

Klodt, Henning

Book — Digitized Version

Produktivitätsschwäche in der deutschen Wirtschaft

Kieler Studien, No. 186

Provided in Cooperation with:

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

Suggested Citation: Klodt, Henning (1984) : Produktivitätsschwäche in der deutschen Wirtschaft, Kieler Studien, No. 186, ISBN 3163448003, Mohr, Tübingen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/376>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

Kieler Studien

Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel

Herausgegeben von Herbert Giersch

186

Henning Klodt

Produktivitätsschwäche in der deutschen Wirtschaft



J.C. B. MOHR (PAUL SIEBECK) TÜBINGEN

ISSN 0340-6989

A 92176 84 Weltwirtschaft
Kiel

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Klodt, Henning:

Produktivitätsschwäche in der deutschen Wirtschaft /

Henning Klodt. — Tübingen: Mohr, 1984.

(Kieler Studien, 186)

ISBN 3-16-344800-3 kart.

ISBN 3-16-344801-1 geb.

NE: GT

Schriftleitung: Hubertus Müller-Groeling

©

Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel

J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen 1984

Alle Rechte vorbehalten

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht
gestattet, den Band oder Teile daraus

auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen

Printed in Germany

ISSN 0340-6989

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Tabellen	V
Verzeichnis der Schaubilder	VIII
Vorwort	IX
A. Einleitung	1
B. Die Ausgangslage	5
I. Das Ausmaß der Produktivitätsschwäche	5
1. Die internationale Dimension	6
2. Die sektorale Dimension - Test auf Strukturbruch	11
II. Zur Ermittlung von Produktivitätskennzahlen	15
1. Bewertungs- und Meßprobleme	16
2. Zum Aussagewert von Produktivitätskennzahlen	22
C. Strukturwandel und Produktivitätsfortschritt	24
I. Intersektorale Verschiebungen	24
II. Produktivitätseffekte eines veränderten Beschäftigungsniveaus	30
D. Faktorsubstitution und Produktivitätsfortschritt	37
I. Substitution zwischen Kapital, Arbeit und Energie	37
1. Die Entwicklung von Faktoreinsatz und Faktorpreisen in den Unternehmen	39
2. Zur Messung von Substitutionselastizitäten	44
a. Aus Produktionsfunktionen abgeleitete Ansätze	44
b. Aus Faktornachfragefunktionen abgeleiteter Ansatz	46
c. Zur Problematik von Elastizitätsschätzungen aus Zeitreihen	48
3. Empirische Ergebnisse	50
II. Auswirkungen der Energieverteuerung	53
1. Produktivitätseffekte des Energiesparens	53
2. Sektorale Anpassungsreaktionen	57

	Seite
III. Quantität und Qualität des eingesetzten Kapitals	62
1. Rückgang der Investitionsquoten	62
2. Kapitalentwertung durch Strukturwandel	64
3. Renditen und Investitionstätigkeit	65
4. Veränderte Zielsetzung der Investoren	68
5. Die Folgen für die Arbeitsproduktivität	73
× a. Komponenten des Produktivitätsfortschritts	73
b. Arbeits- und Kapitaleinsatz im sektoralen Querschnitt	75
c. Das Residuum	78
E. Neue Technologien und Produktivitätsfortschritt.	81
I. Die Rolle von Innovationen im Wachstumsprozeß	81
II. Innovationsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft	86
1. Aufwendungen für Forschung und Entwicklung	86
2. Verringerte Produktivitätseffekte von Forschung und Entwicklung	91
III. Verlangsamte Diffusion kapitalgebundener technischer Neuerungen	99
1. Meßkonzepte	99
2. Empirischer Befund	103
× IV. Internationale Aufholprozesse als Determinanten des Produktivitätsfortschritts	108
1. Indikatoren des technologischen Niveaus im inter- nationalen Vergleich	108
2. Die Imitationskurve - Eine "hutförmige" Beziehung	113
3. Sektorale Produktivitätsunterschiede und Imitations- muster	116
F. Schlußfolgerungen	122
Anhangtabellen	124
Literaturverzeichnis	128

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tabelle 1 - Anstieg der Arbeitsproduktivität in der Bundesrepublik Deutschland	5
Tabelle 2 - Sektorale Produktivitätsentwicklung und Test auf Strukturbruch 1960-1979	14
Tabelle 3 - Preisbereinigung der Wertschöpfung nach verschiedenen Methoden	19
Tabelle 4 - Bruttowertschöpfung, Arbeitsvolumen und Nettoanlagevermögen nach Sektoren 1960, 1970 und 1980	25
Tabelle 5 - Produktivitätseffekt des Strukturwandels beim Arbeitseinsatz 1960-1980	28
Tabelle 6 - Produktivitätseffekt des Strukturwandels beim Kapitaleinsatz 1960-1980	29
Tabelle 7 - Arbeitseinsatz und Kapitalintensität nach Sektoren 1970-1980	30
Tabelle 8 - Freisetzungsbekindter Anstieg der Arbeitsproduktivität im Unternehmenssektor 1960-1982	35
Tabelle 9 - Faktoreinsatz und Faktorpreise im Unternehmenssektor 1960-1980	39
Tabelle 10 - Substitutionsbeziehungen zwischen Kapital, Arbeit und Energie im Unternehmenssektor und im Verarbeitenden Gewerbe 1960-1980	51
Tabelle 11 - Preisentwicklung und Einsatzanteile verschiedener Energieträger im Unternehmenssektor sowie im Verarbeitenden Gewerbe 1973-1980	54
Tabelle 12 - Produktivitätseffekte der Energieverteuerung im Verarbeitenden Gewerbe 1973-1980	56
Tabelle 13 - Investitionsanlässe im Verarbeitenden Gewerbe 1971-1985	58
Tabelle 14 - Industrielle Aufwendungen für Energieforschung in den Vereinigten Staaten 1972-1980	59
Tabelle 15 - Faktorsubstitution in energieintensiven Wirtschaftsbereichen 1973-1978	60

	Seite
Tabelle 16 - Patentanmeldungen beim Deutschen Patentamt in ausgewählten Klassen 1972-1982	61
Tabelle 17 - Kapitalrenditen im Unternehmenssektor und im Verarbeitenden Gewerbe 1960-1980	67
Tabelle 18 - Investitionsmotive im Verarbeitenden Gewerbe 1960-1985	71
Tabelle 19 - Forschungsintensität der Ausrüstungs- investitionen 1971-1979	72
Tabelle 20 - Beiträge einzelner Komponenten zur Arbeitspro- duktivitätsentwicklung im Unternehmenssektor 1960-1979	75
Tabelle 21 - Der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Arbeitsproduktivität sowie der Kapital- intensität und -produktivität im sektoralen Querschnitt 1960-1978	76
Tabelle 22 - Beiträge einzelner Komponenten zur Produktivitäts- entwicklung im Unternehmenssektor der Vereinigten Staaten 1948-1976	79
Tabelle 23 - Anzahl der grundlegenden technologischen Innovationen in ausgewählten Ländern 1953-1973	84
Tabelle 24 - Diffusionszeiträume ausgewählter Schlüssel- technologien in Industrieländern	85
Tabelle 25 - Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen 1964-1981	87
Tabelle 26 - Anteil der Forschungs- und Entwicklungsaufwen- dungen am Bruttoinlandsprodukt in ausgewählten Ländern 1964-1979	88
Tabelle 27 - Nominale und reale Forschungs- und Entwick- lungsaufwendungen der Wirtschaft 1967-1979	89
Tabelle 28 - Anteil der Forschungs- und Entwicklungsaufwen- dungen am Umsatz der forschenden Unternehmen 1967-1981	90
Tabelle 29 - Patentanmeldungen und Beschäftigte in Forschung und Entwicklung 1964-1982	93
Tabelle 30 - Zur Lebensdauer der vom Deutschen Patentamt erteilten Patente 1960-1977	94

	Seite
Tabelle 31 - Anteil der Aufwendungen für Grundlagenforschung an den gesamten internen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen 1971-1981	96
Tabelle 32 - Zusammenhang zwischen Arbeitsproduktivität, Kapitalintensität und Modernitätsgrad des Anlagevermögens nach Wirtschaftsbereichen 1960-1980	107
Tabelle 33 - Korrelation zwischen Investitionsrate und Modernitätsgrad des Anlagevermögens im Unternehmenssektor 1960-1980	108
Tabelle 34 - Kennziffern zum internationalen Handel mit forschungsintensiven Waren für ausgewählte Länder 1970-1980	111
Tabelle 35 - Einnahmen und Ausgaben für Patente, Erfindungen und Verfahren der deutschen Unternehmen 1967-1981	113
Tabelle 36 - Forschungsintensität sowie Einnahmen und Ausgaben für ausländische Lizenzen nach Wirtschaftsbereichen 1977	117
Tabelle 37 - Produktivitätsniveau nach Wirtschaftsbereichen in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland 1960, 1970 und 1978	119
Tabelle 38 - Der Zusammenhang zwischen relativem Produktivitätsanstieg und -niveau nach Wirtschaftsbereichen in der Bundesrepublik Deutschland und in Japan 1960-1978.....	120
Tabelle A1 - Kurzbezeichnungen sowie Peak-to-peak-Perioden für ausgewählte OECD-Länder	124
Tabelle A2 - F-Werte für den Test auf Strukturbruch in der sektoralen Produktivitätsentwicklung 1960-1980	125
Tabelle A3 - Faktoreinsatz und Faktorpreise im Verarbeitenden Gewerbe 1960-1980	126
Tabelle A4 - Forschungsintensive Waren	127

Verzeichnis der Schaubilder

	Seite
Schaubild 1 - Produktivitätsfortschritt in ausgewählten Industrielländern 1960-1980	7
Schaubild 2 - Anstieg der Arbeitsproduktivität und Investitionsquoten im internationalen Querschnitt 1973-1979	10
Schaubild 3 - Produktion, Arbeitseinsatz und Produktivität im Unternehmenssektor 1960-1982	13
Schaubild 4 - Niveau der Arbeitsproduktivität nach Sektoren 1960, 1970 und 1980	26
Schaubild 5 - Freisetzungsbegleitender Produktivitätseffekt	32
Schaubild 6 - Faktorpreis- und Faktoreinsatzrelationen im Unternehmenssektor 1960-1980	43
Schaubild 7 - Elastizitätsschätzung bei Angebots- und Nachfrageschwankungen	49
Schaubild 8 - Bruttoanlageinvestitionen in vH des Anlagevermögens im Unternehmenssektor 1960-1981	63
Schaubild 9 - Determinanten der Investitionstätigkeit im Unternehmenssektor 1960-1980	70
Schaubild 10 - Arbeitsproduktivität, Kapitalintensität und Kapitalproduktivität nach Wirtschaftsbereichen 1960-1980	77
Schaubild 11 - Qualitätsindikatoren des Kapitalstocks im Unternehmenssektor 1960-1980	102
Schaubild 12 - Arbeitsproduktivität in den Unternehmen der Vereinigten Staaten, Japans und der Bundesrepublik Deutschland 1960-1981	110
Schaubild 13 - Kosten und Erträge der Imitation ausländischer Technologien	114

Vorwort

Das Tempo des Produktivitätsfortschritts spielt in der gegenwärtigen arbeitsmarktpolitischen Diskussion eine große Rolle. Durch den Einsatz neuer arbeitssparender Technologien steige - so wird häufig argumentiert - die Arbeitsproduktivität derart rasch, daß selbst bei einer Erholung des Wirtschaftswachstums immer weniger Arbeitskräfte benötigt würden. Als Konsequenz einer sich öffnenden Schere zwischen Produktivität und Produktion würden zwangsläufig immer mehr Menschen arbeitslos.

Tatsächlich hat sich der Anstieg der Arbeitsproduktivität seit den frühen siebziger Jahren spürbar verlangsamt, und zwar in der Bundesrepublik wie auch in anderen Industrieländern. Möglicherweise sind nicht zu viel, sondern eher zu wenig arbeitssparende Produktionsverfahren eingesetzt worden, um bei den herrschenden Löhnen alle Arbeitsplätze erhalten zu können. Es gibt Gründe zu vermuten, daß viele Arbeitsplätze durch einen zu geringen Produktivitätsfortschritt unrentabel geworden sind, daß also die Produktivitätsschwäche wesentlich zu den Beschäftigungsproblemen beigetragen hat. Zur Klärung der Zusammenhänge zwischen Produktion, Produktivität und Beschäftigung soll diese Studie einen Beitrag leisten.

Angeregt wurde die Untersuchung durch die Arbeiten an der Strukturberichterstattung, die das Institut für Weltwirtschaft im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft durchführt [vgl. Schmidt et al., 1984]. Da im Rahmen der Hauptberichte Zeit und Raum für eine eingehende Analyse der Determinanten des Produktivitätsfortschritts fehlten, soll diese Studie zugleich eine Lücke in der Strukturberichterstattung schließen.

Diese Arbeit wäre ohne die zahlreichen Anregungen und kritischen Diskussionen im Institut für Weltwirtschaft wohl kaum entstanden. Allen meinen Kollegen, die sich daran beteiligt haben, sei herzlich gedankt. Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Gerhard Fels sowie Herrn Professor Dr. Albert Jeck, die diese Arbeit betreut und kritisch durchgesehen haben, sowie Herrn Klaus-Dieter Schmidt, der mich mit stetem Rat unterstützt hat. Schließlich möchte ich Frau Anne Margrit Spiwock und Herrn Bernhard Klein für die redaktionelle Überarbeitung des Manuskripts danken.

Kiel, im März 1984

Henning Klodt

Any history of an economy's growth will be no more, and no less than a p a r a b l e agreed upon.

Moses Abramovitz, 1973

A. Einleitung

1. Die deutsche Wirtschaft befindet sich seit Jahren in einer Stockungsphase. Geringes Wachstum des Sozialprodukts, zahlreiche Unternehmensliquidationen, ein Sinken der verfügbaren Realeinkommen und - Problem Nummer eins - eine hohe Zahl von Arbeitslosen prägen das Bild. Auch wenn diese Schwierigkeiten derzeit vom Konjunkturaufschwung überdeckt sind, so ist doch nicht zu verkennen, daß die Kräfte langfristigen Wirtschaftswachstums erlahmt sind. Seit Mitte der siebziger Jahre ist auch ein deutlicher Trendbruch im Anstieg der Arbeitsproduktivität aufgetreten - nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland, sondern ebenso in allen anderen westlichen Industrieländern.

2. Ein hoher Produktivitätsfortschritt weist eine zunehmende Effizienz der wirtschaftlichen Produktionsprozesse in einem Lande aus (1). Wenn die Effizienz ansteigt, so bedeutet dies, daß die vorhandenen Produktionsfaktoren besser genutzt, mit ihnen also mehr oder bessere Güter hergestellt werden. Die Wirtschaftsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland in den vergangenen drei Jahrzehnten hat gezeigt, daß hohe Fortschrittsraten der Arbeitsproduktivität nicht nur mit hohen Produktionszuwächsen einhergingen, sondern auch mit einem expandierenden Angebot an Arbeitsplätzen. Auch im internationalen Vergleich haben Länder, die ein starkes Produktivitätswachstum erzielen konnten, durchweg die geringsten Arbeitsmarktprobleme gehabt. Rasche Produktivitätsfortschritte machten Produktionsausweitungen rentabel und schafften zusätzliche Arbeitsplätze. Umgekehrt gingen bei verringerten Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung durchweg sowohl der Produktionsanstieg als auch die Zahl der Beschäftigten zurück. Es gibt gute Gründe zu vermuten, daß der verlangsamte Anstieg der Arbeitsproduktivität seit den frühen siebziger Jahren eine wesentliche Ursache der weltweiten Beschäftigungsprobleme darstellt.

3. In der aktuellen wirtschaftspolitischen Diskussion herrscht allerdings eine andere Auffassung vor. Die zunehmende Arbeitslosigkeit wird häufig nicht als Folge eines zu niedrigen, sondern eines zu hohen Produktivitätsfortschritts angesehen, der sich aus dem schubartigen Auftreten arbeitssparender Technologien ergeben hat. Dahinter steht allerdings eine sehr mechanistische Vorstellung von den Zusammenhängen zwischen Produktion, Produktivität und Beschäftigung: Bei gegebenem Produktionswachstum und einem rein demographisch bestimmten Arbeitsangebot wird der Arbeitsplatzmangel um so niedriger ausfallen, je langsamer die Ar-

(1) "Since economics is in its very essence concerned with the organisation of inputs (scarce means) to produce outputs (satisfy human wants), comparisons of productivity go to the heart of the assessment of economic performance" [Kravis, 1976, S. 1].

beitsproduktivität steigt. So schrieb das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung im Jahre 1981: "Bei den gegenwärtigen Schwierigkeiten auf dem Arbeitsmarkt ist die schwache Produktivitätsentwicklung sogar zu begrüßen" [Pischner, 1981, S. 474]. Das Institut verkennt zwar nicht die Konsequenzen dieser Entwicklung für die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft, die zentrale Rolle des Produktivitätsfortschritts für eine dauerhafte Erholung des Wachstums auch auf den Binnenmärkten wird jedoch offenbar nicht gesehen. Skepsis ist auch gegenüber den Modellrechnungen des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung angebracht, die bei vermuteten Wachstumsraten der Produktion von 2,5 vH in den achtziger Jahren und einem gemäß dem Trend von 1973 bis 1980 fortgeschriebenen Produktivitätsanstieg von jährlich 3,8 vH eine Arbeitsplatzlücke für 1990 von fast vier Millionen Arbeitsplätzen ausweisen [Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 1982]. Diese als "Scherentheorie" bezeichnete Argumentation erfreut sich gegenwärtig großer Popularität.

4. Bei derart tautologischen Berechnungen wird aber verkannt, daß die künftig zu erwartende Steigerung der Arbeitsproduktivität keine unabänderlich vorgegebene Größe ist, sondern auch von der Entwicklung der Reallöhne beeinflusst wird [Giersch, 1983]. Geht der Anstieg der Reallöhne über den verteilbaren Produktivitätsfortschritt hinaus, so werden marginale Arbeitsplätze unrentabel. Dann müssen so lange Grenzanbieter ausscheiden, bis die Grenzproduktivität der letzten im Markt verbleibenden Produzenten zur Faktorentlohnung paßt. In einer solchen Situation enthält der Anstieg der statistisch gemessenen Durchschnittsproduktivität der Arbeit neben einer autonomen auch noch eine deutliche lohninduzierte Komponente, die allein auf der Freisetzung von Arbeitskräften beruht.

Hält der Reallohn druck über längere Zeit an, so wird auch die technologische Entwicklung in neue Bahnen gelenkt. Aus dem Vorrat an technisch möglichen Forschungsprojekten werden die Unternehmen bevorzugt solche Vorhaben auswählen und zur Marktreife entwickeln, die eine möglichst hohe Einsparung an Arbeitskräften versprechen. In verkürzter Sicht erscheinen dann die neuen Technologien als "Job-Killer", die den Anstieg der Arbeitslosigkeit verursacht haben. Bei anderen relativen Faktorpreisen wären aber vermutlich auch andere (weniger arbeits- und mehr kapitalsparende) Technologien entwickelt worden.

Arbeitsplätze gehen also nur bei einem freisetzungsbedingten (induzierten) Anstieg der Arbeitsproduktivität verloren - der autonome Produktivitätsfortschritt hingegen, der auf einer Erhöhung des Produktionspotentials beruht (sei es durch vermehrtes technisches Wissen, sei es durch ein vergrößertes Angebot mit Arbeit kombinierbarer Produktionsfaktoren), macht zusätzliche Investitionsprojekte rentabel und schafft neue Arbeitsplätze.

Zur Lösung der Probleme am Arbeitsmarkt ist ein besseres Verständnis der Zusammenhänge zwischen Produktivitätsfortschritt, Produktionswachstum und Beschäftigung nötig. Eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Therapie ist die Identifikation der Faktoren, die zur Abschwächung des Produktivitätsfortschritts geführt haben. Dazu soll diese Arbeit einen Beitrag leisten.

5. Seit mehreren Jahren wird in den Vereinigten Staaten und anderen Industrieländern eine intensive Diskussion über die Ursachen der Produktivitätsschwäche geführt. Zahlreiche Argumente werden genannt, die

den verlangsamten Anstieg der Arbeitsproduktivität erklären sollen:

- Eine Abschwächung der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage könnte die Anreize zum Investieren sowie zum Einführen technischer Neuerungen vermindert haben. Als mögliche Gründe für die Nachfrageschwäche werden in erster Linie Sättigungstendenzen beim Konsum, zunehmende Beschränkungen des internationalen Handels sowie eine restriktive Geld- und Fiskalpolitik genannt [Maddison, 1979].
- Ein sektoraler Strukturwandel zugunsten der Dienstleistungen könnte den Fortschritt der Arbeitsproduktivität beeinträchtigt haben, wenn die technischen Möglichkeiten zur Produktivitätssteigerung in diesen Bereichen geringer wären als in der Industrie [Nordhaus, 1972].
- Die drastische Energieverteuerung könnte sowohl die Investitionstätigkeit als auch die technologische Entwicklung verstärkt in eine energiesparende und damit weniger arbeitssparende Richtung gelenkt haben [Jorgenson, 1978].
- Die nachlassende Investitionstätigkeit könnte sowohl die Substitution von Arbeit durch Kapital als auch die Entstehung und Anwendung neuen technischen Wissens behindert haben [Streissler, 1980].
- Der Beitrag von Forschung und Entwicklung zum Fortschritt der Arbeitsproduktivität könnte sich verringert haben, und zwar zum einen aufgrund nachlassender Aktivitäten der Unternehmen in diesem Bereich, zum anderen aufgrund sinkender Grenzerträge in der Forschung [Griliches, 1980].
- Verschärfte staatliche Regulierungen, etwa in den Bereichen des Umweltschutzes sowie der Ausgestaltung der Arbeitsplätze, könnten die Investitionsneigung der Unternehmen und den Fortschritt der Arbeitsproduktivität beeinträchtigt haben [Christainsen, Haveman, 1981].
- Die weltweite Beschleunigung der Inflation könnte zu einer Verunsicherung über die künftige Entwicklung der relativen Preise und damit zu einer Erhöhung der Investitionsrisiken geführt haben. Außerdem könnte die zunehmende Besteuerung inflatorischer Scheingewinne die Investitionsanreize vermindert haben [Clark, 1982].

Trotz dieser vielfältigen Ansätze wird im Zusammenhang mit der Produktivitätsschwäche nach wie vor von einem "Productivity puzzle" gesprochen, da es an eindeutigen Belegen für die Stichhaltigkeit und den Stellenwert der einzelnen Hypothesen fehlt.

6. Im Rahmen dieser Arbeit geht es vorrangig darum, das relative Gewicht der verschiedenen Ursachen für die Verlangsamung des Anstiegs der Arbeitsproduktivität in der deutschen Wirtschaft seit den frühen siebziger Jahren zu ermitteln. Da auch bei sorgfältiger Analyse viele Meß- und Zurechnungsprobleme ungelöst bleiben, kann es dabei nicht um die exakte Quantifizierung der einzelnen Komponenten der Produktivitätsschwäche gehen, sondern nur um die Abschätzung von Größenordnungen. Außerdem erscheint es nötig und sinnvoll, Schwerpunkte bei jenen Faktoren zu setzen, die für die Produktivitätsschwäche in der Bundesrepublik Deutschland vermutlich am wichtigsten gewesen sind.

7. Im einzelnen werden folgende Fragen analysiert:

- Welches Ausmaß hat die Verlangsamung des Anstiegs der Arbeitsproduktivität in verschiedenen Ländern sowie in verschiedenen Wirt-

schaftsbereichen erreicht? (Kapitel B)

- Hat ein Strukturwandel zugunsten des Dienstleistungssektors den gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt in der deutschen Wirtschaft verlangsamt? Wie hat die Verringerung des Beschäftigungsniveaus den gemessenen Anstieg der Arbeitsproduktivität beeinflusst? (Kapitel C)
- Welche Auswirkungen hat die Energieverteuerung auf den Fortschritt der Arbeitsproduktivität gehabt? Ist die Investitionsschwäche der siebziger Jahre eine wesentliche Ursache der Produktivitätsschwäche? (Kapitel D)
- Welchen Beitrag haben die Forschungsaktivitäten der Unternehmen zum Produktivitätsfortschritt geleistet? Ist die Diffusion technischer Neuerungen durch eine Überalterung des Kapitalstocks behindert worden? Hat sich der Import technischen Wissens aus dem Ausland verringert? (Kapitel E)

Die einzelnen Determinanten, die gleichzeitig und zumeist nicht unabhängig voneinander den Rückgang des Produktivitätsfortschritts bewirkt haben, müssen für die Analyse in getrennte Themenkomplexe aufgespalten werden. Die vielfältigen Wirkungszusammenhänge geraten jedoch nicht aus dem Blickfeld, auch wenn sie nicht immer quantitativ erfaßt werden können.



B. Die Ausgangslage

I. Das Ausmaß der Produktivitätsschwäche

8. Der Anstieg der Arbeitsproduktivität in der Bundesrepublik Deutschland hat sich in den letzten Jahren deutlich verlangsamt. In den siebziger Jahren nahm das reale Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigen nur noch um durchschnittlich 2,9 vH pro Jahr zu, gegenüber 4,4 vH in den sechziger Jahren. Wird das Bruttoinlandsprodukt nicht auf die Zahl der Erwerbstätigen, sondern auf die geleisteten Arbeitsstunden bezogen, ergibt sich ein Rückgang der Steigerungsrate von 5,4 vH in den sechziger auf 4,0 vH in den siebziger Jahren und auf weniger als 2 vH seit 1980.

Grundsätzlich ist dem Arbeitsstundenkonzept der Vorzug zu geben, da Produktivitätsänderungen, die allein eine Veränderung der Arbeitszeit der Erwerbstätigen widerspiegeln, ausgeschaltet sind. Sollen jedoch auch die Jahre vor 1960 berücksichtigt oder mehrere Länder miteinander verglichen werden, so ist auf das Erwerbstätigenkonzept zurückzugreifen, da zuverlässige Angaben über die geleisteten Arbeitsstunden fehlen. Daher wird im ersten Abschnitt dieser Arbeit zunächst noch das Erwerbstätigenkonzept benutzt.

Die Zeiteinteilung in Dekaden ist willkürlich und kann zu konjunkturbedingten Verzerrungen der Ergebnisse führen. Für die Trendermittlung kommt es vor allem darauf an, daß die Konjunkturlagen ähnlich sind. Auch ein Vergleich der Hochkonjunkturjahre zeigt jedoch eine ausgeprägte Abschwächung des Produktivitätsanstiegs (Tabelle 1). Um die letzten Jahre mit in die Übersicht einbeziehen zu können, wurde 1975 als Vergleichsjahr für 1982 gewählt. Beide Jahre stellen den Tiefpunkt einer rezessiven Phase dar. Der nach 1973 aufgetretene Knick im Produktivitätsfortschritt hat sich offenbar seit 1975 noch verstärkt.

Tabelle 1 - Anstieg der Arbeitsproduktivität (a) in der Bundesrepublik Deutschland (vH)

Zeitraum	Jahresdurchschnittliche Änderungsrate	Zeitraum	Jahresdurchschnittliche Änderungsrate
1950-1955 (b)	6,6	1969-1973	3,6
1955-1960 (b)	4,8	1973-1979	3,0
1960-1965	4,4	1975-1982	2,5
1965-1969	4,5		

(a) Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigen in Preisen von 1976. - (b) In Preisen von 1962, ohne Saarland und Berlin (West).

Quelle: Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [1973]. - Statistisches Bundesamt [b]. - Eigene Berechnungen.

1. Die internationale Dimension

9. Die Produktivitätsschwäche ist nicht auf die Bundesrepublik Deutschland beschränkt, sondern ebenso in allen anderen Industrieländern zu beobachten. Im internationalen Vergleich steht die deutsche Wirtschaft sogar noch recht günstig da. Werden die einzelnen Länder danach geordnet, wie stark der relative Rückgang nach 1973 gegenüber der Zeit davor ausgeprägt ist, so zeigt sich nur Norwegen als weniger stark betroffen (Schaubild 1) (1). Grob lassen sich drei Ländergruppen unterscheiden:

In Kanada, Schweden und den Vereinigten Staaten ist der Anstieg der Arbeitsproduktivität nach 1973 fast vollständig zum Erliegen gekommen. Italien, Japan, das Vereinigte Königreich, Dänemark, Österreich und Finnland mußten zwar eine Halbierung der jährlichen Zuwachsraten hinnehmen, dennoch gelang es ihnen auch nach 1973, die Arbeitsproduktivität zu steigern. Relativ am wenigsten betroffen ist die letzte Gruppe, bestehend aus den Niederlanden, Belgien, Frankreich, der Bundesrepublik Deutschland und Norwegen. Doch auch in dieser Gruppe ist eine Abschwächung unübersehbar.

10. Die Suche nach den Ursachen der Produktivitätsschwäche wurde bereits in den frühen siebziger Jahren in den Vereinigten Staaten aufgenommen (2). Sie stand zunächst unter dem Eindruck eines verlangsamten technischen Fortschritts, während später andere Erklärungshypothesen, etwa die Auswirkungen veränderter Faktoreinsatzrelationen, an Gewicht gewannen. In den übrigen Industrieländern dagegen wurde noch recht lange an der These vom konjunkturellen Charakter der Produktivitätsschwäche festgehalten, und erst in den letzten Jahren hat sich auch hier die Einschätzung durchgesetzt, daß die Verringerung der Zuwachsraten bei der Arbeitsproduktivität einen längerfristigen Trend darstellt. Eine zentrale Rolle in dieser Diskussion nimmt heute die Frage nach der Beziehung zwischen Produktivitäts- und Wachstumsschwäche ein, der im folgenden mit einer internationalen Querschnittsanalyse nachgegangen wird.

