	0,61	3,71	0,85	-0,02
1973	6,83	4,90	0,26	0,74	2,09	-0,99	1,44	3,10	0,35	-0,47
1974	-3,33	0,54	-1,85	1,88	2,48	-1,23	0,70	3,74	0,76	-0,50
1975	-4,96	-1,85	-3,40	1,12	2,30	-1,21	1,28	3,54	0,49	-0,53
1976	6,50	5,16	-0,92	0,65	1,96	-1,13	1,39	3,12	0,33	-0,58
1977	0,54	2,74	-0,16	.	.	.	.	.	.	.
1978	4,48	3,19	0,67	.	.	.	.	.	.	.

Anm.: PEV in Petajoule; BIP bis 1965 in Preisen von 1962, ab 1966 in Preisen von 1970
Quelle der Grunddaten: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen und Statistisches Bundesamt

Der zeitweilige tendenzielle Gleichlauf zwischen Energieverbrauch und Sozialprodukt ist, wie z. B. Pestel u. a.⁶⁾ betonen, vor allem durch eine überproportionale Zunahme des Energieverbrauches der privaten Haushalte verursacht worden, die sich in dieser Zeit mit den wichtigsten modernen elektrischen Haushaltsgeräten ausstatteten. Auf diesen Sektor private Haushalte entfielen dadurch 1975 allein rd. 25% des Endenergieverbrauches. Dagegen sei – so Pestel – auch im Zeitraum von 1962 bis 1973 die Steigerung des Energieverbrauches der Wirtschaft immer hinter dem Wirtschaftswachstum zurückgeblieben. Unterteilt man die Volkswirtschaft in 19 Sektoren, so zeige sich ferner, daß zwischen 1950 und 1974 der spezifische Energieverbrauch – abgesehen von der Wohnungsnutzung- nur in den zwei Sektoren Landwirtschaft und Baugewerbe, die sich in diesem Zeitraum in der energieaufwendigen Mechanisierungsphase befanden, anstieg, dagegen in allen anderen Sektoren trotz Erhöhung der Kapitalintensität (Bruttoanlagevermögen je Beschäftigten) mehr oder weniger abnahm.⁷⁾ Auch innerhalb der Sektoren machen sich noch in deutlichem Ausmaß Struktureffekte bemerkbar. So ist nach einer Untersuchung von Jochem und Legier die Senkung des spezifischen Energieverbrauches (bzw. Steigerung der Energieproduktivität) innerhalb der verarbeitenden Industrie um gut 2 % pro Jahr zwischen 1960 und 1975 zu etwa einem Sechstel auf die Veränderung der Industriestruktur zurückzuführen.⁸⁾

Wesentlich geringer als der Energieverbrauch hat in den letzten 30 Jahren im Trend die *Beschäftigung* auf Veränderungen des Wirtschaftswachstums reagiert. Die Elastizitätskoeffizienten der Beschäftigung liegen – trotz starker konjunkturell bedingter Ausschläge in einzelnen Jahren – tendenziell erheblich unter denen des Energieverbrauches (vgl. Schaubild I und 2, sowie Tab. 1). Dies ist Ausdruck der bekannten Tatsache, daß die Produktivität des relativ knappen und teuren Faktors Arbeit ständig kräftig gesteigert wurde und die Beschäftigung sich naturgemäß nur in dem Umfang verändern kann, wie das Wirtschaftswachstum den Arbeitsproduktivitätsfortschritt übersteigt oder dahinter zurückbleibt, wobei beide Größen sich wechselseitig beeinflussen.

Mit der Abschwächung des Wirtschaftswachstums und der damit einhergehenden Investitionsverlangsamung hat auch das Tempo des Produktivitätsfortschritts deutlich abgenommen, wenn auch – abgesehen von der ersten Hälfte der 50er Jahre – nicht ganz so stark. Vom Ende der 50er Jahre bis etwa 1970 blieb der Produktivitätsfortschritt sogar weitgehend konstant, obgleich sich das Wirtschaftswachstum bis zur Mitte der 60er Jahre im Trend fortlaufend verlangsamte.

Nach Berechnungen der Bundesbank⁹⁾ hat in den 60er Jahren der Strukturwandel der Produktion und der Beschäftigung von der Landwirtschaft zum kräftig expandierenden produktivitätsstarken warenproduzierenden Gewerbe den gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt um etwa einen halben Prozentpunkt pro Jahr erhöht. In den 70er Jahren führte

dagegen die relative Ausweitung des produktivitätsschwachen Dienstleistungssektors zu einem leicht negativen Struktureffekt bei der gesamtwirtschaftlichen Produktivität.

2.3 Zur zukünftigen Entwicklung

Seit der ersten Hälfte der 70er Jahre haben sich wichtige Rahmenbedingungen für die deutsche Wirtschaft entscheidend verändert. In den meisten Industrieländern sinken seitdem die Geburtenraten unter das zur Bestandserhaltung der Bevölkerung nötige Niveau. Der Verteilungskampf nahm an Härte zu. Die Energiekrise des Herbstes 1973 ließ allen die Begrenztheit der Rohstoffe bewußt werden und leitete eine Periode erheblicher politischer und wirtschaftlicher Unsicherheit und Krisen, der Rohstoffpreisexplosionen, der Machtverschiebungen und Zahlungsbilanzprobleme ein. Diese Krisen beendeten auch weltweit die Ära fester Wechselkurse und damit die Unterbewertung der D-Mark und rücken gegenwärtig die Welt sogar an den Rand größerer kriegerischer Auseinandersetzungen. Gleichzeitig hat mit der Basisinnovation der Halbleitertechnologie (Mikroelektronik) die sogenannte zweite oder dritte industrielle Revolution begonnen. Schließlich haben sich in der Bevölkerung manche Lebenseinstellungen gewandelt, angefangen von den Wohnpräferenzen bis zum Umweltbewußtsein und der Technologie- und Wachstumsbewertung.

All das markiert einen zu tiefen Einschnitt in der politischen und wirtschaftlichen Entwicklung der Bundesrepublik und der übrigen Welt, als daß man ohne weiteres die Vergangenheitstendenzen und -zusammenhänge extrapolieren könnte. Eine ausführliche Erörterung der Konsequenzen dieses Einschnittes und möglicher alternativer zukünftiger Entwicklungen würde aber den Rahmen des Themas dieses Beitrages sprengen.¹⁰⁾ Gleichwohl sollen im folgenden einige Grundtendenzen skizziert werden, da diese für die Energiepolitik und ihre Arbeitsmarktauswirkungen ein wichtiges Datum darstellen und die energiepolitischen Maßnahmen wiederum auf diese Grundtendenzen verstärkend oder abschwächend zurückwirken können.

2.3.1 Wachstumsspielraum

Hier stellt sich die Frage, ob nach der Wachstumseuphorie der Vergangenheit nunmehr ein ausgesprochenes Wachstumspessimismus am Platze ist, weil es an zukunftsfruchtigen Wachstumspfeldern und den nötigen Ressourcen bzw. Produktionsfaktoren mangelte. Die Pessimisten verweisen vor allem auf drei Hemmnisse, nämlich auf die Energieversorgung, die Bevölkerungsabnahme und die geänderte Bewertung des Wachstums.

Wie weiter oben angedeutet, bestehen für den *Energieverbrauch* einer Volkswirtschaft keine starren Gesetzmäßigkeiten, sondern zumindest längerfristig Gestaltungsspielräume. Ob die Energie zu einem Engpaß werden kann, hängt – von Angebotsverknappungen aufgrund politischer Krisen einmal abgesehen – im wesentlichen davon ab, inwieweit der zukünftige Wandel der Produktionsstruktur Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch „entkoppeln“ wird und in welchem Umfang und wie schnell in Zukunft knapper und teurer werdende erschöpfbare Energieträger rationeller verwendet oder durch billigere und reichlicher vorhandene Energieträger sowie durch Arbeit und Kapital rentabel substituiert werden können. Bedenkt man, daß in der Bundesrepublik Deutschland noch die Hälfte des Energieverbrauches durch Erdöl gedeckt wird, muß auf jeden Fall innerhalb von gut zwei Jahrzehnten eine grundlegende Umstrukturierung unserer Energiewirtschaft erfolgen.¹¹⁾ Nach Pestel sind allein dazu Inve-

⁶⁾ Vgl. [33], S. 147ff.

⁷⁾ Zu ähnlichen Aussagen kommen z.B. Legier/Jochem [26], S.273f., anhand einer Analyse des üblicherweise nur nach Industriegruppen und den beiden Sektoren Verkehr und Kleinverbraucher ausgewiesenen Endenergieverbrauches, wenn sie schreiben: „Verkehr, Kleinverbraucher und private Haushalte waren also infolge ihres stärker als Produktion und Konsum steigenden Energieverbrauches in der Vergangenheit die Ursache, daß im Schnitt etwa seit 1960 in der Bundesrepublik der Primärenergieverbrauch fast im Gleichschritt mit dem BIP zunahm. Hätten die energietechnischen Bedingungen der verarbeitenden Industrie in der gesamten Wirtschaft Gültigkeit gehabt, so wäre die Elastizität auch in den 60er und 70er Jahren weit unter 1 geblieben.“ (S.274).

⁸⁾ [26], S. 274.

⁹⁾ [4], S.15.

¹⁰⁾ Das IAB hat sich damit bisher vor allem in folgenden Veröffentlichungen auseinandergesetzt: Klauer/Schnur [22] und – speziell mit der Mikroelektronik – Dostal/Köstner [6].

¹¹⁾ Das bedeutet noch kein Ende des Ölzeitalters. Nur wird das Öl zu kostbar geworden sein, um es zu verheizen. Nach Pestel u.a. [33], S. 174 f., ist gegen Ende der nächsten 50 Jahre infolge Verdoppelung der Weltbevölkerung und zunehmender Industrialisierung

stitionen nötig, die 25 Jahre lang ca. 10% des Sozialprodukts ausmachen müßten.¹²⁾ Die Energiekrise bringt also nicht nur Wachstumsgefahren mit sich, sondern eröffnet auch beachtliche neue Wachstumsfelder und Beschäftigungsmöglichkeiten, die denen der Wiederaufbaujahre nicht nachzustehen brauchen, sofern der Energieherausforderung mit Mut zu Veränderungen und neuen Wegen und nicht mit Resignation oder bloßen Abwehrreaktionen begegnet wird.

Natürlich kann eine sinkende heimische *Bevölkerung* das Wirtschaftswachstum hemmen. Auf das Arbeitskräfteangebot werden sich die seit den 70er Jahren für die Bestandserhaltung der deutschen Bevölkerung nicht mehr ausreichenden Geburtenraten jedoch frühestens nach etwa 15 bis 20 Jahren, gegen 1990, auszuwirken beginnen. Bis dahin werden die geburtenstarken Jahrgänge der 50er und 60er Jahre das Arbeitskräfteangebot sogar noch merklich erhöhen.¹³⁾ Aber auch der nach 1990 längerfristig zu erwartende Rückgang des Arbeitskräfteangebots dürfte mit Sicherheit erheblich kleiner sein als der Produktivitätsfortschritt, so daß ein positiver Wachstumsspielraum verbleibt und die Pro-Kopf-Einkommen auf jeden Fall weiterhin beachtlich zunehmen können. Vom Arbeitskräfteangebot her könnte das Wirtschaftswachstum bei den gegenwärtig absehbaren Produktivitäts- und Arbeitszeittrends bis 1990 sogar noch rd. 5 % pro Jahr betragen, nach 1990 dagegen möglicherweise nur noch eine Größenordnung von 2-2,5% erreichen.

Allerdings ist damit zu rechnen, daß die Produktivität bei knappem Arbeitskräfteangebot rascher steigt als bei reichlichem Arbeitskräfteangebot. Ferner ist zu bedenken, daß der befürchtete heimische Arbeitskräfterrückgang zu einem nicht unerheblichen Teil kompensiert werden könnte, und zwar z. B. durch verringerte Arbeitszeitverkürzungen – bei Fortsetzung des bisherigen Trends von knapp 1 % wäre die jährliche Arbeitszeit 2030 um 40% geringer als heute – und/oder durch vermehrte Frauenerwerbstätigkeit und zuguterletzt auch durch die – aufgrund der Integration der zweiten und folgenden Ausländergenerationen und der Freizügigkeitsentwicklung in der EG – mögliche Zunahme der Ausländerbeschäftigung. Auch auf diesen verschiedenen Gebieten bestehen beachtliche Gestaltungsspielräume.