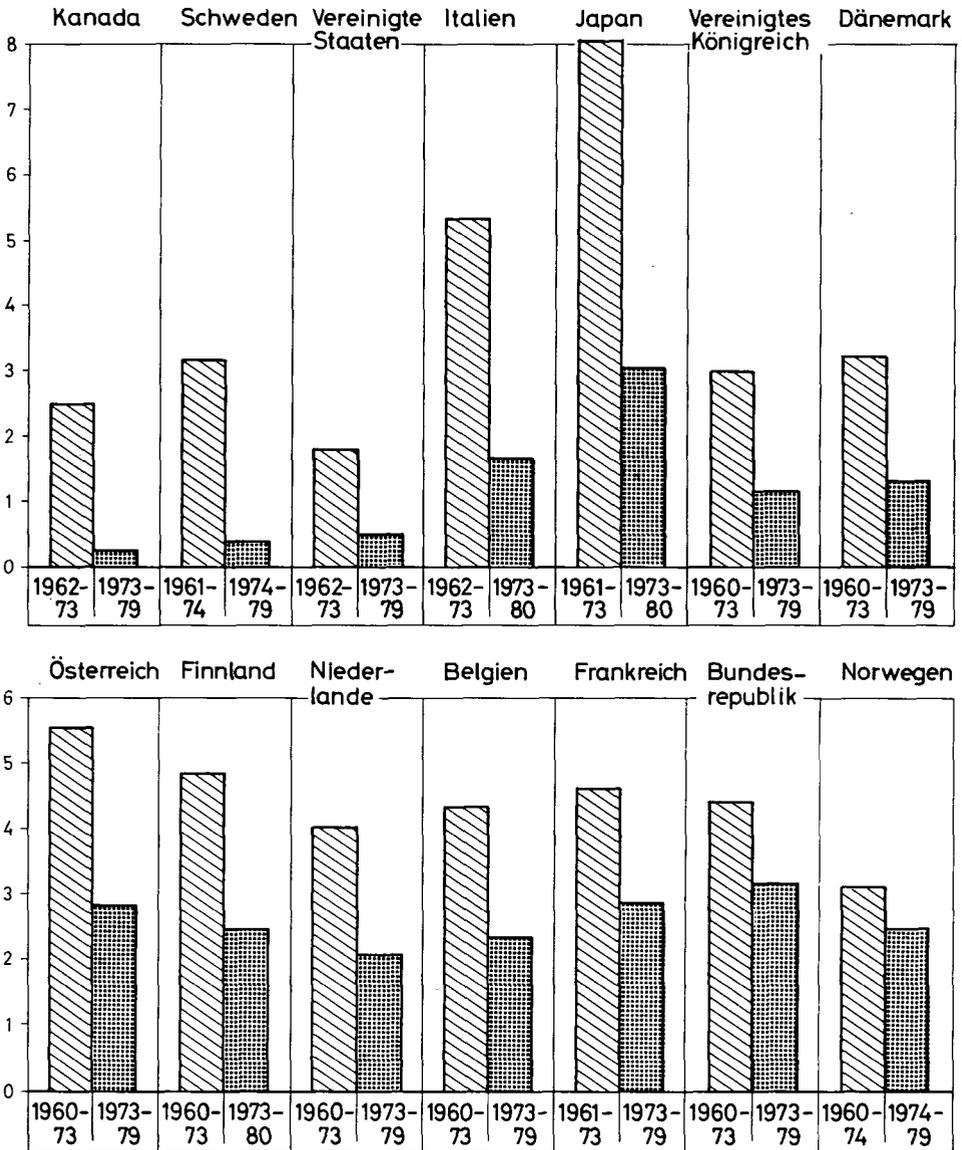
11. Ein positiver Zusammenhang zwischen den Änderungsraten von Produktion und Arbeitsproduktivität ist als "Verdoorns Gesetz" allgemein anerkannt [Verdoorn, 1949; 1956]. Umstritten ist allerdings, welche Variable hier als exogene und welche als endogene anzusehen ist oder ob möglicherweise Produktions- und Produktivitätsschwäche gemeinsame Ursachen in einer allgemeinen Rentabilitäts- und Investitionsschwäche aufweisen:

- Die Position, die den Produktivitätsfortschritt in diesem Zusammenhang eindeutig als endogene Variable ansieht, ist eng mit dem Namen Nicholas Kaldor [1966; 1975] verknüpft. Als wichtigstes Argument nennt er positive Skalenerträge, die vor allem im Verarbeitenden Gewerbe bei einer Erhöhung des Faktoreinsatzes eine überproportionale Outputstei-

(1) Als Vergleichsperiode wurden für die jeweiligen Länder Hochkonjunkturjahre gewählt, die zu Beginn der sechziger Jahre, um 1973 und gegen Ende der siebziger Jahre lagen.

(2) Eine gute Zusammenfassung der Diskussion in den Vereinigten Staaten bieten Mansfield [1980a] und Nelson [1981].

Schaubild 1 - Produktivitätsfortschritt (a) in ausgewählten Industrieländern 1960-1980 (vH)



(a) Jahresdurchschnittliche Änderungsraten des Bruttoinlandsprodukts je Erwerbstätigen (peak-to-peak); in Preisen von 1975.

Quelle: OECD [f; g].

gerung erlauben würden. Eine allgemeine Konsumsättigung sowie ein sektoraler Strukturwandel zugunsten der Dienstleistungsbereiche (die eher konstante Skalenerträge aufweisen) haben seiner Ansicht nach zu einer Wachstumsverlangsamung geführt. Als Ursache der Produktivitätsschwäche wird damit letztlich eine unzureichende Auslastung vorhandener Kapazitäten diagnostiziert.

- Für eine entgegengesetzte Kausalität könnte sprechen, daß ein rascher Fortschritt der Arbeitsproduktivität, der seine Impulse von neuen Technologien bezieht, über die relative Senkung der Güterpreise gegenüber den Faktorpreisen und über das Erschließen neuer Märkte Nachfrage und Produktion stimulieren kann [Freeman, 1982]. Bei der Verlangsamung eines autonomen technischen Fortschritts könnte dann der Produktivitätseinbruch die Ursache des Wachstumseinbruchs sein. Die Diagnose wäre hier ein unzureichendes Wachstum des Produktionspotentials und nicht die zu geringe Auslastung vorhandener Kapazitäten.
- Möglicherweise ist der empirisch beobachtbare Gleichlauf von Produktions- und Produktivitätsänderung auch Ausdruck einer gemeinsamen Abhängigkeit vom Investitionsverhalten der Unternehmen. Dafür könnte sprechen, daß der Einsatz technischer Neuerungen häufig an die Installation neuer Investitionsgüter geknüpft ist und daß möglicherweise auch die Entwicklung neuen technischen Wissens von der Investitionstätigkeit beeinflußt wird (1). Die Diagnose lautet hier, daß verringerte Zuwächse bei Produktion und Arbeitsproduktivität ihre gemeinsamen Wurzeln in der Investitionsschwäche haben.
- Der Gleichlauf von Produktions- und Produktivitätsänderungen kann aber auch durchbrochen werden, und zwar dann, wenn bei stagnierendem oder gar schrumpfendem Sozialprodukt verstärkt Grenzanbieter aus dem Markt gedrängt werden, so daß die statistisch gemessene Durchschnittsproduktivität der Arbeit allein durch das Ausscheiden produktivitätsschwacher Unternehmen aus dem Markt angehoben wird [Giersch, Wolter, 1983].

12. "Verdoorns Gesetz" läßt sich für die bereits oben herangezogenen vierzehn OECD-Länder nur für die Zeit bis 1973 empirisch bestätigen; danach ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen den jahresdurchschnittlichen Änderungsraten der Produktion (ΔY) und der Produktivität (Δy) mehr feststellbar. Die Schätzgleichungen lauten (2):

$$1960-1973: \Delta y = 0,0 + 0,83 \Delta Y; \quad \bar{R}^2 = 0,55 \\ (4,14)^*$$

$$1973-1979: \Delta y = 0,6 + 0,49 \Delta Y; \quad \bar{R}^2 = 0,13 \\ (1,69)$$

(1) Für eine Übersicht der Theorien des kapitalgebundenen technischen Fortschritts sowie des Learning-by-doing siehe z.B. v. Weizsäcker [1966].

(2) Zu der Länderauswahl und den jeweiligen Periodenabgrenzungen vgl. Tabelle A1. t-Werte in Klammern; * signifikant bei 1 vH, + bei 5 vH Irrtumswahrscheinlichkeit. Das Datenmaterial wurde entnommen aus OECD [f; g].

Offenbar wurde die Produktivitätsentwicklung nach 1973 von anderen, in dieser Regressionsrechnung nicht berücksichtigten Einflüssen überlagert (1).

13. Im Zeitraum von 1973 bis 1979 läßt sich eine statistisch signifikante Beziehung im Querschnitt dieser Länder immerhin noch zwischen dem Produktivitätsanstieg und den Investitionsquoten (I/Y) (2) nachweisen, doch auch hier ist das Signifikanzniveau nicht sehr hoch:

$$1973-1979: \Delta y = -0,1 + 0,12 I/Y; \quad \bar{R}^2 = 0,30 \\ (2,56)^+$$

14. Für die letzte dieser Regressionen zeigt Schaubild 2 das dazugehörige Streudiagramm. Die Position der Bundesrepublik Deutschland in diesem Schaubild ist gekennzeichnet durch einen Produktivitätsfortschritt, der deutlich höher ausfällt, als aufgrund der durchschnittlichen Investitionsquote zu erwarten wäre. Zur Erklärung dieser Sonderstellung muß berücksichtigt werden, daß die Bundesrepublik das einzige unter den vierzehn Ländern ist, in dem die Beschäftigung (3) zwischen 1973 und 1979 sank (durchschnittlich um 0,8 vH pro Jahr). Umgekehrt ist gerade in den Ländern, die unterhalb der Regressionsgeraden liegen, das Beschäftigungsniveau seit 1973 deutlich gestiegen - in Kanada, den Vereinigten Staaten und Norwegen sogar um mehr als 2 vH, in Schweden, Dänemark und Japan etwa um 1 vH pro Jahr. Lediglich das Vereinigte Königreich fällt hier aus dem Rahmen, denn dort hat sich die Zahl der Erwerbstätigen zwischen 1973 und 1979 (genau wie in den Ländern oberhalb der Regressionsgeraden außer der Bundesrepublik) kaum erhöht.

15. Werden zusätzlich zu den Investitionsquoten die jahresdurchschnittlichen Änderungsraten der Erwerbstätigenzahlen (ΔL) in die Schätzung der Arbeitsproduktivität aufgenommen, so verbessert sich das Ergebnis gegenüber den vorangegangenen Rechnungen ganz entscheidend (4):

$$1973-1979: \Delta y = -0,7 + 0,13 I/Y - 0,65 \Delta L; \quad \bar{R}^2 = 0,74 \\ (4,52)^* \quad (-4,59)^*$$

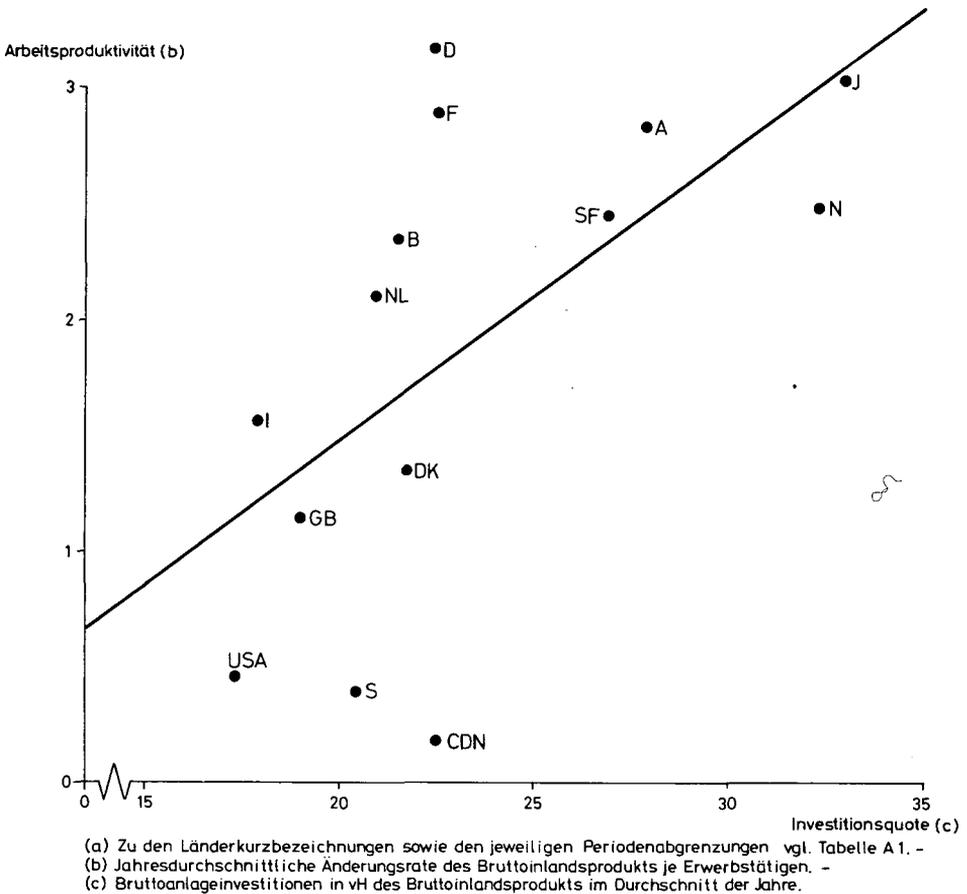
(1) Für die fünfziger und sechziger Jahre finden sich in der Literatur zahlreiche empirische Belege für "Verdoorns Gesetz" [Salter, 1960, S. 122 f., S. 166; Kaldor, 1966; Horn, 1976, S. 101 ff.; Schatz, 1974, S. 157 f.].

(2) Gemessen als Anteil der Bruttoanlageinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt im Durchschnitt der Jahre.

(3) Alle Angaben nach OECD [g].

(4) Ein Ansatz, der die Entwicklung der Arbeitsproduktivität mit der Veränderung des Arbeitseinsatzes erklärt, ist, auch wenn er in einer Querschnittsanalyse angewandt wird, in gewissem Grade tautologisch, da der Arbeitseinsatz zugleich den Nenner der Arbeitsproduktivität darstellt. Insofern ist die Verbesserung der Schätzergebnisse ökonomisch wenig aussagekräftig. Hier geht es jedoch allein um die deskriptive Erfassung der Sonderstellung der Bundesrepublik im internationalen Produktivitätsvergleich und nicht um die detaillierte Ermittlung einzelner Regressionskoeffizienten.

Schaubild 2 - Anstieg der Arbeitsproduktivität und Investitionsquoten im internationalen Querschnitt 1973-1979 (vH) (a)



Quelle: OECD [f; g].

Produktivitäts- und Beschäftigungsentwicklung sind nicht unabhängig voneinander: Der Produktivitätsanstieg muß einen engen Kontakt zur Reallohrentwicklung halten, wenn die Produktion rentabel bleiben soll. Wo eine ausreichende Erhöhung der Arbeitsproduktivität bei gegebenem Beschäftigtenstand nicht möglich ist, können sich die Unternehmen gezwungen sehen, Kostensteigerungen durch eine Reduzierung des Arbeitseinsatzes abzufangen. Im Wettbewerb werden dann die Betriebe und Arbeitskräfte aus dem Markt gedrängt, deren Produktivität am niedrigsten ist. Durch das Verschwinden marginaler Anbieter wird also rein statistisch die durchschnittliche Produktivität bei den im Markt verbleibenden Betrieben erhöht [Giersch, Wolter, 1983]. Dieser Effekt könnte als induzierter Produktivitätsfortschritt bezeichnet werden - im Gegensatz zum autonomen, der vor allem von der materiellen Ausstattung der Arbeitsplätze und dem technologischen Niveau der Produktionsprozesse bestimmt

wird (1). Zusätzlichen Verteilungsspielraum schafft aber nur der autonome Produktivitätsfortschritt - nicht dagegen der induzierte.

16. Das relativ gute Abschneiden der Bundesrepublik Deutschland im internationalen Vergleich könnte also auch damit zusammenhängen, daß eine Abschwächung des autonomen Produktivitätsfortschritts bisher zu einem guten Teil verdeckt geblieben ist durch einen gegenläufigen (lohn-)induzierten Produktivitätsanstieg. Die Reallohnsteigerungen sind offenbar über den verteilbaren Produktivitätsanstieg hinausgegangen. International wettbewerbsfähige Arbeitsplätze lassen sich so aber nicht schaffen. Umgekehrt wird die relative Position derjenigen Länder zu schlecht dargestellt, die auch nach 1973 noch zusätzlichen Arbeitskräften Beschäftigungsmöglichkeiten geboten haben.

2. Die sektorale Dimension - Test auf Strukturbruch

17. Das Ausmaß der Produktivitätsschwäche ist naturgemäß nicht in allen Branchen gleich. Welche Bereiche der deutschen Wirtschaft besonders betroffen sind, soll im folgenden dargestellt werden. Zuvor jedoch einige notwendige Einschränkungen: Wenig aussagefähig sind Produktivitätsmeßziffern für die Bereiche Staat, Private Haushalte sowie Private Organisationen ohne Erwerbscharakter. Hier ist eine Outputmessung über den Marktwert der produzierten Güter faktisch ausgeschlossen, so daß statt dessen von der amtlichen Statistik die Bruttowertschöpfung aus dem Arbeitsinput sowie einem angenommenen Produktivitätsanstieg geschätzt wird. Diese Vorgabe orientiert sich an der Lohnstruktur dieser Sektoren und am Produktivitätsanstieg der Unternehmen, von dem ein gewisser Abschlag vorgenommen wird [Searle, Waite, 1980]. Die "wahre" Produktivitätsentwicklung dieser Sektoren ist unbekannt, die statistisch ausgewiesene ein Spiegelbild der Entwicklung in der übrigen Wirtschaft.

18. Erklärungen der Produktivitätsschwäche sind daher nur aus einer Analyse des Unternehmensbereichs zu erwarten. Schwer interpretierbar sind innerhalb des Unternehmenssektors allerdings die Angaben für die Wohnungsvermietung, da hier die Wertschöpfung fast ausschließlich vom Faktor Kapital erwirtschaftet wird, während der Arbeitseinsatz kaum eine Rolle spielt. Außerdem ist die Arbeitsleistung der Eigenheimbesitzer nicht erfaßt, obwohl ihre Eigenmieten bei der Wertschöpfung der Wohnungsvermietung mitgezählt werden. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit bleibt daher die Analyse auf die Unternehmen unter Ausschluß der Wohnungsvermietung beschränkt.

19. Im Verlauf dieser Arbeit soll von nun an von einem Arbeitsproduktivitätskonzept ausgegangen werden, das nicht auf die Zahl der Erwerbstätigen, sondern auf die geleisteten Arbeitsstunden der Erwerbstätigen bezogen ist. Von 1960 bis 1973 stieg die Arbeitsproduktivität im Unternehmenssektor ohne Wohnungsvermietung um durchschnittlich 5,9 vH pro Jahr, in den Jahren danach bis 1982 nur noch um 3,6 vH. Den Verlauf

(1) Technisch ausgedrückt: Der induzierte Produktivitätsfortschritt beschreibt die Bewegung auf einer gegebenen Grenzproduktivitätskurve, der autonome die Verschiebung der Grenzproduktivitätskurve nach außen.

seit 1960 gibt Schaubild 3 wieder. Es macht deutlich, daß die rezessionsbedingte Verlangsamung im Anstieg der Arbeitsproduktivität von 1966/67 in den folgenden Jahren wieder wettgemacht wurde, und auch die 1971 zu beobachtende Abschwächung konnte bis 1973 wieder aufgeholt werden. Nach der Rezession 1975 gelang dies nur zum Teil; offenbar sind Produktion und Produktivität auf einen neuen Pfad eingeschwenkt, der durch eine geringere Steigung als früher gekennzeichnet ist. Der schraffierte Korridor soll einen Eindruck darüber vermitteln, welcher Produktivitätsfortschritt nach 1973 bei unverminderten Zuwachsraten zu erwarten gewesen wäre; er repräsentiert ein Konfidenzintervall auf einem Niveau von 0,1 vH.

20. Von der Produktivitätsschwäche sind nicht alle Branchen gleichermaßen betroffen. Sechs unter den insgesamt 47 untersuchten Branchen konnten ihren Produktivitätsfortschritt nach 1973 sogar noch steigern, und zwar die NE-Metallindustrie, die Herstellung von Büromaschinen und EDV-Geräten, der Straßenfahrzeugbau, die Schifffahrt, die Nachrichtenübermittlung und die Kreditinstitute (Tabelle 2). In der überwiegenden Mehrzahl der Branchen ist jedoch ein verlangsamter Anstieg der Arbeitsproduktivität zu verzeichnen.

21. Denkbar wäre sogar, daß ein Trendbruch nur in der Gesamtwirtschaft auftritt, ohne daß sich in den einzelnen Branchen der Produktivitätsfortschritt verlangsamt. In diesem Fall wäre der Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Zuwachsraten allein durch Anteilsverschiebungen von den produktivitätsstarken zu den produktivitätsschwachen Bereichen der Volkswirtschaft bedingt. Im folgenden wird die Produktivitätsentwicklung jeder einzelnen Branche einem F-Test auf Strukturbruch unterzogen; d.h. es wird geprüft, ob eine Änderung im Anstieg der Arbeitsproduktivität statistisch signifikant ist. Als Stichjahr, das den Knick beim Produktivitätsfortschritt markiert, wird das Jahr 1973 gewählt.

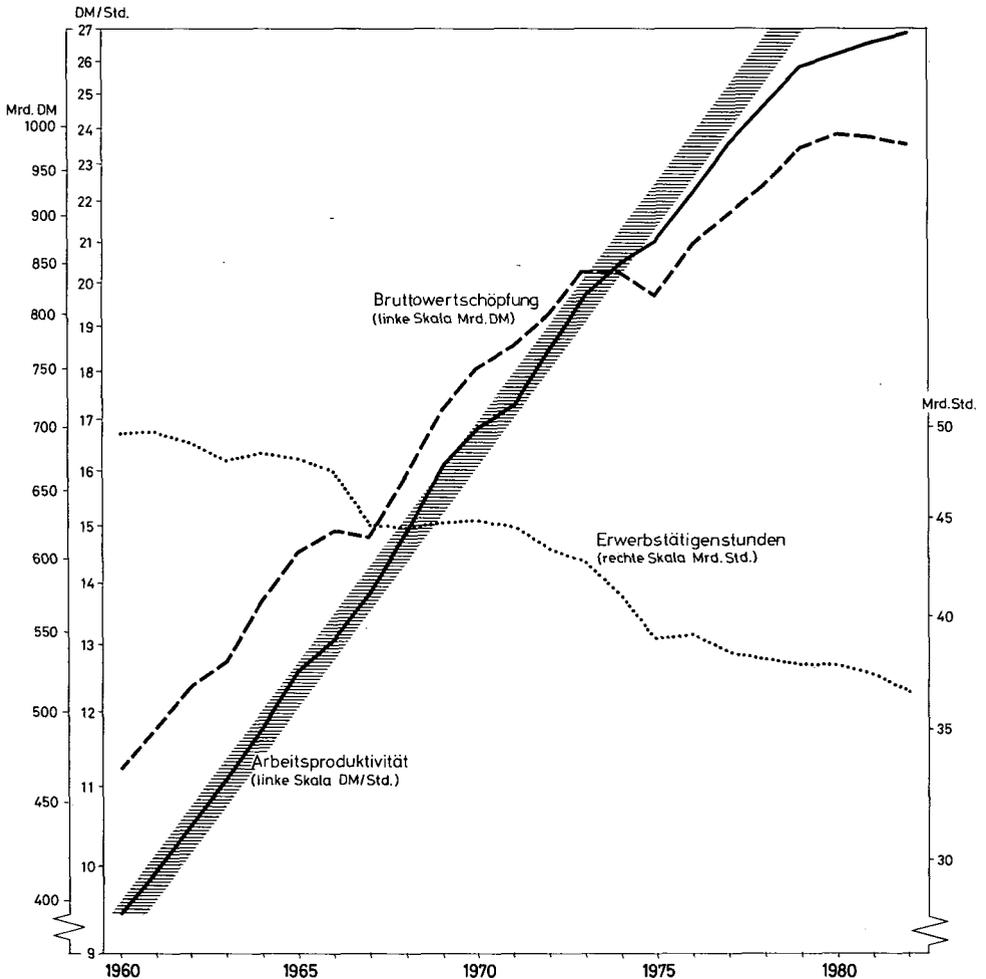
Für diesen Test wird eine Regression sowohl für den Gesamtzeitraum als auch für zwei Unterperioden geschätzt. Aus den Summen der Quadrate und den Quadraten der Mittelwerte der Residuen werden F-Werte konstruiert, die mit Tabellenwerten verglichen werden, um ihre Signifikanz zu prüfen (1).

Dabei geht dieser Test in zwei Schritten vor: Zunächst wird geprüft, ob ein signifikanter Strukturbruch in der Störvarianz vorliegt. Kann dies nicht verworfen werden, so sind Aussagen über einen Strukturbruch in den Steigungsparametern nicht möglich. Nur für die Branchen, bei denen kein Strukturbruch in der Störvarianz auftritt, wird anschließend geprüft, ob sich die Steigungsparameter (die Produktivitätsfortschritte) signifikant voneinander unterscheiden. Da die Nullhypothese von konstanten Veränderungsraten in der Zeit ausgeht, ist ein logarithmischer Ansatz zu wählen (2).

22. Die Regressionen und der anschließende F-Test führen zu folgenden Ergebnissen:

-
- (1) Die F-Werte, die den Ergebnissen in Tabelle 2 zugrunde liegen, sind in der Tabelle A2 wiedergegeben.
 - (2) Zur Methode dieses Tests vgl. Schneeweiß [1974, S. 82 ff.]. Zur Anwendung in der Produktivitätsanalyse siehe K.-D. Schmidt [1981].

Schaubild 3 - Produktion, Arbeitseinsatz und Produktivität im Unternehmenssektor (a) 1960-1982



(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung; in Preisen von 1976.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b]. - Eigene Berechnungen.

- Bei sieben Branchen können keine gesicherten Aussagen getroffen werden, da ein Strukturbruch in der Störvarianz vorliegt.
- Für insgesamt 26 Branchen ist die Verlangsamung des Produktivitätsfortschritts statistisch signifikant. Davon gehören 19 Branchen allein zum Verarbeitenden Gewerbe.

Tabelle 2 - Sektorale Produktivitätsentwicklung und Test auf Strukturbruch 1960-1979 (vH)

Wirtschaftsbereich	Produktivitätsfortschritt			Strukturbruch (a)
	1960-1979	1960-1973	1973-1979	
Unternehmen insgesamt (b)	5,5	5,9	4,7	+
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	6,4	6,7	5,8	-
Energie- und Wasserversorgung	6,9	6,9	6,7	-
Bergbau	3,6	5,2	0,2	+
Verarbeitendes Gewerbe	5,5	6,0	4,4	+
Chemische Industrie	8,2	9,3	5,8	.
Mineralölverarbeitung	8,4	8,9	7,3	-
Herstellung von Kunststoffwaren	7,3	8,7	4,3	+
Gummiverarbeitung	5,0	5,9	3,1	+
Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	6,2	6,8	5,1	+
Feinkeramik	4,2	4,9	2,6	+
Herstellung und Verarbeitung von Glas	5,5	5,7	5,2	+
Eisenschaffende Industrie	5,5	5,7	5,0	+
NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeug	6,2	5,8	7,2	+
Gießerei	4,0	4,2	3,5	-
Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung	3,6	4,4	1,9	+
Stahl- und Leichtmetallbau	5,7	6,0	4,8	-
Maschinenbau	3,8	4,1	3,3	+
Herstellung von Büromaschinen, ADV-Geräten	11,6	10,7	13,6	-
Straßenfahrzeugbau	5,0	5,0	5,1	.
Schiffbau	4,1	6,0	0,1	+
Luft- und Raumfahrzeugbau	4,8	7,5	-0,7	-
Elektrotechnik	6,5	7,1	5,3	+
Feinmechanik, Optik	5,2	6,2	3,0	+
Herstellung von EBM-Waren	4,8	5,5	3,2	+
Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren	3,6	4,3	2,1	+
Holzbearbeitung	6,1	7,4	3,5	+
Holzverarbeitung	6,3	8,4	2,1	+
Zellstoff-, Holzschliff-, Papier- und Papperzeugung	6,5	6,8	5,8	-
Papier- und Papperverarbeitung	4,1	4,5	3,1	-
Druckerei, Vervielfältigung	5,0	5,1	4,7	+
Ledergewerbe	3,4	3,6	2,8	+
Textilgewerbe	6,2	6,4	5,9	+
Bekleidungs-gewerbe	5,0	5,3	4,4	+
Ernährungsgewerbe	3,5	3,7	3,1	.
Tabakverarbeitung	9,6	11,2	6,2	.
Baugewerbe	3,5	3,7	3,1	-
Handel und Verkehr	5,2	5,3	4,9	+
Großhandel, Handelsvermittlung	4,7	5,3	3,6	+
Einzelhandel	5,4	5,9	4,4	+
Eisenbahnen	3,3	3,4	3,1	+
Schifffahrt, Wasserstraßen, Häfen	3,6	3,5	3,7	-
Übriger Verkehr	5,7	5,9	5,3	-
Nachrichtenübermittlung	6,2	5,1	8,8	.
Kreditinstitute, Versicherungen	5,0	5,0	5,0	+
Kreditinstitute	4,7	4,6	5,4	+
Versicherungsunternehmen	5,4	6,4	3,1	+
Sonstige Dienstleistungen	3,7	3,8	3,6	-
Gaststätten- und Beherbergungsgewerbe	0,8	0,8	0,7	.
Wissenschaft, Bildung, Kunst, Publizistik	3,8	4,4	2,3	+
Gesundheits- und Veterinärwesen	2,5	2,7	2,2	+
Übrige Dienstleistungen	4,9	5,0	4,8	.

(a) Test auf Strukturbruch zwischen den Perioden 1960-1973 und 1974-1980. + Strukturbruch, - kein Strukturbruch, . keine gesicherten Aussagen möglich. - (b) Ohne Wohnungsvermittlung.

Quelle: Vgl. Tabelle A2. - Eigene Berechnungen.

- In zwei Branchen hat sich der Produktivitätsfortschritt nach 1973 signifikant beschleunigt, und zwar in der NE-Metallindustrie sowie in den Kreditinstituten.
- In zwölf Branchen ist das Tempo der Produktivitätssteigerung nahezu unverändert geblieben; sie repräsentieren weniger als ein Viertel der Bruttowertschöpfung des Unternehmenssektors in Jahre 1980.

23. Die Hypothese, die gesamtwirtschaftliche Produktivitätsschwäche sei alleinige Folge eines veränderten intersektoralen Strukturwandels, kann anhand dieser Ergebnisse wohl verworfen werden. Gleichzeitig wird jedoch deutlich, daß beträchtliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Bereichen bestehen. Am härtesten betroffen ist das Verarbeitende Gewerbe und innerhalb dieses Sektors vor allem die Grundstoff- und Produktionsgüter- sowie die Verbrauchsgüterindustrie. Zumindest einige Investitionsgüterhersteller dagegen konnten sich recht gut behaupten. Bei den Dienstleistungen sind es vor allem der Handel sowie die Versicherungsunternehmen, die den stärksten Einbruch zu verzeichnen hatten.

Eine Sonderstellung nimmt der Bergbau ein, dessen Produktivität in den siebziger Jahren stagnierte. Dies dürfte auch damit zusammenhängen, daß in der Bundesrepublik Deutschland die relativ leicht zugänglichen Lagerstätten weitgehend ausgeschöpft sind. Vor allem aber ging nach 1973 im Zuge allgemeiner Energiesparmaßnahmen der Absatz bergbaulicher Produkte stark zurück. Die Beschäftigtenentwicklung folgte diesem neuen Trend nur zögernd und in abgeschwächter Form.

24. Um beurteilen zu können, was dieser Strukturbruch aussagt, ist es erforderlich, auf die Methoden der Produktivitätsmessung näher einzugehen. Eine zentrale Rolle spielen dabei die jeweils von der amtlichen Statistik verwendeten Konzepte. Aber auch einige grundsätzliche Fragen zur Messung wirtschaftlicher Leistung sind von Bedeutung. Anstelle einer Einzeldiskussion im Verlauf der weiteren Analyse wird deshalb im folgenden Abschnitt die Problematik der Produktivitätsmessung grundsätzlich und zusammenfassend dargestellt.

II. Zur Ermittlung von Produktivitätskennzahlen

25. Produktivität - im allgemeinen Sprachgebrauch ein schillernder Begriff - ist in der Ökonomie eindeutig definiert als Relation von Output zu Input. Bei der Festlegung, was als Outputmaß und was als Inputmaß herangezogen werden soll, beginnen jedoch zahlreiche konzeptionelle und meßtechnische Probleme. Am schwersten wiegt das Bewertungsproblem, das entsteht, wenn eine Vielzahl von Einzelgrößen zu homogenen Meßziffern zusammengefaßt werden müssen. Sowohl auf der Output- als auch auf der Inputseite müssen in ihrer physischen Beschaffenheit sehr unterschiedliche Faktoren jeweils auf einen einheitlichen Maßstab umgerechnet werden, um addierbar zu sein. Je inhomogener die einzelnen Bestandteile sind, desto fragwürdiger wird die Aggregation und desto größere Meßfehler sind zu erwarten [Fürst, 1971].

26. Üblicherweise wird der Output nicht zum gesamten Input in Beziehung gesetzt, sondern nur zu einzelnen Inputkategorien wie Arbeit, Ka-

pital oder Energie. Der Nachteil dieser partiellen Produktivitäten ist, daß in ihnen nicht nur die wirtschaftliche Leistung des jeweils betrachteten Faktors zum Ausdruck kommt, sondern daß sie zugleich das Ergebnis aller anderen im Produktionsprozeß eingesetzten Faktoren sind. Der Vorteil liegt aber darin, daß das Bewertungsproblem zumindest auf der Inputseite in Grenzen gehalten werden kann.