Auf der Nachfrageseite dürfte der durch die sinkende Bevölkerungszahl mögliche reale Konsumausfall noch bis in die 90er Jahre hinein durch die Veränderungen der Alters- und Einkommensstruktur der Konsumenten ausgeglichen wer-

den, die vor allem mit dem Hineinwachsen der geburtenstarken Jahrgänge in das Erwerbs-, Heirats- und Haushaltsgründungsalter zusammenhängen. Nach 1990 werden dann zwar für viele Güter sicherlich häufiger und früher als bisher Sättigungsgrenzen erreicht werden. Von einer allgemeinen Bedarfsättigung bei Sachgütern oder Dienstleistungen, die die volkswirtschaftliche Sparquote zu sehr in die Höhe treibt, kann aber für sehr lange Zeit noch keine Rede sein.¹⁴⁾ An ausgesprochenen Wachstumsfeldern mangelt es ebenfalls nicht, wie z. B. die Untersuchungen von Prognos¹⁵⁾ und des DIW¹⁶⁾ belegen. Ferner läßt der technische Fortschritt immer wieder neue Märkte entstehen, über die heute nach allen Erfahrungen mit Technologieprognosen häufig noch gar keine Vorstellungen bestehen können.¹⁷⁾ Auch die durch die Mikroelektronik neu entstehenden Märkte sind heute noch nicht abzuschätzen. Außerdem dürfte bei einem weiteren Ausbau einer nicht-protektionistischen Weltwirtschaft angesichts der rapide anwachsenden Weltbevölkerung und des ungeheuren Nachholbedarfs der Entwicklungsländer ein weiteres Ansteigen der Güter- und Kapitalexporte möglich sein und auch im dringenden Interesse der übrigen Menschheit liegen.

Gegen die umweltbedingten *Wachstumsvorbehalte* schließlich läßt sich anführen, daß „Wachstum“ nicht identisch mit „Wachstum der Konsumgüterproduktion herkömmlicher Art“ sein muß. Ein Wachstum des Sozialprodukts kann beispielsweise auch durch die Expansion umwelt- und ressourcenschonender Konsumgüterproduktionen sowie durch die Ausweitung der Dienstleistungs- und Infrastrukturbereiche mit geringer Kapital- und Rohstoffintensität und niedrigen nachteiligen Folgewirkungen erzielt werden, die von ihren Sättigungsgrenzen ebenfalls noch weit entfernt sind.¹⁸⁾ Nach den erwähnten Untersuchungen des DIW und der Prognos AG bestehen auf all diesen Gebieten erhebliche Wachstumschancen, deren Erschließung die Gesellschaft per Saldo sogar billiger käme als eine „Status-quo-Entwicklung“ mit der Gefahr hoher Dauerarbeitslosigkeit.

Von den objektiven Gegebenheiten her kann folglich mit einem weiteren Wachstumsspielraum gerechnet werden. Gefährlich werden können dem langfristigen Wachstum vermutlich viel eher psychologische Effekte (z. B. nicht gerechtfertigter Wachstumspessimismus aufgrund des Bevölkerungsrückgangs) und vor allem politische Krisen.

2.3.2 Strukturwandel

Die Auswirkungen der veränderten Rahmenbedingungen auf den Strukturwandel lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Erstens muß die Schrumpfung der Bevölkerung bei steigendem Pro-Kopf-Einkommen den Strukturwandel zu höherwertigen Sachgütern und zu Dienstleistungen aller Art verstärken und beschleunigen.

Zweitens dürften nach der Beendigung der Ära fester Wechselkurse und billiger Rohstoffbezüge im internationalen Konkurrenzkampf in der Bundesrepublik vor allem die Betriebe und Branchen Zukunftschancen haben, die das hier mögliche Mehr an qualifizierten Arbeitskräften nutzen, den einzigen Produktionsfaktor, über den die Bundesrepublik reichlicher als viele andere Länder verfügt. Die Stärke eines rohstoffarmen Landes mit vergleichsweise hohem Qualifikations- und Lohnniveau liegt nicht in der energieintensiven Massenproduktion von Grundstoffen und Standardgütern, sondern in der höchstmöglichen und/oder speziellen Veredlung von Rohstoffen sowie in der Innovation und der Nutzung der dadurch möglichen „know-how“-Vorsprünge für die Lieferung von Produktionsanlagen und für die Beratung.¹⁹⁾

der Entwicklungsländer mindestens mit einer Verdreifachung des heutigen Weltenergieverbrauchs zu rechnen. Das Erdöl und später auch das Erdgas, die zusammen heute über 70% des Weltenergieverbrauchs decken, würden dann kaum noch zur Energiegewinnung zur Verfügung stehen. Erdöl wird dann ausschließlich als Rohstoff benötigt werden. Allein in der Bundesrepublik dürfte die Industrie bereits 1990 soviel Öl als Rohstoff verbrauchen wie heute die privaten Haushalte an Öl und Kohle verheizen. Erwähnt sei schließlich noch ein Zahlenspiel von Müller/Stoy [31], S. 17: „Der überwiegende Teil der Menschheit ist heute noch kaum am Gas- und Ölverbrauch beteiligt. Wenn der gesamten Menschheit ab sofort der Ölverbrauch eines Bürgers der Vereinigten Staaten zugestanden würde, wären die Ölreserven der Welt längst vor der Jahrhundertwende erschöpft.“

¹²⁾ Vgl. [33], S. 175.

¹³⁾ Zur Entwicklung des Arbeitskräftepotentials bis 1990 vgl. Kühlewind/Thon [24] und Thon [46]. Zu den Tendenzen und den Konsequenzen nach 1990 vgl. Klauer [16], insbesondere S.69f. und S. 80-86, bzw. die in Klauer [18], S. 499-501 wieder abgedruckten Schaubilder.

¹⁴⁾ „Ein Blick in die Statistik macht deutlich, daß das Problem einer drohenden Bedarfsättigung vielleicht einmal das des Jahres 2076 sein kann, aber nicht dasjenige des Jahres 1976 ist.“ (Schmidt, [41]).

¹⁵⁾ Vgl. z.B. Prognos [35].

¹⁶⁾ Vgl. z.B. [1] und [47].

¹⁷⁾ Wie z.B. Schmidt erwähnt, hat es nach einer englischen Untersuchung (vgl. „The Economist“ v. 25. 10. 1975/S. 12) etwa die Hälfte der „non-food-products“, die heute im

¹⁸⁾ Supermarkt angeboten werden, vor 10 Jahren in dieser Form noch nicht gegeben und würden nach einer Untersuchung von J.-M. Baumer über die „Entwicklungstendenzen der amerikanischen Wirtschaft“ (St. Galler Wirtschaftswissenschaftliche Forschungen, Bd. 31, Tübingen 1974, S.300) in einer amerikanischen Technologieprognose aus dem Jahre 1937 weder Computer, Kernkraftwerke, Düsenflugzeuge, Radargeräte noch Antibiotica vorausgesehen. Vgl. Schmidt [41], S. 20.

¹⁸⁾ Vgl. Kühlewind/Mertens [23], S. 423 f.

¹⁹⁾ Auf die veränderten Standortbedingungen weisen vor allem das Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel und die Prognos AG seit längerem immer wieder hin. Vgl. z.B. Fels [8], S.9ff. und Prognos [36], insbes. S.26ff.

Drittens behindert das verstärkte Umweltbewußtsein die weitere Expansion umweltbelastender und rohstoffintensiver Produktionen.

Viertens wird die neue Halbleitertechnologie (Mikroelektronik) bisherige mechanische Produktionstechnologien ablösen, zur Entwicklung zahlloser neuer Produkte vor allem in der Elektrotechnik und dem Maschinenbau führen sowie den der eigentlichen Fertigung vor- und nachgelagerten Organisationsstufen von der Planung bis zur Anwendungsberatung ein größeres Gewicht einräumen.

Die *Richtung des zu erwartenden Strukturwandels* ist nach diesen Überlegungen eindeutig. Langfristig dürfte sich die Bundesrepublik zu einer *forschungs- und entwicklungsintensiven Wirtschaft mit hohem Dienstleistungsanteil* hin bewegen.

Nach den IAB-Projektionen²⁰⁾, die im Ansatz die Veränderungen einiger Rahmenbedingungen zu berücksichtigen versuchen, wird aber auch noch in den 80er Jahren das warenproduzierende Gewerbe seine Produktion real überdurchschnittlich ausweiten und insoweit Wachstumsmotor bleiben. Innerhalb des warenproduzierenden Gewerbes dürfte das Wachstum vor allem vom Maschinenbau, der Elektrotechnik und Teilen der chemischen Industrie getragen werden, während weite Teile der energieintensiven Grundstoffindustrien wie auch der Verbrauchsgüterindustrien hinter dem Sozialproduktanstieg zurückbleiben dürften. Sowohl beschäftigungspolitisch als auch energiepolitisch ist dabei bedeutsam, daß sich in der Bundesrepublik Deutschland eine Ausweitung der Dienstleistungstätigkeiten innerhalb der Betriebe und Unternehmen des warenproduzierenden Gewerbes *statistisch* (aufgrund einer institutionellen Schwerpunktzuordnung) *beim warenproduzierenden Gewerbe selbst* niederschlägt und nicht dem tertiären Sektor zugerechnet wird. Nach allen Informationen weist dieser Anteil der tertiären Arbeitsplätze im warenproduzierenden Gewerbe einen stark steigenden Trend auf, der auch durch die Rezession nicht gebrochen wurde.

Schlägt sich somit der Trend in die sog. Dienstleistungsgesellschaft in der institutionell ausgerichteten deutschen volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung vorerst noch nicht bei der realen Produktion nieder, so gilt er jedoch bereits für die Produktion in laufenden Preisen und insbesondere für die Zahl und Art der Arbeitsplätze. Aufgrund der skizzierten Struktur Tendenzen ist eine weitere Verschiebung zu tertiären Berufen in allen Sektoren und zu tertiären Tätigkeiten in den Berufen zu erwarten. Spätestens 1985 wird nach allen neueren vorliegenden Arbeitsmarktprojektionen sogar die Hälfte der Arbeitsplätze auf den sog. tertiären Sektor selbst – Handel, Verkehr, Dienstleistungen, Staat – entfallen.²¹⁾

²⁰⁾ Vgl. Klauder/Schnur [22]. Alle bisherigen längerfristigen IAB-Projektionen sind zusammengeführt in Klauder/Kühlewind/Schnur/Tbon [21]. Die den IAB-Projektionen zugrundeliegende volkswirtschaftliche Gesamtrechnung erlaubte jedoch bisher keine Untergliederung nach den einzelnen Industriezweigen. Da die Prognos-AG die zukünftigen Wirtschaftsstruktur Tendenzen ähnlich einschätzt wie das IAB, sei hinsichtlich einer weiteren Disaggregation auf die Zahlen des prognos-report-nr.9 [34] verwiesen.

²¹⁾ Vgl. die Projektions-Synopse von Klauder [20], S.409.

²²⁾ So ergibt sich nach den Berechnungen des IAB, daß das Tempo des Wirtschaftswachstums, bei dem der Arbeitskräftebedarf konstant bleibt, in den 80er Jahren bei etwa 3,5% liegen dürfte, während der gesamtwirtschaftliche Produktivitätsfortschritt bzw. die Beschäftigungsschwelle in den 60er Jahren bei rd. 4,5% lag. Bei einem um 1% stärkeren Wirtschaftswachstum erhöht sich der Arbeitskräftebedarf im Trend um großordnungsmäßig 100000 pro Jahr, bei einem um 1% niedrigeren Wirtschaftswachstum verringert er sich im Trend um rd. 100000 pro Jahr. (Vgl. Klauder/Schnur, [22], S. 243).

²³⁾ Z. B. verbrauchen die Schweiz, Österreich, Frankreich, Norwegen, Dänemark pro Kopf der Bevölkerung erheblich weniger Energie als die Bundesrepublik, was ohne die unterschiedliche Wirtschaftsstruktur nicht voll zu erklären wäre, wie eine internationale Querschnittsanalyse des Zusammenhanges zwischen dem Energieverbrauch und der Höhe des Pro-Kopf-Einkommens von Neu [32], S.16ff. zeigt.