27. Gelegentlich wird neben diesen partiellen Produktivitäten auch noch der Begriff Totalproduktivität verwendet. Mit dieser Größe soll der Teil des Outputs erfaßt werden, der durch das Zusammenwirken aller Inputs entsteht. Da es jedoch nie gelingen dürfte, sämtliche Produktionsfaktoren in die Analyse zu integrieren, ist diese Bezeichnung im Grunde irreführend und wird daher in dieser Arbeit vermieden. Konzeptionell unterscheiden sich Partial- und Totalproduktivitäten ohnehin nur graduell, da auch zur Ermittlung von Partialproduktivitäten einzelne Teilkomponenten des Inputs zusammengefaßt werden müssen - für die Arbeitsproduktivität zum Beispiel ungelernete und qualifizierte, junge und ältere, fleißige und faule Arbeitskräfte. Wo es um den unerklärten Rest einer Produktionsfunktion geht, der häufig Totalproduktivität genannt wird, ist die Bezeichnung Restgröße oder Residuum vorzuziehen.

1. Bewertungs- und Meßprobleme

28. Als Outputmaß wird in der Regel die Bruttowertschöpfung verwendet. Sie bietet gegenüber dem Produktionswert oder dem Umsatz den Vorteil, nur die wirtschaftliche Leistung zu erfassen, die in der Produktionsstätte erzeugt wird, wo auch die Inputfaktoren eingesetzt sind. Vorleistungen, die von außen bezogen werden, bleiben außer Betracht. Wenn es um das verteilbare Einkommen eines Sektors geht, ist statt dessen ein Nettokonzept angebracht, in dem zusätzlich um die Abschreibungen, Produktionssteuern und Subventionen bereinigt wird. Steht dagegen das produzierte Einkommen im Mittelpunkt der Analyse, so ist die Bruttowertschöpfung der Nettowertschöpfung vorzuziehen [Lützel, 1973].

29. Sollen die Produktivitäten verschiedener Zeiträume verglichen werden, so ist eine Preisbereinigung der Bruttowertschöpfung erforderlich. Von der amtlichen Statistik werden dafür Laspeyres-Preisindizes für die kleinsten verfügbaren Gütergruppen mit der Güterstruktur des jeweiligen Jahres gewichtet und zu einem Deflator zusammengefaßt, der somit eine Mischform aus Paasche- und Laspeyres-Index darstellt. Dieses Verfahren wird für Produktionswerte und Vorleistungen getrennt durchgeführt; die Deflatoren der Bruttowertschöpfung sind also eine Restgröße (1). Die Ergebnisse dieser sogenannten doppelten oder indirekten Deflationierung hängen sehr stark davon ab, welches Basisjahr den Berechnungen zugrunde gelegt wird, und zwar aus folgenden Gründen:

- Ändern sich nicht nur die Mengen, sondern auch die relativen Preise der einzelnen Güter des Outputs, so wird bei der Berechnung preisbereinigter Werte das Gewicht von Gütern mit überdurchschnittlichen Preissteigerungen um so größer sein, je näher das Basisjahr an der Gegenwart liegt. Die Auswirkungen sollen am Beispiel eines Bergbau-

(1) Vgl. Friedmann [1961]; Horn et al. [1977, S. 61-71]; Meyer [1981].

unternehmens, das Steinkohle und Erdöl produziert, erläutert werden: Der Preis für eine Tonne Ruhrkohle ist zwischen 1970 und 1976 von DM 75 auf DM 150 gestiegen, der Preis für Rohöl von DM 60 auf DM 240. Fördert das Unternehmen 1970 acht Tonnen Kohle und fünf Tonnen Öl, so beträgt der Gesamtwert der Produktion in Preisen von 1970: DM 900, in Preisen von 1976: DM 2400. Die Förderung des Jahres 1976, die zwanzig Tonnen Kohle und zwanzig Tonnen Erdöl betrage, hat in Preisen von 1970 einen Wert von DM 2700; in Preisen von 1976 einen Wert von DM 7800. Die reale Produktionssteigerung unseres Unternehmens beträgt also in Preisen von 1970: 200 vH, in Preisen von 1976: 225 vH. Welche der beiden Zahlen die "richtigere" ist, läßt sich nicht entscheiden.

- Ändern sich die Vorleistungspreise in Relation zu den Outputpreisen kontinuierlich in einer Richtung, so wird bei einem weit in der Vergangenheit liegenden Basisjahr der Deflationierung in aller Regel ein niedrigerer Wertschöpfungszuwachs ausgewiesen als bei einer gegenwartsnäheren Preisbasis. Das gilt sowohl bei einer relativen Verteuerung als auch bei einer relativen Verbilligung der Vorleistungen, und zwar aus folgenden Gründen: Ein Anstieg der Vorleistungspreise gegenüber den Outputpreisen dürfte die mengenmäßigen Vorleistungsquoten senken. Dieser relative Mengenrückgang wird aber rechnerisch zu einer um so geringeren prozentualen Steigerung der (als Differenz aus realen Produktionswerten und realen Vorleistungen ermittelten) Wertschöpfung führen, je niedriger der relative Preis der Vorleistungen angesetzt wird, also je älter das Basisjahr der Deflationierung ist. Umgekehrt wird ein Anstieg der mengenmäßigen Vorleistungsquoten infolge einer relativen Verbilligung von Vorleistungen die Differenz zwischen realen Produktionswerten und realen Vorleistungen um so stärker schmälern, je höher der relative Preis der Vorleistungen ist. Auch bei einer kontinuierlichen Verbilligung von Vorleistungen gegenüber dem Output werden also in der Regel mit älteren Basisjahren der Deflationierung niedrigere Wertschöpfungssteigerungen errechnet als mit jüngeren Basisjahren (1).
- Eine präzise Trennung von Preis- und Qualitätsänderungen ist auch auf sehr tief disaggregiertem Niveau nicht möglich. Da sich die Mehrzahl der Güter im Laufe ihres Lebenszyklus verändert, müssen zur Ermittlung der Preisindices die Mengenangaben der verschiedenen Jahre mit unterschiedlichen Qualitätsindices gewichtet werden. Besonders gravierend ist dies bei völlig neuen Gütern, die im Basisjahr der Deflationierung noch gar nicht existierten. Der Wert eines Videorecorders beispielsweise in Preisen von 1962 ist eine Größe, die unsere Vorstellungskraft übersteigt. Dabei geht es nicht um eine Unter- oder eine Überschätzung von Qualitätssteigerungen, sondern vielmehr darum, daß die Preisstruktur eines Basisjahres, die sich unter den spezifischen Bedingungen dieses Jahres herausgebildet hat, auf ein anderes Jahr angewendet werden muß, in dem ganz unterschiedliche Bedingungen die Preis- und Mengenreaktionen der Wirtschaftssubjekte bestimmen mögen [Bartels, 1953].

(1) Diese Aussage gilt immer dann, wenn kontinuierliche Veränderungen der relativen Preise auftreten und die mengenmäßigen Vorleistungsquoten invers mit den relativen Preisen der Vorleistungen variieren [Bruno, 1981].

- Schließlich kann die getrennte Deflationierung von Produktionswerten und Vorleistungen, wenn sich deren Preise unterschiedlich entwickeln, zu realen Wertschöpfungsgrößen führen, die mit der Wirklichkeit nichts zu tun haben. Ein Extremfall, bei dem die preisbereinigte Wertschöpfung sogar negativ wird, ist in Tabelle 3 durchgerechnet (1). Hier wird unterstellt, daß die relativen Vorleistungspreise stark gestiegen sind und infolgedessen die mengenmäßigen Vorleistungsquoten gesenkt wurden. Die realen Größen für 1970 (in Preisen von 1976) werden einmal nach der vom Statistischen Bundesamt benutzten Methode der doppelten Deflationierung aus den Mengen von 1970 und den Preisen von 1976 berechnet. Das ergibt eine negative Wertschöpfung. Neubauer schlägt statt dessen vor, auch die Vorleistungen (und damit ebenso die Wertschöpfung) einheitlich mit der Preisentwicklung der Produktion zu deflationieren [Neubauer, 1974]. Das Ergebnis dieser Methode der einfachen Deflationierung ist in der letzten Zeile von Tabelle 3 dargestellt; sämtliche nominalen Werte für 1970 wurden mit dem Preisanstieg der Produktionswerte (30 / 20) multipliziert. Ein Wechsel des Vorzeichens beim Übergang von nominaler zu realer Betrachtungsweise ist hier ausgeschlossen. Erkauft wird diese formale Abstimmung allerdings damit, daß ein mengenmäßig gesunkener Vorleistungsverbrauch in den preisbereinigten Werten nicht mehr erkennbar ist - es wird sogar eine reale Erhöhung der Vorleistungen von 150 auf 200 ausgewiesen (die realen Werte für 1976 sind identisch mit den nominalen Werten). Solange sich die relativen Preis- und Mengenänderungen in so engen Grenzen halten, daß in der Praxis keine negativen Wertschöpfungsgrößen auftreten, dürfte der Methode der doppelten Deflationierung nach wie vor der Vorzug zu geben sein.

30. Problemlos wäre eine Trennung von Preis- und Mengeneffekten nur in einer Ein-Gut-Ökonomie oder in einer geschlossenen Wirtschaft mit konstanter Technologie und unveränderten relativen Preisen. In der realen Welt sind deflationierte Größen dagegen als Näherungswerte anzusehen, die nicht physische Mengen erfassen, sondern mit der Preisstruktur eines bestimmten Basisjahres gewichtete Werte. In der Regel dürfte davon auszugehen sein, daß die Entfernung von der Realität um so größer wird, je weiter das Basisjahr zurückliegt (2).

31. Besondere Probleme der Outputdeflationierung treten in einigen Dienstleistungsbereichen auf, und zwar dort, wo die wirtschaftliche Leistung untrennbar mit dem Geldwert der Transaktion verknüpft ist. Was ist beispielsweise bei Kreditzinsen der Preis und was die Menge? Auch Versicherungsprämien lassen sich kaum in Preis- und Mengenkomponenten aufspalten. Die amtliche Statistik behilft sich in diesen Fällen entweder dadurch, daß der reale Output ähnlich wie im Staatssektor über den In-

(1) Fabricant [1961] hat diesen Fall für den Außenhandel vorgeführt. Er zeigt, daß ein nominal positiver Außenbeitrag bei getrennter Deflationierung von Im- und Exporten real negativ werden kann.

(2) Aus diesem Grunde hat das Statistische Bundesamt für die Erstellung langer Reihen in konstanten Preisen folgenden Kompromiß gewählt: Die Bruttowertschöpfung der Jahre ab 1968 wurde zu Preisen von 1976 bewertet. Für die Zeit von 1960 bis 1967 dagegen wurden die Angaben zu Preisen von 1970 durch Umbasieren mit den neueren Daten verkettet [vgl. Statistisches Bundesamt, b, S. 16].

put geschätzt wird, oder sie zieht Hilfsgrößen heran, die mit Schattenpreisen bewertet werden. Letzteres Verfahren wird z.B. bei der Ermittlung der unterstellten Bankdienstleistungen angewendet, deren hypothetischer Wert über die Differenz zwischen Ertrags- und Aufwandszinsen der Kreditinstitute geschätzt wird [Dorow, 1972].

Tabelle 3 - Preisbereinigung der Wertschöpfung nach verschiedenen Methoden

Jahr	Produktionswert	Vorleistungen	Wertschöpfung
Mengen			
1970	10	10	x
1976	15	5	x
Preise			
1970	20	10	x
1976	30	40	x
Nominale Werte			
1970	200	100	100
1976	450	200	250
Reale Werte (doppelte Deflationierung)			
1970	300	400	-100
Reale Werte (einfache Deflationierung)			
1970	300	150	150

Quelle: Eigene Berechnungen.

32. Schwieriger noch als die reale Erfassung des Outputs ist die Bewertung eines der wichtigsten Inputs, des Kapitals. Zur Ermittlung des Kapitalstocks eines Jahres müssen Produktionsanlagen der unterschiedlichsten Jahrgänge zu einer Größe zusammengefaßt werden. Dabei interessiert für Produktivitätsanalysen entweder der Wiederbeschaffungswert dieser Anlagen oder ihr Wert in Preisen eines bestimmten Basisjahres. Statistisch meßbar sind jedoch nur die tatsächlich gezahlten Anschaffungspreise, die auch als historische Preise oder Buchwerte bezeichnet werden.

33. Problematisch wird die Bewertung mit einem einheitlichen Maßstab vor allem dadurch, daß der Wert alter Anlagen auch von der mit ihnen erzielbaren Rendite abhängt [Creamer, 1972]. Diese wiederum dürfte nicht unabhängig von der Verteilung des Volkseinkommens sein. Zur Bestimmung des Kapitalwerts, der Kapitalrendite sowie des Lohnsatzes stehen aber nur die Höhe der Wertschöpfung sowie möglicherweise die Grenzproduktivität der Arbeit zur Verfügung. Es bleibt mindestens ein Freiheitsgrad, um den die Zahl der Preise die Zahl der Bestimmungsgleichungen übersteigt. Dieses Argument kann als der Kern postkeynesianischer Kritik an der Neoklassik angesehen werden [Robinson, 1960]. Die grundle-

genden Gedanken der Interdependenzen zwischen Verteilung und Preisbildung gehen zurück auf Sraffa [1960].

34. Bei Kapitalstockberechnungen bereitet zusätzlich zur Bewertung die Erfassung der physischen Quantitäten Schwierigkeiten. Man kennt zwar die Zugänge zum Bruttokapitalstock in Form der Investitionen, die Abgänge jedoch nicht. Lediglich der Bestand an Kraftfahrzeugen ist aufgrund der Meldungen beim Kraftfahrt-Bundesamt recht genau registriert. Für die übrigen Anlagegüter wird in der Statistik für die Bundesrepublik Deutschland die "perpetual-inventory"-Methode benutzt (1). Dabei werden zur Bestandsschätzung die Bruttoanlageinvestitionen kumuliert und die Abgänge mit einer Verteilungsfunktion geschätzt, die eine Streuung der Abgänge um die durchschnittliche Nutzungsdauer beschreibt. Es liegt auf der Hand, daß die Genauigkeit der "perpetual-inventory"-Methode vor allem von dieser Abgangsfunktion abhängt [Lützel, 1976; Baumgart, 1980].

35. Auch der Faktor Arbeit ist nicht homogen. Bei der Berechnung von Meßziffern der Arbeitsproduktivität werden die insgesamt geleisteten Arbeitsstunden aufaddiert, ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Qualifikation. Eine Möglichkeit, zu Gewichtungsfaktoren zu gelangen, die der Inhomogenität des Faktors Arbeit Rechnung tragen, bietet der Humankapitalansatz. In seiner einfachsten Form geht er davon aus, daß die Qualifikation der Erwerbstätigen von der Dauer ihrer Ausbildung abhängt [Mincer, 1958; Becker, 1964]. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Lohndifferenziale als Verzinsung eines akkumulierten Bestands an Humankapital zu interpretieren [Fels, 1972]. Eine Mischform aus beiden schließlich verwendet Denison [1962], der nicht die Dauer der Ausbildung, sondern den Bildungsabschluß als Qualifikationsmaßstab benutzt. Bewertet werden die einzelnen Abschlüsse von ihm mit den Durchschnittslöhnen eines Basisjahres in diesen Qualifikationsgruppen. Außerdem bezieht er Unterschiede nach Alter und Geschlecht, die ebenfalls mit der Lohnstruktur eines Basisjahres bewertet werden, in die Analyse ein.

Die so gewonnenen Gewichtungsfaktoren können auf zweierlei Weise für die Produktivitätsanalyse genutzt werden: Der gesamte Arbeitsinput könnte statt in Arbeitsstunden in Qualifikationsäquivalenten ausgedrückt werden. Die zweite und allgemein übliche Methode besteht jedoch darin, den Arbeitseinsatz nach wie vor in Stunden anzugeben und die Veränderungen des Qualifikationsniveaus als eine Variable zur Erklärung der Arbeitsproduktivität heranzuziehen.

36. Über diese Qualifikationsverschiebung hinaus mag es Änderungen geben, die mit den oben beschriebenen Methoden nicht meßbar sind und die dennoch das Produktionsergebnis je Arbeitseinheit beeinflussen. Es wäre vorstellbar, daß mit steigendem Lebensstandard die Nachfrage nach mehr Einkommen zurückgedrängt wird durch ein stärkeres Streben nach Sicherheit und einer humaneren Arbeitswelt.

(1) Diese Methode wird auch in den Vereinigten Staaten verwendet [Bureau of Economic Analysis, 1976]. In Japan dagegen wird die "benchmark-year"-Methode benutzt, die von den aus einer umfangreichen Erhebung für ein Basisjahr gewonnenen Kapitalstockdaten ausgeht. Die Schätzung für die übrigen Jahre erfolgt ähnlich wie bei der "perpetual-inventory"-Methode über die Bruttoanlageinvestitionen [Economic Research Institute, 1980].

37. Neben diesen grundsätzlichen Bewertungsproblemen wird die Messung des Arbeitseinsatzes erschwert durch lückenhaftes statistisches Material bezüglich der tatsächlich geleisteten Arbeitszeit pro Erwerbstätigen. Vergleichsweise gut dokumentiert ist diese Größe nur für die Arbeiter; bereits bei den Angestellten werden die Angaben ungenau oder unvollständig. Weitgehend auf Schätzungen angewiesen ist man schließlich bei der Arbeitszeit von Selbständigen und von mithelfenden Familienangehörigen. Pionierarbeit leistet dabei in der Bundesrepublik Deutschland das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, auf dessen Angaben auch in dieser Arbeit zurückgegriffen wird (1).

38. Die Diskussion darüber, wie zuverlässig die statistische Erfassung der Datenbasis ist, wird in jüngster Zeit unter dem Stichwort Schattenwirtschaft recht intensiv geführt (2). Nachdem Gutman [1977] und Feige [1979] für die Vereinigten Staaten den Teil der im offiziellen Sozialprodukt nicht ausgewiesenen wirtschaftlichen Aktivitäten auf 10 bis 30 vH des Sozialprodukts geschätzt hatten, keimte die Hoffnung auf, die Produktivitätsmalaise sei im Grunde gar nicht besorgniserregend, da sie lediglich Ausdruck eines Meßfehlers wäre. Dem ist jedoch zweierlei entgegenzuhalten:

- Die Produktivitätsschwäche könnte nur dann mit diesem Meßfehler erklärt werden, wenn der Anteil der Schattenwirtschaft im Zeitablauf steigt. Eine konstante Unterschätzung des Sozialprodukts ist für die Zuwachsraten irrelevant. Gegen einen steigenden Anteil nicht gemessener Aktivitäten spricht, daß Umfang und Methoden der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen in den letzten Jahrzehnten laufend verbessert worden sind (3). Dafür spricht allerdings, daß mit einer drückender werdenden Steuerlast sowie mit verstärkten staatlichen Regulierungen und bürokratischen Hemmnissen auch die Anreize gestiegen sein dürften, in die Schattenwirtschaft auszuweichen. Schließlich ist mit der Verkürzung der Arbeitszeiten sowie der zunehmenden Arbeitslosigkeit auch das Arbeitskräftepotential der Schattenwirtschaft gestiegen. Der Einfluß auf die Produktivität könnte demnach sowohl positiv als auch negativ gewesen sein (4).
- Auch eine Zunahme der Schattenwirtschaft kann die Produktivitätsschwäche nicht erklären, wenn gleichzeitig mit dem Output auch der Input aus der offiziellen Statistik herausfällt. Erst wenn ein nichtde-

(1) Das entsprechende Zahlenmaterial ist nur teilweise veröffentlicht [Bach et al., 1978].

(2) Eine Übersicht dieser Diskussion geben Frey [1981] und Sherman [1981].

(3) Die Differenz zwischen dem Einkommen, das den Finanzämtern in der Bundesrepublik gemeldet wurde, und dem unabhängig davon ermittelten Nettosozialprodukt aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist von 16,7 vH im Jahre 1961 auf 4,8 vH im Jahre 1974 zurückgegangen [Petersen, 1982].

(4) Erste Schätzungen für die Bundesrepublik Deutschland ergaben, daß die Schattenwirtschaft von 2 vH des Sozialprodukts in den frühen sechziger Jahren auf 14 vH um 1970 und 27 vH 1980 angewachsen ist [Langfeldt, 1982]. Der Schattenwirtschaft werden von Langfeldt alle monetären Transaktionen einer Wirtschaft zugerechnet, die nicht von den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen erfaßt sind. Eine weitere empirische Schätzung liefern Frey et al. [1982].

klariertes Sozialprodukt während einer Arbeitsstunde erstellt wird, die im Arbeitsvolumen der Erwerbstätigen mitgezählt wird, beeinträchtigt das die gemessene Produktivität. Die Regel dürfte das jedoch nicht sein; der typische "Schwarzarbeiter" verbirgt zugleich mit dem Produkt auch die Produktionsfaktoren vor dem Staat, um das Risiko der Entdeckung zu minimieren.

2. Zum Aussagewert von Produktivitätskennzahlen

39. Produktivitätsziffern dienen letztlich zur Messung der Effizienz bei der Gewinnung von Wohlfahrt. Diesem Anspruch können sie aber nur gerecht werden, wenn das jeweils im Zähler stehende Sozialprodukt als Wohlfahrtsmaß interpretiert werden kann. Die Kritik an dieser Annahme richtet sich vor allem gegen die unzureichende Berücksichtigung sogenannter Sozialindikatoren. Im Mittelpunkt steht dabei heute die Qualität der Umwelt. An Versuchen zur Einbeziehung dieser Aspekte in die Sozialproduktmessung hat es nicht gefehlt [Christian, 1974; UN, b], doch eine befriedigende Lösung ist so lange nicht zu erwarten, wie die Güter, um die es hier geht, keinen Marktpreis besitzen.

40. Daraus könnte der Schluß gezogen werden, das Sozialproduktkonzept diene von vornherein nur dazu, marktmäßig gehandelte Werte zu erfassen [Cremeans, 1980]. Eine derartige Sicht birgt jedoch die Gefahr, daß der Begriff Sozialprodukt zunehmend ausgehöhlt und damit seiner Signal- und Indikatorfunktion im politischen und gesellschaftlichen Raum immer mehr enthoben wird. Es kann wohl nicht darauf verzichtet werden, die Wohlfahrtsmessung bei der Sozialproduktrechnung im Blick zu behalten [Denison, 1980a]. An den Möglichkeiten zur Verbesserung und Ergänzung besteht kein Zweifel; eine praktikable Alternative, die das System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen als Ganzes ersetzen könnte, ist aber nicht in Sicht.

41. Produktivitätsziffern, die stets partielle Produktivitätsziffern sind, sagen nichts darüber aus, wie hoch der Beitrag der jeweils im Nenner stehenden Faktoren zum Sozialprodukt ist, da der Zähler der Produktivität das Ergebnis aller Faktoren und nicht nur einiger weniger angibt. Will man zumindest im marginalen Bereich zu Aussagen darüber gelangen, wie die Veränderung der Einsatzmenge eines Inputs den Output beeinflusst, so müßte die Grenzproduktivität dieses Inputs bekannt sein. Direkt meßbar sind jedoch nur Durchschnittsproduktivitäten.

Geht es beispielsweise darum, wie stark eine Änderung der Kapitalintensität die Arbeitsproduktivität beeinflusst, so kommt es auf die Produktionselastizität des Kapitals an, die als Quotient aus Grenz- und Durchschnittsproduktivität dieses Faktors definiert ist (1). Da aber lediglich

(1) Wird die Produktion mit Y , der Arbeitseinsatz mit L und der Kapitaleinsatz mit K bezeichnet, so wird im infinitesimalen Bereich der Zusammenhang zwischen Arbeitsproduktivität (Y/L) und Kapitalintensität (K/L) durch folgende Elastizität bestimmt: $[d(Y/L)]/[d(K/L)] \cdot (K/L)/(Y/L)$. Dieser Ausdruck entspricht bei konstantem Arbeitseinsatz oder bei homogenen Produktionsfunktionen der partiellen Produktionselastizität des Kapitals: $(dY/dK) \cdot (K/Y)$. Y/K wird als Durchschnitts- und dY/dK als Grenzproduktivität des Kapitals bezeichnet.

die Durchschnittsproduktivität statistisch dokumentiert ist, muß für die Ermittlung der Grenzproduktivität auf Hilfsgrößen zurückgegriffen werden, die in der Regel auf Daten über die Verteilung des Sozialprodukts basieren. Damit kommen Produktivitätsanalysen, selbst wenn sie gar nicht an Verteilungsproblemen interessiert sind, nicht ohne restriktive verteilungstheoretische Annahmen aus. Auch die regressionsanalytische Schätzung von Produktionselastizitäten bietet nur scheinbar einen Ausweg aus diesem Dilemma, da hier ein bestimmter Funktionstyp der Schätzgleichung gewählt werden muß, der nie ganz freigehalten werden kann von produktions- und verteilungstheoretischen Restriktionen.

42. Die Darstellung der mit Produktivitätskennzahlen verbundenen konzeptionellen und meßtechnischen Probleme sollte verdeutlichen, daß bei der quantitativen Bewertung wirtschaftlicher Leistung vielfältige Unzulänglichkeiten der verfügbaren Statistiken in Kauf genommen werden müssen. Ein Teil dieser Mängel ist aus konzeptionellen Gründen unvermeidlich, ein anderer Teil ließe sich nur durch erheblich gesteigerte Anstrengungen bei der Datenerhebung vermindern. Vor einer allzu leichtfertigen Interpretation statistischer Ergebnisse ist also zu warnen - vor allem, wenn es um preisbereinigte Größen geht. Daraus sind folgende Konsequenzen zu ziehen:

- Intersektorale Niveauvergleiche realer Produktivitäten sagen wenig aus über die ökonomische Effizienz in den jeweiligen Wirtschaftsbereichen, da die Ergebnisse stark von der Wahl des Basisjahres der Deflationierung beeinflußt werden.
- Angaben über den Produktivitätsfortschritt im Dienstleistungssektor dürfen nicht überbewertet werden, da hier die Trennung von Menge und Preis besonders schwierig ist.
- Die zeitliche Entwicklung von partiellen Produktivitätskennziffern läßt nicht erkennen, inwieweit sich tatsächlich die Effizienz beim Einsatz eines Faktors geändert hat oder ob lediglich Strukturverschiebungen auf der Inputseite stattgefunden haben, die das Faktoreinsatzverhältnis an die Entwicklung der relativen Preise angepaßt haben.

43. Dennoch wäre es falsch, jegliche Produktivitätsmaße als inhaltsleer abzutun. Für eine Analyse der Produktivitätsschwäche kommt es lediglich auf solche Meßfehler an, deren Bedeutung sich im Zeitverlauf gewandelt hat [Rees, 1980]. Außerdem besteht die Hoffnung, daß sich einige Meßfehler gegenseitig aufheben, so daß die statistisch gemessenen Produktivitätskennziffern zumindest den Trend einigermaßen zutreffend erfassen dürften.

C. Strukturwandel und Produktivitätsfortschritt

I. Intersektorale Verschiebungen

44. Es gehört zum typischen Bild einer reifenden Volkswirtschaft, daß sich im Zuge steigenden Wohlstands die relative Bedeutung der einzelnen Wirtschaftsbereiche wandelt. Branchen mit einkommenselastischer Nachfrage und überdurchschnittlichen Produktivitätssteigerungen ziehen verstärkt Ressourcen an sich, während Branchen, die auf eine unelastische Nachfrage treffen oder weniger Spielraum für Effizienzverbesserungen besitzen, Anteile verlieren [Niehans, 1964]. Gelenkt werden diese Verschiebungen durch Änderungen der relativen Preise. Ein Grundmuster sektoralen Strukturwandels beschreibt die Drei-Sektoren-Hypothese. Sie besagt, daß mit zunehmendem Pro-Kopf-Einkommen das Gewicht des Primären Sektors, also der Landwirtschaft und des Bergbaus, immer geringer wird und statt dessen zunächst der industrielle Bereich (Sekundärer Sektor) zunimmt. Ab einem bestimmten Entwicklungsstadium ist aber auch der Industrieanteil nicht mehr ausbaufähig, und der Dienstleistungssektor wird zum eigentlichen Träger des langfristigen Wachstums (1).

45. Wenn nun das Produktivitätsniveau sowohl im Primären als auch im Tertiären Sektor niedriger ist als im Sekundären Sektor, so wird ein Strukturwandel nach Maßgabe der Drei-Sektoren-Hypothese zunächst fördernd, dann aber dämpfend auf den gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt wirken [Kaldor, 1966; Nordhaus, 1972]. Die Verlangsamung des Produktivitätsfortschritts in den siebziger Jahren wäre dann als ganz normale Begleiterscheinung eines steigenden Entwicklungsniveaus der deutschen Wirtschaft anzusehen. Die Relevanz dieser Reifethese zur Erklärung der Produktivitätsschwäche soll im folgenden geprüft werden.

46. Zunächst ist festzustellen, daß die Drei-Sektoren-Hypothese den tatsächlichen Strukturwandel in der Bundesrepublik Deutschland recht treffend beschreibt. Dies gilt auch dann, wenn der Staat (der am stärksten zum Wachstum des Tertiären Sektors beigetragen hat) außer acht bleibt und nur auf den Unternehmensbereich abgestellt wird. Die sechziger Jahre waren vor allem geprägt durch eine Verlagerung von Produktion, Arbeits- und Kapitaleinsatz aus der Landwirtschaft in die Industrie. In den siebziger Jahren war der Schrumpfungsprozeß des Primären Sektors weitgehend abgeschlossen; nun dominierte die Verschiebung von der Industrie zugunsten der Dienstleistungsunternehmen (Tabelle 4) (2).

47. Das Ausmaß der sektoralen Produktivitätsunterschiede für drei Stichjahre zeigt Schaubild 4. Die Bruttowertschöpfung je Arbeitsstunde war

- (1) Für die Bundesrepublik Deutschland wurde dieses Grundmuster zuerst empirisch geprüft von Fels et al. [1971].
- (2) Da der Anteil des Sekundären Sektors in der Bundesrepublik im Jahre 1970 sein Maximum erreichte, wurde dies Stichjahr zur Periodenabgrenzung herangezogen. Wäre statt dessen die Zeit bis 1973 mit der Zeit nach 1973 verglichen worden, hätte das zu einer Nivellierung der Produktivitätseffekte des Strukturwandels zwischen den beiden Perioden geführt.

Tabelle 4 - Bruttowertschöpfung, Arbeitsvolumen und Nettoanlagevermögen nach Sektoren 1960, 1970 und 1980 (vH)

Wirtschaftsbereich (a)	Bruttowertschöpfung (b)			Arbeitsvolumen			Nettoanlagevermögen (b, c)		
	1960	1970	1980	1960	1970	1980	1960	1970	1980
Primärer Sektor	9,9	5,6	3,9	19,3	12,7	9,1	16,5	11,8	9,3
Sekundärer Sektor	57,8	60,3	54,7	50,1	54,0	51,3	47,1	48,6	43,3
Tertiärer Sektor	32,3	34,1	41,4	30,6	33,3	39,6	36,4	39,6	47,4

(a) Primärer Sektor: Land- und Forstwirtschaft, Bergbau. Sekundärer Sektor: Energiewirtschaft, Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe. Tertiärer Sektor: Handel und Verkehr, Dienstleistungen (ohne Wohnungsvermietung). - (b) In jeweiligen Preisen. - (c) Jahresdurchschnittswerte.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b].

im Primären Sektor während des gesamten Zeitraums nicht einmal halb so hoch wie in der Industrie. Auch das Produktivitätsniveau im Tertiären Sektor war stets niedriger als im Sekundären Sektor. Diese nominalen Produktivitätsniveaus zeigen an, daß in allen drei Stichjahren im Sekundären Sektor das höchste Einkommen je Arbeitsstunde erzielt wurde. Der Tertiäre Sektor konnte seinen Rückstand im Einkommensniveau jedoch bis 1980 fast ausgleichen.