Es liegt auf der Hand, daß eine forschungs-, entwicklungs- und dienstleistungsintensivere Wirtschaft als bisher *ceteris paribus* vergleichsweise arbeitsintensiver, aber weniger energieintensiv sein wird. Anders ausgedrückt: Ein bestimmtes Tempo des Wirtschaftswachstums erfordert in Zukunft *ceteris paribus* einerseits mehr Arbeitskräfte als in der Vergangenheit²²⁾, andererseits jedoch einen geringeren Anstieg des Energieverbrauchs als bisher. Der Strukturwandel zu einer derartigen Wirtschaft muß folglich tendenziell den Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität verlangsamen und das sich im Durchschnitt der gesamten Volkswirtschaft ergebende Fortschritttempo der Energieproduktivität erhöhen. Hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität ist schließlich außerdem noch zu berücksichtigen, daß wichtige, die Energieproduktivität mindernde Struktureffekte, wie sie in den 60er Jahren durch die Mechanisierung von Landwirtschaft, Bauwirtschaft und Haushalten auftraten, zumindest in größerem Umfang für die Zukunft nicht mehr in Sicht sind.

Die vorliegenden Projektionen zeigen aber auch, wie diese Zusammenhänge mit den unterschiedlichen Vorausschätzungen der Wirtschaftsentwicklung für die einzelnen Sektoren schwanken. Es gibt einen breiten Korridor möglicher Entwicklungen, die bis zu einem gewissen Grade auch politisch beeinflussbar sind. So kann der prognostizierte Strukturwandel z. B. durch Subventionierung notleidender Branchen oder weitgehende Rationalisierungsschutzabkommen gehemmt oder z. B. durch steuerliche Anreize oder staatliche Beschäftigungsprogramme forciert werden, am meisten natürlich durch unmittelbare Mehrbeschäftigung in den arbeitsintensiven Bereichen der öffentlichen Hand wie im Bildungswesen und in den sozialen Diensten. Hätte die öffentliche Hand z. B. in den letzten Jahren keine restriktive Personalpolitik betrieben, sondern ihren Personalbestand entsprechend dem Trend der Jahre 1960-1974 ausgedehnt, was sicherlich in mancher Hinsicht nicht unproblematisch gewesen wäre, so wäre für das gleiche Gesamtangebot an Arbeitsplätzen ca. ½ % weniger Wirtschaftswachstum erforderlich gewesen.

Den Einfluß der Wirtschaftsstruktur auf Beschäftigung und Energieverbrauch machen im übrigen auch internationale Vergleiche deutlich.²³⁾

2.3.3 Sektorale Arbeitsproduktivität

Die mit schwächerem Produktionswachstum in aller Regel einhergehende geringere Investitionstätigkeit tendiert dazu, auch das Tempo des sektoralen Produktivitätsfortschritts zu verringern. Erhöhte Anteile nicht unmittelbar der Produktion dienender Investitionen wie etwa für den Umweltschutz werden im Rahmen der herkömmlichen Produktivitätsmessung diesen Effekt noch verstärken. Auf der anderen Seite eröffnet die Mikroelektronik neue Rationalisierungsmöglichkeiten. Es ist zur Zeit noch eine offene und strittige Frage, inwieweit die dadurch möglichen neuen Produktivitätsschübe anderweitige Verlangsamungstendenzen kompensieren werden.

Sicher dürfte dagegen sein, daß in der Bundesrepublik Deutschland der Faktor Arbeit aufgrund seines hohen Preises bereits im großen und ganzen – zumindest in den im Wettbewerb stehenden Sektoren – so rationell wie möglich eingesetzt wird, mithin die sich im Zeitablauf ergebenden Spielräume bei der Arbeitsproduktivität nach oben bereits jeweils weitgehend ausgeschöpft werden. Theoretisch wäre es daher aber möglich, durch bewußte Drosselung des sektoralen Produktivitätsfortschritts für relativ mehr Arbeitsplätze zu sorgen.

Der Heizer auf der E-Lok ist ein vielzitiertes Beispiel hierfür. Bewußte Produktivitätsdrosselung wirft jedoch erhebliche Wettbewerbs-, Verteilungs- und Wohlstandsprobleme auf und dürfte mit einer mit der Weltwirtschaft eng verflochtenen Marktwirtschaft nicht vereinbar sein und somit vermutlich auch in der Zukunft keine größere Bedeutung erlangen.²⁴⁾

2.3.4 Sektorale Energieproduktivität

Wenn man bedenkt, daß Energie in den letzten 30 Jahren reichlich und billig vorhanden war, so ist nicht zu erwarten, daß ökonomisch denkende Menschen diese Energie so sparsam wie technisch möglich verwendet haben. Kennzeichnend für diese Periode ist vielmehr der Werbespruch: Strom kommt sowieso ins Haus, nutz das aus. Es ist daher nicht verwunderlich, daß in einer Studie festgestellt wird, daß zur Zeit lediglich etwa die Hälfte des Stromverbrauches für eine Energienutzung verwendet wird, die nur mit Strom gedeckt werden kann und bei der diese hochveredelte, sehr kostbare Energieform wirtschaftlich sinnvoll gebraucht werden kann.²⁵⁾ Und es ist erst recht nicht verwunderlich, daß die Studien über die nach der heutigen Technik möglichen Energieeinsparungen ganz erhebliche Energieeinsparpotentiale von größenordnungsmäßig 10-40% für die gesamte Volkswirtschaft errechnen, wobei die ebenfalls beachtlichen – allein auf etwa 8 % des gesamten Endenergieverbrauches veranschlagten – Einsparungsmöglichkeiten durch die neue Technik der mikroelektronischen Optimierung und Steuerung offenkundig zumeist noch gar nicht berücksichtigt sind.²⁶⁾

Es ist also genügend Potential vorhanden, um theoretisch den Energieverbrauch zumindest für eine ganze Reihe von Jahren nicht mehr ansteigen zu lassen. Eine offene Frage ist allerdings, in welchem Zeitraum diese Potentiale wirtschaftlich

aber damit zu rechnen, daß sich das Rationalisierungstempo bei der Energieverwendung und damit auch das Fortschritts-tempo der sektoralen Energieproduktivität in den kommenden Jahren erheblich beschleunigen wird.

3. Zu den Beschäftigungseffekten energiewirtschaftlicher Maßnahmen

3.1 Klassifikation und Schätzmöglichkeiten

Knapper und teurer werdende Energie kann in den einzelnen Sektoren durch folgende Maßnahmen eingespart oder ersetzt werden:

- (1) Substitution eines erschöpfbaren Energieträgers durch einen anderen erschöpfbaren Energieträger, der billiger oder effizienter oder länger verfügbar ist. (Überlegungen, die z. B. beim Übergang von der öl- zur Gasheizung oder bei dem Bau von Atom- statt Kohlekraftwerken eine Rolle spielen)
- (2) Substitution erschöpfbarer Energie durch vermehrte Nutzung der unerschöpflichen, regenerierbaren Energiequellen (z. B. Sonne, Wind, Umweltwärme, Erdwärme, Gezeiten, Biomassen)
- (3) Substitution von Energie durch Arbeit und Kapital bei den Produkten (z. B. Gebäudeisolierung, Geräte und Motoren mit höheren Wirkungsgraden, Langzeitprodukte)
- (4) Effizientere Ausnutzung der vorhandenen Energie, insbesondere durch Kopplung der verschiedenen Arten von Energienutzung und funktionsgerechte Optimierung (z. B. Abwärmenutzung, Kraft-Wärme-Kopplung, Fernwärme, Blockheizkraftwerke, dezentrale integrierte Energiekompaktbausteinsysteme²⁷⁾, elektronische Steuerung durch Mikroprozessoren)
- (5) Verzicht auf Energie durch Verzicht auf die damit erzeugte Leistung bzw. Energiesparen durch Konsumeinschränkung (z. B. Komforteinschränkung durch Senkung der Raumtemperatur, Reduzierung der Transportleistung je Zeiteinheit durch Geschwindigkeitsbegrenzung)

Folgt man dem in der Ökonomie üblichen Sprachgebrauch, so ist eine sektorale Energieeinsparung als absolute Minderung des sektoralen Energieeinsatzes – unabhängig von dem mit der Energie erzeugten Gegenwert – zu definieren. Dieses Ziel kann unter bestimmten Voraussetzungen auf allen genannten Wegen erreicht werden, ausnahmslos aber durch die unter (3) bis (5) angeführten Maßnahmen. Für die Einsparung eines bestimmten einzelnen Energieträgers wie z. B. des Öls – kommen naturgemäß alle Maßnahmengruppen ohne Einschränkung in Betracht. Stellt man statt auf den Energieeinsatz in einem Sektor auf den Verbrauch der Ressource Energie ab, so wäre zu berücksichtigen, daß ex definitione unerschöpfliche Energien nicht verbraucht werden können, ihre substitutive Verwendung also in jedem Falle zu einer Einsparung an erschöpfbarer Energie führt.

Als Steigerung der sektoralen Energieproduktivität kann nur eine rationellere Energieverwendung im Sinne einer relativen Verminderung des sektoralen Energieeinsatzes im Verhältnis zum Output bezeichnet werden. Im engeren Sinne zählen zur rationelleren Energieverwendung in einem Sektor vor allem die Maßnahmengruppen (3) und (4). Aber auch die unter (1) und (2) genannten Maßnahmen können unter bestimmten Voraussetzungen eine Produktivitätssteigerung bewirken. Begrenzt man die Betrachtung auf die erschöpfbaren Energieträger, so bedeutet sogar jede Substitution durch unerschöpfliche, regenerierbare Energiequellen eine rationellere Ener-

²⁴⁾ Allerdings ist darauf hinzuweisen, daß der Produktivitätsfortschritt in der Bundesrepublik in den letzten Jahren größer war als in den meisten anderen konkurrierenden Ländern und sich insbesondere im Vergleichs-, Lead- und Konkurrenzland USA schon seit einiger Zeit das Produktivitätswachstum deutlich verlangsamt hat.

²⁵⁾ Lovins[28], S.5.

²⁶⁾ Vgl. hierzu die Übersicht über verschiedene bis 1978 veröffentlichte Einsparpotentialschätzungen bei Klauder [17], S. 11 f. sowie die einschlägigen Aufsätze in dem Sammelband von Ehrenstein/Wiebert/Dickler [7]. In einer von Meyer-Abich [30], S.97f. herausgegebenen Untersuchung wird das Einsparpotential unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitsbedingungen für 1985 auf 13 % und für 2000 auf mindestens 22% des Endenergieverbrauches geschätzt, wobei diese Schätzungen als eher konservativ bezeichnet werden, zumal die im Umwandlungsbereich möglichen Einsparungen etwa durch Wärme-Kraft-Kopplung nicht berücksichtigt sind. Außerdem impliziert die Schätzung für die Industrie sogar eine Verlangsamung des Einspartempos gegenüber der Vergangenheit. (Hinsichtlich der Einsparungsmöglichkeiten durch Wärme-Kraft-Kopplung berichtet z.B. der Spiegel, Nr. 10, 1980, daß „nach neuesten RWE-internen Hochrechnungen beim Ausbau der Kohlekraftwerke mit Fernwärmenutzung der Stromanteil an der gesamten Energieversorgung in Nordrhein-Westfalen bis zum Jahre 2000 fast stagnieren“ würde.) Für die EG insgesamt wird das Energieeinsparpotential von Roberts für 1985 auf 19% und für 2000 auf 33% des gesamten Primärenergieverbrauches geschätzt (zitiert nach Schulz, [44], S. 7). Zur Einsparung durch Mikroelektronik vgl. Hofmeister/ Wiehl [12], insbesondere S. 512. Lt. Spiegel Nr. 11/1980 errechnen das Freiburger Öko-Institut für die Bundesrepublik Deutschland und die Harvard Business School für die USA sogar Einsparungsräume von rd. 40%. Nach Harvard sei außerdem die Investition, um Energie zu sparen, weitaus geringer als der Aufwand für eine entsprechende Menge Zusatzenergie. B. Teriet weist ferner in den VDI-nachrichten Nr. 6 vom 8.2. 1980 auf die Wechselbeziehungen von Energieverbrauch und Arbeitszeit hin. Z. B. könnten nach Grazer Untersuchungen durch weitere Entschärfung der „rush-hours“ erhebliche Mengen Treibstoff eingespart werden.

Die mikroökonomisch, auf der Grundlage technisch-wirtschaftlicher Einzelinformationen vorgenommenen Schätzungen der Energieeinsparpotentiale werden von Schulz [44], S. 5f. kritisiert, da die einzelnen Potentiale nicht einfach losgelöst von den gesamtwirtschaftlichen Zusammenhängen addiert werden könnten. Andererseits kann man, wenn man die Pressemeldungen verfolgt oder die Erfahrungen mit Technologieprognosen berücksichtigt, bezweifeln, ob derartige Schätzungen überhaupt die Kreativität einer wissenschaftlich und technisch gebildeten freien Gesellschaft in einer Marktwirtschaft mit all den kleinen den lokalen Bedingungen optimal angepaßten vereinfachenden und verbilligenden Innovationen jemals auch nur annähernd erfassen und vorhersagen können.

²⁷⁾ Erst die Halbleitertechnologie und die Innovationen im Software-Bereich haben die Voraussetzungen für derartige dezentrale, integrierte Bausteinsysteme (auch als „Energieboxen“ bezeichnet) geschaffen. Zu den Elementen eines solchen Systems könnten gehören: Verbrennungsmotor (z. B. für Gas, Wasserstoff), Generator, Wärmepumpe, Solarkollektoren, Wärmetauscher, Wärmespeicher und nach Wärmerückgewinnungsverfahren arbeitende Haushaltsgeräte, optimal nach Außentemperatur, Heizenergie-, Warmwasser- und Strombedarf gesteuert durch Mikroprozessoren (wobei Strom je nach Bedarf in das öffentliche Netz eingespeist oder von ihm bezogen werden kann). Der Gesamtwirkungsgrad (Verhältnis von Nutzenergie zu eingesetzter Energie) derartige „Energieboxen“ wird auf 2 bis 3 veranschlagt. (Vgl. u.a. [35], S.223ff.).

gieverwendung der erschöpfbaren Energie. Die Energieeinsparung durch Verzicht auf ein Gut (Maßnahmegruppe 5) stellt demgegenüber keine rationellere Energieverwendung im eigentlichen Wonsinne dar, sondern läuft auf eine Verschiebung der Präferenzstruktur der Nachfrage hinaus. Sofern der energiebedingte Verzicht auf ein Gut wie z. B. die Inkaufnahme längerer Wegezeiten sich nicht in der Nachfrage- oder Produktionsstatistik ausreichend niederschlägt, führt aber auch diese Energieeinsparung statistisch zu einer Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität.

Die unerschöpflichen, regenerierbaren Energiequellen werden oft als alternative Energien bezeichnet, eine Umstellung auf sie – Weg (2) – dementsprechend als alternative Energiepolitik. Gelegentlich werden in einem weiteren Wortsinne auch die Maßnahmen zur rationelleren Energieverwendung im engeren Sinne (3) und (4) mit eingeschlossen, um damit einen insgesamt alternativen Entwicklungspfad im Vergleich zu einer Fortschreibung der Vergangenheitstendenzen zu bezeichnen.

Sieht man von dem bloßen Verzicht auf Energie ab, so sind alle diese Maßnahmen in der Regel nicht kostenlos möglich, sondern erfordern Ausgaben bzw. Investitionen, die auf jeden Fall *ceteris paribus* Wachstums- und Beschäftigungsimpulse auslösen. Liegen die nötigen statistischen Ausgangsdaten vor und läßt man Rückkopplungen auf das Nachfrageverhalten außer acht, so können theoretisch auch für alle derartigen Investitionen mit Hilfe der Input-Output-Rechnung die *ceteris-paribus*-Produktions- und Beschäftigungseffekte ermittelt werden.

Erforderlich wären dazu Daten über den jeweiligen Investitionsbedarf sowie die Lieferstruktur. Erforderlich wäre ferner der Ausweis spezieller Sektoren wie Installation, Fassadenbau, Herstellung von Wärmepumpen, Herstellung von Solaranlagen usw. mit Daten über die jeweiligen Bezüge von Vorleistungen und die primären Inputs an Produktionsfaktoren oder- statt des Ausweises der speziellen Sektoren- so tief gegliederte Input-Output-Tabellen wie die amerikanischen mit ihren über 150 Sektoren, daß man die speziellen oder auch neuartigen Investitionen stellvertretend genügend produktverwandten herkömmlichen Sektoren zuordnen kann. In der Bundesrepublik stößt man hier auf erhebliche statistische Grenzen. So konnte das DIW seine bekannten vergleichenden Berechnungen über die Beschäftigungseffekte des Baus eines Steinkohle- und eines Kernkraftwerkes nur mit Unterstützung der KWU und des Bergbaus vornehmen.²⁸⁾

Für die gesamtwirtschaftliche Wirkung ist allerdings noch bedeutsam, wie die Produktions- und Beschäftigungseffekte alternativer Verwendungszwecke aussehen, ob die Investitionen zur Änderung der Energiestruktur zusätzlich getätigt werden (etwa aufgrund staatlicher Kredit- oder Steuerhilfen)

²⁸⁾ Vgl. Wessels [48, 49] sowie den darauf basierenden zusammenfassenden Aufsatz von Weiss in Klauder [17], S. 588ff.

²⁹⁾ Henseler/Tanner [11].

Vgl. zu diesem Fragenkomplex außer der in diesem Heft in deutscher Übersetzung abgedruckten amerikanischen Studie von Rodberg [40] auch den in deutscher Übersetzung vorliegenden Beitrag von Laitner [25], der die verschiedenen Energiequellen u.a. auch hinsichtlich ihrer Kosten vergleicht.

³⁰⁾ Nach neueren Pressemitteilungen zu urteilen, scheint die Entwicklung kostengünstiger Verfahren zur solaren Stromerzeugung schon weit fortgeschritten zu sein. So berichtet die Wirtschaftswoche (Nr. 23 vom 4. 6. 1979), daß der Texas Instruments Inc. auf Basis der Halbleitertechnologie ein sensationeller Durchbruch auf dem Gebiet der fotoelektrischen Nutzung der Sonnenenergie gelungen sei. Nach einer anderen Meldung (Neue Politik, 24. Jg., September 1979) sollen Wissenschaftler des Stanford Research Institute im Rahmen eines Auftrages des US-Departments of Energy und der NASA 7 Jahre vor dem gesetzten Ziel ein Verfahren erprobt haben, das die Herstellungskosten von Silicium, dem Hauptbestandteil von Solarzellen, um 90% senkt. Auch bei der AEG-Telefunken sollen nach einem Bericht der Frankfurter Zeitung (Blick durch die Wirtschaft vom 9.10. 1979) innerhalb weniger Jahre ähnlich drastische Kostensenkungen bei der Herstellung von Sonnenzellen bzw. Sonnengeneratoren erfolgt sein bzw. zu erwarten sein. Nach Rodberg [40], S. 39, hält es das US-Department of Energy für möglich, daß die Preise der Solarzellen je Watt Spitzenleistung von 6 US \$ 1977 auf 50 cents 1986 und 10-30 cents 1990 sinken werden.

und ob eine Vollbeschäftigungs- oder eine Unterbeschäftigungssituation vorliegt. Für eine vollständige Beurteilung müßte man außerdem noch all die Rückkopplungen auf Kosten, Preise, Wechselkurse, in- und ausländische Nachfragestruktur im Zeitablauf berücksichtigen, was, wenn überhaupt, höchstens mit Hilfe eines umfassenden gesamtwirtschaftlichen interdependenten dynamischen Modells eindeutiger zu beantworten wäre.

3.2 Untersuchungsergebnisse für die Bundesrepublik Deutschland

Für die Bundesrepublik Deutschland liegen bisher nur wenige Untersuchungen über energiewirtschaftliche Maßnahmen vor, die auch Arbeitsmarktauswirkungen berücksichtigen. Diese Untersuchungen erstrecken sich außerdem nur auf Teilgebiete. Die Beschäftigungseffekte werden unter *ceteris-paribus*-Annahmen errechnet.

3.2.1 Zur Substitution eines erschöpfbaren Energieträgers durch einen anderen erschöpfbaren Energieträger

Mit Hilfe von Unterlagen der KWU und des Bergbaus sowie des IAB hat das Deutsche Institut für Wirtschaftsordnung²⁸⁾ die Beschäftigungseffekte von Atom- im Vergleich zu Kohlekraftwerken ermittelt, und zwar für den Bau eines Kernkraftwerkes von 1300 MW für 1,1 Mrd DM (in Preisen von 1972) und eines Steinkohlekraftwerkes von 2 x 700 MW für 1,0 Mrd DM (in Preisen von 1972). Nach diesen Berechnungen weist der Bau eines Kernkraftwerkes zwar einen höheren Produktionseffekt auf als der Bau eines Kohlekraftwerksblocks entsprechender Leistung, jedoch sind die Auswirkungen auf die Beschäftigung und die Wirtschaftsstruktur weitgehend gleich. So belaufen sich – auf die gesamte Bauzeit bezogen – die direkten und indirekten Beschäftigungseffekte bei Arbeitsproduktivitäten von 1972 ohne Berücksichtigung des induzierten privaten Verbrauchs auf insgesamt jeweils rd. 25 000 „Mannjahre“ und einschließlich des induzierten privaten Verbrauchs auf jeweils rd. 40 000 „Mannjahre“. Bei einer Bauzeit von z. B. 7 Jahren betrüge der jährliche Beschäftigungseffekt zu den damaligen Produktivitäten also rd. 6000 Personen.

Zumindest bei Beschickung mit heimischer Kohle führt aber der Betrieb eines Kohlekraftwerkes zu höheren Beschäftigungseffekten. Während der etwa 25jährigen Laufzeit eines Kraftwerkes sind bei Produktivitäten von 1972 jährlich allein etwa 4000 Mannjahre für die Kohleförderung nötig.

3.2.2 Zur Substitution erschöpfbarer Energie durch unerschöpfliche Energie

Für die Bundesrepublik haben erstmalig Henseler und Tanner²⁹⁾ die Arbeitsplatzauswirkungen einer direkten *Sonnenenergieausnutzung* abzuschätzen versucht, wobei sie sich auf die Wärmeerzeugung mittels Sonnenkollektoren beschränken, da die Solarzellen zur direkten Umwandlung der Sonnenstrahlung in Elektrizität und die Wasserstoffherzeugung aus Wasser mit Hilfe der Sonnenenergie noch sehr viel Forschungsarbeit erfordern würden.³⁰⁾ Wegen der Schwierigkeiten bei der Langzeitspeicherung veranschlagen sie den potentiellen Anteil der Sonnenenergie an der Wärmeerzeugung in der Bundesrepublik auf insgesamt etwa 40-60 %, bei Warmwasser allein auf etwa 70-90 %.

Würden im Inland lediglich 10-20% der Wärme durch solarthermische Anlagen erzeugt werden (das entspräche 12,5 bis 25 Mio t SKE bzw. bis zu rd. 6 % des Primärenergieverbrauchs von 1978) und würden 30% der Produktion solar-

thermischer Anlagen exportiert werden, gäbe es nach ihrer Schätzung bei Annahme heutiger Produktivität ca. 0,7-1,4 Mio solarenergiebezogene Arbeitsplätze. Davon entfielen etwa ca. 10% auf die Installation, ca. 10% auf Handel und Verkehr, ca. 10% auf die eigentliche Kollektorfertigung, knapp 20 % auf die Fertigung konventioneller Anlagenteile und über 50% auf die Lieferanten von Material und Halbzeug.