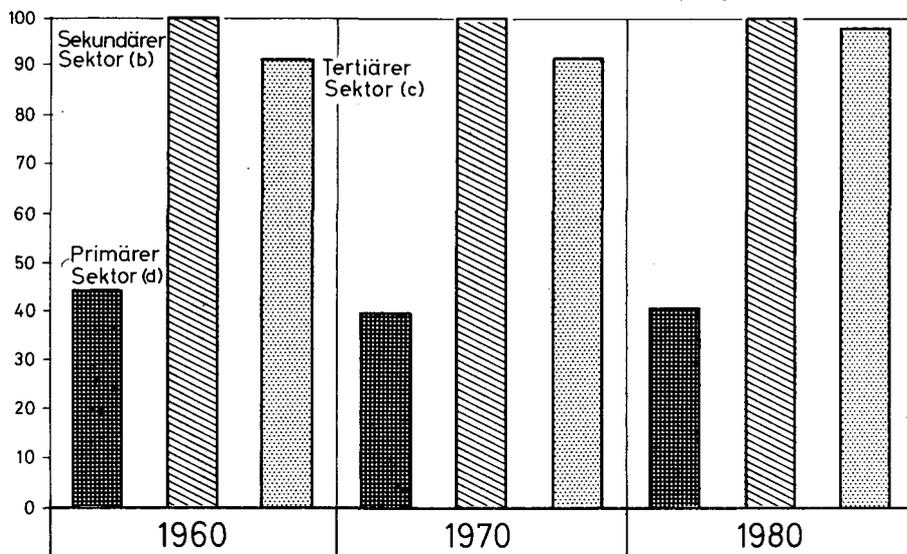
48. Die Bedeutung struktureller Verschiebungen für den gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt kann durch eine einfache Komponentenzerlegung näher beleuchtet werden: Wird von der tatsächlichen Arbeitsproduktivität in der Gesamtwirtschaft (y_1) der Teil subtrahiert, der sich ergeben hätte, wenn alle Sektoren (i) sowohl ihren Anteil an den Beschäftigten am Anfang der Periode ($L_{i,0} / L_0$) als auch ihre tatsächliche Produktivität am Ende der Periode ($y_{i,1}$) beibehalten hätten, so erhält man den Produktivitätseffekt des Strukturwandels (S) (1):

$$S = y_1 - \sum_i \frac{L_{i,0}}{L_0} y_{i,1}$$

Der Anteil dieses Struktureffekts am gesamtwirtschaftlichen Produktivitätszuwachs (2) beträgt $S/(y_1 - y_0)$.

- (1) Dieser Effekt läßt sich auch unter der Annahme einer konstanten Outputstruktur berechnen. Zur Methode vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [1965].
- (2) Daß bei dieser Komponentenzerlegung der implizit enthaltene Joint-Effekt nicht eindeutig zurechenbar ist, zeigt v. Knorring [1978]. Mit der hier gewählten Zurechnungsformel wird der Joint-Effekt proportional auf den strukturbedingten und den strukturunabhängigen Produktivitätsfortschritt verteilt, und zwar nach Maßgabe des gesamt-

Schaubild 4 - Niveau der Arbeitsproduktivität nach Sektoren 1960, 1970 und 1980 (a)



(a) In jeweiligen Preisen; Sekundärer Sektor = 100. - (b) Energiewirtschaft, Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe. - (c) Handel und Verkehr, Dienstleistungen (ohne Wohnungsvermietung). - (d) Land- und Forstwirtschaft, Bergbau.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b].

49. Berechnungen nach dieser Formel werden üblicherweise nicht in jeweiligen, sondern in konstanten Preisen durchgeführt. Dafür spricht, daß auch der gesamtwirtschaftliche Produktivitätsanstieg, um dessen Beeinflussung durch Strukturverschiebungen es hier geht, nur als preisbereinigte Größe aussagefähig ist. Ignoriert werden dabei allerdings die oben diskutierten konzeptionellen Probleme, die mit einem sektoralen Vergleich realer Produktivitätsniveaus untrennbar verbunden sind. Die Unterschiede in diesen sektoralen Produktivitätsniveaus werden beispielsweise in der Regel um so größer ausfallen, je weiter das Basisjahr der Deflationierung in der Vergangenheit liegt. Es kann daher im konkreten Einzelfall kaum beurteilt werden, ob die mit preisbereinigten Daten berechneten Größenordnungen von Struktureffekten auch nach eventuellen Revisionen der Preisbasis noch Bestand haben werden. Aus diesem Grund wäre zu erwägen, ob die Ermittlung von Struktur Faktoren nicht ausschließlich in laufenden Preisen erfolgen sollte, damit solche willkürlichen Verzerrungen der Ergebnisse vermieden werden. Um die Vergleichbarkeit mit anderen Arbeiten zu ermöglichen, sollen im folgenden jedoch die Produktivitätseffekte des Strukturwandels sowohl in jeweiligen als auch in konstanten Preisen berechnet werden.

wirtschaftlichen Produktivitätsniveaus am Beginn und am Ende der jeweiligen Periode. Auf einen gesonderten Ausweis wurde verzichtet, da der quantitative Beitrag des Joint-Effekts in den hier durchgeführten Berechnungen gering ist.

50. Derartige Strukturfaktoren sagen selbstverständlich nichts darüber aus, wie sich die Arbeitsproduktivität ohne Strukturwandel entwickelt hätte. Eine Volkswirtschaft mit der Mengenstruktur von 1960 und den relativen Preisen von 1980 ist ein rein theoretisches Konstrukt. Strukturfaktoren sind auch keine Meßziffer für Effizienzsteigerungen durch Reallokation der Ressourcen, wie es beispielsweise Denison [1980b] unterstellt. Im Gleichgewicht sollte die Grenzproduktivität der Arbeit in allen Sektoren gleich sein, und Unterschiede in der Durchschnittsproduktivität (nur die sind direkt meßbar) wären allein auf eine unterschiedliche Kapitalausstattung oder eine unterschiedliche Nutzung natürlicher Ressourcen zurückzuführen. Wenn der Strukturwandel lediglich den Übergang von einer ehemals optimalen zu einer heute optimalen Anordnung der Produktionsfaktoren bewirkt, sagen Strukturfaktoren nichts über eine veränderte Allokationseffizienz aus. Erst wenn Faktorwanderungen dem Ausgleich nachhaltig unterschiedlicher Grenzproduktivitäten dienen, kann von einer verbesserten Allokationseffizienz gesprochen werden [Baily, 1981b]. Strukturfaktoren können somit in erster Linie als Instrument zur Formulierung von Hypothesen aufgefaßt werden. Erst wenn die Veränderung der Produktivitätseffekte des Strukturwandels einen nennenswerten Teil der insgesamt zu verzeichnenden Produktivitätsschwäche ausmacht, dürfte es lohnend sein, die Reifethese im Rahmen einer allgemeinen Produktivitätsanalyse detaillierter zu verfolgen.

51. Die Berechnungsergebnisse zeigen, daß der Produktivitätseffekt des Strukturwandels (Struktureffekt) auch in den siebziger Jahren noch positiv war, wenn auch auf niedrigerem Niveau als im Jahrzehnt zuvor (Tabelle 5). Offenbar war in beiden Jahrzehnten die Abwanderung aus dem Primären Sektor für die Strukturfaktoren von größerer Bedeutung als der Wechsel von der Industrie zu den Dienstleistungen. Die Unterschiede zwischen nominaler und realer Betrachtung erweisen sich als gering. Nach beiden Konzepten bleibt der Beitrag des Strukturwandels zum Trendbruch im Anstieg der Arbeitsproduktivität gering: Die aus Tabelle 5 zu entnehmende Differenz von 0,2 bis 0,3 Prozentpunkten zwischen den Struktureffekten in den sechziger und siebziger Jahren stellt weniger als ein Fünftel (1) der gesamten Verlangsamung des Produktivitätsfortschritts im Unternehmenssektor dar (2).

52. Es wäre allerdings denkbar, daß die Zusammenfassung sehr unterschiedlicher Branchen zu drei großen Sektoren das wahre Ausmaß der Struktureffekte verdeckt, denn in jedem von ihnen sind wachsende und schrumpfende, produktivitätsstarke und produktivitätsschwache Branchen nebeneinander vertreten. Daher wird zu Kontrollzwecken die gleiche Berechnung auf möglichst tiefer Untergliederung für 49 Wirtschaftsbereiche durchgeführt. Auch hier weicht das Resultat kaum von den auf hohem Aggregationsniveau gewonnenen Ergebnissen ab. Es kann also festgestellt werden, daß das Hineinwachsen in die Dienstleistungsgesellschaft bislang nicht die vielfach befürchteten negativen Auswirkungen für den Produktivitätsfortschritt nach sich gezogen hat.

-
- (1) Die Arbeitsproduktivität stieg im Unternehmenssektor (ohne Wohnungsvermietung) von 1960 bis 1970 um jahresdurchschnittlich 6,1 vH, von 1970 bis 1980 um 4,5 vH [vgl. Statistisches Bundesamt, b].
- (2) Nach Schatz [1974, S. 161 ff.] hat der Struktureffekt allerdings in den fünfziger Jahren ein merklich stärkeres Gewicht besessen.

Tabelle 5 - Produktivitätseffekt des Strukturwandels beim Arbeitseinsatz
1960-1980 (vH) (a)

Aggregationsniveau (b)	Produktivitätseffekt des Strukturwandels	
	1960-1970	1970-1980
	Drei Sektoren (c)	
In jeweiligen Preisen	0,4	0,2
In Preisen von 1976	0,5	0,2
	49 Wirtschaftsbereiche	
In jeweiligen Preisen	0,4	0,4
In Preisen von 1976	0,6	0,4

(a) Anstieg der Arbeitsproduktivität (jahresdurchschnittliche Änderungsraten in Preisen von 1976), der dem Strukturwandel zugerechnet wird. - (b) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung. - (c) Zur Abgrenzung der Sektoren vgl. Schaubild 4.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b]. - Eigene Berechnungen.

53. Von größerer Bedeutung ist hingegen der Einfluß des Strukturwandels beim Kapitaleinsatz auf die Kapitalproduktivität, denn die Kapitalproduktivität im Tertiären Sektor liegt deutlich unter der im Sekundären Sektor. Daher ist von einem Strukturwandel zugunsten der Dienstleistungen ein Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Kapitalproduktivität zu erwarten. Tabelle 6 zeigt, daß die Kapitalproduktivität in allen drei Sektoren sowohl in den sechziger als auch in den siebziger Jahren gesunken ist. In den sechziger Jahren wurde diese Tendenz für die Unternehmen insgesamt jedoch dadurch gemindert, daß der vergleichsweise produktivitätsstarke Sekundäre Sektor seinen Anteil ausbauen konnte. In den siebziger Jahren dagegen wechselte das Vorzeichen des Struktureffekts; das relative Wachstum des Tertiären Sektors ließ den Beitrag des Strukturwandels zur Kapitalproduktivität negativ werden (1).

54. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist wiederum zu beachten, daß der Strukturfaktor nichts darüber aussagt, wie sich die Kapitalproduktivität in einer Welt ohne Strukturwandel entwickelt hätte. Er gibt jedoch einen Hinweis darauf, daß ein Strukturwandel zugunsten des Tertiären Sektors den Investitionsbedarf in der Gesamtwirtschaft erhöht, wenn unveränderte Zuwachsraten bei der Produktion erzielt werden sollen. Da sowohl im Dienstleistungssektor insgesamt als auch in den Wachs-

(1) Rein rechnerisch hätten die Vorzeichen in der letzten Zeile von Tabelle 6 genau umgekehrt ausgewiesen werden müssen, da ein positiver Struktureffekt in Relation zu einer negativen Differenz der tatsächlichen Kapitalproduktivitäten einen negativen Anteil ergibt. Da es jedoch um den Beitrag des Strukturwandels als Stütze der Kapitalproduktivität geht, wurde im Interesse einer klaren Darstellung der Anteil des Struktureffekts dort positiv ausgewiesen, wo er einem noch stärkeren Sinken der Kapitalproduktivität entgegengewirkt hat.

Tabelle 6 - Produktivitätseffekt des Strukturwandels beim Kapitaleinsatz 1960-1980 (vH) (a)

Wirtschaftsbereich (b)	Kapitalproduktivität (c)		
	1960	1970	1980
Unternehmen insgesamt (d)			
tatsächliche Kapitalproduktivität	92,7	74,0	66,7
Kapitalproduktivität bei konstanter Struktur des Kapitaleinsatzes	.	72,2	67,3
Primärer Sektor	55,4	35,5	28,0
Sekundärer Sektor	113,9	91,8	84,3
Tertiärer Sektor	82,3	63,7	58,1
	1960-1970		1970-1980
Struktureffekt	1,8		-0,6
(a) Veränderung der Kapitalproduktivität (jahresdurchschnittliche Änderungsraten in Preisen von 1976), die dem Strukturwandel zugerechnet wird. - (b) Zur Abgrenzung der Sektoren vgl. Schaubild 4. - (c) Bruttowertschöpfung in vH des Nettoanlagevermögens in jeweiligen Preisen. - (d) Ohne Wohnungsvermietung.			

Quelle: Statistisches Bundesamt [b]. - Eigene Berechnungen.

tumsbranchen dieses Sektors die Kapitalintensität höher ist als im Primären und Sekundären Sektor, erfordert die Schaffung von Arbeitsplätzen hier einen höheren Kapitaleinsatz als in den relativ schrumpfenden Sektoren der deutschen Wirtschaft (1).

55. In Analogie zu den Produktivitätseffekten ließe sich ein Kapitalintensitätseffekt des Strukturwandels beim Arbeitseinsatz berechnen. Hier mag es jedoch genügen, das dafür erforderliche Zahlenmaterial vorzustellen (Tabelle 7). Es zeigt, daß in den siebziger Jahren gerade die Bereiche des Tertiären Sektors die höchsten Anteilsgewinne im Strukturwandel erzielten, die eine deutlich über dem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt liegende Kapitalintensität aufweisen. Da der Kapitalstock hier nach dem Eigentümer- und nicht nach dem Benutzerkonzept erfaßt ist, muß zur Erklärung des sprunghaften Anstiegs der Kapitalintensität bei den Son-

(1) Werden die Unternehmen nicht nur nach drei, sondern nach neun Sektoren untergliedert (entsprechend der tiefsten Disaggregation der Kapitalstockdaten des Statistischen Bundesamts), so ergibt sich in den sechziger Jahren ein Struktureffekt von 4,1 vH und in den siebziger Jahren von -3,0 vH. Die so ermittelten Effekte erreichen einen Anteil an der Veränderung der Kapitalproduktivität von 21,9 vH und -41,1 vH. Im Gegensatz zu den Produktivitätseffekten des Strukturwandels beim Arbeitseinsatz steigt hier also das quantitative Gewicht der Struktureffekte merklich mit zunehmender Disaggregationstiefe.

stigen Dienstleistungen allerdings auch auf das wachsende Gewicht des Leasing verwiesen werden. Es ist davon auszugehen, daß ein Teil dieses Kapitals auch im Sekundären Sektor sowie im Handel genutzt wird (1). Insofern mag der zusätzliche Kapitalbedarf eines Strukturwandels zugunsten des Tertiären Sektors mit den hier angegebenen Daten überzeichnet sein. Doch auch in den anderen Wachstumsbereichen des Tertiären Sektors, den Bereichen Verkehr und Nachrichtenübermittlung sowie Kreditinstitute und Versicherungen, ist die durchschnittliche Kapitalausstattung der Arbeitsplätze wesentlich höher als im Primären und Sekundären Sektor. Vor diesem Hintergrund muß die Investitionsschwäche als besonders gravierend in ihren Folgen für den Arbeitsmarkt eingestuft werden, denn der Strukturwandel zugunsten des Tertiären Sektors hat den Kapitalbedarf zur Schaffung neuer Arbeitsplätze erhöht.

Tabelle 7 - Arbeitseinsatz und Kapitalintensität nach Sektoren 1970-1980

Wirtschaftsbereich(a)	Änderung des Arbeitseinsatzes (vH)	Kapitalintensität (b) (DM/Std.)	
		1970	1980
Unternehmen insgesamt(c)	-15,4	16,3	45,4
Primärer und Sekundärer Sektor	-22,5	14,7	39,0
Tertiärer Sektor	0,6	19,4	54,4
Handel	-7,5	10,6	27,7
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	2,8	38,4	97,0
Kreditinstitute, Versicherungen	12,6	24,1	62,6
Sonstige Dienstleistungen	6,4	18,7	65,2

(a) Zur Abgrenzung der Sektoren vgl. Schaubild 4. - (b) Nettoanlagevermögen (Jahresdurchschnittswerte) zu Wiederbeschaffungspreisen je Erwerbstätigenstunde. -
(c) Ohne Wohnungsvermietung.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b].

II. Produktivitätseffekte eines veränderten Beschäftigungsniveaus

56. Die unterschiedlichen Arbeitsproduktivitätsniveaus von Unternehmen werden in einem intersektoralen Vergleich nur unvollkommen abgebildet. Auch innerhalb einzelner Branchen existieren in der Regel hochproduktive und weniger produktive Unternehmen nebeneinander. Der Wettbewerb führt dazu, daß ineffiziente Grenzbetriebe aus dem Markt gedrängt

(1) Für das Anlagevermögen liegen bislang keine Daten nach dem Benutzerkonzept vor. Für die Anlageinvestitionen dagegen hat das Ifo-Institut eine Schätzung vorgelegt, aus der hervorgeht, daß nur 64 vH der von den Unternehmen im Bereich Sonstige Dienstleistungen im Jahre 1979 gekauften Investitionsgüter in dieser Branche selbst genutzt werden. 1970 betrug dieser Anteil noch 72 vH und 1960: 79 vH [Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, 1981, S. 82].

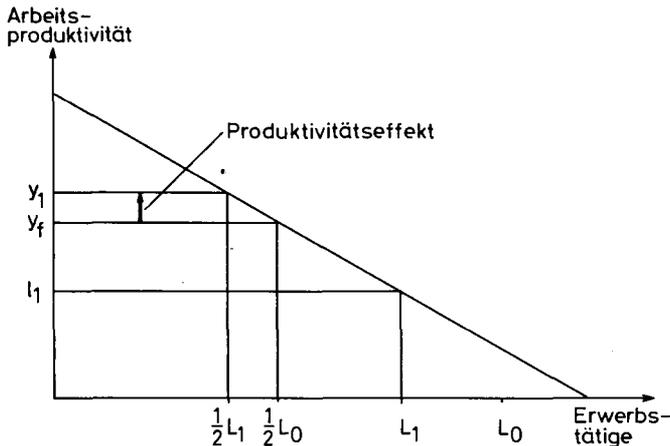
werden. So entsteht Raum für produktivere Tätigkeiten. In schrumpfenden Branchen wird die Entwicklung der Arbeitsproduktivität schon dadurch gestützt, daß bei einem allgemeinen Anstieg der Reallöhne zuerst die produktivitätsschwachen Produktionen aufgegeben werden müssen. Auf der anderen Seite wird der technisch mögliche Produktivitätsfortschritt in expandierenden Branchen durch den Zustrom von Arbeitskräften gedämpft. Diese Angleichung der sektoralen Produktivitätsdifferenzen durch Faktorwanderungen wird durch den intersektoralen Lohnverbund erzwungen und gehört zum normalen Erscheinungsbild des Strukturwandels. Wenn jedoch - wie in den letzten Jahren - der Abwanderung von Arbeitskräften aus den schrumpfenden Bereichen nur eine ungleich kleinere Zuwanderung in den Wachstumsbranchen gegenübersteht, dürfte der Saldo dieser beschäftigungsinduzierten Produktivitätseffekte merklich zum gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt beitragen.

57. Im vorangegangenen Kapitel war bereits darauf hingewiesen worden, daß internationale Unterschiede im Produktivitätsfortschritt eng mit der Beschäftigtenentwicklung verknüpft sind. Daraus wurde der Schluß gezogen, das Ausmaß der Produktivitätsschwäche in der Bundesrepublik Deutschland sei infolge der Kontraktion am Arbeitsmarkt unterzeichnet. Das quantitative Gewicht dieses Arguments soll mit Hilfe einiger vereinfachter Annahmen für den Unternehmensbereich grob abgeschätzt werden. Dafür wird eine fiktive Arbeitsproduktivität ermittelt, die sich ergeben hätte, wenn die Zahl der Erwerbstätigen zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_1 konstant geblieben wäre. Die Differenz zur tatsächlich realisierten Arbeitsproduktivität in t_1 kann als der Teil des Produktivitätsfortschritts interpretiert werden, der sich allein aufgrund von Bewegungen auf der zum Zeitpunkt t_1 gültigen Produktionsfunktion ergeben hat.

58. Für diese Rechnung (1) müssen bestimmte Annahmen über die Grenzproduktivität des Faktors Arbeit getroffen werden. Hier soll für den Zeitpunkt t_1 eine mit zunehmendem Arbeitseinsatz linear fallende Grenz-

(1) Die Beschäftigungsniveaus L_0 und L_1 wurden an den Erwerbstätigenzahlen gemessen. Die Arbeitsproduktivitäten wurden dagegen auf Stundenbasis berechnet, um eine Vermischung der Effekte von Beschäftigtenfreisetzungen und Arbeitszeitverkürzungen zu vermeiden. Veränderungen der Arbeitszeit pro Kopf wirken sich damit nicht auf den gemessenen Produktivitätseffekt aus. Die Grenzproduktivität wurde der Faktorentlohnung gleichgesetzt. Sie wurde berechnet als Quotient aus dem um einen kalkulatorischen Unternehmerlohn erweiterten Bruttoeinkommen aus unselbständiger Arbeit und den Arbeitsstunden der Erwerbstätigen. Dieser Quotient wurde deflationiert mit dem Deflator der Bruttowertschöpfung des jeweiligen Wirtschaftsbezirks, um einen Vergleich mit der entsprechenden Durchschnittsproduktivität in konstanten Preisen zu ermöglichen. Angemessen wäre im Grunde eine nominale Betrachtungsweise, denn die Unternehmen kalkulieren nicht mit der konstanten Preisstruktur eines statistischen Basisjahres, sondern mit den tatsächlichen Preisrelationen. Doch da sämtliche Wertgrößen durch den gleichen Deflator dividiert werden, ist der Anteil des freisetzungsbedingten Produktivitätseffekts am gesamten Produktivitätsfortschritt bei nominaler und realer Betrachtungsweise identisch.

Schaubild 5 - Freisetzungsbeförderter Produktivitätseffekt



- L_0 - Erwerbstätige zum Zeitpunkt t_0
- L_1 - Erwerbstätige zum Zeitpunkt t_1
- l_1 - Grenzproduktivität zum Zeitpunkt t_1
- y_1 - Durchschnittsproduktivität zum Zeitpunkt t_1
- y_f - fiktive Durchschnittsproduktivität zum Zeitpunkt t_1 bei einem Beschäftigungsniveau von L_0 .

produktivität unterstellt werden (Schaubild 5). Von dieser Grenzproduktivitätsfunktion sind zwei Punkte bekannt: Bei Grenzproduktivitätsentlohnung wird von der letzten eingesetzten Arbeitseinheit (L_1) ein Grenzprodukt in Höhe des Lohnsatzes (l_1) erwirtschaftet. Der zweite Punkt ergibt sich aus der Durchschnittsproduktivität, die bei linearem Kurvenverlauf genau der Grenzproduktivität von $\frac{1}{2} L_1$ entspricht. Die fiktive Durchschnittsproduktivität (y_f), die sich bei der gegebenen Produktivitätsfunktion zum Zeitpunkt t_1 , aber einem Arbeitseinsatz von L_0 ergeben hätte, läßt sich nun wie folgt ermitteln:

$$(y_f - l_1) / (y_1 - l_1) = (L_1 - \frac{1}{2} L_0) / \frac{1}{2} L_1 \quad (\text{Strahlensatz})$$

$$\Rightarrow y_f = (y_1 - l_1) \left(2 - \frac{L_0}{L_1} \right) + l_1$$

Aus dieser Formel läßt sich unmittelbar ersehen, daß

$$\text{für } L_0 = L_1 \quad \rightarrow \quad y_f = y_1$$

$$\text{für } L_0 > L_1 \quad \rightarrow \quad y_f < y_1$$

$$\text{für } L_0 < L_1 \quad \rightarrow \quad y_f > y_1$$

Der Betrag, um den y_1 über y_f hinausgeht, stellt den freisetzungsbeförderter Produktivitätsanstieg dar.

59. Die Annahmen, die diesem Ansatz zugrunde liegen, sind natürlich sehr restriktiv und erlauben nur eine behutsame Interpretation der Rechenergebnisse. Die Problematik der impliziten Voraussetzungen läßt sich im wesentlichen in einer Kritik der hier gewählten linearen Form der Grenzproduktivitätsfunktion zusammenfassen: Sie unterstellt, daß die Grenzproduktivität der ausgeschiedenen Erwerbspersonen unter der des letzten Beschäftigten liegt.

60. Gegen einen derartigen Ansatz könnte die Erfahrung sprechen, daß normalerweise im Konjunkturaufschwung das Sozialprodukt überproportional zur Verringerung der Zahl der Arbeitslosen steigt. Dieser als Okun's Law bekannte Zusammenhang ist jedoch nicht so zu interpretieren, daß die Grenzproduktivität der Erwerbslosen über der Durchschnittsproduktivität der Beschäftigten läge. Der Wirkungsmechanismus beruht vielmehr (soweit er nicht auf eine Erhöhung des Erwerbspersonenpotentials aus der stillen Reserve zurückzuführen ist) darauf, daß im Konjunkturaufschwung der Faktor Arbeit besser ausgelastet wird und demzufolge eine höhere Produktivität erzielt wird als in rezessiven Phasen [Giersch, 1977].

61. Ein derartiger Effekt kommt hier jedoch nicht in Betracht, da bei der Berechnung des freisetzungsbefindenden Produktivitätseffekts zwei alternative Beschäftigungsniveaus zu einem Zeitpunkt, also bei ein und derselben Grenzproduktivitätsfunktion, betrachtet werden (1). Selbst die Annahme, daß die Qualifikation der beschäftigten und der ausgeschiedenen Arbeitskräfte gleichwertig sind und daß ausreichend unterausgelastete Sachkapazitäten zur Verfügung stehen, würde allenfalls rechtfertigen, eine Durchschnittsproduktivität der ausgeschiedenen Arbeitskräfte in Höhe der Grenzproduktivität des letzten Beschäftigten zu unterstellen. Doch bereits bei dieser optimistischen Variante ergäbe sich mit abnehmender Beschäftigung ein positiver Produktivitätseffekt, wenn auch nicht in der hier berechneten Höhe. In der gegenwärtigen Situation, die eher durch strukturelle als durch konjunkturelle Arbeitslosigkeit gekennzeichnet ist, erscheint es jedoch zweifelhaft, daß genügend rentables Sachkapital brachliegt, um allen freigesetzten Arbeitskräften einen wettbewerbsfähigen Arbeitsplatz bieten zu können. Auch in der individuellen Leistungsfähigkeit dürften deutliche Unterschiede zwischen beschäftigten und freigesetzten Arbeitskräften bestehen. Entsprechende Untersuchungen weisen darauf hin, daß die Qualifikation der Arbeitslosen in der Bundesrepublik Deutschland im Durchschnitt deutlich unter der Qualifikation der Erwerbstätigen liegt (2).

62. Die Annahme eines fallenden Grenzproduktivitätsverlaufs zu einem Zeitpunkt ist also erstens mit dem Engpaß bei rentablen Sachkapazitäten

(1) Fraglich ist allerdings, ob der Verlauf der Grenzproduktivitätsfunktion nur vom Zeitpunkt abhängt. Würde bei einer Einbeziehung sämtlicher Erwerbspersonen in den Produktionsprozeß eine andere Funktion gelten als beim tatsächlichen Beschäftigungsstand, so könnten keine eindeutigen Aussagen mehr getroffen werden.

(2) Fast drei Fünftel der Arbeitslosen haben keine abgeschlossene Berufsausbildung; unter den Erwerbstätigen macht dieser Anteil nur etwa zwei Fünftel aus [Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 1980, Ziff. 111].

zu rechtfertigen, der auch bei ausreichender Qualifikation der Arbeitssuchenden nur einen unterproportionalen Anstieg der Produktion im Verhältnis zum Beschäftigungszuwachs erlaubt. Zweitens spricht die vermutlich unterdurchschnittliche Qualifikation der freigesetzten Arbeitskräfte für eine negative Beziehung zwischen Produktivität und Beschäftigung. Mangels weiterer Informationen wird für die Abbildung dieses Zusammenhangs eine lineare Funktion herangezogen.

63. Als Basisjahr (t_0) der Berechnungen wird 1973 gewählt - das Jahr mit der höchsten Erwerbstätigenzahl seit 1966 und das bislang letzte Jahr mit einer vergleichsweise niedrigen Arbeitslosenquote (1,2 vH). Als Endjahr (t_1) soll einmal 1979 (ebenso wie 1973 ein Hochkonjunkturjahr) herangezogen werden, zum anderen 1982 (um auch die Beschäftigtenfreisetzungen der letzten Jahre zu erfassen). Eine Verminderung des Arbeitseinsatzes hat es aber nicht nur nach 1973, sondern bereits in den sechziger Jahren gegeben. Insofern enthielt auch der Produktivitätsanstieg früherer Jahre bereits eine freisetzungsbedingte Komponente. Um die "beschäftigungsneutrale" Abschwächung des Produktivitätsfortschritts nach 1973 beurteilen zu können, soll daher als Referenzmaßstab die Periode von 1960 bis 1973 benutzt werden.

64. Die Ergebnisse dieses Ansatzes, der als Konzept A bezeichnet werden soll, werden bestimmt von der linearen Grenzproduktivitätsfunktion. Um die Sensibilität der Rechnungen in Bezug auf diese Annahme zu prüfen, soll die Bandbreite der möglichen freisetzungsbedingten Produktivitätseffekte durch zwei extreme Alternativrechnungen (Konzepte B und C) eingegrenzt werden: Sein größtmögliches Ausmaß würde der Produktivitätseffekt erreichen, wenn die Grenzproduktivität der freigesetzten Arbeitskräfte gleich Null wäre. Bei einer Einbeziehung aller freigesetzten Arbeitskräfte in die Produktion würde dann lediglich der Nenner der fiktiven Arbeitsproduktivität steigen, das im Zähler stehend Sozialprodukt dagegen nicht. Der Abstand zwischen y_1 und y_f wäre somit maximal (Konzept B) (1). Als Untergrenze für den Produktivitätseffekt wird eine Grenzproduktivität der freigesetzten Arbeitskräfte von l_1 unterstellt, d.h. die Grenzproduktivitätsfunktion verlief rechts von L_1 parallel zur Abszisse im Abstand l_1 (Konzept C) (2).

65. Die Berechnungsergebnisse zeigen, daß der Anteil des Produktivitätsanstiegs, der auf einen verminderten Arbeitseinsatz zurückgeführt werden kann, seit 1973 nach allen drei Konzepten etwa das Zehnfache des entsprechenden Anteils in den sechziger und frühen siebziger Jahren ausgemacht hat (Tabelle 8). Die Unterschiede zwischen den Perioden von 1973 bis 1979 und von 1973 bis 1982 sind dagegen gering. Auch die Differenzen zwischen den Ergebnissen bei linearem Grenzproduktivitätsverlauf (Konzept A) und einer unterstellten Grenzproduktivität der freigesetzten Arbeitskräfte in Höhe des Lohnsatzes (Konzept C) halten sich in engen Grenzen. Die bei A unterstellte Grenzproduktivitätsfunktion hat offenbar bereits einen derart flachen Verlauf, daß der bei C unterstellte Knick im Punkt L_1 kaum noch ins Gewicht fällt. Die Obergrenze des frei-

(1) Unter dieser Annahme gilt: $y_f = y_1 \cdot L_1 / L_0$

(2) Hier gilt: $y_f = (y_1 \cdot L_1 + (L_0 - L_1) \cdot l_1) / L_0$

setzungsbedingten Produktivitätseffekts nach Konzept B weicht jedoch von den übrigen Ergebnissen stark ab. Das Konzept A liefert damit vermutlich keine Überschätzung, sondern eher eine Unterschätzung der freisetzungsbefindlichen Komponente des Produktivitätsanstiegs.