Über die Arbeitsmarktauswirkungen einer Nutzung der *indirekten Sonnenenergie* wie der Umweltwärme und des Windes liegen zwar für die Bundesrepublik bisher keine speziellen Untersuchungen vor, doch deuten einige Informationen darauf hin, daß hierdurch ebenfalls beachtliche Beschäftigungseffekte zu erwarten sind. So wird z. B. der Binnenmarkt für Wärmepumpen auf rd. 200 Mrd DM geschätzt³¹⁾, das wäre ungefähr doppelt so viel, wie 1978 in der Bundesrepublik insgesamt für Ausrüstungsinvestitionen ausgegeben wurde. Für den offensichtlich als realistisch anzusehenden eventuellen Beitrag der Windenergie zur Stromversorgung in Höhe von 8 % wären 2300 Windenergiekonverter zu jeweils 3 MW (Typ Growian) in 23 300-MW-Windkraftwerken erforderlich.³²⁾

3.2.3 Zur Substitution von Energie durch Arbeit und Kapital bei den Produkten

Auf diesem Gebiet dürfte die Prognos AG die bisher relativ weitgehendsten, wenn auch nach wie vor groben Berechnungen vorgenommen haben.³³⁾ Es handelt sich dabei um eine Potentialschätzung für die *Gebäudeisolierung*. Zugrunde liegt die Annahme, daß sich im Bundesdurchschnitt die Gebäudeisolierung bei den Fenstern um 15%, bei den Wänden um 20 % und bei Dach- und Kellerdecke um 10 % verbessern ließe, wodurch jährlich maximal etwa 50 Mio t SKE eingespart werden könnten, das entspräche etwa maximal 18 % des gesamten deutschen Endenergieverbrauchs bzw. 45% des Raumheizungsverbrauchs. Das dazu erforderliche Investitionsvolumen beziffert Prognos in Preisen von 1976 auf ca. 410 Mrd DM, wovon etwa die Hälfte auf Wohnungen entfallen würde. Je durchschnittliche Wohneinheit errechnet Prognos in Preisen von 1976 einen Investitionsaufwand von rd. 8000 bis rd. 11000 DM.

Prognos nimmt an, daß in den primär betroffenen Branchen Hochbau sowie Steine-Erden längerfristig ein Nachfragewachstum von jährlich 8 bis 12 % inflationsneutral bewältigt werden könnte. Unter dieser Annahme wäre das Wachstumsfeld innerhalb von ca. 20 Jahren erschließbar. In der Bauwirtschaft und dem Gewerbe der Steine und Erden würde die Gebäudeisolierung – im Durchschnitt der 20 Jahre – jeweils rd. 70 000 Arbeitsplätze pro Jahr sichern, in beiden Wirtschaftszweigen zusammen also rd. 140 000 Arbeitsplätze. Der gesamte direkte und indirekte Beschäftigungseffekt einschl. der einkommensinduzierten Multiplikatoreffekte betrüge für die gesamte Wirtschaft im Durchschnitt der 20 Jahre rd. 400 000 Arbeitsplätze, wobei Prognos wegen des technischen Fortschritts für 1980 mit rd. 500 000 und für 1995 mit rd. 300 000 Arbeitsplätzen rechnet.

³¹⁾ Müller/Stoy [31], S. 117.

³²⁾ Vgl. die Antwort des Bundesforschungsministers auf eine entsprechende Anfrage im Bundestag (Bundestagsdrucksache 8/3573 vom 23. 1. 1980). Die Antwort stützt sich auf eine Forschungsstudie, die unter Beteiligung mehrerer Energieversorgungsunternehmen von der Universität Regensburg im Auftrag des Bundesforschungsministeriums durchgeführt wurde. Mit dem Bau eines Prototyps soll noch im Sommer 1980 bei Brunsbüttel begonnen werden.

³³⁾ Vgl. [35], S. 190ff.

³⁴⁾ Einen Überblick gibt der Vorstandsvorsitzende der Porsche AG, Professor Fuhrmann, in „Futures“ [10], S.216ff. Die Angaben basieren auf dem vom BMFT geförderten „Forschungsprojekt Langzeitauto“ [3].

Prognos sieht die Gebäudeisolierung auch als ein nützliches Wachstumsfeld zur Beseitigung der mittelfristig drohenden Beschäftigungsprobleme an und weist in einer Nutzen-Kosten-Analyse darauf hin, daß – in Preisen von 1976 gerechnet – die Investitionskosten volkswirtschaftlich gesehen in den 20 Jahren zu 60% durch Energieeinsparungen und zu 40% durch Entlastungen der öffentlichen Haushalte (aufgrund des durch diese zusätzlichen Investitionen möglichen Abbaus der Arbeitslosigkeit) kompensiert würden.

Allerdings hat gerade die von der Konjunkturpolitik immer wieder besonders betroffene und zur Zeit vollbeschäftigte Bauwirtschaft in den Jahren 1974 bis 1977 einen Aderlaß von rd. 400 000 Arbeitskräften erlitten. Diese Arbeitskräfte sind inzwischen weitgehend endgültig abgewandert. Die nötige Wiederaufstockung des Bestandes an – vor allem qualifizierten – Arbeitskräften um im Durchschnitt ca. 70 000 Personen und die gleichzeitigen zusätzlichen Strukturverlagerungen hin zur Gebäudeisolierung dürften daher nur sukzessive über mehrere Jahre verteilt erfolgen können, aber sie dürften im Hinblick auf die mittel- und langfristig sichere Auftragsperspektive nicht unmöglich sein. Sollte sich ferner die Baukonjunktur, wie verbreitet befürchtet, in naher Zukunft stark abschwächen, so käme ein derart umfangreiches Isolierungsprogramm sogar gerade noch zum richtigen Zeitpunkt, um eine erneute vorzeitige und unwiderrufliche Vernichtung von Kapazitäten in der Bauwirtschaft und damit vieler mittelständischer Unternehmen zu verhindern, ganz abgesehen davon, daß die Isolierung diejenige Maßnahme darstellt, mit der am schnellsten die meiste Energie eingespart werden könnte.

Eine weitere Möglichkeit, Energie – und andere Rohstoffe – zwar nicht kurzfristig, aber längerfristig durch Arbeit und Kapital bei den Produkten einzusparen, besteht in Herstellung *langlebiger Produkte* und somit in einer Abkehr von der sogenannten Wegwerf-Gesellschaft. Ein Beispiel für dieses Feld bietet das *Langzeitauto*. Die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten und Konsequenzen hat die Porsche-AG in Zusammenarbeit mit den Universitäten Mannheim und Köln untersucht.³⁴⁾ Nach ihren Nutzen-Kosten-Analysen liegt bei den gegenwärtigen technischen Möglichkeiten die optimale Lebenszeit eines Langzeitautos bei ungefähr 18-25 Jahren bzw. 300 000 km (traditionelles Auto rd. 10 Jahre). Bis zur Serienreife sind allerdings noch einige Probleme zu lösen. Einen größeren Marktanteil dürften Langzeitautos wohl außerdem erst dann erreichen können, wenn auch eine neue Motorengeneration mit deutlich niedrigerem Treibstoffverbrauch zur Serienreife entwickelt oder das Treibstoffproblem anderweitig gelöst worden ist.

Gegenüber dem durchschnittlichen konventionellen Auto errechnete die Porsche-AG für ein Langzeitauto auf Stahl- oder Aluminiumbasis folgende Vergleichswerte:

	Langzeitauto	
	Stahlbasis	Aluminiumbasis
Materialverbrauch		
insgesamt*	- 55 %	- 65 %
Energieverbrauch		
insgesamt*	- 5 %	- 20 %
Arbeitsinput	+ 7 %	+ 17 %
Verkaufspreis	+ 22 %	+ 30 %

* Von der Herstellung bis zur Verschrottung bei einer Lebenszeit von 300 000 km.

Die Produktions- und Beschäftigungseffekte bei einer Markteinführung des Langzeitautos wurden mit Hilfe eines systemanalytischen Modells ermittelt. Nach diesem Modell würde unter Status-quo-Bedingungen die Inlandsnachfrage nach PKW in der Bundesrepublik ab 1985 tendenziell stagnieren und demzufolge die Beschäftigung der Automobilindustrie aufgrund des Produktivitätsfortschritts tendenziell sinken.

Nimmt man jedoch an, daß bereits ab 1985 das Langzeitauto bei den Neuzulassungen einen Marktanteil von 50 % erreicht, würde das die Produktion und die Beschäftigung in der Automobilindustrie 1985 um rd. 8% gegenüber dem sonst zu erwartenden Niveau erhöhen. Wegen der längeren Lebensdauer würde dieser zusätzliche Produktions- und Beschäftigungseffekt allerdings bis zum Jahre 2000 auf Null zurückgehen und danach negativ werden. Im Jahre 2010 lägen Produktion und Beschäftigung um rd. 4 % unter dem Niveau bei konventioneller Herstellung.

Auch wenn diese Berechnungen noch unvollständig und angreifbar sein sollten und nur isoliert für ein Produkt gelten, so zeigen sie doch einige grundsätzliche Tendenzen, die generell bei einem Übergang zu langlebigeren Produkten zu erwarten wären.³⁵⁾ Arbeitsmarktpolitisch besonders bedeutsam ist, daß bei einer Umstellung in den 80er Jahren die dadurch bedingte zeitliche Vorverlegung der Beschäftigung der demographisch bedingten Wellenbewegung des Arbeitskräfteangebots entsprechen würde.

3.2.4 Zur effizienteren Nutzung der vorhandenen Energie

Für dieses Gebiet weist lediglich die »Fernwärmestudie« der Bundesregierung Beschäftigungseffekte aus. Danach hätte der Bau eines Fernwärmesystems zwischen 1980 und 1995, das etwa ein Viertel des Heizenergiebedarfs decken könnte, einen unmittelbaren Beschäftigungseffekt von 35 000-60 000 Arbeitsplätzen beim Bau. Für den Betrieb der zugehörigen Heizkraftwerke und des Fernwärmenetzes wären 10 000 bis 20 000 Beschäftigte erforderlich.

3.3 Die Studie von Leonard S. Rodberg für die USA

Wesentlich umfassender und aussagekräftiger als für die Bundesrepublik werden die grundsätzlichen Beschäftigungswirkungen einer Politik der rationelleren Energieverwendung und Nutzung der regenerierbaren Energiequellen in einer Studie von L. S. Rodberg³⁶⁾ über die USA dargestellt, die Senator Kennedy im Frühjahr 1979 dem amerikanischen Kongreß vorgelegt hat. In dieser Studie werden auf der einen Seite die Energieeinspar- und Beschäftigungseffekte errechnet, die in den USA bis 1990 erzielt werden könnten durch

- 1) eine bessere Gebäudeisolierung
- 2) die bessere passive Sonnenausnutzung der Gebäude
- 3) den Einbau von Solarkollektoren für Wasser- und Raumheizung
- 4) die Herstellung energieeffizienterer Haushaltsgeräte
- 5) die Steigerung der industriellen Energieproduktivität

³⁵⁾ Erwähnt sei noch eine im Auftrage der EG durchgeführte Untersuchung der Möglichkeiten der Substitution von Energie durch Arbeit in der französischen Automobilindustrie und Bauindustrie, zwei Sektoren, in denen von 1960 bis 1973 in beachtlichem Umfang Arbeit durch Kapital substituiert worden war, wobei im Fahrzeugbau eine noch schnellere Substitution von Arbeit durch Energie stattgefunden hatte. Die Fallstudie kommt zu dem Ergebnis, daß durch das Langzeitauto und die Verlängerung der Lebensdauer von Gebäuden beträchtliche Energiemengen eingespart und zugleich „neue Arbeitsplätze für qualifizierte Arbeiter auf einer kleinmaßstäblichen, regional verteilten Basis geschaffen werden könnten“. Allerdings seien einige negative Nebeneffekte bei anderen Industriezweigen nicht auszuschließen. Über den per Saldo -z.B. durch geringere Ersatzbeschaffungen - zu erwartenden Gesamtbeschäftigungseffekt sagt die EG-Studie nichts

Vgl.: Relay / Stahel [38].

³⁶⁾ Vgl. [40] bzw. die in diesem Heft der MittAB abgedruckte deutsche Übersetzung.

- z. B. durch mehr Abwärmenutzung, mehr Recycling und effizientere Elektromotoren
- 6) die Nutzung der industriellen Prozeßwärme zur Stromerzeugung
- 7) die Nutzung von Solarkollektoren und von Wärmekraftmaschinen zur Erzeugung industrieller Prozeßwärme
- 8) die Herstellung von Methan und Alkohol aus Biomasse-Abfällen
- 9) die Elektrizitätserzeugung mittels Solarzellen auf photovoltaischer Basis
- 10) die Elektrizitätserzeugung mittels Windgeneratoren
- 11) die Elektrizitätserzeugung mittels sonnenbetriebener Wärmekraftmaschinen.

Auf der anderen Seite werden den positiven Beschäftigungseffekten dieser Maßnahmen die negativen Auswirkungen auf die Beschäftigung gegenübergestellt, die sich aus den geringeren Ausgaben für erschöpfbare Energie ergeben.

Ausgangspunkt für die Berechnungen bilden Zielvorgaben für das Jahr 2000, die auf der Basis der heute zur Verfügung stehenden oder in absehbarer Zeit mit Sicherheit vorhandenen Technologien und von Kosten- und Wirtschaftlichkeitsüberlegungen formuliert wurden. Diese Ziele werden als ehrgeizig, aber bei entsprechender Unterstützung durch die öffentliche Hand als erreichbar angesehen.

Die wichtigsten – für realistisch gehaltenen – Vorgaben für das Jahr 2000 sind:

- 50% Energieeinsparung bei Gebäuden
- Nutzung der Sonnenenergie bei 100% der neuen und bei 50% der bestehenden Wohngebäude und bei 50% der Geschäfts- und Verwaltungsgebäude
- 40%ige Senkung des spezifischen Energieeinsatzes bei der industriellen Produktion bis 1990
- 100%ige Nutzung der industriellen Prozeßwärme zur Stromerzeugung bei allen dafür kostenmäßig geeigneten Anlagen (ca. 50% der industriellen Prozeßwärme)
- Erzeugung der industriellen Prozeßwärme zu etwa 25% mittels Solaranlagen
- Nutzung von 50% der Biomasse-Abfälle zur Erzeugung von Methan und Alkohol
- 25% der Stromerzeugung mittels direkter und indirekter Nutzung der Sonnenenergie.

In der Studie wird angenommen, daß mit den zur Erreichung dieser Ziele nötigen Investitionen im allgemeinen 1980, bei der solaren Stromerzeugung 1985 begonnen werden kann, aber diese Investitionen in den ersten fünf Jahren nur allmählich ansteigen. Nach der fünfjährigen Anlaufzeit bleiben sie dann zum Jahre 2000 auf gleicher Höhe. Bis 1990 sind in Preisen von 1978 Investitionen in Höhe von 500 Mrd US\$ erforderlich, ab 1990 belaufen sich die jährlichen Investitionen auf 66 Mrd\$, das sind 13% der privaten Bruttoanlageinvestitionen. Um diese Investitionen werden die aufeinander abgestimmten Status-quo-Projektionen des BLS (Bureau of Labor Statistics) für die Gesamtwirtschaft und den Arbeitsmarkt und von Data Resources, Inc., für den Energieverbrauch mit Hilfe der Input-Output-Technik modifiziert.

Die Ergebnisse der Kongreß-Studie lassen sich zu folgenden 4 Punkten zusammenfassen:

- (1) Es ist in den USA möglich, durch eine konsequente Politik der rationelleren Energieverwendung und Nutzung der Sonnenenergie ohne Beeinträchtigung des Wirtschaftswachstums 1990 insgesamt einschließlich Solarenergie nicht mehr Energie und sogar weniger erschöpfbare Energie und erheblich weniger Strom zu verbrauchen als 1977.

Die Energieeinsparungen betragen im Jahre 1990:

	Im Vergleich zur Status-quo-Projektion von Data Resources	Im Vergleich zum Verbrauch von 1977
Kohle	- 49%	- 4%
Gas	- 38%	- 35%
Öl	- 28%	- 11%
Kernenergie	- 83%	0%
Erschöpfbare Primärenergie insgesamt	- 32%	- 15%
Elektrizität	- 65%	- 29%

Der Minderverbrauch an erschöpfbarer Energie im Jahre 1990 gegenüber der Status-quo-Projektion könnte etwa zur Hälfte durch rationellere Energieverwendung im engeren Sinne und zur anderen Hälfte durch Nutzung der Solarenergie erreicht werden, deren Anteil bereits bis 1990 auf 13% steigen könnte.

(2) Der Investitionsaufwand für die alternative Energiestruktur (1990: 66 Mrd \$) ist geringer als der Mehraufwand für die erschöpfbare Energie (1990: 119 Mrd \$) bei Fortsetzung der bisherigen Verbrauchs- und Preistrends, so daß bei gleichem Wirtschaftswachstum mehr Einkommen für Konsum- und Investitionszwecke zur Verfügung steht.

(3) Die vor allem vom Energieverbraucher zu realisierende alternative Energiestruktur begünstigt eine breiter gestreute, dezentralere Beschäftigungsstruktur, die dem regionalen Angebot an Arbeitskräften besser entspricht und kleineren Unternehmen größere Chancen einräumt.

(4) Die alternative Energiepolitik führt per Saldo zu einem höheren Beschäftigungsstand als die Fortsetzung der bisherigen Trends. Im Vergleich zur Status-quo-Projektion des BLS (Bureau of Labour Statistics), die für 1990 114 Mio Beschäftigte ausweist, errechnet die Kongreß-Studie für die USA im Jahre 1990 folgende Beschäftigungseffekte (Veränderung der

Rationellere Energieverwendung im engeren Sinne	+ 520 000
Direkte und indirekte Sonnen- energienutzung	+ 1 650 000
insgesamt	+ 2 170 000
Brennstoff- und elektrizitäts- erzeugende Industrien einschl. Zulieferer	- 1 140 000
Netto-Effekt	+ 1 030 000
durch zusätzlich verfügbares Einkommen	+ 1 870 000
Gesamt-Netto-Effekt	+ 2 900 000

³⁷⁾ Einen Überblick über die vorliegenden Berechnungen von Substitutions- und Preiselastizitäten gibt Kirchgässner [9]. Zusätzlich sei in diesem Zusammenhang auf eine Untersuchung von Linde/Möller [27] über die Substitutionsbeziehungen zwischen Arbeit und Energie in der deutschen Industrie hingewiesen, die zu folgendem Ergebnis kommt: „Es kann als gesichert angesehen werden, daß die bei alternativen Beschäftigungshöhen jeweils eingesetzte Energiemenge wesentlich durch die Preisrelation von Arbeitskraft und Energie (verzögert) bestimmt wird. Energie und Arbeitskraft sind somit gegeneinander substituierbar. Damit stützen die erhaltenen Resultate im Hinblick auf die westdeutsche Industrie weder die Hypothese der Limitationalität von Produktionsergebnis und Energieeinsatz noch die Hypothese eines grundsätzlichen Zielkonflikts zwischen dem Beschäftigungsziel und dem Ziel der Begrenzung des Energieverbrauchszuwachses“. Erwähnt sei ferner, daß – wie Schulz [44], S. 18, betont – die Richtung und Stärke der Substitutions- und Komplementaritätsbeziehungen zwischen Energie und Kapital beim heutigen Stand des Wissens nicht abschließend beurteilt werden kann.

³⁸⁾ Vgl. [50], insbesondere S.19f.

³⁹⁾ Vgl. Neu [32], S.61.

Der Vorsitzende des Kongreßunterausschusses für Energie, Senator Kennedy, stellt daher in seinem Begleitbrief als Ergebnis der Studie heraus, daß ohne rationellere Energieverwendung mit einem Anhalten der hohen Arbeitslosigkeit zu rechnen sei und eine Strategie der Energieeinsparung und Nutzung der erneuerbaren Energiequellen ein wesentlicher Bestandteil jeder erfolgreichen Vollbeschäftigungspolitik sein müsse.

3.4 Zur Reaktion der Wirtschaftssubjekte auf Energiesparmaßnahmen und insbesondere auf eine Energieverteuerung

Die Realisierungschance für eine alternative Politik der rationelleren Energieverwendung und Nutzung der unerschöpflichen Energien, die in vieler Hinsicht ein ziemliches Umdenken und ein Abweichen von eingefahrenen Gleisen erfordert, hängt natürlich in einer Marktwirtschaft entscheidend vom Verhalten der Wirtschaftssubjekte ab.

Bei den bisher skizzierten Untersuchungen wird im Grunde nur verfolgt, wie die Ausgabe eines Investors oder Konsumenten ceteris paribus das Wirtschaftssystem durchläuft. Die gesamtwirtschaftlich relevanten Rückkoppelungen bleiben außer acht. Insbesondere geben diese Untersuchungen keine Aufschlüsse über die Reaktionen der Energieverbraucher auf Veränderungen der Energiekosten, seien sie nun vom Markt über den Preis oder vom Staat über Steuern, Zinsen usw. ausgelöst.

Hinweise auf diese Reaktionen und damit auf die Realisierbarkeit technischer Möglichkeiten geben aber die inzwischen für eine ganze Reihe von Industrieländern vorgenommenen Berechnungen von Substitutionelastizitäten und Preiselastizitäten für den Energieverbrauch insgesamt und nach Energieträgern.³⁷⁾ Die Berechnungsergebnisse erlauben zwar nicht die Angabe genauer Werte, lassen aber doch eine eindeutige Tendenz erkennen: Es gibt generell bereits mittelfristig und erst recht langfristig beachtliche Flexibilitäts- und Gestaltungsspielräume. Auch kurzfristig reagiert die Nachfrage nicht völlig unelastisch. Dies ist eigentlich auch nicht anders zu erwarten, wenn man davon ausgeht, daß in einer Marktwirtschaft natürlich auch der Energieeinsatz einem ökonomischen Kalkül unterliegt.

Das Vertrauen in das Substitutionsprinzip der Marktwirtschaft beherrschte auch die diesjährige Tagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Carl Christian von Weizsäcker³⁸⁾ bezeichnete diese Position als eine Gegenposition gegenüber jeder Art primitiver Sachzwang-Ideologie, wie sie etwa in den Limits-to-Growth-Analysen von Forrester und Meadows oder in der Behauptung, ohne Kernkraft entstünde Arbeitslosigkeit, zum Ausdruck kämen. Diese Sachzwänge seien nur kurzfristig ernst zu nehmen, mittelfristig könne man schon ernste Zweifel hegen, wenn man den Preismechanismus spielen lasse, und auf lange Sicht sei das Denken in fixen Koeffizienten mit Sicherheit unzureichend.

Nach einer im Kieler Institut für Weltwirtschaft durchgeführten Untersuchung³⁹⁾ könnte dementsprechend in der Bundesrepublik Deutschland bei einer sukzessiven Anhebung der relativen Energiepreise künftiges Wirtschaftswachstum auch ohne zusätzlichen Energieverbrauch erreicht werden. Die gleichzeitigen Auswirkungen auf die Beschäftigung lassen sich aber nur in einem komplexen gesamtwirtschaftlichen Modell zeigen.

Ein derartiges integriertes Wachstums- und Energiemodell, welches auch die interindustriellen Verflechtungen in Abhängigkeit von Preisänderungen und mithin die Substitutions-

prozesse berücksichtigt, wurde von Hudson und Jorgenson für die USA entwickelt.⁴⁰⁾ Danach ist es möglich, in den USA bis 2000 z.B. durch preisliche oder steuerliche Maßnahmen die jährliche Wachstumsrate des Energieverbrauchs erheblich zu drosseln, ohne daß dadurch per Saldo Wirtschaftswachstum und Beschäftigung längerfristig in größerem Ausmaß tangiert würden.