Tabelle 8 - Freisetzungsbefindlicher Anstieg der Arbeitsproduktivität im Unternehmenssektor (a) 1960-1982 (vH)

	1960-1973	1973-1979	1973-1982
Veränderung der Erwerbstätigenzahl	-1,94	-6,31	-8,16
Tatsächlicher Produktivitätsfortschritt (jahresdurchschnittlich)	5,87	4,68	3,57
Fiktiver Produktivitätsfortschritt bei einer Grenzproduktivitätsfunktion (b) vom Typ:			
A	5,82	4,34	3,27
B	5,71	3,55	2,59
C	5,83	4,36	3,30
Anteil des freisetzungsbefindlichen am tatsächlichen Produktivitätsfortschritt bei einer Grenzproduktivitätsfunktion (b) vom Typ:			
A	0,85	7,26	8,40
B	2,73	24,15	27,45
C	0,68	6,84	7,56

(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung; in Preisen von 1976. - (b) Unterstellte Grenzproduktivitätsfunktion: A - linear abnehmend mit zunehmender Beschäftigung; B - Grenzproduktivität der freigesetzten Arbeitskräfte von Null; C - Grenzproduktivität der freigesetzten Arbeitskräfte in Höhe des Lohnsatzes.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b]. - Eigene Berechnungen.

66. Diese modelltheoretischen Berechnungen stützen also die These, daß ein merklicher Teil der Produktivitätsschwäche in der deutschen Wirtschaft bislang verdeckt geblieben ist. Ein Reallohndruck, der über den verteilbaren Produktivitätsfortschritt hinausging, hat vermutlich dazu geführt, daß weniger produktive Arbeitsplätze wettbewerbsunfähig geworden sind; und er hat außerdem das Investitionsverhalten sowie die Entwicklung neuer Technologien verstärkt auf arbeitssparende Produktionsverfahren gelenkt, so daß der Anstieg der Arbeitsproduktivität mit der Reallohnentwicklung Schritt halten konnte. Im Zuge dieser Anpassung sind jedoch zahlreiche Arbeitsplätze verlorengegangen und nur wenig neue geschaffen worden. Die Reaktion der Faktoreinsatzrelationen auf die veränderten relativen Preise sollen in Abschnitt D, die Auswirkungen neuer Technologien in Abschnitt E dieser Arbeit analysiert werden.

Im Verlauf der achtziger Jahre werden nicht nur die gegenwärtig Arbeitslosen, sondern vermutlich über eine Million junger Arbeitskräfte einen zusätzlichen Arbeitsplatz suchen. Wenn ihre Integration in das Erwerbsleben gelingen soll, wird in Zukunft auch in der Bundesrepublik Deutschland die freisetzungsbedingte Komponente des Anstiegs der Arbeitsproduktivität entfallen müssen. Entweder muß dann der Reallohnanstieg noch niedriger ausfallen als in den letzten Jahren, oder es müssen Wege gefunden werden, den autonomen Produktivitätsfortschritt, der sich nach 1973 deutlich verlangsamt hat, wieder zu beschleunigen, damit mehr Arbeitsplätze rentabel werden.

D. Faktorsubstitution und Produktivitätsfortschritt

67. Wird ein Produktionsfaktor mit zunehmenden Mengen anderer Faktoren kombiniert, so steigt die Produktivität des substituierten Faktors. Die Kapitalausstattung pro Arbeitsplatz im Unternehmenssektor hat sich in den letzten zwanzig Jahren fast verdreifacht, der Energieeinsatz etwa verdoppelt. Gleichzeitig sind weitere Faktoren verstärkt in Anspruch genommen worden, wie etwa nichtenergetische Rohstoffe oder der "Produktionsfaktor" Umwelt.

68. Im vergangenen Jahrzehnt geriet die Substitution des Faktors Arbeit aber zunehmend ins Stocken. Seit Beginn der siebziger Jahre sind die Zuwachsraten der Investitionen deutlich gesunken. Trotz der oben diskutierten Reduzierung des Arbeitseinsatzes nach 1973 stieg die Kapitalintensität (1) zwischen 1973 und 1979 nur noch um jahresdurchschnittlich 5,1 vH gegenüber 7,4 vH in der Zeit von 1960 bis 1973. Rasch steigende Ölpreise haben bewirkt, daß der Energieeinsatz pro Beschäftigten kaum noch erhöht wurde; seit 1980 ist sogar ein absoluter Rückgang festzustellen. Die früher nahezu kostenlose Nutzung der Umwelt ist durch zahlreiche Vorschriften und Auflagen eingeschränkt worden. Außerdem werden in zunehmendem Maße Produktivkräfte durch verschärfte Arbeitsschutzbestimmungen sowie sonstige staatlich administrierte oder tarifvertraglich vereinbarte Regelungen gebunden.

69. Vor diesem Hintergrund muß es verwundern, daß der Knick im Produktivitätsanstieg nicht noch stärker ausgefallen ist. Offenbar haben kräftige Anpassungsreaktionen stattgefunden, die ein weiteres Absinken des Produktivitätsfortschritts verhindert haben. Neben der Reduzierung der Zahl der Beschäftigten dürften dabei vor allem Wandlungen der innerbetrieblichen Kostenstruktur sowie die Entwicklung neuer Technologien ausschlaggebend gewesen sein. In diesem Kapitel sollen vor allem die Auswirkungen veränderter Faktoreinsatzrelationen analysiert werden.

I. Substitution zwischen Kapital, Arbeit und Energie

70. Die Zusammenhänge zwischen der Faktorsubstitution und dem Anstieg der Arbeitsproduktivität lassen sich mit Hilfe produktionstheoretischer Modelle formal darstellen und gegebenenfalls empirisch schätzen. Die Qualität derartiger Modelle hängt entscheidend davon ab, ob alle relevanten Produktionsfaktoren erfaßt sind und ob trotz der notwendigerweise in die mathematische Formulierung dieser Modelle eingebauten Restriktionen die ökonomische Realität noch zutreffend abgebildet wird.

71. Relevant für die Erklärung der Arbeitsproduktivitätsentwicklung sind die Faktoren, deren Substitutionselastizitäten gegenüber Arbeit und Kapital signifikant von Null abweichen. Einfache produktionstheoretische Modelle berücksichtigen häufig nur diese beiden Faktoren. Die Abstraktion von weiteren Faktoren kann gerechtfertigt sein, wenn alle anderen

(1) Gemessen am Nettoanlagevermögen je Erwerbstätigenstunde in den Unternehmen ohne Wohnungsvermietung.

Inputs in die Kalkulation der Unternehmen nur als durchlaufende Posten eingehen. Ein Beispiel: Werden Preissteigerungen bei Rohstoffen vollständig auf die Preise der Endprodukte überwälzt, ohne daß der Rohstoffeinsatz reduziert wird (Substitutionselastizität von Null), so bleibt die Wertschöpfung und damit auch die Arbeitsproduktivität von Veränderungen der Rohstoffpreise unberührt (1). Reagieren dagegen die Unternehmen auf steigende Rohstoffpreise mit einer Substitution dieser Rohstoffe durch Kapital, so steht das dort gebundene Kapital nicht mehr zur Steigerung der Arbeitsproduktivität zur Verfügung. Statt der Arbeitsproduktivität steigt dann die "Rohstoffproduktivität". Die zentrale Rolle bei der Beurteilung der Produktivitätswirkungen von Faktorpreisänderungen spielt damit die Substitutionselastizität.

72. Im folgenden soll außer Kapital und Arbeit der Faktor Energie in die Analyse einbezogen werden, denn hier gab es in den letzten Jahren die stärksten Substitutionsprozesse (2). Nichtenergetische Rohstoffe erscheinen dagegen weniger wichtig, da sich deren Preise langfristig betrachtet kaum geändert haben. Zwar haben die meisten Rohstoffproduzenten seit 1973 versucht, dem Beispiel der OPEC zu folgen, doch bereits ab Mitte 1975 waren die Rohstoffpreise wieder weitgehend auf ihren ursprünglichen Stand gesunken. Seither haben sich die relativen Preise nichtenergetischer Rohstoffe kaum noch geändert [Hoffmeyer, Schrader, 1983]. Bei unveränderten Preisrelationen ergibt sich aber selbst bei von Null abweichenden Elastizitäten kein Substitutionsbedarf und damit auch kein Einfluß auf den Produktivitätsfortschritt.

73. In sektoral disaggregierten Analysen können zusätzlich zu primären Inputs auch noch Vorleistungen berücksichtigt werden. Doch auch hier waren die globalen Preisänderungen gering im Vergleich zu den Preisverschiebungen bei Kapital, Arbeit und Energie. Die Vorleistungspreise aller Wirtschaftsbereiche blieben von 1960 bis 1978 lediglich um 9,5 vH hinter den Outputpreisen zurück; die reale Vorleistungsquote (Anteil der Vorleistungen am Produktionswert in Preisen von 1970) stieg im gleichen Zeitraum um 6,8 vH, die nominale Vorleistungsquote um 3,4 vH [RWI, 1980, Bd. 3, S. 104]. Auch wenn die Substitution zwischen Vorleistungen und primären Inputs in einigen Branchen durchaus eine Rolle gespielt haben mag, so sollen sie in dieser vorwiegend gesamtwirtschaftlich ausgerichteten Analyse doch unberücksichtigt bleiben.

74. Schließlich werden zwangsläufig diejenigen Faktoren ausgeklammert, über die keine ausreichenden statistischen Informationen vorliegen. Hier sind allenfalls Vermutungen über die Richtung von Anpassungsprozessen möglich. Dies gilt vor allem für einen so wichtigen Bereich wie den Umweltschutz, dessen steigender Investitionsbedarf in den letzten Jahren als Bremse für den Produktivitätsfortschritt des Faktors Arbeit gewirkt haben dürfte.

(1) So argumentiert z.B. Denison [1979] bezüglich der (Nicht-)Berücksichtigung des Energieeinsatzes bei der Produktivitätsanalyse.

(2) Auch die Deutsche Bundesbank [c] bezieht seit kurzem den Faktor Energie in die Produktivitätsanalyse ein.

1. Die Entwicklung von Faktoreinsatz und Faktorpreisen in den Unternehmen

75. Der Arbeitseinsatz in deutschen Unternehmen ist im gesamten Untersuchungszeitraum kontinuierlich gesunken (Tabelle 9). In den sechziger Jahren war dies vor allem auf eine Verringerung der Arbeitsstunden pro Beschäftigten zurückzuführen, in den siebziger Jahren kam eine deutliche Reduzierung der Zahl der Erwerbstätigen hinzu. Der Reallohn (gemessen als deflationierte Bruttolohn- und -gehaltssumme je Arbeitsstunde der abhängig Beschäftigten) ist ebenso kontinuierlich gestiegen; seit 1960 ist etwa eine Verdreifachung festzustellen. Dabei ist auf eine Bruttogröße einschließlich der Lohnnebenkosten abgestellt, denn hier geht es nicht um die Rolle der Löhne als Einkommen der Beschäftigten, sondern als Kostenfaktor für die Unternehmen.

Tabelle 9 - Faktoreinsatz und Faktorpreise im Unternehmenssektor 1960-1980 (a)

Jahr	Arbeitsvolumen	Nettoanlagevermögen	Endenergieeinsatz	Reallohn (b)	Kapitalkosten (b)	Wärmepreis (b)
	Mrd. Std.	Mrd. DM	Mill. t SKE	DM/Std.	vH	DM/t SKE
1960	50,0	531	123	6,01	12,8	223
1961	50,0	579	125	6,48	12,7	222
1962	49,3	628	137	6,95	12,9	217
1963	48,2	674	149	7,33	13,2	208
1964	48,7	720	151	7,69	13,6	211
1965	48,4	768	154	8,23	14,5	215
1966	47,6	814	153	8,62	15,4	215
1967	44,8	853	153	8,97	14,6	223
1968	44,6	885	165	9,56	14,0	223
1969	44,7	927	181	10,32	14,5	205
1970	44,8	979	191	11,18	16,1	201
1971	44,7	1040	188	11,55	15,7	206
1972	43,5	1100	196	12,34	15,4	198
1973	42,8	1154	208	13,29	17,0	217
1974	41,1	1195	200	14,08	18,5	258
1975	39,0	1225	188	14,43	16,4	281
1976	39,3	1254	200	14,94	15,6	290
1977	38,4	1288	198	15,79	14,2	282
1978	38,1	1327	205	16,29	14,0	286
1979	37,8	1374	213	16,99	15,4	341
1980	37,9	1425	200	17,55	17,0	380

(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung; Wertangaben in Preisen von 1976. -

(b) Deflationiert mit der Preisentwicklung der Bruttowertschöpfung.

Quelle: Deutsche Bundesbank [d]. - Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [1981]. - Statistisches Bundesamt [b]. - Eigene Berechnungen.

76. Als Bezugsgröße für den Kapitaleinsatz kann entweder das Brutto- oder das Nettoanlagevermögen herangezogen werden. Für beide Konzepte lassen sich Argumente anführen; entscheidend sind dabei die Annahmen über den zeitlichen Verlauf der Abnutzung von Produktionsanlagen [Feldstein, Summers, 1977; Baily, 1981b]. Wird unterstellt, daß die Anlagen über die gesamte Lebensdauer ihre volle Leistungsfähigkeit erhalten, um schließlich abrupt vollständig stillgelegt zu werden, so ist das Bruttoanlagevermögen das geeignete Meßkonzept, denn hier werden sämtliche Anlagen bis zu ihrer endgültigen Verschrottung mit dem unverminderten Neuwert erfaßt. Geht man indessen von einer mit zunehmendem Alter geringer werdenden Produktionsleistung der Anlagen aus, so ist das Nettoanlagevermögen vorzuziehen, bei dem nur die noch nicht abgeschriebenen Teile des Kapitalstocks berücksichtigt sind. Die letztere Annahme dürfte wohl die realitätsnähere sein. Für die Verwendung von Nettogrößen spricht noch ein weiteres Argument: Sind zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit alter Anlagen Reparaturinvestitionen erforderlich, so werden diese teilweise zum Anlagevermögen hinzugerechnet. Um Doppelzählungen zu vermeiden, müßte eine entsprechende Wertminderung der reparierten Anlage in Rechnung gestellt werden. Beim Bruttoanlagevermögen geschieht das nicht, beim Nettoanlagevermögen erfolgt diese Korrektur zumindest näherungsweise über die Abschreibungen. In dieser Arbeit wird daher der Kapitaleinsatz durchweg am Nettoanlagevermögen gemessen.

77. Problematischer ist die angemessene Erfassung der Kapitalkosten. Werden Produktionsanlagen gemietet, so entspricht der Nutzungspreis genau den Mietausgaben. Wird dagegen mit unternehmenseigenen Anlagen produziert, so können die Kapitalkosten nur als Summe aus den Opportunitätskosten der gebundenen Finanzmittel und dem Kapitalverzehr durch Abnutzung dargestellt werden [Blazejczak, 1981]. Als Alternative zur Verwendung von Kapital in der Produktion kommt der Verkauf des Sachkapitals und die Wiederanlage der freigesetzten Mittel am Kapitalmarkt in Betracht. Sind die Produktionsanlagen fremdfinanziert, so tritt an die Stelle der Zinseinnahmen am Kapitalmarkt die ersparte Zinszahlung an den Kapitalgeber. Die Kapitalkosten (k) (1) bestehen also hauptsächlich aus der Verzinsung (i) des noch nicht abgeschriebenen Teils des Kapitalstocks sowie aus dem Wertverzehr durch Abnutzung (d). Beide Größen sind mit dem relativen Kapitalpreis (q), der Preisentwicklung des Nettoanlagevermögens in Relation zur Preisentwicklung der Bruttowertschöpfung, zu bewerten:

$$k = q (d + i)$$

Dieser Ansatz zur Ermittlung der "user costs" des Kapitals wurde zuerst von Jorgenson [1963] entwickelt (2). In späteren Arbeiten wurde obige Gleichung noch um einen Term erweitert, der die Wertveränderung des Kapitalstocks erfassen soll (3). Dahinter steht die Vorstellung, daß die

-
- (1) k ist eine dimensionslose Größe, die auch - wie in Tabelle 9 - in Prozentsätzen oder in DM je 100 DM eingesetzten Kapitals ausgedrückt werden kann.
 - (2) Eine umfassende Darstellung findet sich bei Assenmacher [1976].
 - (3) Die Gleichung lautet dann [Christensen, Jorgenson, 1969]:

$$k_t = q_{t-1} (d_t + i_t) - (q_t - q_{t-1})$$

Unternehmen bei relativ steigenden Kapitalpreisen einen Vermögenszuwachs bei ihren bestehenden Anlagen erhalten. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß eine Realisierung dieses Wertgewinns nur bei Verzicht auf Neuinvestitionen möglich ist. Sind die Unternehmensziele dagegen auf Substanzerhaltung oder gar Erweiterung der Produktionskapazität ausgerichtet, so stellt dieser Wertzuwachs lediglich einen inflatorischen Scheingewinn dar, der bei der Ersatzbeschaffung für abgeschriebene Anlagen wieder zerrinnt (1). Daher wird hier auf diese Erweiterung verzichtet.

Schließlich ist bei der Ermittlung des Kapitalnutzungspreises aus den Opportunitätskosten die unterschiedliche steuerliche Belastung von Produktions- und Finanzanlagen zu berücksichtigen [Hall, Jorgenson, 1967]. Die Einkommen- oder Körperschaftsteuer kommt dabei nicht in Betracht, denn sie fällt bei jeder Kapitalanlage an. Wird das Kapital jedoch in der Produktion genutzt, so sind zusätzlich Produktionssteuern zu zahlen. Dem stehen in der Regel Zinsgewinne durch ein zeitliches Auseinanderfallen von steuerlicher und betriebswirtschaftlicher Abschreibung gegenüber. Eine präzise Erfassung dieser Komponente der Kapitalkosten stößt auf erhebliche meßtechnische Probleme, so daß hier davon abgesehen werden soll (2).

Die so ermittelten Kapitalkosten sind seit 1960 der Tendenz nach leicht gestiegen. Darin kommen die gegenläufigen Effekte einer relativen Verbilligung neuer Anlagen sowie einer verkürzten Nutzungsdauer und damit erhöhter Abschreibungen (3) zum Ausdruck. Bei den Zinsen wird nicht unterschieden zwischen Selbst- und Fremdfinanzierung. Als repräsentative Größe wird die Umlaufrendite für Industrieobligationen herangezogen (4).

78. Die Ermittlung von Energiemengen und -preisen bringt weniger konzeptionelle als statistische Probleme. Für die einzelnen Bereiche des Bergbaus und des Verarbeitenden Gewerbes lassen sich die verfügbaren Daten für einzelne Energieträger durch Umrechnung auf Wärmeeinheiten vergleichsweise einfach zum gesamten Endenergieeinsatz aggregieren. Für den Unternehmenssektor insgesamt liegen vergleichbare Angaben nicht vor, so daß hier auf den Energieeinsatz aller Wirtschaftsbereiche (vermindert um den Energieeinsatz im Verkehr) zurückgegriffen wird. Zur

-
- (1) "Although individual investors can in principle realize these gains by selling their ownership claims, society as a whole cannot realize such gains" [Feldstein, Summers, 1977, S. 217]. Zur Problematik der inflatorischen Scheingewinne vgl. auch K.D. Schmidt et al. [1984, S. 187 f.].
 - (2) Eine sehr detaillierte Darstellung der relevanten steuerpolitischen Maßnahmen von 1967 bis 1973 gibt König [1976].
 - (3) Die Abschreibungen werden den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen entnommen. Dort sind die Abschreibungssätze auf die Wiederbeschaffungswerte bezogen, mit denen die tatsächlichen Kosten der Kapitalnutzung besser erfaßt werden als in den Steuerbilanzen. Sie sind daher in der Regel höher als die steuerrechtlich zulässigen Abschreibungen, die vom Anschaffungspreis vorgenommen werden müssen.
 - (4) Zur Berechnung von Kapitalkosten siehe auch Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [1980].

Ermittlung der Energiepreise werden gewichtete Durchschnitte aus den spezifischen Wärmepreisen der einzelnen Energieträger berechnet (1).

79. Tabelle 9 zeigt, daß der Faktor Arbeit, der sich am stärksten verteuert hat, auch am stärksten eingespart wurde. Kapital dagegen wurde relativ billiger; entsprechend stieg der Einsatz dieses Faktors. Energie schließlich wurde bis 1972 zu real sinkenden Preisen angeboten, danach trat eine kräftige Verteuerung ein. Infolgedessen stieg der Energieeinsatz bis 1973 und blieb in den folgenden Jahren etwa konstant. Bereits diese grobe Skizze der Entwicklung seit 1960 weist auf deutliche Substitutionsprozesse hin, mit denen die Unternehmen auf relative Preisänderungen reagiert haben.

80. Für jeweils ein Faktorenpaar lassen sich die Entwicklungen von Faktoreinsatzrelationen und relativen Faktorpreisen graphisch darstellen. Schaubild 6 zeigt, daß sich die Substitution von Arbeit durch Kapital über den gesamten Zeitraum relativ kontinuierlich vollzogen hat, auch wenn in den siebziger Jahren die Beziehung zum Faktorpreisverhältnis etwas lockerer geworden ist. Die Relation von Kapital zu Energie dagegen stand bis 1972 nicht in der erwarteten Beziehung zu den Faktorpreisen. Trotz real sinkender Energiepreise ist Kapital nicht durch Energie ersetzt, sondern eher noch verstärkt eingesetzt worden. Eine starke Streuung zeigt dieses Diagramm auch für die Jahre danach, doch gegenüber dem Zeitraum 1960-1972 ist offensichtlich eine deutliche Verhaltensänderung eingetreten: Mit der Umkehrung der relativen Preisentwicklung wurde die Substitution von Energie durch Kapital lohnend, und der relative Energieeinsatz wurde merklich reduziert.

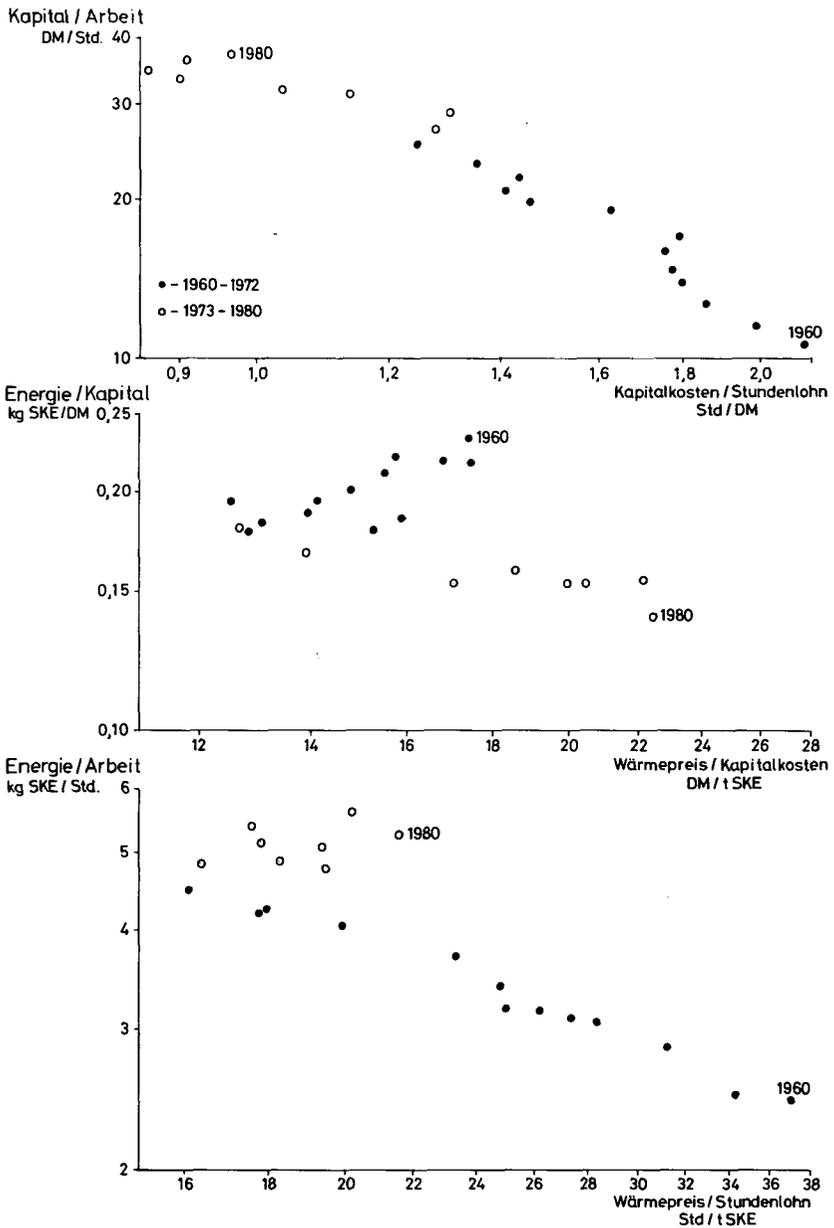
Bis 1973 wurde Arbeit nicht nur durch Kapital ersetzt, sondern in starkem Maße auch durch Energie. Dies kann zugleich als Erklärung dafür angesehen werden, daß in jenen Jahren keine Substitution von Kapital durch Energie eingetreten ist. Die Einsparung von Arbeit hat die Substitutionsprozesse dominiert. Nach 1973 wurde bei veränderten Faktorpreisrelationen der Ersatz von Arbeit durch Energie zwar nicht rückgängig gemacht, doch immerhin kam die Substitution zum Stillstand. Das läßt darauf schließen, daß technologische Entwicklungslinien nicht innerhalb weniger Jahre vollständig reversibel sind. Statt dessen kommt es bei Trendumkehrungen bei den Preisen wohl eher zu einer Verlagerung der Substitutionsschwerpunkte (2).

81. Als weiteres Ergebnis bleibt festzuhalten, daß bei der Analyse von ölpreisbedingten Produktivitätseinbußen eine Trennung der Zeiträume vor und nach 1973 vorzunehmen ist. Wird das nicht berücksichtigt und statt dessen eine Trendschätzung der Substitutionselastizität zwischen Kapital und Energie über einen längeren Zeitraum durchgeführt, so kann es zu verzerrten Ergebnissen kommen, da sich die Substitutionselastizität nach 1973 möglicherweise geändert hat. Jorgenson beispielsweise, der Berechnungen für den Zeitraum von 1948 bis 1976 vorlegt, kommt unter der

(1) Die Preisangaben stützen sich auf BMWi [1981].

(2) Ähnliche Ergebnisse finden sich bei Fels, Schmidt [1981, S. 129 ff]. Sie stehen auch im Einklang mit der Feststellung des Ifo-Instituts, wonach sich die Unternehmen bei ihren Rationalisierungsbemühungen jeweils auf die Kostenschwerpunkte konzentrieren [vgl. Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, 1981, S. 153 ff.].

Schaubild 6 - Faktorpreis- und Faktoreinsatzrelationen im Unternehmenssektor 1960-1980 (a)



(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung; in Preisen von 1976.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Annahme einer für diesen gesamten Zeitraum unveränderten Substitutionselastizität zu dem Fehlschluß, daß Arbeit und Energie Substitute, Kapital und Energie dagegen komplementäre Faktoren seien. Die Verteuerung von Energie hätte damit auch den Einsatz des komplementären Faktors Kapital weniger lohnend gemacht und so die allgemeine Investitionsschwäche der siebziger Jahre verursacht [Jorgenson, 1978; 1980; 1981].

82. Die hier dargestellten Ergebnisse lassen dagegen vermuten, daß der weitere Anstieg der Arbeitsproduktivität nicht nur durch die Investitionsschwäche, sondern zusätzlich durch die Substitution von Energie durch Kapital gebremst worden ist. Da die Investitionsschwäche im übrigen schon vor Beginn der Ölkrise sichtbar wurde, dürfte sie andere Ursachen haben als die Energieverteuerung.

2. Zur Messung von Substitutionselastizitäten

83. Von zentraler Bedeutung für die Auswirkungen von Faktorpreisänderungen auf den Produktivitätsfortschritt ist die Substitutionselastizität. Sie gibt an, wie stark das Faktoreinsatzverhältnis geändert wird, wenn sich die Faktorpreisrelation ändert. Je stärker die Unternehmen auf Änderungen der relativen Preise mit einer Umstellung der Produktionstechnik reagieren, desto stärker steigt die Durchschnittsproduktivität des verteuerten Faktors. Erkauft wird dieser Produktivitätsfortschritt des substituierten Faktors mit einem verlangsamten Produktivitätsfortschritt bei den übrigen Faktoren. Soll nicht nur die allgemeine Richtung der Anpassungsprozesse dargestellt, sondern auch die ungefähre Größenordnung der Produktivitätseffekte von Faktorsubstitutionen abgeschätzt werden, so ist eine Quantifizierung der Elastizitätskoeffizienten unerlässlich.

a. Aus Produktionsfunktionen abgeleitete Ansätze

84. Bestimmungsgleichungen für die Substitutionselastizität werden üblicherweise aus Produktionsfunktionen abgeleitet. Der beliebte Rückgriff auf die Cobb-Douglas-Funktion scheidet hier aus, da es gerade um die Messung der Substitutionselastizität geht, die in dieser Produktionsfunktion mit Eins definiert ist. Als Alternative käme eine CES-Funktion in Frage, die für drei Faktoren in ihrer allgemeinsten Form wie folgt dargestellt werden kann:

$$Y + r E = A (a K^{-\delta} + b L^{-\delta} + c E^{-\delta})^{-1/\delta}$$

Dabei stehen $(Y + r E)$ für die Summe aus Bruttowertschöpfung und Energieausgaben sowie K , L und E für Kapital, Arbeit und Energie; a , b und c sind Verteilungsparameter, δ ist ein Substitutions- und A ein Effizienzparameter. Es läßt sich zeigen [Henderson, Quandt, 1973], daß die Substitutionselastizität (ϵ) zwischen jeweils zwei Faktoren gegeben ist durch $\epsilon = 1/(1 + \delta)$.

Ein Grund für die häufige Verwendung dieser von Arrow et al. [1961] eingeführten Funktion ist die mathematisch einfache empirische Schätzung

der Substitutionselastizitäten (1). Sollen mehr als zwei Produktionsfaktoren berücksichtigt werden, so weist dieser Ansatz jedoch einen gravierenden Nachteil auf: Aus obiger Gleichung ist zu ersehen, daß die Substitutionselastizitäten zwischen allen Faktoren gleich groß sein müssen. Empirisch ist aber jeweils nur eine paarweise Schätzung möglich. Ergeben sich nun aus den Schätzungen der einzelnen Substitutionselastizitäten unterschiedliche Werte für die verschiedenen Faktorpaare, so ist damit indirekt der Beweis erbracht, daß ein CES-Ansatz nicht zulässig ist [Schneider, 1982]. Würden in Schaubild 6 Regressionsgeraden eingetragen, so entsprächen die Steigungsparameter dieser Geraden den Substitutionselastizitäten der jeweiligen Faktorpaare in einem CES-Modell. Das Schaubild zeigt, daß von identischen Substitutionselastizitäten zwischen den drei dargestellten Faktoren keine Rede sein kann.

85. Ein erster Schritt, unterschiedliche Substitutionselastizitäten zuzulassen, ist die Kombination von zwei Funktionstypen in einer "CES-CD-Funktion" [OECD, c]. Sie besteht aus einer inneren Cobb-Douglas-Funktion für zwei Faktoren, die in eine CES-Funktion eingesetzt wird:

$$Y + r E = A (a(K^\alpha L^{1-\alpha})^{-\delta} + (1-a) E^{-\delta})^{-1/\delta}$$

Die Substitutionselastizität zwischen Arbeit und Kapital ist in dieser Funktion gleich Eins und nicht identisch mit der zwischen dem Arbeit-Kapital-Bündel und Energie. Als Nachteil bleibt die Vernachlässigung unterschiedlicher Beziehungen zwischen Arbeit und Energie sowie Kapital und Energie bestehen.

86. Einen formal eleganten Ausweg aus diesem Dilemma bietet die Verwendung von "Translog-Funktionen" (2). Sie wurden Anfang der siebziger Jahre von verschiedenen Autoren unabhängig voneinander entwickelt (3). Die Grundidee besteht darin, eine möglichst allgemeine Funktionsform zu wählen, um die modellbedingten Restriktionen gering zu halten (4). Da wenig spezifizierte Funktionen jedoch mathematisch sehr aufwendig werden und empirisch kaum noch zu schätzen sind, wird nicht die Produktionsfunktion direkt geschätzt, sondern eine Näherung dieser Funktion. Diese Näherung wird mit Hilfe einer Taylorschen Reihe vorgenommen, wonach gilt:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{1}{1!} f'(x_0) (x - x_0) + \frac{1}{2!} f''(x_0) (x - x_0)^2 + \dots$$

An die Stelle der ursprünglichen Produktionsfunktionen treten hier die Nullstellen der einzelnen Ableitungen, die mathematisch leichter darstellbar sind als die Ausgangsgleichung. Üblicherweise wird das Verfahren nach der zweiten Ableitung abgebrochen, da es dann bereits eine recht zuverlässige Näherung liefert (5).

-
- (1) Unabhängig von diesen Autoren wurde die CES-Funktion entwickelt von Brown [1962].
 - (2) Der Begriff wurde eingeführt bei Christensen et al. [1971].
 - (3) Außer Christensen et al. [1971] sind vor allem Griliches, Ringstad [1971] zu nennen.
 - (4) Eine ausführliche Darstellung der mathematischen Grundlagen geben Christensen et al. [1973]; siehe auch Jorgenson [1981].
 - (5) Das wird allerdings in Frage gestellt von Zweifel [1978].

Theoretisch ist auf diese Weise nahezu jede beliebige Produktionsfunktion darstellbar. Da es den Autoren jedoch in erster Linie um eine Ausweitung von CES-Ansätzen auf mehrere Faktoren mit unterschiedlichen Substitutionselastizitäten geht, werden eine Reihe üblicher Annahmen aus der herkömmlichen Produktionstheorie beibehalten. So ist beispielsweise nach wie vor eine Grenzproduktivitätsentlohnung und damit die Identität von Produktionselastizitäten und Verteilungsquoten unterstellt. Auch die Annahme konstanter Substitutionselastizitäten wird beibehalten.

Bei der praktischen Anwendung dieses formal bestechenden Ansatzes zeigen sich jedoch einige deutliche Nachteile der Translog-Funktion. Bereits bei Berücksichtigung von zwei Outputs, zwei Inputs sowie einer Fortschrittskomponente müssen für eine linear-homogene Translog-Funktion insgesamt 34 Parameter geschätzt werden. Ökonometrische Analysen sind also nur möglich, wenn ein sehr großer Datensatz vorliegt (1). Doch selbst dann sind Verzerrungen der Ergebnisse durch Multikollinearität nicht selten. Außerdem bleibt offen, wie diejenigen Koeffizienten, die statistisch nicht signifikant sind, interpretiert werden sollen.

87. Die Grundzüge der Translog-Funktion sind hier vorgestellt worden, um zu verdeutlichen, wie mit mathematisch verfeinerten Produktionsfunktionen das Problem der Elastizitätsschätzung bei mehr als zwei Inputfaktoren theoretisch angegangen werden kann (2). Für die praktische Analyse mit beschränktem Datensatz empfiehlt es sich dagegen, nach ökonometrisch robusteren Verfahren Ausschau zu halten. Im folgenden soll die Ableitung von Schätzgleichungen für Substitutionselastizitäten aus Faktornachfragefunktionen vorgestellt werden.

b. Aus Faktornachfragefunktionen abgeleiteter Ansatz

88. In der Außenhandelstheorie ist ein Ansatz entwickelt worden, der eine paarweise Schätzung der Substitutionselastizitäten zwischen drei Gütern erlaubt, wobei im Gegensatz zum CES-Ansatz auch unterschiedliche Werte für die jeweiligen Elastizitäten zulässig sind [Leamer, Stern, 1970; Heitger, 1979]. Dieses Verfahren kann auch zur Analyse der Nachfrage nach Produktionsfaktoren eingesetzt werden.

Die Nachfrage nach einem Gut läßt sich formal beschreiben als Funktion des Preises dieses Gutes, der Preise aller anderen Güter und des Einkommens. Das relative Gewicht der Güterpreise und des Einkommens wird bestimmt von der direkten Preiselastizität der Nachfrage nach diesem Gut (b), den Kreuzpreiselastizitäten gegenüber anderen Gütern (c, d) (3) und der Einkommenselastizität (e) (4). Wird die Konstanz dieser Parame-

-
- (1) Ein eindrucksvolles Beispiel der erforderlichen statistischen Vorarbeiten liefern Gollop, Jorgenson [1980].
 - (2) Einen allgemeinen Überblick über andere, hier nicht diskutierte Ansätze gibt McFadden [1978].
 - (3) Dabei ist unterstellt, daß die Kreuzpreiselastizitäten gegenüber allen nicht in die Analyse aufgenommenen Gütern nicht von Null abweichen.
 - (4) Bei Nachfragefunktionen für Produktionsfaktoren wäre es im Grunde angemessener, statt von der Einkommenselastizität von der Produktionselastizität der Nachfrage zu sprechen. Um Verwechslungen mit der Produktionselastizität der Faktoren zu vermeiden, soll hier je-

ter unterstellt, so läßt sich die Nachfrage der Unternehmen nach Kapital (K), Arbeit (L) und Energie (E) wie folgt darstellen:

$$[1] \ln K = a_1 + b_1 \ln k + c_1 \ln l + d_1 \ln r + e_1 \ln Y$$

$$[2] \ln L = a_2 + b_2 \ln l + c_2 \ln k + d_2 \ln r + e_2 \ln Y$$

$$[3] \ln E = a_3 + b_3 \ln r + c_3 \ln k + d_3 \ln l + e_3 \ln Y$$

Dabei bezeichnen k , l und r die Preise der Faktoren Kapital, Arbeit und Energie und Y die Wertschöpfung der Unternehmen.

89. Aus der Gleichung von Slutsky läßt sich ableiten, daß die Einkommenselastizität der Nachfrage eines Gutes stets dem negativen Wert der Summe aus den Preis- und Kreuzpreiselastizitäten dieses Gutes gleicht [Henderson, Quandt, 1973, S. 27 ff.]:

$$- (b_1 + c_1 + d_1) = e_1$$

$$- (b_2 + c_2 + d_2) = e_2$$

$$- (b_3 + c_3 + d_3) = e_3$$

Bei rein substitutiven Faktoren, deren Einsatzverhältnis allein von ihrem Faktorpreisverhältnis bestimmt wird, müssen darüber hinaus die Kreuzpreiselastizitäten zu dritten Faktoren sowie die Einkommenselastizitäten identisch sein. Wenn also Kapital und Arbeit vollkommen gegeneinander substituierbar sind, muß $d_1 = d_2$ sein und $e_1 = e_2$. Dann gilt:

$$[4] b_1 - c_2 = - (c_1 - b_2)$$

Um zu einer Schätzgleichung für die Substitutionselastizität zwischen Kapital und Arbeit zu gelangen, werden die Nachfragefunktionen [1] und [2] voneinander subtrahiert:

$$[5] \ln K/L = (a_1 - a_2) + (b_1 - c_2) \ln k + (c_1 - b_2) \ln l \\ + (d_1 - d_2) \ln r + (e_1 - e_2) \ln Y$$

Unter Verwendung von [4] reduziert sich [5] zu:

$$[6] \ln K/L = a + b \ln k/l + c \ln r + d \ln Y$$

90. Erweisen sich bei der empirischen Schätzung von [6] die Koeffizienten c und d als nicht signifikant von Null verschieden, kann b als Substitutionselastizität zwischen Kapital und Arbeit interpretiert werden. Dann entspricht [6] weitgehend einem Schätzansatz, wie er aus einer CES-Funktion entwickelt würde, allerdings mit dem wesentlichen Unterschied, daß die Substitutionselastizitäten für die jeweiligen Faktorpaaire nicht identisch sein müssen. Weichen c oder d dagegen von Null ab, so ist eine direkte Messung der Substitutionselastizität nicht möglich, da

doch an dem aus der Konsumtheorie entlehnten Begriff der Einkommenselastizität festgehalten werden.

dann davon auszugehen ist, daß die Substitutionsbeziehungen zwischen Kapital und Arbeit nicht nur von Kapitalkosten und Löhnen abhängen, sondern überlagert sind von Energiepreis- oder Einkommensänderungen (1). Entsprechende Gleichungen lassen sich aufstellen für die Substitution zwischen Kapital und Energie sowie zwischen Arbeit und Energie. Vor der empirischen Anwendung dieses Ansatzes soll ein grundlegendes Problem der Elastizitätsschätzung angesprochen werden, das für die Interpretation der Ergebnisse von Bedeutung ist.

c. Zur Problematik von Elastizitätsschätzungen aus Zeitreihen

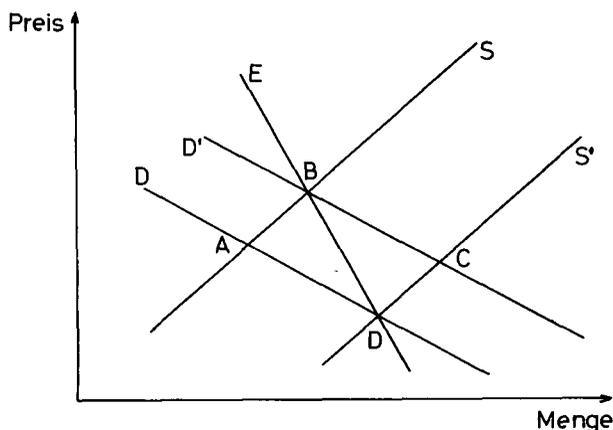
91. Bei Elastizitätsschätzungen aus Zeitreihen ergibt sich häufig eine klare Dominanz der Einkommensvariablen gegenüber den Preisvariablen. Eine Analyse der Auswirkungen von Preisänderungen wird damit stark erschwert. Aus diesem Phänomen den Schluß zu ziehen, Preise spielten keine Rolle, erscheint jedoch verfehlt, denn eine Reihe methodischer Argumente spricht dafür, daß bei Zeitreihenanalysen die Einkommenselastizitäten systematisch überschätzt und damit die Preiselastizitäten unterschätzt werden (2).

92. Das erste Argument betrifft Substitutionsvorgänge innerhalb der einzelnen Aggregate: Relative Preisänderungen können beispielsweise zur Substitution zwischen verschiedenen Kapitalgütern oder zwischen unterschiedlich qualifizierten Arbeitskräften führen, ohne daß dies in der globalen Meßziffer Kapitalintensität zum Ausdruck kommt. So wurde für die Investitionsgüterindustrie in der Bundesrepublik Deutschland eine engere Substitutionsbeziehung zwischen einfacher Arbeit und Humankapital als zwischen Arbeit insgesamt und Sachkapital festgestellt [Dicke, Weiss, 1978]. Der Einfluß von Preisänderungen wird also bei der Aggregation von Produktionsfaktoren tendenziell unterschätzt.

93. Das zweite Argument bezieht sich auf Verzerrungen der Elastizitätsschätzung bei Schwankungen von Angebot und Nachfrage: Verschiebt sich die in Schaubild 7 dargestellte Angebotskurve zwischen S und S' und die Nachfragekurve zwischen D und D', so liegen die realisierten Preis-Mengen-Kombinationen innerhalb des Parallelogramms ABCD. Wird nun der Zusammenhang zwischen Preis- und Mengenänderungen regressionsanalytisch geschätzt, so ergibt das die Regressionsgerade E (3). Die Gerade E besitzt aber eine deutlich niedrigere Preiselastizität der Nachfrage als D oder D'. Bei Schwankungen von Angebot und Nachfrage wird damit die Preiselastizität in der Regel unterschätzt.

-
- (1) Die Gültigkeit dieses Ansatzes könnte weiterhin dadurch eingeschränkt sein, daß sich die einzelnen Parameter im Zeitverlauf ändern [Leamer, Stern, 1970, S. 58 f.]. Diesem Problem soll hier nur insoweit Rechnung getragen werden, als die Analyse für die einzelnen Zeiträume, zwischen denen sich die Substitutionsbeziehungen offenkundig grundlegend geändert haben, getrennt durchgeführt wird.
- (2) Ausführlich diskutiert wird dieses Problem im Zusammenhang mit dem "Elastizitätspessimismus" in der Außenhandelstheorie [Orcutt, 1950; Corden, 1974, S. 181 ff.].
- (3) Diese Darstellung wurde übernommen von Leamer und Stern [1970, S. 30], die sich ihrerseits auf Orcutt [1950, S. 123] beziehen.

Schaubild 7 - Elastizitätsschätzung bei Angebots- und Nachfrageschwankungen



94. Schließlich ist das Problem der Scheinkorrelation bei trendbehafteten Reihen zu nennen: Die Einkommensvariable ist meist die einzige exogene Größe in Zeitreihenanalysen, die eine trendmäßige Entwicklung einfangen kann, da sie selbst meist wesentlich klarer einem Trend folgt als die relativen Preise oder Preisrelationen. Verändert sich nun auch die abhängige Variable im Trend, so kommt es zu einer Scheinkorrelation zur Einkommensgröße. Wirkt z.B. der technische Fortschritt im Sinne von Hicks tendenziell arbeitssparend (und alle Anzeichen deuten trotz gewisser kapitalsparender Effekte der Mikroelektronik immer noch darauf hin), so wird sich auch ohne Änderung der Faktorpreisrelationen die Kapitalintensität kontinuierlich erhöhen. Gegenüber der Einkommensvariablen ergibt sich damit rein statistisch eine gute Anpassung, die den regressionsanalytischen Erklärungsbeitrag der relativen Preise reduziert. Da die arbeitssparende Tendenz des technischen Fortschritts wahrscheinlich ihrerseits mit den Faktorpreisen zusammenhängen dürfte, ergibt sich das paradoxe Ergebnis, daß die trendmäßige Erhöhung der Kapitalintensität meßtechnisch nicht den Faktorpreisen, sondern der Einkommenselastizität zugerechnet wird.

95. Weitere Argumente könnten genannt werden, etwa die wechselseitigen Kausalitäten zwischen Produktion und Faktoreinsatz, Unterschiede zwischen kurz- und langfristigen Preiselastizitäten oder Mängel bei der statistischen Erfassung der relevanten Variablen. Als Ausweg käme eine Schätzung von Preiselastizitäten nicht aus Zeitreihen, sondern aus internationalen Querschnitten in Betracht. Tatsächlich haben zahlreiche Untersuchungen über die Einflüsse von Energiepreisen auf den Energieeinsatz zu dem Ergebnis geführt, daß die aus internationalen Querschnitten geschätzten Preiselastizitäten durchweg höher liegen als die Schätzwerte aus nationalen Zeitreihen [Pindyck, 1979; Griffin, 1979].

96. Verzerrte Parameter für die Einkommenselastizitäten verfälschen zugleich Niveau und Signifikanz aller übrigen Werte. Daher wird in den folgenden Schätzansätzen auf die Einkommensvariable verzichtet; d.h. es wird unterstellt, daß die Einkommenselastizitäten der Nachfrage nach Kapital, Arbeit und Energie gleich sind.

Die Aussagekraft der Schätzergebnisse wird durch diese Vereinfachung sicherlich eingeschränkt, denn es werden auch diejenigen Veränderungen der Faktoreinsatzverhältnisse, die sich allein aus einem allgemeinen Einkommensanstieg ergeben, als Anpassungsreaktionen an veränderte relative Preise interpretiert. Trotz dieser Einschränkung bleibt aber auch die reduzierte Form von Gleichung [6] weit weniger restriktiv als etwa ein herkömmlicher CES-Ansatz.

3. Empirische Ergebnisse

97. Die Substitutionsbeziehungen zwischen Kapital, Arbeit und Energie wurden mit dem aus Faktornachfragefunktionen abgeleiteten Ansatz geschätzt (Tabelle 10). Die Analyse bezieht sich nicht nur auf den Unternehmenssektor insgesamt, sondern auch auf das Verarbeitende Gewerbe, da zum einen die Datenbasis (vor allem für den Faktor Energie) hier zuverlässiger ist und zum anderen die Schätzung für zwei Sektoren statt für einen eine gewisse Kontrolle der Schätzergebnisse ermöglicht (1).

98. Bereits die graphische Darstellung von Faktoreinsatz- und Faktorpreisrelationen (Schaubild 6) hatte den Schluß nahegelegt, daß sich das Verhalten der Unternehmen in bezug auf die Substitution zwischen Kapital und Energie sowie zwischen Arbeit und Energie bei steigenden Energiepreisen grundlegend unterscheidet von ihrem Verhalten bei sinkenden Energiepreisen. Daher wurden neben der Analyse über den Gesamtzeitraum 1960-1980 getrennte Untersuchungen für 1960-1972 und für 1973-1980 durchgeführt. 1972 markiert dabei das Jahr mit dem niedrigsten relativen Energiepreis.

99. Über den gesamten Zeitraum erweisen sich nur Kapital und Arbeit als reine Substitute, während zwischen Kapital und Energie keine signifikante preisinduzierte Substitution feststellbar ist und die Substitution zwischen Arbeit und Energie zumindest im Verarbeitenden Gewerbe auch noch von der Veränderung der Kapitalkosten beeinflusst wird. Von 1960 bis 1972 wurde infolge relativer Preisänderungen Arbeit sowohl durch Kapital als auch durch Energie substituiert, nicht dagegen Kapital durch Energie.

Ab 1973 wurde zwar immer noch Arbeit durch einen gesteigerten Kapitaleinsatz eingespart, aber nicht mehr unabhängig von der Energiepreisentwicklung. Besonders einleuchtend wird dies anhand der Schätzergebnisse für das Verarbeitende Gewerbe: In dieser Teilperiode erscheinen Kapital und Energie als reine Substitute, während zwischen Arbeit und Energie gar nicht mehr substituiert wird. Die Erhöhung der Energiepreise hat somit den Kapitaleinsatz stärker begünstigt als den Arbeitseinsatz. Damit gerät aber auch die direkte Relation zwischen Arbeit und Kapital unter den Einfluß der Energiepreise, so daß keine unabhängige Substitutionselastizität zwischen Arbeit und Kapital mehr feststellbar ist. Der entsprechende Koeffizient darf damit auch nicht als Substitutionselastizität interpretiert werden.

(1) Das verwendete Zahlenmaterial für den Unternehmenssektor wurde bereits oben vorgestellt und ist in Tabelle 9 enthalten. Für das Verarbeitende Gewerbe sind die entsprechenden Angaben der Tabelle A3 zu entnehmen.

Tabelle 10 - Substitutionsbeziehungen zwischen Kapital, Arbeit und Energie im Unternehmenssektor (a) und im Verarbeitenden Gewerbe 1960-1980

Zeitraum	Unternehmenssektor				Verarbeitendes Gewerbe			
	Schätzgleichung (b)							
	$\ln K/L = a + b \ln k/l + c \ln r$							
	a	b	c	\bar{R}^2	a	b	c	\bar{R}^2
1960-1980	3,9	-1,41 (-10,4)*	-0,07 (-0,36)	0,92	4,1	-1,37 (-11,5)*	-0,30 (-1,48)	0,92
1960-1972	1,9	-1,72 (-8,96)*	0,33 (0,44)	0,92	-0,5	-1,62 (-8,97)*	0,55 (0,73)	0,93
1973-1980	1,1	-0,31 (-8,48)*	0,43 (12,2)*	0,99	1,4	-0,13 (-2,40) ^o	0,31 (5,91)*	0,95
	$\ln E/K = a + b \ln r/k + c \ln l$							
1960-1980	-0,5	-0,13 (-2,35) ⁺	-0,37 (-13,1)*	0,92	-0,4	0,07 (0,85)	-0,42 (-12,4)*	0,89
1960-1972	-0,2	-0,29 (-1,02)	-0,46 (3,32)*	0,73	1,5	-0,40 (-0,95)	-0,75 (-2,96)	0,84
1973-1980	-0,5	0,24 (-3,63)*	-0,23 (-3,86)*	0,83	-1,1	-0,57 (-3,53) ⁺	0,43 (1,87)	0,75
	$\ln E/L = a + b \ln r/l + c \ln k$							
1960-1980	3,0	-0,85 (-5,31)*	0,35 (0,92)	0,79	1,5	-0,37 (-4,21)*	0,47 (2,83) ⁺	0,93
1960-1972	4,4	-0,82 (-11,7)*	-0,22 (-0,97)	0,98	3,0	-0,47 (-6,06)*	0,00 (0,01)	0,96
1973-1980	1,8	0,31 (1,61)	-0,38 (-2,15) ^o	0,38	1,6	-0,08 (-0,27)	0,17 (0,77)	0,00

(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung. - (b) K - Nettoanlagevermögen, L - Arbeitsvolumen, E - Energieeinsatz, k - Kapitalkosten, l - Bruttostundenlohn, r - Energiepreis. t-Werte in Klammern; * signifikant bei 1 vH, + bei 5 vH, ° bei 10 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Der Tendenz nach zeigen sich diese Ergebnisse auch für den gesamten Unternehmenssektor. Die Analyse wird allerdings erschwert durch hohe Multikollinearität zwischen der Energie-Kapital-Preisrelation und dem Bruttolohn. Als einziger Ausweg aus diesem ökonomischen Problem kommt eine Verlängerung des Untersuchungszeitraumes in Betracht [Kmenta, 1971, S. 387 ff.]. Daher wird die Gleichung für die Energie-Kapital-Relation im Unternehmenssektor in Tabelle 10 nicht für 1973 bis 1980, sondern für 1966 bis 1980 geschätzt. So ergibt sich auch hier eine signifikante Substitutionsbeziehung zwischen Energie und Kapital, sie ist aber deutlich beeinflusst von der Lohnentwicklung. Der Koeffizient b kann damit nicht als Substitutionselastizität aufgefaßt werden.

100. Im ganzen werden durch diese Regressionsergebnisse die oben aus Schaubild 6 gezogenen Schlußfolgerungen bestätigt: Einsatz sowohl von Kapital als auch von Energie zur Reduzierung der Arbeitsintensität in den sechziger und frühen siebziger Jahren; Einsatz von Kapital zur Substitution von Arbeit und Energie seit der ersten Ölpreiskrise.

101. Überraschen mag im Vergleich zu Untersuchungen anderer Autoren das hohe Niveau der Substitutionselastizität von Kapital und Arbeit (1). Das könnte einmal damit zusammenhängen, daß hier nur relativ hoch aggregierte Bereiche untersucht werden, bei denen nicht nur der gewichtete Durchschnitt der Substitutionselastizitäten der einzelnen Branchen in die Rechnung eingeht, sondern auch die Faktorsubstitution durch Veränderung der Branchenstruktur. Es ist zu erwarten, daß die Substitutionselastizitäten in den einzelnen Branchen tendenziell niedriger sind als in der jeweiligen Obergruppe.

Zum zweiten zeigt sich, daß die Verwendung von Nutzungskosten als Preis des Kapitals zu höheren Substitutionselastizitäten führt, als der häufig als Approximation verwendete Zins. Da beim Zinskonzept im Gegensatz zum Nutzungskostenkonzept nicht die im Zeitverlauf gestiegenen Abschreibungssätze berücksichtigt werden, wird die Veränderung des Faktorpreisverhältnisses mit einer Lohn-Zins-Relation überschätzt und die Substitutionselastizität dementsprechend zu niedrig ausgewiesen. Auch bei Verwendung von Verteilungsquoten, die aus dem Nettosozialprodukt zu Faktorkosten berechnet werden, kann die Substitutionselastizität unterschätzt werden, und zwar dann, wenn erhöhte Kapitalkosten durch eine Gewinnkompression aufgefangen werden. Die Profitquote bliebe dann unverändert, obwohl der Faktor Kapital einen höheren Anteil des Sozialprodukts beansprucht.

102. Im Vergleich zu Kapital und Arbeit sind die Substitutionselastizitäten von Kapital und Energie sowie von Arbeit und Energie deutlich niedriger. Dies könnte damit zusammenhängen, daß die Veränderung der Faktorpreisrelationen bei den letztgenannten Faktorpaaren einem starken Umschwung unterworfen war. Die Produktionstechnik mußte nach 1973 auf eine Reduzierung der Energieintensität umgestellt werden, während in den Jahren zuvor das Gegenteil profitabel gewesen war. Sollte der Anstieg des relativen Energiepreises in Zukunft andauern, so ist mit einer weiteren Anpassung der Technologie zu rechnen, die den Ersatz von Energie erleichtert (2).

Als wichtigstes Ergebnis dieser Analyse ist festzuhalten - und das unterscheidet sie von vielen anderen Untersuchungen zu diesem Thema (3) -, daß Kapital und Energie nicht als komplementäre Faktoren, sondern als Substitute anzusehen sind.

(1) Deutlich niedrigere Werte ermittelten z.B. Pusse [1980] sowie Frohn et al. [1973]. In einer historischen Untersuchung für die Zeit von 1850 bis 1913 ermittelt Gahlen [1968, S. 129 ff.] allerdings Substitutionselastizitäten von deutlich über Eins.

(2) Auf den Zeitbedarf der Substitution wird auch hingewiesen bei Nordhaus [1982].

(3) Siehe außer den bereits erwähnten Arbeiten von Jorgenson (Ziff. 81) zum Beispiel Berndt, Wood [1979]. Für eine ausführliche Übersicht empirischer Studien siehe Kirchgäßner [1980].

II. Auswirkungen der Energieverteuerung

103. Die schlagartige Verteuerung von Energie hat den Anstieg der Arbeitsproduktivität auf zweierlei Weise beeinträchtigt: Zum einen wurde Kapital, das bei stabilen Energiepreisen zur Steigerung der Arbeitsproduktivität zur Verfügung gestanden hätte, bei der Substitution von Energie gebunden. Zum zweiten hätte der technische Fortschritt vermutlich eine andere Richtung genommen, wenn nicht die Entwicklung energiesparender Technologien in den Vordergrund getreten wäre. Stärkere Akzente bei arbeitssparenden Innovationen und bei neuen Produkten wären zu erwarten gewesen.

104. Gelegentlich wird argumentiert, daß die Produktivitätseffekte der Energieverteuerung kaum von Bedeutung sind, da die Energieausgaben für die gesamten Kosten der Unternehmen nur eine geringe Rolle spielen: "The direct energy input is simply too small, percentagewise, to explain the sizeable changes that have taken place in productivity growth" [Bruno, 1981, S. 2]. Die Aufwendungen für Endenergie machten im Unternehmenssektor (ohne Wohnungsvermietung) 1980 etwa 6 vH der Bruttowertschöpfung aus. Daß trotz dieses geringen quantitativen Gewichts der starke Anstieg des relativen Energiepreises gegenüber 1973 zu merklichen Einbußen beim Fortschritt der Arbeitsproduktivität geführt hat, soll im folgenden dargestellt werden.

1. Produktivitätseffekte des Energiesparens

105. Die Energieverteuerung hat nicht alle Energieträger gleichmäßig betroffen. Zwar besteht ein gewisser Preisverbund zwischen den verschiedenen energetischen Rohstoffen, vor allem zwischen Öl und Gas, doch die Preisschübe beim Öl wurden nur unvollständig auf die übrigen Energieträger übertragen (Tabelle 11). Infolgedessen kam es zu ausgeprägten Substitutionsvorgängen zu Lasten des Heizöls. Vor allem Gas wurde verstärkt in Anspruch genommen, aber auch der Anteil des Stroms am gesamten Energieeinsatz ist deutlich gestiegen. Die Verwendung von Kohle nahm dagegen nicht nur aus technischen Gründen weniger zu als aufgrund der Preisentwicklung zu erwarten gewesen wäre, sondern auch wegen immer noch bestehender Importhemmnisse [Fels, Neu, 1980].

Diese Flexibilität ermöglichte es den Unternehmen, den Preisanstieg für ihren gesamten Energieeinsatz zwischen 1973 und 1980 auf 136 vH zu beschränken. Im Verarbeitenden Gewerbe stieg der Durchschnittspreis einer Wärmeinheit sogar "nur" um 116 vH. Im Vergleich zur Preisentwicklung der Bruttowertschöpfung entspricht das einer relativen Energieverteuerung von 75 vH bei den Unternehmen sowie von 64 vH im Verarbeitenden Gewerbe (1). Doch auch diese Substitution innerhalb des Energiebereichs war nicht kostenlos, denn der Übergang zu preisgünstigeren Energieträgern erfordert in aller Regel Investitionen zur Umrüstung der Produktionsanlagen. Vergleichsweise einfach und damit kostengünstig ist das Umstellen von Öl auf Gas; der Ersatz von Öl durch Kohle oder Strom erfordert dagegen meist einen deutlich höheren Investitionsaufwand.

(1) Berechnet aus Tabelle 9 sowie Tabelle A3.

Tabelle 11 - Preisentwicklung und Einsatzanteile verschiedener Energieträger im Unternehmenssektor sowie im Verarbeitenden Gewerbe 1973-1980 (vH)

Energieträger	Preisanstieg (a)	Anteil am Endenergieeinsatz			
		Unternehmen insgesamt		Verarbeitendes Gewerbe	
	1973-1980	1973	1980	1973	1980
Leichtes Heizöl	234,7	37,6	31,1	9,5	6,9
Schweres Heizöl	265,4	13,5	9,5	31,7	24,2
Gas	181,3	18,0	25,5	14,5	21,2
Kohle	114,3	15,7	14,1	29,0	29,4
Strom	48,0	15,2	19,8	15,3	18,3

(a) Die Preisangaben beziehen sich bei leichtem und schwerem Heizöl auf Verkaufspreise (einschließlich Verbrauchssteuern, ohne Mehrwertsteuer) frei Düsseldorf bei Abnahme von 201-2000 t, bei Gas und Strom auf Durchschnittserlöse des Absatzes an Sonderabnehmer sowie bei Kohle auf den Großabnehmerpreis für Ruhrkohle frei Düsseldorf.

Quelle: Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [1981]. - Statistisches Bundesamt [a]. - Eigene Berechnungen.

106. Wichtiger als der Ersatz von Öl durch billigere Energieträger war jedoch die Reduzierung des gesamten Energieeinsatzes (1). Wurden 1973 im Unternehmenssektor für eine Einheit des Sozialprodukts (eine Mill. DM in Preisen von 1976) noch 247 t SKE benötigt, so waren es 1980 nur noch 201 t SKE. Unter bestimmten Annahmen können die Konsequenzen dieser preisinduzierten Steigerung der Energieproduktivität für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität theoretisch überprüft werden.

107. Als Ansatzpunkt einer solchen Rechnung dient eine Produktionsfunktion für das Jahr 1980, die auch Energie als Produktionsfaktor erfaßt. Mit ihr sollen ein hypothetischer Energieeinsatz, der sich bei gegenüber 1973 unveränderten relativen Preisen ergeben hätte, sowie ein hypothetisches Sozialprodukt, das mit diesem erhöhten Energieeinsatz produzierbar gewesen wäre, berechnet werden. An sich wären Aussagen darüber erforderlich, inwieweit sich bei niedrigeren Energiepreisen auch andere Einsatzmengen von Kapital und Arbeit ergeben hätten und wie die Form der Produktionsfunktion von einem weniger energiesparenden technischen Fortschritt beeinflußt worden wäre. Zur Vereinfachung soll jedoch mit dem im Jahre 1980 tatsächlich realisierten Einsatz von Kapital und Arbeit gerechnet werden, und auch die Effekte eines möglicherweise weniger energiesparenden Fortschritts werden vernachlässigt. Bei der Interpretation der Ergebnisse wird allerdings auf diese Einschränkungen zurückzukommen sein.

(1) Auf große Einsparmöglichkeiten beim Energieeinsatz verweist vor allem Meyer-Abich [1979].