In diesem Modell führen relativ steigende Energiepreise im Zuge des Zusammenspiels von Faktorsubstitution und Produktsubstitution zu einer Substitution von Energie sowohl durch Arbeit als auch durch Kapital. Die Kapitalproduktivität und vor allem die Arbeitsproduktivität steigen schwächer an als in der Status-quo-Projektion, während sich die Energieproduktivität stärker erhöht. In allen Sektoren des Modells nimmt die Energieintensität ab und die Arbeitsintensität zu. Die Kapitalintensität steigt nur im Dienstleistungssektor an, in dem Energie in größerem Umfang durch Kapital substituiert werden kann (z. B. durch Isolierung). Wegen des zusätzlichen Substitutionsprozesses stehen weniger Produktionsfaktoren für andere Verwendungszwecke mit höherem Produktionseffekt zur Verfügung. Ferner verschiebt sich aufgrund der höheren Arbeitsintensität der Konsumanteil zu Lasten der Kapitalbildung. Auf diese Weise führt die Energieverteuerung in diesem Modell zu Wachstumseinbußen, deren Ausmaß sich aber in Grenzen hält und die naturgemäß mit Art und Umfang der Maßnahmen zur Drosselung des Energieverbrauches variieren (vgl. Tab. 2). Dabei sind den Wachstumsraten des Sozialprodukts kräftigere Beschäftigungssteigerungen als vorher zuzuordnen. Z. B. wäre für den Fall einer Drosselung der Wachstumsrate des Energieverbrauchs um 0,4% pro Jahr gegenüber der Status-quo-Projektion das Wirtschaftswachstum zwar um 0,1 % niedriger, das Beschäftigungswachstum aber um 0,2% höher als in der Status-quo-Projektion.

Tabelle 2: Jährliche Wachstumsraten des Energieverbrauches und des Bruttosozialprodukts bei unterschiedlichen Energieverteuerungen für die USA 1977/2000

Modell-Varianten	Energie-Verbrauch	Bruttosozialprodukt
Status-quo-Projektion	+ 2,6%	+ 3,2%
Politik-Varianten ⁴¹⁾		
1	+ 2,2%	+ 3,1%
2	+ 1,9%	+ 3,0%
3	+ 0,7%	+ 2,8%
4	- 0,4%	+ 2,6%

Quelle: Hudson/Jorgenson [14], S.120, 122

Kann man nun diese amerikanischen Ergebnisse angesichts der bisherigen Energieverschwendung in den USA und des dortigen Sonnenreichtums auf die deutsche Wirtschaft übertragen? Sicherlich nicht ohne Einschränkungen, sondern nur in der Grundtendenz. Insbesondere dürfte bei der bisherigen Schlüsselrolle energieintensiver Produkte für den deutschen Export und der relativ großen Bedeutung des Exports für die deutsche Wirtschaft der Entwicklung des Verhältnisses der inländischen zu der ausländischen Energiekostenbelastung in der Bundesrepublik sicherlich ein größeres Gewicht zukommen als etwa in den USA.⁴²⁾ Dabei müssen aber auch die Wechselkurseffekte berücksichtigt werden. In einem System weitgehend flexibler Wechselkurse ist bei den realistischerweise als möglich anzunehmenden Änderungen der relativen Energiekostenbelastung (durchschnittliche Belastung 1974 rd. 3 %) kaum eine dauerhafte generelle Beeinträchtigung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit einer einzelnen Volkswirtschaft zu befürchten.

Allerdings muß eine bedeutende relative Energieverteuerung zu Strukturverlagerungen zu Lasten energieintensiver Wirtschaftszweige führen, was auf eine Forcierung des ohnehin verbreitet prognostizierten Strukturwandels hinausläuft.⁴³⁾ Die weltweiten Energie- und Umweltprobleme bei ansteigender Weltbevölkerung und zunehmender Industrialisierung der Entwicklungsländer dürften längerfristig sogar gerade die Chancen für den Export von energie- und rohstoffsparenden Technologien und Produkten beachtlich wachsen lassen.

Ferner werfen die Vorgänge im Iran die Frage auf, ob nicht in den Entwicklungsländern die Absatzchancen für die dezentral einsetzbare moderne „mittlere Technologie“ (z.B. effiziente kleine und mittlere Solaranlagen) auf die Dauer mehr wachsen werden als für die zentrale komplexe Großtechnologie. Könnte eine derartige Entwicklung nicht auch den Tendenzen entsprechen, wie sie bereits auf vielen Gebieten durch die oft als zweite oder dritte industrielle Revolution bezeichnete Basisinnovation der Halbleitertechnologie ausgelöst worden sind? Bedeutet oder ermöglicht diese Basisinnovation nicht in mancher Hinsicht eine Trendwende in der Technologieentwicklung? Allerdings wird ein sehr exportintensives Industrieland auch auf die in anderen führenden Industrieländern herrschenden Technologietrends Rücksicht nehmen müssen.

Der Realisierung rationellerer Energieverwendung und Nutzung erneuerbarer Energiequellen dürfte aber noch ein besonderes Problem im Wege stehen, welches in den aus der Vergangenheit abgeleiteten Preisverhaltensparametern etwa des Hudson/Jorgenson-Modells oder von Energienachfragefunktionen nicht berücksichtigt ist. So weist Rodberg⁴⁴⁾ in seiner Studie auf die völlig neue Situation hin, daß die Ener-

⁴⁰⁾ Dieses ökonomische sog. „Long Term Interindustry Transaktions Modell“ kombiniert ein makroökonomisches Wachstumsmodell mit einem Input-Output-Modell, welches mit einem Prozeßmodell des Energiesektors verknüpft ist. Die Verflechtungsmatrix umfaßt 5 Energiesektoren und 4 sonstige Wirtschaftssektoren, wobei die Input-Output-Koeffizienten in einem simulierten Marktprozeß aus gewinnmaximierendem Unternehmensverhalten in Abhängigkeit von der Preisentwicklung abgeleitet werden. Das zur Politikberatung im Rahmen eines Projektes der Ford-Stiftung entwickelte Simulationsmodell wurde während der ersten Energiekrise mit Projektionsvarianten für 1975 bis 2000 veröffentlicht. Vgl. dazu die ausführliche Darstellung von Hudson/Jorgenson [13] und die Wiedergabe einiger Ergebnisse in deutscher Sprache bei Dickler [5], S. 177 ff. Neuere Simulationen basieren auf 1977. Vgl. dazu u. a. Hudson/Jorgenson [14,15 mit der neuesten Version].
Einen kritischen deutschsprachigen Überblick über das Modell und wichtige Simulationsergebnisse gibt Schulz [44], S.9ff.

⁴¹⁾ Den in Tabelle 2 angeführten Politikvarianten liegen folgende Energiepolitiken zugrunde (zitiert nach Schulz [44], S. 12):
Politik 1: Der inländische Ölpreis wird auf das Weltmarktniveau angehoben; auch die Erdgaspreise werden erhöht, unterliegen aber weiterhin der Preiskontrolle. Energieeinsparung wird durch folgende Maßnahmen gefördert: Besteuerung des Einsatzes von Mineralölprodukten und Erdgas in der Industrie, Beschränkung des Öl- und Gaseinsatzes in Kraftwerken, Subventionen für Gebäudeisolierungen, Standards für energieverbrauchende Geräte.
Politik 2: Die Maßnahmen der Politik 1 werden ergänzt um Steuern auf Importöl von 4,5 \$/bbl im Jahr 1985, die auf 7 \$/bbl im Jahr 2000 ansteigen und durch eine entsprechende Besteuerung des Erdgases.
Politik 3: Politik 2 wird ergänzt um Steuern auf den Endenergieverbrauch in einer solchen Höhe, daß der Primärenergieverbrauch im Jahre 2000 auf 90 quads gesenkt wird und damit nur rd. 20% höher als im Jahre 1977 ist.
Politik 4: Die Steuern auf den Endenergieverbrauch werden so hoch angesetzt, daß der Primärenergieverbrauch im Jahre 2000 auf 70 quads gesenkt wird und damit um 8% unter dem Verbrauch des Jahres 1977 liegt.

⁴²⁾ In der Bundesrepublik waren 1973 die exportierten Güter etwa 40 % energieintensiver als die investierten und fast 70% energieintensiver als die privat konsumierten Güter (wobei der Güterbegriff volkswirtschaftlich auch die Dienstleistungen einschließt). Vgl. Bauerschmidt [2], S.290.
Etwa ein gutes Drittel der Endenergie wird in 14 Sektoren verbraucht, auf die nur 9% der Beschäftigten und 13% des Bruttoinlandsproduktes entfallen. In diesen 14 Sektoren beträgt die Energiekostenbelastung 10% und mehr. Vgl. Rammer [37], S.259.

⁴³⁾ Nach Scholz [43] lassen sich die bis 1977 erfolgten Strukturveränderungen noch kaum auf den bisherigen Energiepreisanstieg zurückführen.

⁴⁴⁾ [40], S. 2 und S. 16-18.

gieinvestitionen für die alternative Energiestruktur weit mehr als bisher von den Energieverbrauchern selbst ergriffen werden müssen statt von den derzeitigen Energieproduzenten. Der Verbraucher sei aber daran gewöhnt, nur seine durchschnittliche Energiekostenbelastung zu bedenken, die der laufende Fremdbezug von Energie mit sich bringt. Bei einem Vergleich dieser Durchschnittskosten mit den erforderlichen hohen Investitionsausgaben werde er daher dazu tendieren, sich gegen die hohen Investitionsausgaben zu entscheiden.

Dieser Einwand von Rodberg dürfte besonders für die privaten Haushalte und die sog. Kleinverbraucher aus Handwerk, Handel und Dienstleistungen relevant sein, wobei eine ganz spezielle Frage noch sein dürfte, wie lange es dauert, bis die Wohnungsvermieter, welche gestiegene Energiepreise den Mietern überwälzen können, auf die veränderte Energiesituation reagieren werden. Um dem Energieverbraucher die Entscheidung für die nötigen Energieinvestitionen zu erleichtern, hält Rodberg daher z.B. neue, alternative Finanzierungsmechanismen – wie vom Bund subventionierte langfristige, niedrig verzinsliche Darlehen – für unerlässlich.

4. Schlußfolgerungen

Alle vorliegenden Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, daß sich zumindest längerfristig Vollbeschäftigung und Wirtschaftswachstum prinzipiell mit unterschiedlichen Energiestrukturen vereinbaren lassen. Es gibt keinen starren Zusammenhang, sondern längerfristig genügend Flexibilitäts- und Gestaltungsspielräume. Die grundsätzliche Entscheidung für oder wider eine bestimmte Energiestruktur kann die Gesellschaft daher nach anderen Gesichtspunkten als der Beschäftigung treffen. Es sollte daher nicht an Arbeitslosigkeitsängste appelliert werden, wenn es im Grunde primär um ganz andere Fragen geht wie z.B. um die Verfügbarkeit, die Sicherheit und die Umweltverträglichkeit oder auch um die Bereitschaft zum Strukturwandel und zum Umdenken.

Mittelfristig könnte eine Politik der Umstellung zu einer rationelleren Energieverwendung und Nutzung der erneuerbaren Energiequellen sogar zu höheren Beschäftigungseffekten führen als die Fortsetzung der bisherigen Trends und außerdem eine dezentralere Wirtschaftsstruktur begünstigen, die wiederum die regionalen Beschäftigungsprobleme leichter lösen läßt.

Offen bleibt mangels entsprechender Untersuchungen die Frage nach Art und Ausmaß eventueller technologiebedingter Rückwirkungen der verschiedenen Energiestrukturen auf die längerfristigen Exportmöglichkeiten eines stark exportabhängigen Landes, wenn sich die übrigen führenden Industrieländer weitgehend für technologisch andere Energiestrukturen entscheiden.

Bedenkt man angesichts dieser Untersuchungsergebnisse, daß

- das Öl, welches zur Zeit noch die Hälfte unseres Energieverbrauches deckt, wahrscheinlich schon binnen zwei Jahrzehnten, bei politischen Krisen womöglich schon kurzfristig, als Energieträger weitgehend substituiert werden muß,
- die Kernenergie bei einem Anteil am Energieverbrauch von gegenwärtig knapp 2% selbst bei einem forcierten Ausbau kaum mehr vor den 90er Jahren einen größeren Beitrag zur Energieversorgung leisten kann,
- in den 80er Jahren noch die geburtenstarken Jahrgänge auf den Arbeitsmarkt drängen, während nach 1990 das Arbeitskräfteangebot aufgrund des Geburtenrückgangs wieder drastisch zurückgehen wird,

so dürfte es auf jeden Fall zweckmäßig sein, die Zeit zu nutzen, in der sowohl Energie als auch Arbeitskräfte noch relativ reichlich vorhanden sind, und alle technisch möglichen und wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen zur rationelleren Energieverwendung und Nutzung der unerschöpflichen Energiequellen, insbesondere die arbeitsintensive Gebäudeisolierung, im größtmöglichen Ausmaß noch in den 80er Jahren durchzuführen. Diese Maßnahmen würden die für die 80er Jahre drohende Gefahr hoher Arbeitslosigkeit beseitigen helfen und zugleich die Energieoptionen erweitern.

Literaturverzeichnis

- [1] *Arbeitskreis Arbeitsmarktperspektiven* (Bearb.): Finanzierungsstruktur und Verteilungswirkungen einer nachfrageorientierten Strategie zur Wiedergewinnung der Vollbeschäftigung. In: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wochenbericht 13/79 vom 29. 3. 1979. [2] *R. Bauerschmidt*: Direkter und indirekter mengenmäßiger Energie- und Arbeitseinsatz nach Sektoren. In: Klauder [17], S. 271 ff. [3] *Bundesministerium für Forschung und Technologie* (Hrsg.): Forschungsbericht Langzeitauto (TV 7508), Aspekte einer Verlängerung der Lebensdauer von Personenkraftwagen im Hinblick auf technische Entwicklungsfortschritte, Umweltfragen, Verkehrs- und Industriestrukturprobleme -Phase I. (Bearbeitet von: Dr. Ing. h.c. F. Porsche-AG unter Mitarbeit von Industrieseminar der Universität Mannheim, Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln) Dezember 1976. [4] *Deutsche Bundesbank*: Der Produktivitätsfortschritt in der Bundesrepublik und seine Bestimmungsfaktoren. In: Monatsbericht der Deutschen Bundesbank. 32. Jg. Nr. 1, Januar 1980, S. 11 ff.
- [5] *R. A. Dickler*: Wirtschaftswachstum und Energienachfrage in der Bundesrepublik Deutschland: Forschungsergebnisse und offene Fragen. In: Klauder [17], S. 155ff.
- [6] *W. Dostal, K. Köstner*: Mikroprozessoren – Auswirkungen auf Arbeitskräfte? In: MittAB 2/1977, S. 243ff.
- [7] *D. v. Ehrenstein, J. Wicken* in Zusammenarbeit mit *R. A. Dickler* (wissenschaftl. Red.): Energiebedarf und Energiebedarfsforschung. (Argumente in der Energiediskussion, Bd.2, Hrsg.: H. Matthöfer), Villingen 1978.
- [8] *G. Fels*: Der Standort Bundesrepublik im internationalen Wettbewerb. In: Kieler Diskussionsbeiträge Nr. 45, „Weltwirtschaft im Übergang“, Kiel, Januar 1976, S.9ff.
- [9] *B. Fritsch, G. Kirchgässner*: Zur Interdependenz von Wirtschaftswachstum, Energie- und Ressourcenverbrauch. Referat zur Arbeitstagung des Vereins für Socialpolitik über Erschöpfbare Ressourcen in Mannheim vom 24.-26. 9. 1979. Teil I: B. Fritsch: Über die Substitution von Energie und Ressourcen durch Wissen. Teil II: G. Kirchgässner: Wirtschaftswachstum, Ressourcenverbrauch und Energieknappheit. (Veröffentlichung 1980 in den „Schriften des Vereins für Socialpolitik“).
- [10] *E. Fuhrmann*: The Long-Life Car. In: Futures, Vol. 11, Nr. 3, June 1979.
- [11] *H. J. Henseler, W. Tanner*: Arbeitsplatzauswirkungen der Entwicklung und Nutzung bisher unerschlossener Energiequellen am Beispiel der Sonnenenergie. In: Klauder [17], S. 625ff.
- [12] *E. Hofmeister, H.-E. Wiehl*: Auswirkungen des technischen Fortschritts auf Arbeitsplätze und Energieverbrauch am Beispiel der Mikroelektronik. In: Klauder [17], S. 498ff.
- [13] *E. A. Hudson, D. W. Jorgenson*: U.S. energy policy and economic growth, 1975-2000. In: The Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 5, No.2, 1974, S.461 ff.
- [14] *E. A. Hudson, D. W. Jorgenson*: Energy Policy and U.S. Economic Growth. In: The American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol. 68, 1978, S. 118 ff.
- [15] *E. A. Hudson, D. W. Jorgenson*: The Long Term Interindustry Transaktionsmodell: A Simulation Model for Energy and Economic Analysis. General Services Administration, Federal Preparedness Agency, GSA/FPA/MCL TR-109, July 1979.
- [16] *W. Klauder*: Der Geburtenrückgang aus arbeitsmarktpolitischer Sicht. In: Materialien zur Bevölkerungswissenschaft, Heft 9, Wiesbaden 1978, S.67ff.
- [17] *W. Klauder* (Wissenschaftl. Red.): Energie – Wachstum – Arbeitsplätze. (Argumente in der Energiediskussion, Bd.4/5, Hrsg.: V. Hauff), Villingen 1978 (Mit einer „Einführung in Thematik und Ergebnisse“, S. 1-46, durch den Redakteur).
- [18] *W. Klauder*: Längerfristige Arbeitsmarktperspektiven. In: Wirtschaftsdienst, 59. Jg. (1979), H. 10, S.498ff.
- [19] *W. Klauder*: Ohne Kernenergie hohe Arbeitslosigkeit? In: Wirtschaftsdienst, 59. Jg. (1979), H. 5, S.221 ff.
- [20] *W. Klauder*: Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum, Strukturwandel und Arbeitsmarkt nach mittel- und langfristigen Projektionen für die Bundesrepublik Deutschland. In: Klauder [17], S.375ff.
- [21] *W. Klauder, G. Kühlewind, P. Schnurr, M. Thon*: Mittel- und längerfristige Arbeitsmarktprojektionen des IAB. In: Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (BeitrAB) 16, Nürnberg 1977 (Zusammenführung und Aktualisierung der IAB-Arbeiten auf dem Gebiet der längerfristigen Arbeitsmarktprojektionen).
- [22] *W. Klauder, P. Schnurr*: Mögliche Auswirkungen der letzten Rezession auf die Arbeitsmarktentwicklung bis 1990. Modellrechnung nach 26 Sektoren und globale Arbeitsmarktbilanz unter alternativen Annahmen. In: MittAB 3/1976, S. 237ff.

- [23] G. Kühlewind, D. Mertens: Arbeitsmarktpolitische Strategien im Spiegel der IAB-Forschung. In: H. Markmann, D.B. Simmert (Hrsg.): Krise der Wirtschaftspolitik, Köln 1978, S.415ff.
- [24] G. Kühlewind, M. Thon: Projektion des deutschen Erwerbspersonenpotentials für den Zeitraum 1975 bis 1990. In: MittAB 2/1976, S. 156ff.
- [25] S. Laitner: Der Einfluß von Solartechnologien und Energieeinsparung auf den Arbeitskräftebedarf. In: F. Duve (Hrsg.): Technologie und Politik 13, Das Magazin zur Wachstumskrise (rororo aktuell), Mai 1979, S.118ff.
- [26] H. Legier, E. Jochem: Der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung. In: Blätter für deutsche und internationale Politik, 22.Jg., Heft 3/1977, S.270ff.
- [27] R. Linde, H. Möller: Substitutionsbeziehungen zwischen Arbeitskraft und Energie in der westdeutschen Industrie 1963-1972. In: Kyklos, Vol.32, 1979, Fase.3, S.587ff.
- [28] A. B. Lovins: Es geht auch ohne das Atom. Erweiterter Sonderdruck der Wochenzeitung „Die Zeit“, Hamburg, o. Datum, nach den Artikeln in „Die Zeit“ Nr.22 vom 26. 5. 1978 und Nr.28 vom 7. 7. 1978.
- [29] D. Mertens: Neue Arbeitszeitpolitik und Arbeitsmarkt. In: MittAB 3/1979, S. 263ff.
- [30] K. M. Meyer-Abich (Hrsg.): Energieeinsparung als neue Energiequelle. Wirtschaftspolitische Möglichkeiten und alternative Technologien. München – Wien 1979.
- [31] W. Müller, R. Stoy: Entkoppelung. Wirtschaftswachstum ohne mehr Energie? Stuttgart 1978.
- [32] A. D. Neu: Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch – eine Strategie der Energiepolitik? Kieler Diskussionsbeiträge Nr. 52, Februar 1978 (Kurzfassung unter dem Titel: „Entwicklungstendenzen des Energieverbrauchs bei wirtschaftlichem Wachstum und alternativen Sparstrategien“ in: Klauder [17], S.188ff.).
- [33] E. Pestel u.a.: Das Deutschland-Modell. Herausforderungen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert, Stuttgart 1978.
- [34] Prognos AG (C. Bergmann, K. Eckerle, D. Franzen, H. E. Grundmann, K. Masuhr): Die Bundesrepublik Deutschland 1985,1990, 1995.prognos report nr.9, Basel 1979.
- [35] Prognos AG (H. Browa, K. Eckerle, K. Masuhr, I. Weidig): Längerfristige Wirtschafts- und Arbeitsmarktentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland und Baden-Württemberg sowie Handlungsmöglichkeiten zur Sicherung der Vollbeschäftigung und des Wirtschaftswachstums, Basel 1978.
- [36] Prognos AG (D. Franzen, P. Hofer, O. Kurz u.a.): Die Bundesrepublik Deutschland 1980, 1985, 1990, prognos report nr.7, Basel 1976.
- [37] P. Rammner: Die Bedeutung der Energiewirtschaft für die Bundesrepublik Deutschland. In: Klauder [17], S.249ff.
- [38] G. Relay, W. R. Stahel (Battelle, Forschungszentrum Genf): The Potential for Substituting Manpower for Energy. Final Report 30. July 1977 for the Commission of the European Communities. Research Contract No. 760137. (Zusammenfassung in deutscher Übersetzung).
- [39] L. Reyher, H. U. Bach, H. Kohler, B. Teriet: Volumenrechnung, Auslastungsgrad und Entlastungswirkung. In: MittAB 3/1979, S.381 ff.
- [40] L. S. Rodberg: Employment Impact of the Solar Transition. A study prepared for the use of the Subcommittee on Energy of the Joint Economic Committee Congress of the United States, Washington 1970.
- [41] K.-D. Schmidt: Sättigungserscheinungen beim privaten Verbrauch? In: Kieler Diskussionsbeiträge Nr. 45, „Weltwirtschaft im Übergang“, Kiel, Januar 1976, S. 14ff.
- [42] D. Schmitt, H. J. Schürmann: Die unterstellte Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch – keine neue Alternative. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft 2/1978, S. 147ff.
- [43] L. Scholz: Strukturwandel der deutschen Wirtschaft. – Folgewirkungen von Verknappungs- und Verteuerungstendenzen im Energiebereich. In: Klauder [17], S.299ff.
- [44] W. Schulz: Wirtschaftstheoretische und empirische Überlegungen zur These der Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch. Referat zur Arbeitstagung des Vereins für Socialpolitik über erschöpfbare Ressourcen in Mannheim vom 24.-26. 9. 1979. (Veröffentlichung 1980 in den „Schriften des Vereins für Socialpolitik“).
- [45] H. Siebert: Erschöpfbare Ressourcen. Bericht über die Mannheimer Tagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. In: Wirtschaftsdienst, 59. Jg. (1979), H. 10, S.523 ff.
- [46] M. Thon: Vergleich von Projektionen des deutschen Erwerbspersonenpotentials. In: D. Mertens, W. Klauder (Hrsg.): Probleme der Messung und Vorausschätzung des Erwerbspersonenpotentials. BeitrAB 44, Nürnberg 1980.
- [47] D. Vesper (Bearb.): Zur Beschäftigungssituation im öffentlichen Dienst. In: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wochenbericht 28/77 vom 14. 7. 1977.
- [48] H. Wessels (Bearb.): Auswirkungen des Baus eines Kernkraftwerkes auf Produktion und Erwerbstätigenzahl. In: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wochenbericht 26-27/76.
- [49] H. Wessels (Bearb.): Auswirkungen des Baus und Betriebs eines Steinkohlenkraftwerkes auf Produktion und Erwerbstätigenzahl. In: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wochenbericht Nr. 48/76.
- [50] C. C. von Weizsäcker: Leistet der Markt die optimale intertemporale Allokation der Ressourcen? Vortrag für die Tagung des Vereins für Socialpolitik in Mannheim vom 24.-26. 9. 1979. (Veröffentlichung 1980 in den „Schriften des Vereins für Socialpolitik“).