Eine zentrale Rolle nehmen in diesem Ansatz die Substitutionselastizitäten ein. Aus den in Tabelle 10 dargestellten Schätzergebnissen läßt sich für den Zeitraum von 1973 bis 1980 die Elastizität der Substitution zwischen Energie und Kapital jedoch nur für das Verarbeitende Gewerbe entnehmen, so daß die folgenden Berechnungen auf diesen Wirtschaftsbereich beschränkt bleiben sollen. Die Substitution von Energie durch Arbeit hat dagegen, wie oben gezeigt, in diesem Zeitraum keine Rolle gespielt, so daß sie hier vernachlässigt werden soll.

108. Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in Tabelle 12 wiedergegeben. Die preisbedingte Reduzierung des Energieeinsatzes läßt sich ermitteln aus der relativen Verteuerung von Energie und der Substitutionselastizität. Daraus errechnet sich unmittelbar der hypothetische Mehreinsatz an Energie, wobei der tatsächliche Energieeinsatz 1980 gleich 100 vH gesetzt wird. Die Ausgaben für Energie hätten jedoch trotz dieses höheren Einsatzes nicht 32,6 Mrd. DM, sondern wegen der unterstellten Konstanz der relativen Preise nur 30,4 Mrd. DM betragen. Die Produktionselastizität der Energie läßt sich bei Entlohnung dieses Faktors zu seinem Grenzprodukt am wertmäßigen Anteil der Energie an der um den Energieaufwand erweiterten Bruttowertschöpfung ermesen. Maßgebend ist die Elastizität des Jahres 1980, denn in ihr kommt der in jenem Jahr erreichte Stand der Produktionstechnik am ehesten zum Ausdruck.

Die Summe aus Bruttowertschöpfung und Energieaufwand im Verarbeitenden Gewerbe hätte somit bei einem um 39,7 vH höheren Energieeinsatz und einer Produktionselastizität von 7,1 vH um 2,8 vH höher ausfallen können. Statt 458,5 Mrd. DM hätte sie dann 471,4 Mrd. DM betragen. Werden davon die hypothetischen Aufwendungen für Energie abgezogen, so verbleibt eine hypothetische Wertschöpfung von 441,0 Mrd. DM; ein Wert, der um 3,5 vH über dem tatsächlich realisierten Wert liegt. Die Arbeitsproduktivität im Verarbeitenden Gewerbe, die 1980 einen Wert von 27,3 DM pro Stunde erreichte, hätte also 28,3 DM pro Stunde ($27,3 \cdot 1,035$) betragen. Gegenüber 1973, mit einer Arbeitsproduktivität von 21,0 DM pro Stunde, entspräche dies einem zusätzlichen Produktivitätsanstieg von insgesamt 4,8 vH oder von jahresdurchschnittlich 0,7 vH (1).

109. Nach dieser Überschlagsrechnung erklärt die Energieverteuerung knapp ein Drittel der Abschwächung des Produktivitätsfortschritts im Verarbeitenden Gewerbe (2). Wäre die Substitutionselastizität zwischen Kapital und Energie im Unternehmenssektor insgesamt bekannt, so ergäbe sich vermutlich ein ähnlicher Wert, denn sowohl das Ausmaß der Ener-

(1) Zum Vergleich: Die Deutsche Bundesbank [b] berechnet mit einem vereinfachten Ansatz allein aufgrund des Ölpreisschubs von 1979 eine Minderung des Anstiegs der Arbeitsproduktivität von 0,1 Prozentpunkten für 1979 und von 1,0 Prozentpunkten für 1980. Bruno [1982, S. 12] ermittelt für das Verarbeitende Gewerbe im Durchschnitt von zehn Industrieländern einen Anteil der Energie- und Rohstoffverteuerung an der Produktivitätsschwäche von 57 vH. Für die Bundesrepublik Deutschland gibt er einen Wert von 42 vH an.

(2) Die Arbeitsproduktivität im Verarbeitenden Gewerbe stieg von 1960 bis 1973 um jahresdurchschnittlich 6,1 vH, von 1973 bis 1980 um 3,8 vH [vgl. Statistisches Bundesamt, b].

gieverteuerung als auch die Steigerung der Energieproduktivität entsprach etwa der im Verarbeitenden Gewerbe.

Tabelle 12 - Produktivitätseffekte der Energieverteuerung im Verarbeitenden Gewerbe 1973-1980 (a)

Verteuerung von Energie gegenüber Kapital(b)	49,9 vH
Substitutionselastizität von Energie und Kapital(c)	- 0,57
Preisbedingte Reduzierung des Energieeinsatzes (49,9 · 0,57)	28,4 vH
Hypothetischer Mehreinsatz von Energie (100/(100 - 28,4) - 1) · 100	39,7 vH
Wertschöpfung 1980	425,9 Mrd. DM
Energieaufwand 1980(b)	32,6 Mrd. DM
Hypothetischer Energieaufwand 1980 (32,6 · 1,397/1,499)	30,4 Mrd. DM
Produktionselastizität der Energie 1980 (32,6/(425,9 + 32,6)) · 100	7,1 vH
Hypothetische Summe aus Wertschöpfung und Energieaufwand 1980 (1 + 0,397 · 0,071) · (425,9 + 32,6)	471,4 Mrd. DM
Hypothetische Wertschöpfung 1980 (471,4 - 30,4)	441,0 Mrd. DM
Differenz zwischen hypothetischer und tatsächlicher Wertschöpfung 1980 (441,0/425,9 - 1) · 100	3,5 vH
Jahresdurchschnittliche Produktivitätsminderung 1973-1980	0,7 Prozentpunkte
(a) In Preisen von 1976. - (b) Vgl. Tabelle A3. - (c) Vgl. Tabelle 10.	

Quelle: Eigene Berechnungen.

110. Diese Modellrechnungen können natürlich nur grobe Anhaltspunkte für die Dimension der Produktivitätseffekte liefern. Zum einen ist zu berücksichtigen, daß die Höhe der Substitutionselastizität aus einer vergleichsweise kurzen Zeitreihe geschätzt wurde. Zum anderen, und das erscheint gravierender, ist hier nur ein Teilaspekt der Anpassung an das teure Öl herausgegriffen - der verringerte relative Energieeinsatz. Dabei wurde ein exogen gegebener Bestand an Kapital und Arbeit unterstellt, um die Substitutionseffekte in aller Reinheit darstellen zu können.

111. Vermutlich hat die Energieverteuerung die Investitionsschwäche der siebziger Jahre noch verstärkt, denn die Rentabilität der Produktionen, für die Energie benötigt wurde, ist gesunken. Dieser Primäreffekt wurde zwar vermindert durch positive Investitionsimpulse, die von der Umrü-

stung auf energiesparende Anlagen ausgegangen sind. Per Saldo dürfte die Energieverteuerung aber mehr Investitionschancen vernichtet als neu geschaffen haben.

112. Ebenfalls unberücksichtigt geblieben sind Veränderungen beim technischen Fortschritt. Der mögliche Input in die Forschung ist nicht beliebig steigerbar, sowohl hinsichtlich der zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel als auch in Bezug auf das Angebot an qualifiziertem Forschungspersonal. Die Konzentration auf energiesparende Technologien wird zwangsläufig zu einer Vernachlässigung arbeitssparender technischer Neuentwicklungen geführt haben.

113. Einem möglichen Mißverständnis sei vorgebeugt: Rein rechnerisch fällt bei derartigen Berechnungen die Produktivitätsminderung um so höher aus, je größer die Substitutionselastizität ist. Daraus kann nun allerdings nicht geschlossen werden, die Energieeinsparung selbst sei die Ursache der Produktivitätsschwäche. Wäre trotz steigender Energiepreise nicht substituiert worden, hätte das eine drastisch verschlechterte Wettbewerbsposition der energieintensiven Produzenten sowohl gegenüber flexibleren Anbietern der eigenen Branche als auch gegenüber sämtlichen relativ energieunabhängigen Produzenten im In- und Ausland zur Folge gehabt. Dann wären aber die strukturellen Reibungsverluste und damit auch die Produktivitätseinbußen vermutlich noch höher gewesen. Ursache der Produktivitätsschwäche ist also die Energieverteuerung und nicht die daraus folgende Reaktion auf veränderte relative Preise. Diese Berechnungen zeigen jedoch, daß auch eine erfolgreiche Anpassung Kosten verursacht, die nicht zuletzt bei der Verlangsamung des Produktivitätsfortschritts des Faktors Arbeit zu Tage treten.

2. Sektorale Anpassungsreaktionen

114. Die Dringlichkeit einer Anpassung an die Energieverteuerung von 1973/74 wurde zunächst von vielen unterschätzt: Mit der Vorstellung eines baldigen Zusammenbruchs des OPEC-Kartells verband sich die Hoffnung auf eine Rücknahme der Preiserhöhungen. Erst der zweite drastische Preisanstieg von 1979 machte allgemein deutlich, daß die Ölpreise neben einer Monopolrente auch noch eine erhebliche Knappheitsrente enthalten und daß von daher auch in Zukunft mit hohen Energiekosten gerechnet werden muß. Die zunächst noch zögernd betriebene Politik des "Weg vom Öl" kam somit erst in den letzten Jahren richtig in Gang (1).

115. Die veränderten Zukunftserwartungen wirkten sich deutlich auf die Investitionsplanung der Unternehmen aus. Mitte der siebziger Jahre gaben nur 16 vH der befragten Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes an, aus Gründen der Energie- und Rohstoffverteuerung Investitionen

(1) Die Fehleinschätzung der Entwicklung am Energiemarkt zeigt sich auch am Beispiel der Mineralölindustrie. Obwohl der Rohölverbrauch in der Bundesrepublik 1973 seinen absoluten Höhepunkt erreichte, wurden die Raffineriekapazitäten in Erwartung einer baldigen Erholung noch bis 1978 zügig ausgebaut. Die Folge ist eine bis heute anhaltende starke Unterauslastung der Produktionsanlagen in dieser Branche [BMWi, 1981, S. 29 und S. 52].

durchgeführt zu haben. Von 1976 bis 1980 waren es bereits 25 vH, und in den kommenden Jahren wollen fast die Hälfte der Unternehmen investieren, um ihre Abhängigkeit von Energie- und Rohstoffinputs zu vermindern (Tabelle 13). Bei der Interpretation dieser Umfrageergebnisse ist allerdings zu berücksichtigen, daß auch die Bedeutung fast aller anderen Investitionsanlässe heute höher eingeschätzt wird als früher. Doch die Energieverteuerung ist immerhin vom relativ unwichtigsten zum zweitwichtigsten Investitionsanlaß aufgerückt (1).

Tabelle 13 - Investitionsanlässe im Verarbeitenden Gewerbe 1971-1985 (vH) (a)

Investitionsanlaß	1971-1975	1976-1980	1981-1985 (b)
Technische Entwicklung	60	65	67
Arbeitskräftemangel	35	41	42
Veränderung der Nachfragestruktur	26	24	29
Energie- und Rohstoffverteuerung	16	25	46

(a) Anteil an den befragten Unternehmen; Mehrfachangaben möglich. - (b) Plandaten.

Quelle: Neumann [1981a].

116. Vergleichbare Umschichtungen zeigen sich auch bei den Forschungsbudgets der Unternehmen. Vollständig erfaßt sind die energiebezogenen Forschungsausgaben lediglich für die Unternehmen in den Vereinigten Staaten; die dort zu beobachtende Steigerung dürfte jedoch der Tendenz nach auch für die Forschung in der Bundesrepublik gelten (Tabelle 14).

117. Trotz höherer Kostensteigerung im Vergleich zu anderen Branchen mußten nicht alle energieintensiven Bereiche Positionsverluste bei der Produktion hinnehmen. Insgesamt ging zwar der Anteil dieser Branchen an der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes von 1973 bis 1978 leicht zurück, doch konnten einige der energieintensivsten Branchen ihren Anteil sogar noch ausbauen (Tabelle 15) (2). Dennoch wurde die Energieproduktivität im Verarbeitenden Gewerbe seit 1973 deutlich erhöht. In jenem Jahr wurden noch 297 t SKE für eine Wertschöpfung von einer Mill. DM (in Preisen von 1976) benötigt, 1978 waren es nur noch 249 t SKE (vgl. Tabelle A3 und Statistisches Bundesamt [b]). Diese Spareffekte wurden nicht durch Strukturverschiebungen zwischen den

- (1) Einige Ansätze zur Messung des energiepreisbedingten Investitionsbedarfs sind dargestellt bei Volkmann [1979].
- (2) Als energieintensive Wirtschaftsbereiche wurden diejenigen herausgegriffen, bei denen die Relation der Energieausgaben zur Bruttowertschöpfung zu Beginn der Energiepreiskrise über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes lag. Für die Wirtschaftsbereiche außerhalb des Bergbaus und des Verarbeitenden Gewerbes liegen entsprechende Angaben nicht vor.

Tabelle 14 - Industrielle Aufwendungen für Energieforschung in den Vereinigten Staaten 1972-1980 (Mill. US-\$)

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980 (a)
Fossile Energieträger	.	438	516	550	605	765	860	1025	1100
Kernenergie	.	501	601	700	799	935	1016	996	900
Sonstige Energieträger (b)	.	70	222	524	669	899	1150	1667	2100
Insgesamt	750	1009	1339	1774	2073	2599	3069	3688	4100
Anteil an allen industriellen Forschungsaufwendungen (vH)	3,8	4,7	5,9	7,3	7,7	8,7	9,2	9,7	9,3

(a) Plandaten. - (b) Einschließlich Energieeinsparung.

Quelle: National Science Foundation [lfd. Jgg.].

Branchen erzielt, sondern vorrangig durch eine erhöhte intrasektorale Energieproduktivität.

118. Entsprechend ihrer Kosten- und Nachfragestruktur sowie ihrer technischen Möglichkeiten haben die einzelnen Branchen sehr unterschiedliche Strategien zur Energieeinsparung verfolgt. Zwei Gruppen lassen sich unterscheiden: In der einen (die oberen fünf Branchen in Tabelle 15) fand eine ausgeprägte Substitution von Energie durch Kapital statt. Bei den übrigen energieintensiven Branchen ist die Kapital-Energie-Relation zum Teil sogar gesunken. Einen nennenswerten Ersatz von Energie durch Arbeit hat es dagegen in keinem Wirtschaftsbereich gegeben. Dafür war es offenbar in nahezu allen Branchen möglich und lohnend, Arbeit durch Kapital zu ersetzen.

119. Von der Kostenseite her wäre in der gesamten Industrie eine Substitution von Energie durch Kapital angezeigt gewesen. Wo dies nicht geschah, sind produktionstechnische Restriktionen zu vermuten. So werden Kohlen- und Kohlenwasserstoffe in der Chemischen Industrie in starkem Maße auch für nichtenergetische Zwecke eingesetzt. Ein Ersatz dieser Inputs würde die Entwicklung völlig neuer Produktionslinien erfordern. Zugleich ist die Chemische Industrie auf eine vergleichsweise preisunelastische Nachfrage gestoßen, die ihr die Weitergabe der höheren Kosten an die Abnehmer erlaubte. In der NE-Metallindustrie sowie der Papier- und Papperzeugung traten bedeutende technische Neuerungen auf; die eine gleichzeitige Reduzierung des Kapital- und Arbeitseinsatzes pro Produkteinheit erlaubten [Müller-Ohlsen, 1981; Horvath, 1980]. Hier wurde die Energieproduktivität nicht durch Substitution, sondern durch eine höhere Totalproduktivität gesteigert. Lediglich die Gießereien sowie die Holzbearbeitung haben recht unelastisch auf die Energieverteuerung reagiert, so daß hier die Energieproduktivität sogar gesunken ist.

Tabelle 15 - Faktorsubstitution in energieintensiven Wirtschaftsbereichen 1973-1978 (vH)

Wirtschaftsbereich	Energiekostenbelastung (a)	Einsatzrelation (b)			Produktivität (b)		Anteil an der Wertschöpfung	
		Kapital/Energie	Arbeit/Energie	Kapital/Arbeit	Arbeit	Energie	1973	1978
Verarbeitendes Gewerbe	5,3	4,2	-0,9	5,1	4,6	3,7	100	100
darunter:								
Mineralölverarbeitung	5,9	10,8	-1,1	11,9	7,6	6,5	5,5	4,5
Steine und Erden	10,0	5,4	0,3	5,1	5,3	5,6	3,2	2,9
Feinkeramik	5,4	3,0	1,3	4,4	3,0	1,6	0,5	0,5
Glas	8,8	4,6	-2,5	7,2	6,9	4,3	0,9	0,9
Eisenschaffende Industrie	33,9	4,7	-0,7	5,4	7,1	6,6	3,7	3,5
Chemische Industrie	14,0	0,8	-3,5	4,5	4,3	0,7	9,0	10,3
NE-Metallindustrie	48,1	-1,2	-6,6	5,8	13,1	5,6	0,8	1,0
Gießerei	6,9	-3,1	-8,2	5,6	4,3	-4,3	1,3	1,2
Holzbearbeitung	5,8	-0,2	-5,5	5,7	3,0	-2,7	0,7	0,6
Zellstoff-, Holzschliff-, Papier- und Pappeerzeugnisse	31,3	0,9	-4,5	1,1	5,7	0,8	0,8	0,8

(a) Ausgaben für Endenergie in Relation zur Bruttowertschöpfung 1973. - (b) Jahresdurchschnittliche Änderungsraten. Arbeitseinsatz: Geleistete Arbeitsstunden der Erwerbstätigen. Kapitaleinsatz: Bruttoanlagevermögen in Preisen von 1970. Energieeinsatz: Endenergieverbrauch in Wärmeeinheiten.

Quelle: Statistisches Bundesamt [a; b].

120. Insgesamt zeigt sich somit auf Branchenebene ein deutlich heterogeneres Bild als für den gesamten Unternehmenssektor. Nahezu überall ist jedoch eine ausgeprägte Energieeinsparung zu verzeichnen, auch wenn die Wege zu diesem Ziel unterschiedlich waren. Bemerkenswert erscheint, daß auch in den Bereichen, in denen die Energiekosten kaum ins Gewicht fallen, die Energieproduktivität erhöht wurde. So stieg im Investitionsgütergewerbe (das 1973 eine Energiekostenbelastung der Wertschöpfung von lediglich 1,8 vH aufwies) die Energieproduktivität um jährlich 2,5 vH, also um nicht viel weniger als im Verarbeitenden Gewerbe im Durchschnitt (vgl. Statistisches Bundesamt [a; b]).

Es ist nicht möglich, energieintensive mit besonders von der Produktivitätsschwäche betroffenen Branchen gleichzusetzen, da die sektorale Produktivitätsentwicklung von zahlreichen weiteren Faktoren abhängt. Dennoch ist aufgrund der beobachteten Substitutionsvorgänge davon auszugehen, daß gerade in den energieintensiven Branchen ohne die Ölpreiskrise ein höherer Produktivitätsfortschritt möglich gewesen wäre.

121. Die künftigen Auswirkungen auf die Arbeitsproduktivität werden zum einen davon abhängen, welcher Preis in den nächsten Jahren für Energie zu zahlen sein wird. Zum anderen ist entscheidend, inwieweit der energiepreisbedingte Anpassungsbedarf bereits heute gedeckt ist. Seit 1973 haben deutliche Reaktionen beim Investitionsverhalten sowie in der Forschung stattgefunden; die Frage ist, ob diese Anstrengungen ausreichend waren.

122. Als Frühindikator technischer Entwicklungslinien kann die Patentstatistik des Deutschen Patentamts dienen. Zum einen sind die benötigten Informationen ohne große Verzögerung verfügbar, zum anderen zeigen die Patentaktivitäten der Unternehmen einen gewissen Vorlauf zu den Investitions- und Produktionsaktivitäten (1). Aus den insgesamt 118 Klassen der Internationalen Patentklassifikation wurden acht Bereiche herausgegriffen, die in besonderem Maße mit der rationellen Nutzung von Energie verknüpft sind (Tabelle 16). In all diesen Klassen zeigt sich die zunehmende Bedeutung der energiebezogenen Forschung im Zeitverlauf. Die Entwicklung in den letzten Jahren ist jedoch nicht einheitlich: Während

Tabelle 16 - Patentanmeldungen (a) beim Deutschen Patentamt in ausgewählten Klassen 1972-1982 (vH)

Patentklasse (b), Bezeichnung	Jahr der Anmeldung					
	1972	1975	1979	1980	1981	1982
C 10 Mineralöl-, Gas- und Kohleindustrie	0,67	0,73	0,86	0,72	0,84	0,90
E 21 Bergbau	0,63	0,88	1,03	1,09	1,10	1,15
F 02 Brennkraftmaschinen	1,64	1,79	2,10	2,35	2,26	2,19
F 23 Feuerungen, Verbrennungsverfahren	0,67	0,63	0,57	0,68	0,69	0,61
F 24 Heizung, Herde, Lüftung	0,78	0,95	1,61	1,87	1,66	1,32
F 28 Wärmeaustausch allgemein	0,40	0,48	0,63	0,90	0,74	0,71
G 21 Kernphysik, Kerntechnik	0,41	0,48	0,48	0,47	0,49	0,54
H 02 Erzeugung, Umwandlung oder Verteilung von elektrischer Energie	2,27	2,32	2,46	2,47	2,29	2,11
Insgesamt	7,47	8,26	9,74	10,55	10,07	9,53

(a) In vH der Anmeldungen insgesamt. - (b) Internationale Patentklassifikation.

Quelle: Deutsches Patentamt [versch. Jgg.; unveröffentlichtes Zahlenmaterial].

(1) Zur Aussagekraft von Patentdaten vgl. Fels, Schmidt [1981, S. 77 ff.].

das relative Gewicht einiger Klassen auch nach 1980 noch zunahm, ist für diese acht Klassen insgesamt schon wieder ein Rückgang zu verzeichnen.

123. Die technologischen Potentiale zum sparsameren Umgang mit Energie sind sicher bei weitem noch nicht ausgeschöpft, doch die Umorientierung der Forschungsarbeiten auf die neuen Kostenstrukturen scheint weitgehend vollzogen. Jetzt kommt es darauf an, das neu gewonnene technische Wissen im Produktionsprozeß anzuwenden - und das erfordert vor allem die vermehrte Bereitstellung von Kapital zur Substitution von Energie.

III. Quantität und Qualität des eingesetzten Kapitals

124. Die Kapitalausstattung der Arbeitsplätze entscheidet wesentlich darüber, welches Produktionsergebnis pro Arbeitsstunde erbracht werden kann. Ein Rückgang der Investitionsneigung - wie er in der Bundesrepublik nunmehr seit fast zehn Jahren festzustellen ist - kann daher nicht ohne Auswirkungen auf die Arbeitsproduktivität bleiben. Dabei kommt es jedoch nicht nur darauf an, wieviel investiert wird, sondern auch auf Struktur und Qualität der neuen Anlagegüter.

125. Für einen verlangsamten Produktivitätsfortschritt infolge der Investitionsschwäche spricht, daß

- bei unveränderter Kapitalproduktivität die Arbeitsproduktivität unmittelbar mit der Kapitalintensität verknüpft ist (1);
- bei nachlassender Investitionstätigkeit und daraus folgender Überalterung des Kapitalstocks die Einbeziehung der jeweils neuesten Technik in den Produktionsprozeß erschwert wird;
- die Anreize, neue oder verbesserte Investitionsgüter zu entwickeln, sinken, da die entsprechenden Absatzmärkte stagnieren.

Diese produktivitätsmindernden Effekte können gedämpft werden, wenn

- die Investitionsschwäche von einer Reduzierung des Arbeitseinsatzes begleitet wird;
- die technologische Qualität der neuen Kapitalgüter so stark zunimmt, daß es zu einem Anstieg der Kapitalproduktivität kommt oder zumindest ein Rückgang der Kapitalproduktivität gebremst wird.

1. Rückgang der Investitionsquoten

126. Die Bruttoanlageinvestitionen der Unternehmen in der Bundesrepublik Deutschland sind in den siebziger Jahren real nur noch langsam gestiegen. Gegenüber einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate von 5,1 vH im Zeitraum 1960-1971 war für die Jahre danach bis 1981 nur noch ein Zuwachs von 1,3 vH pro Jahr zu verzeichnen (2). Nach einer gewis-

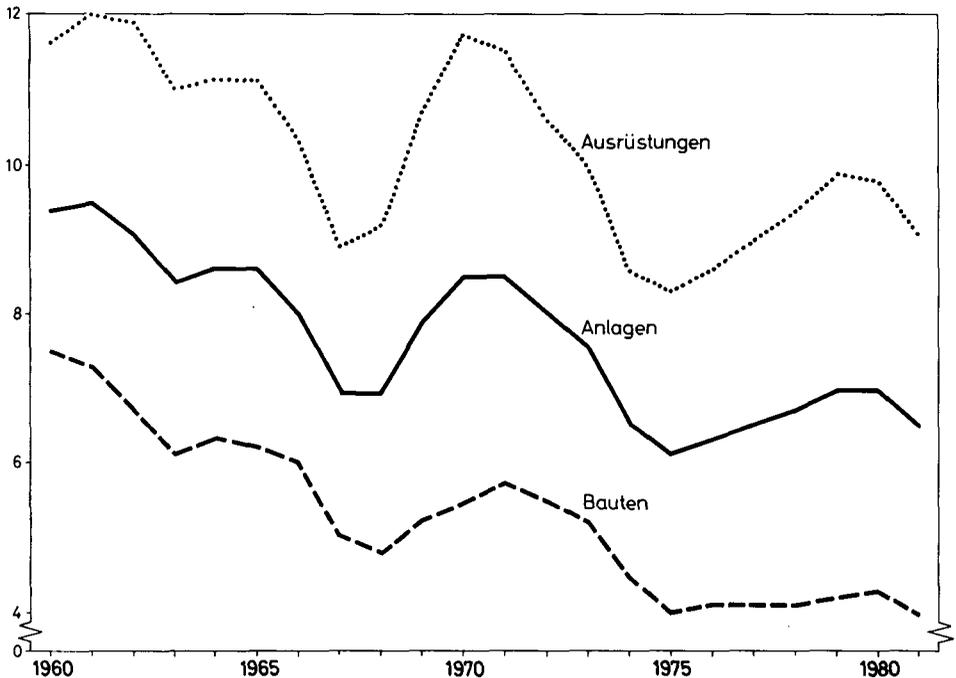
(1) Die Arbeitsproduktivität läßt sich tautologisch darstellen als Produkt aus Kapitalintensität und Kapitalproduktivität.

(2) Für die Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung.

sen Erholung zum Ende der siebziger Jahre ist seit 1980 wieder ein deutlicher Einbruch zu verzeichnen. In den meisten Wirtschaftsbereichen wird derzeit nicht einmal das absolute Niveau der frühen siebziger Jahre erreicht. Lediglich in der Landwirtschaft, bei den Kreditinstituten und Versicherungen sowie vor allem bei den Sonstigen Dienstleistungen nahmen die realen Investitionsausgaben weiter zu.

127. Noch deutlicher wird der Einbruch der Investitionstätigkeit, wenn die Investitionen in Beziehung zum Nettoanlagevermögen gesetzt werden (Schaubild 8). Diese Investitionsraten zeigen, welcher Anteil jährlich neu zum genutzten Kapitalstock hinzukommt. Im Wachstumsgleichgewicht wäre eine Konstanz dieser Raten zu erwarten. Seit den frühen siebziger Jahren ist hier ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen, und zwar sowohl bei den Ausrüstungen als auch bei den Bauten.

Schaubild 8 - Bruttoanlageinvestitionen in vH des Anlagevermögens im Unternehmenssektor (a) 1960-1981



(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung; in Preisen von 1976.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b].

128. Auf sektoraler Ebene sind die Investitionsraten nur noch bei den Sonstigen Dienstleistungen gestiegen. Zur Analyse der sektoralen Investitionsentwicklung vgl. auch Schmidt et al. [1984, S. 99 ff.]. Die Verlagerung der Investitionstätigkeit in diesen Bereich ist aber nicht nur

Ausdruck eines Strukturwandels auf der Produktionsseite, sondern muß auch vor dem Hintergrund einer zunehmenden Fremdnutzung von Produktionsanlagen gesehen werden. Unter die Sonstigen Dienstleistungen fallen auch Leasing-Unternehmen, die in den siebziger Jahren einen raschen Aufschwung genommen haben [Fels, Schmidt, 1981, S. 52 f.]. Für die Produktivitätsentwicklung ist aber nicht das Eigentum, sondern die Nutzung des Anlagevermögens entscheidend. Nach einer Schätzung des Ifo-Instituts haben die Unternehmen der Sonstigen Dienstleistungen 1979 nur zwei Drittel ihrer Anlageinvestitionen selbst genutzt [Gerstenberger, 1982]. Mit den nach dem Eigentümerkonzept erstellten Angaben wird also die Investitionsdynamik dieses Bereichs überschätzt und die der anderen Bereiche unterschätzt.

129. Der Rückgang der Investitionstätigkeit betraf vor allem die Bauten. Das dürfte einmal mit der relativen Verteuerung von Bauleistungen zusammenhängen. Zum zweiten sinkt bei nur noch schwach zunehmender Produktion der Bedarf an Erweiterungsbauten, während die Ausrüstungsinvestitionen eine Stütze von den Rationalisierungsbemühungen erhalten können. Weiterhin dürften sich die raumsparenden Effekte neuer Technologien (vor allem der Mikroelektronik) auf die Bauinvestitionen ausgewirkt haben. Trotz dieser Umschichtungen war auch die Relation von Ausrüstungsinvestitionen zum Ausrüstungsvermögen seit 1970 rückläufig.

2. Kapitalwertung durch Strukturwandel

130. Die Ausstattungsqualität der Arbeitsplätze dürfte zusätzlich beeinträchtigt worden sein durch eine strukturell bedingte vorzeitige Verschrottung alter Kapitalgüter. Im Verlauf der siebziger Jahre haben all die Produktionsanlagen an Wert verloren, die auf einen hohen Energieeinsatz ausgelegt sind oder die zur Herstellung standardisierter, arbeitsintensiver Güter dienen und unter starken Druck durch Importe - insbesondere aus den Schwellenländern - geraten sind. Derartige Sonderabschreibungen gehören zu den normalen Anpassungskosten strukturellen Wandels; ihr Gewicht nimmt jedoch zu, wenn sich relative Preise mit unvorhergesehener Schnelligkeit und Stärke ändern.

131. Offenkundig wurde das Ausmaß der Kapitalvernichtung, als sich im Laufe der siebziger Jahre eine immer größere Kluft zwischen dem nach herkömmlichen Methoden berechneten Produktionspotential und der tatsächlichen Produktion auftat. Selbst für ein Hochkonjunkturjahr wie 1979 wurde beispielsweise vom Sachverständigenrat ein Auslastungsgrad der Sachanlagen von nur 93,6 vH berechnet (Normalauslastung: 97,5 vH). Nach einer Umstellung der Berechnungsmethode für die potentielle Kapitalproduktivität, die den veränderten Bedingungen in den siebziger Jahren stärker Rechnung trug, stieg der ausgewiesene Auslastungsgrad auf 97,3 vH (1). Die Anpassung an Revisionen des Statistischen Bundesamts

(1) Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [1979, S. 56 f., S. 213 f.].

ergab schließlich einen Auslastungsgrad von 99,2 vH für 1979 (1). Damit ist dieses Jahr endgültig als Hochkonjunkturjahr klassifiziert, jedenfalls in Bezug auf die Auslastung der Sachkapazitäten.

132. Für produktionstheoretische Analysen wäre es im Grunde angemessener, bei einer verstärkten Entwertung alter Anlagen nicht die Trendschätzung der Kapitalproduktivität zu korrigieren, sondern über erhöhte Abschreibungen den Nettokapitalstock nach unten zu revidieren. Das Ausmaß der notwendig gewordenen Sonderabschreibungen ist allerdings kaum quantifizierbar (2). Der Vergleich zwischen alter und neuer Methode der Produktionspotentialschätzung des Sachverständigenrats läßt eine vorzeitige Abschreibung von etwa sechs vH des Anlagevermögens vermuten. Sowohl bei der Abschätzung des Arbeitsplatzpotentials als auch bei der Beurteilung der Produktivitätseffekte einer verlangsamten Kapitalintensivierung ist daher zu berücksichtigen, daß ein Teil des noch in der Kapitalstockrechnung mitgezählten Anlagevermögens vermutlich nie wieder zum Einsatz kommen wird, da es nicht mehr zu den veränderten Preisrelationen paßt.

3. Renditen und Investitionstätigkeit

133. Die Ursachen der Investitionsschwäche sind vielschichtig und werden kontrovers diskutiert. Von einigen wird auf die geringe Konsumnachfrage der Privaten Haushalte und des Staates sowie auf die mit den Zinsen steigenden Kapitalkosten verwiesen. Andere betonen die steigende Kostenbelastung, die zunehmende Einengung unternehmerischer Aktivitäten durch staatliche Regulierungen, bürokratische Hemmnisse und eine drückender werdende Steuerlast. Schließlich wird mit erhöhten Investitionsrisiken argumentiert, die sich als Folge etwa der Energievertéuerung oder des außenwirtschaftlich bedingten Strukturwandels ergeben hätten (3).

134. Eine exakte Zurechnung des Gewichts einzelner Faktoren dürfte kaum möglich sein, da vielfältige wechselseitige Beziehungen bestehen und überdies häufig auch geeignete Meßkonzepte fehlen. Relevant ist vor allem, inwieweit die Gewinnerwartungen der Unternehmen beeinträchtigt werden. Denn letztes Ziel jeder Investition ist es, Erträge zu erwirtschaften, die über die Kosten hinausgehen. Nimmt man als Näherung der erwarteten die tatsächlichen Gewinne (und dies dürfte zumindest in mittel- bis längerfristiger Sicht gerechtfertigt sein), so läßt sich die Be-

-
- (1) Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [1982].
 - (2) Baily schlägt vor, die Entwertung alter Anlagen an der Zunahme der Differenz zwischen dem statistisch ausgewiesenen Nettoanlagevermögen und dem Kurswert aller umlaufenden Aktien (der die marktmäßige Bewertung der Unternehmen wiedergibt) zu messen. Da der Aktienumlauf jedoch auch von zahlreichen institutionellen Faktoren beeinflusst wird, erscheint diese Methode nicht sehr zuverlässig [Baily, 1981a; 1981b].
 - (3) Ausführlich dargestellt werden diese Fragen vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [1976, S. 125 ff.; 1981, S. 156 ff.].

deutung aller Investitionshemmnisse zusammen an der Renditeentwicklung im Unternehmensbereich erlassen. Damit ist zumindest eine indirekte Analyse der Ursachen der Investitionsschwäche möglich [Kromphardt, 1980].

135. Zur Ermittlung der Unternehmensgewinne stehen einmal die Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung über die Verteilung des Volkseinkommens zur Verfügung, zum zweiten die aus Bilanzen gewonnenen Werte für die Jahresüberschüsse der Unternehmen. In Tabelle 17 sind drei alternative Maße der Renditeberechnung für den Unternehmenssektor insgesamt sowie für das Verarbeitende Gewerbe dargestellt. Bei den ersten beiden Konzepten wurden die Angaben aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zugrunde gelegt, und zwar einmal die Bruttoeinkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen, zum anderen die um einen kalkulatorischen Unternehmerlohn bereinigten Bruttoeinkommen (1). Das dritte Verfahren der Renditeberechnung stützt sich auf die Jahresüberschüsse aus den von der Deutschen Bundesbank veröffentlichten Bilanzdaten.

136. Die ersten beiden Renditemaße geben allerdings nicht die erzielte Verzinsung des im Unternehmen eingesetzten Kapitals wieder, da im Nenner jeweils nur das Nettoanlagevermögen berücksichtigt ist. Darüber hinaus müssen weitere Aktiva aus den Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen verzinst werden, wobei vor allem das Vorratsvermögen ins Gewicht fällt. Nach Angaben der Deutschen Bundesbank machten die Vorräte im Jahre 1979 mehr als ein Drittel des gesamten Sachkapitals aller Unternehmen aus, im Verarbeitenden Gewerbe sogar fast die Hälfte [Deutsche Bundesbank, d, 1981, H. 11, S. 23]. Das Niveau der Renditen ist also in Tabelle 17 deutlich überzeichnet.

Entsprechende Berechnungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) haben jedoch gezeigt, daß die zeitliche Entwicklung der Renditen von Vorratsänderungen kaum beeinflußt worden ist [Görzig, 1981], so daß hier, wo es vorrangig auf die Veränderung der Renditen ankommt, auf eine Einbeziehung der Vorräte verzichtet werden kann.

137. Noch stärker wird das Niveau der Renditen mit dem Jahresüberschuß als Anteil an den Eigenmitteln überzeichnet, da es sich um den Jahresüberschuß vor Steuern handelt. Der Jahresüberschuß nach Steuern wird zwar ebenfalls in der Bilanzstatistik der Deutschen Bundesbank veröffentlicht; für den gesamten Unternehmensbereich ist diese Kennziffer jedoch wenig aussagekräftig, da sie bei den Personengesellschaften

(1) Dabei wurde unterstellt, daß die Selbständigen ihre Arbeit zum gleichen Stundenlohn vergütet erhalten wie die abhängig Beschäftigten. Auf den ersten Blick mag diese Bereinigung fragwürdig erscheinen, da für den einzelnen Unternehmer die Unterscheidung zwischen Arbeits- und Gewinneinkommen unerheblich sein dürfte. Für intertemporale Vergleiche ist jedoch bedeutsam, daß bei einem Wechsel des Unternehmensleiters von einer selbständigen in eine abhängige Position (etwa infolge einer Änderung der Rechtsform des Unternehmens) das Arbeitseinkommen dieser Person anders verbucht wird. Um Verzerrungen der Renditeberechnungen durch Verschiebungen in der Erwerbstätigenstruktur möglichst gering zu halten, wurde in Ermangelung besserer Daten dieses Bereinigungsverfahrens gewählt.

Tabelle 17 - Kapitalrenditen im Unternehmenssektor und im Verarbeitenden Gewerbe 1960-1980 (vH)

Jahr	Einkommen aus Unternehmer- tätigkeit und Vermögen (a)		Einkommen aus Vermögen (a)		Jahresüberschuß vor Steuern (b)	
	UN (c)	VG (d)	UN (c)	VG (d)	UN (c)	VG (d)
1960	33,3	34,2	19,0	28,6	.	.
1961	29,9	30,3	16,4	25,2	.	.
1962	27,5	25,6	14,9	21,0	.	.
1963	25,4	22,8	13,8	18,6	.	.
1964	25,5	23,9	14,5	20,0	.	.
1965	24,9	23,2	14,3	19,4	50,1	52,3
1966	23,5	20,3	13,3	16,7	45,8	48,0
1967	22,5	20,0	12,6	16,6	44,2	45,3
1968	24,9	24,1	14,8	20,4	36,6	40,5
1969	24,4	24,8	14,8	21,3	39,6	42,8
1970	23,0	22,0	13,7	18,6	38,5	39,5
1971	21,5	19,6	12,8	16,5	36,9	37,3
1972	21,2	18,1	12,7	14,9	38,0	38,8
1973	20,7	18,4	12,3	15,2	36,1	38,1
1974	19,0	16,7	10,8	13,5	33,2	33,6
1975	18,0	14,0	10,0	10,9	32,7	32,8
1976	19,5	16,3	11,6	13,2	38,8	40,6
1977	19,6	16,2	12,0	12,9	37,5	38,8
1978	20,1	16,5	12,7	13,2	39,2	40,9
1979	20,2	17,3	13,2	14,0	40,3	42,1
1980	18,3	14,0	11,6	10,8	36,8	36,7

(a) In vH des Nettoanlagevermögens. - (b) In vH der Eigenmittel. - (c) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung. - (d) Verarbeitendes Gewerbe.

Quelle: Deutsche Bundesbank [d]. - Statistisches Bundesamt [b]. - Eigene Berechnungen.

und Einzelkaufleuten noch die Einkommensteuer enthält, während bei den Kapitalgesellschaften die Körperschaftsteuer schon abgezogen ist [Deutsche Bundesbank, d, 1980, H. 11, S. 20]. Das Ausmaß der Verzerrung des Renditeniveaus kann erlesen werden an einem Vergleich, der allein auf die Kapitalgesellschaften abstellt: Im Jahre 1977 betrug der Jahresüberschuß vor Steuern 32,8 vH ihrer Eigenmittel, der Jahresüberschuß nach Steuern aber nur 5,4 vH [Deutsche Bundesbank, a].

138. Alle drei Renditemaße zeigen einen deutlich sinkenden Trend im Zeitverlauf (1). Vor allem aber weisen sie einen hohen Gleichlauf zur In-

(1) Zu entsprechenden Ergebnissen kommt das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) [1980, Bd. 1, S. 167 ff.]. Auch das DIW weist einen sinkenden Trend aus, der allerdings bei weitem nicht so ausgeprägt ist wie in den RWI-Ergebnissen oder unseren Berechnungen. Das dürfte in erster Linie auf die in der DIW-

vestitionstätigkeit auf. Regressionsanalytisch stellt sich dieser Zusammenhang für den Unternehmenssektor (ohne Wohnungsvermietung) wie folgt dar (1):

$$I/K = 2,5 + 0,22 r; \quad \bar{R}^2 = 0,68 \\ (6,65)*$$

Dabei steht I/K für den Anteil der Bruttoanlageinvestitionen am Nettoanlagevermögen und r für die Relation der Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen zum Anlagevermögen (2). Diese Beziehung läßt sich ebenfalls für das Verarbeitende Gewerbe nachweisen:

$$I/K = 1,4 + 0,32 r; \quad \bar{R}^2 = 0,74 \\ (7,62)*$$

139. Die sinkende Rentabilität unternehmerischer Aktivitäten hat offenbar die Investitionstätigkeit nachhaltig beeinträchtigt, und zwar vermutlich sowohl aus Liquiditätsgründen als auch aufgrund gesunkener Gewinnerwartungen (3). Das für privatwirtschaftliche Investitionen zur Verfügung stehende Kapital wurde zusätzlich dadurch verringert, daß sich private Kapitalanleger verstärkt den Staatsschuldtiteln zuwandten. Dabei mag neben der Verzinsung nicht zuletzt der im Vergleich zu Aktien stärkere Schutz vor Kursrisiken eine Rolle gespielt haben. Sinkende Renditen im Unternehmenssektor und steigende Kreditaufnahme des Staates gingen somit Hand in Hand. Zumindest bis vor wenigen Jahren kam hinzu, daß die Kapitalanlage in Immobilien gute Gewinne versprach. Steigende Inflationsraten und eine verzögerte Reaktion der Zinsen machten das "Betongold" zu einer attraktiven Wertsicherungsanlage [Ahnefeld, 1982]. Die Attraktivität von Investitionen in Wohnbauten wurde außerdem durch Steuervorteile und Zinszuschüsse beträchtlich erhöht. Was einzelwirtschaftlich durchaus sinnvoll war, führte gesamtwirtschaftlich zu einer Kapitalverknappung bei den Unternehmen und damit zu einem Mangel an rentablen Arbeitsplätzen [Giersch, 1978a; 1982b].

4. Veränderte Zielsetzung der Investoren

140. Der Rückgang der Investitionstätigkeit war begleitet von Veränderungen der Investitionsmotive und damit der Investitionsgüterstruktur. Das Ziel von Investitionen ist - soweit sie nicht der reinen Ersatzbeschaffung für verschrottete Anlagen dienen - die Ausweitung der Produktionskapazität oder die Effizienzsteigerung der laufenden Produktion.

Analyse vorgenommene Bewertung der Anlagen und Vorräte zu Anschaffungspreisen beruhen, wodurch inflatorische Scheingewinne nicht eliminiert werden [Görzig, 1981].

- (1) t-Wert in Klammern; * signifikant bei 1 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.
- (2) Für die Regressionsanalyse ist die Wahl des Renditekonzepts unerheblich, da alle drei Meßziffern sehr hoch untereinander korreliert sind.
- (3) Einen engen empirischen Zusammenhang zwischen Ertragslage und Investitionsverhalten sieht auch die Deutsche Bundesbank [d, 1979, H. 11, S. 19 f.].

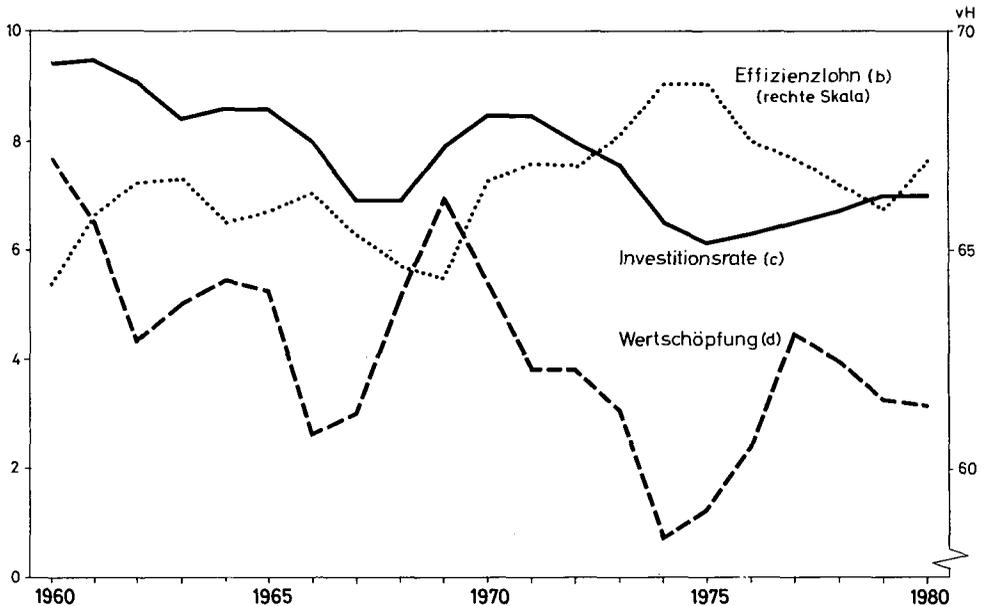
Auch wenn bei der konkreten Investitionsentscheidung wohl kaum nach diesen Kategorien unterschieden werden kann, so wird eine Verschiebung bei den Motiven doch Folgen haben für die Art der nachgefragten Anlagegüter und die Produktivitätswirkungen der Investitionen.

141. Das Gewicht des Erweiterungsmotivs wird von den Produktionserwartungen der Unternehmen bestimmt, das Gewicht des Effizienz- oder Rationalisierungsmotivs vom Kostendruck. Die unternehmerischen Planungen zum Kapazitätsausbau stützen sich sowohl auf die absehbare Nachfrageentwicklung als auch auf Kostenüberlegungen. Insofern spiegeln Erweiterungsinvestitionen nicht nur Nachfrageeinflüsse wider, sondern das ganze Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage. Wenn die tatsächliche Produktionsentwicklung eine verlässliche Näherung dafür ist, welche Erwartungen die Unternehmen hatten, kann an der Veränderung der Wertschöpfung die Bedeutung des Erweiterungsmotivs abgelesen werden.

142. Ein Kostendruck vom Produktionsfaktor Arbeit tritt dann auf, wenn die Lohnerhöhungen über den Produktivitätsfortschritt hinausgehen. Diese als Effizienzlohn (1) bezeichnete Relation kann als Indikator dafür angesehen werden, welches Gewicht dem Rationalisierungsmotiv zukommt. Aus zwei Gründen ist diese Meßziffer nicht unproblematisch: Erstens ist der Produktivitätsanstieg keine Größe, die von der Lohnentwicklung völlig unabhängig wäre (Ziff. 56 ff.). Reagieren die Unternehmen auf starke Lohnerhöhungen mit Rationalisierungen, so steigt die Produktivität, und der Rationalisierungsdruck wird im Effizienzlohn zu niedrig ausgewiesen. Umgekehrt kann eine Lohnzurückhaltung zu einer Beschäftigungsausweitung führen, die in der Regel Abstriche bei der Arbeitsproduktivität zur Folge hat (2). In diesem Falle wird die Entlastung von der Lohnfront mit dem Effizienzlohn unterschätzt (3). Es ist jedoch damit zu rechnen, daß diese Anpassungsreaktionen erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung eintreten und den Primäreffekt der Reallohnänderung nie ganz kompensieren werden, so daß die jährlichen Änderungsraten des Effizienzlohns zwar die Veränderung des Rationalisierungsdrucks unterzeichnen, die Richtung des Anpassungsbedarfs aber zutreffend wiedergeben dürften. Zweitens wird der Anreiz zum Rationalisieren trotz steigender Arbeitskostenbelastung gering bleiben, wenn gleichzeitig die Kapitalkosten in die Höhe schnellen. Ob ein steigender Rationalisierungsdruck zusätzliche Investitionen induziert, hängt also nicht nur von den Löhnen, sondern auch von den anderen Kostenfaktoren ab.

-
- (1) Der Begriff "efficiency wages" geht zurück auf Pigou [1933]. Formal ist der Effizienzlohn identisch mit der erweiterten Lohnquote.
 - (2) "The argument simply is that a reduction in money-wages will cet. par. stimulate demand by diminishing the price of the finished products, and will therefore increase output and employment up to the point where the reduction which labour has agreed to accept in its money-wages is just offset by the diminishing marginal efficiency of labour as output (from a given equipment) is increased" [Keynes, 1936, S. 257].
 - (3) Diese Bedenken teilt auch der Sachverständigenrat, wenn es um die längerfristige Beziehung zwischen Reallohnposition und Beschäftigung geht [Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 1980, S. 80 f.].

Schaubild 9 - Determinanten der Investitionstätigkeit im Unternehmenssektor 1960-1980 (vH) (a)



(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung; in Preisen von 1976. - (b) Bruttolohn- und Gehaltssumme je Beschäftigtenstunde in vH der nominalen Arbeitsproduktivität. - (c) Bruttoanlageinvestitionen in vH des Bruttoanlagevermögens. - (d) Jährliche Änderungsraten der Bruttowertschöpfung (gleitende Dreijahresdurchschnitte).

Quelle: Statistisches Bundesamt [b].

143. In einer Regressionsanalyse für den Zeitraum von 1960 bis 1980 wurden die jährlichen Änderungsraten der Bruttowertschöpfung (1) sowie der wichtigsten Kostenfaktoren - Effizienzlohn und Kapitalkosten - als exogene Größen zugrunde gelegt:

$$I/K = a + b\Delta Y + c\Delta l/y + d\Delta k$$

I/K steht wieder für den Anteil der Bruttoanlageinvestitionen am Nettoanlagevermögen, Y für die Bruttowertschöpfung, l/y für den Effizienzlohn und k für die Kapitalkosten; Δ bezeichnet jährliche Änderungsraten. Dabei erwiesen sich die Kapitalkosten als nicht signifikant für die Entwicklung der Investitionsrate. Der reduzierte Ansatz ergab für den Unternehmenssektor folgendes Ergebnis (2):

- (1) Da das Investitionsverhalten Ausdruck der mittel- bis längerfristigen Unternehmenspolitik ist, wird sicher nicht jeder konjunkturelle Ausschlag zu entsprechenden Reaktionen bei der Investitionsquote führen. Um dem Rechnung zu tragen, wurden für die Bruttowertschöpfung gleitende Dreijahresdurchschnitte herangezogen.
- (2) t-Werte in Klammern; * signifikant bei 1 vH, + bei 5 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.

$$I/K = 6,0 + 0,39\Delta Y + 0,30\Delta l/y; \quad \bar{R}^2 = 0,57$$

$$(4,25)^* \quad (2,85)^*$$

Zur Kontrolle wurde dieser Schätzansatz auch für das Verarbeitende Gewerbe getestet:

$$I/K = 5,5 + 0,53\Delta Y + 0,28\Delta l/y; \quad \bar{R}^2 = 0,54$$

$$(4,61)^* \quad (2,21)^+$$

In beiden Bereichen sind die Einflüsse von Produktion und Lohnkostendruck auf das Investitionsverhalten mit den erwarteten positiven Vorzeichen statistisch gesichert.

144. In Schaubild 9 sind der Investitionsrate die beiden statistisch signifikanten Indikatoren für das Erweiterungs- und Rationalisierungsmotiv der Investoren gegenübergestellt. Danach haben sich diese Determinanten im Zeitablauf gegenläufig entwickelt: Während die Kapazitätserweiterung an Bedeutung verlor, stieg das Gewicht des Kostendrucks.

Die Folge dieser Entwicklung war eine Umschichtung innerhalb der nachgefragten Investitionsgüter zugunsten von Ausrüstungen und zu Lasten von Bauten. Das verstärkte die produktivitätssteigernden Effekte, die mit dem Kauf neuer Anlagen verbunden sind. Dies Bild deckt sich weitgehend mit den Umfrageergebnissen des Ifo-Instituts (Tabelle 18), nach denen der Anteil der Erweiterungsinvestitionen in den siebziger Jahren deutlich zurückgegangen ist.

Tabelle 18 - Investitionsmotive im Verarbeitenden Gewerbe 1960-1985 (vH) (a)

Investitionsmotiv	1960-1964	1964-1968	1971-1975	1976-1980	1981-1985 (b)
Zu kleine Produktionskapazitäten	53	50	40	40	18
Rationalisierung	79	84	82	84	90

(a) Anteil an den befragten Unternehmen; Mehrfachangaben möglich. - (b) Plandaten.

Quelle: Neumann [1981b].

145. Die veränderten Investitionsschwerpunkte zeigen sich aber auch an der erhöhten technologischen Qualität der Ausrüstungsinvestitionen: Als Indikator dafür wurden die Ausrüstungsinvestitionen, untergliedert nach neun Liefergruppen, mit der Forschungsintensität der Lieferbereiche (Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in vH des Umsatzes) bewertet und zu einem gewichteten Durchschnitt für die Forschungsintensität der gesamten Ausrüstungsinvestitionen verknüpft (Tabelle 19). Es zeigt sich eine deutliche Zunahme der in den Ausrüstungsgütern inkorporierten Forschungsaufwendungen, die vor allem durch eine Hinwen-

Tabelle 19 - Forschungsintensität (a) der Ausrüstungsinvestitionen 1971-1979 (vH)

Lieferbereich(b)	1971	1973	1975	1977	1979
Gießereierzeugnisse					
Lieferanteil	0,9	0,9	1,1	0,8	0,8
Forschungsintensität	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7
Stahl- und Leichtmetall- bauerzeugnisse					
Lieferanteil	3,2	3,3	3,8	2,6	3,0
Forschungsintensität	0,8(c)	0,8(c)	0,8	0,8(c)	0,8(c)
Maschinenbauerzeugnisse					
Lieferanteil	38,6	36,0	34,4	35,2	35,1
Forschungsintensität	2,9	3,1	3,1	2,7	2,9
Straßenfahrzeuge					
Lieferanteil	15,6	15,9	16,6	17,5	18,0
Forschungsintensität	3,9	3,1	2,9	2,5	3,1
Elektrotechnische Erzeugnisse, Büromaschinen					
Lieferanteil	25,9	28,3	28,6	26,8	27,8
Forschungsintensität	6,0	5,8	6,7	7,3	7,8
Feinmechanische und optische Erzeugnisse					
Lieferanteil	2,3	2,5	2,7	3,0	3,1
Forschungsintensität	5,3	5,0	4,5	5,0	5,0
EBM-Waren, Musikinstrumente					
Lieferanteil	4,8	5,4	4,8	5,2	4,7
Forschungsintensität	0,9(c)	0,9	1,0	3,8	3,3
Holzwaren					
Lieferanteil	3,7	4,3	4,3	4,4	4,6
Forschungsintensität	0,4	0,4	0,4	0,5	1,1
Textilien					
Lieferanteil	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
Forschungsintensität	1,0	0,8	1,0	0,5	0,5
Durchschnittliche Forschungs- intensität der gelieferten Ausrüstungen insgesamt	3,7	3,6	3,8	3,9	4,2

(a) Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in vH des Umsatzes. - (b) Die Lieferanteile addieren sich nicht zu 100 vH, da für den Lieferbereich Wasser- und Luftfahrzeuge keine Angaben zur Forschungsintensität möglich sind. - (c) Eigene Schätzung.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b]. - Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [lfd.Jgg.]. - Eigene Berechnungen.

derung der Investitionsgüternachfrage zu den forschungsintensiveren Lieferbereichen bewirkt wurde. Der erhöhte technologische Gehalt neuer Ausrüstungen dürfte die produktivitätsdämpfenden Wirkungen der verlangsamen Kapitalisierung gemildert haben.

5. Die Folgen für die Arbeitsproduktivität

a. Komponenten des Produktivitätsfortschritts

146. Der Beitrag der Kapitalintensivierung zum Anstieg der Arbeitsproduktivität wird bestimmt von der partiellen Produktionselastizität des Kapitals. Wäre diese Elastizität bekannt, ließen sich die Folgen der Investitionsschwäche für den Produktivitätsfortschritt des Faktors Arbeit exakt berechnen. In produktionstheoretischen Modellen werden üblicherweise Verteilungsquoten als Meßziffern herangezogen. Das ist gerechtfertigt, wenn die Produktionsfaktoren zu ihrem Grenzprodukt entlohnt werden, denn dann entspricht das Produkt aus Grenzproduktivität und Produktionskoeffizient gerade dem Einkommensanteil dieses Faktors am Sozialprodukt. Die Verteilungsrelationen sind jedoch im Zeitverlauf nicht konstant. Sie ändern sich insbesondere dann, wenn

- sich Faktorpreise ändern und die Substitutionselastizitäten zwischen den einzelnen Produktionsfaktoren von eins abweichen;
- Skalenerträge auftreten und der überproportionale Sozialproduktzuwachs nicht nach Maßgabe der partiellen Produktionselastizitäten auf die Faktoren verteilt wird;
- neben der Grenzproduktivitätsentlohnung auch noch Renteneinkommen auftreten;
- der technische Fortschritt nicht Hicks-neutral verläuft.

147. Wird der Produktivitätsanalyse eine explizite CES-Produktionsfunktion zugrunde gelegt, so ist die Wahl eines konstanten Wertes für die Produktionselastizitäten unerlässlich. Geht es jedoch nicht um die Spezifizierung einzelner Funktionsparameter, sondern vorrangig um die Produktivitätseffekte der Kapitalintensivierung, so sind laufende Verteilungsquoten gegenüber Periodenanfangswerten vorzuziehen, denn sie werden den Auswirkungen von Faktorsubstitutionen oder nichtneutralen technischen Neuerungen am ehesten gerecht (1). Dabei ist zu berücksichtigen, daß Produktionsfunktionen nicht die tatsächliche Produktion, sondern das Produktionspotential beschreiben sollen. Insofern kommen als Verteilungsquoten nur Werte für Hochkonjunkturjahre in Betracht. Die statistisch ausgewiesenen Verteilungsquoten ändern sich aber nicht nur aus produktionstechnischen Gründen, sondern auch infolge von Strukturverschiebungen zwischen abhängig Beschäftigten und Selbständigen. Daher ist eine Bereinigung vorzunehmen, um die Auswirkungen einer veränderten Erwerbstätigenstruktur zu eliminieren (2).

148. Eine weitere Anmerkung erscheint wichtig: In produktionstheoretischen Analysen werden die Verteilungsquoten in aller Regel aus der Nettowertschöpfung berechnet. Die Arbeitsproduktivität, deren Veränderung erklärt werden soll, ist jedoch auf die Bruttowertschöpfung bezogen.

(1) Siehe z.B. Helmstädter [1967] und K.D. Schmidt [1981]. Die Gegenposition geht zurück auf Kendrick [1956].

(2) Zum Bereinigungsverfahren vgl. Fußnote (1) zu Ziff. 135. Siehe auch Löbbe [1981].

Zwischen Brutto- und Nettowertschöpfung stehen die Differenz aus Produktionssteuern und Subventionen sowie die Abschreibungen. Da gerade die Abschreibungsquoten im Zeitverlauf ständig gestiegen sind (Ziff. 77), erscheint eine entsprechende Korrektur der Produktionselastizitäten sinnvoll (1), denn aus der Bruttowertschöpfung ist dem Faktor Kapital nicht nur das Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen, sondern auch die Abschreibungen zuzurechnen. Produktionssteuer und Subventionen lassen sich dagegen nicht sinnvoll auf den einen oder anderen Produktionsfaktor beziehen, so daß sie unberücksichtigt bleiben müssen. Die Produktionselastizität des Kapitals soll hier also wie folgt berechnet werden:

$$\frac{\text{Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen (2) + Abschreibungen}}{\text{Nettowertschöpfung + Abschreibungen}}$$

149. Gegenüber herkömmlichen Ansätzen, bei denen die Abschreibungen sowohl im Zähler als auch im Nenner der Produktionselastizität des Kapitals vernachlässigt werden, ergeben sich zwei wichtige Unterschiede: Erstens ist das Niveau der hier verwendeten Elastizität deutlich höher; damit wird auch die modelltheoretische Reagibilität des Wirtschaftswachstums auf Änderungen beim Kapitaleinsatz vergrößert. Zweitens wird auch die Veränderung der Produktionselastizität des Kapitals im Zeitverlauf anders beschrieben als bei den sonst üblichen Konzepten. Während der Anteil der bereinigten Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen an der Nettowertschöpfung von 1960 bis 1979 von 26 vH auf 21 vH gesunken ist, blieb die um die Abschreibungen erweiterte Produktionselastizität des Kapitals mit etwa 30 vH weitgehend konstant (3).

-
- (1) Eine andere Möglichkeit wäre die Berechnung der Arbeitsproduktivität auf Nettowertschöpfungsbasis. Infolge der gestiegenen Abschreibungsquoten dürfte sich eine stärkere Abflachung des Produktivitätsfortschritts als beim Bruttokonzept ergeben. Eine derartige Rechnung wäre jedoch nur nominal möglich, da Produktionssteuern nicht deflationiert werden können. Der Anteil der Abschreibungen an der Bruttowertschöpfung der Unternehmen (ohne Wohnungsvermietung) ist von 1973 bis 1979 von 9,7 vH auf 10,6 vH angestiegen. 1960 betrug diese Quote noch 6,9 vH.
 - (2) Bereinigt um einen kalkulatorischen Unternehmerlohn, der als Entgelt des Faktors Arbeit angesehen wird.
 - (3) Da für beide Konzepte dieselbe Durchschnittsproduktivität des Kapitals zugrunde gelegt wird, können diese Verlaufsunterschiede auch als unterschiedliche Annahmen über die Veränderung der Grenzproduktivität des Kapitals interpretiert werden: Die Produktionselastizität des Kapitals kann als Produkt aus der Grenzproduktivität und dem Kehrwert der Durchschnittsproduktivität dieses Faktors ausgedrückt werden. Die Durchschnittsproduktivität des Kapitals ist im Trend kontinuierlich gesunken. Konstante Produktionselastizitäten bedeuten also, daß auch die Grenzproduktivität des Kapitals in gleichem Maße sinken muß, während sinkende Produktionselastizitäten einen Rückgang der Grenzproduktivität des Kapitals implizieren, der merklich über den Rückgang der Durchschnittsproduktivität hinausgeht. Angesichts der oben diskutierten Verlagerungen bei der Investitionsgüterstruktur (Ziff. 140 ff.) erscheint die Annahme einer nur mäßig verringerten Grenzproduktivität des Kapitals wohl plausibler.

150. Der Anstieg der Arbeitsproduktivität (Δy) läßt sich unter der Annahme einer Produktionsfunktion vom Cobb-Douglas-Typ in eine Substitutions- und eine Restkomponente aufspalten (1):

$$\Delta y = \alpha \Delta(K/L) + \lambda$$

Dabei bezeichnet α die Produktionselastizität des Kapitals, $\Delta(K/L)$ die Änderungsrate der Kapitalintensität und λ eine Restgröße. Die Substitutionskomponente $\alpha \Delta(K/L)$ gibt den Beitrag der Kapitalintensivierung zum Anstieg der Arbeitsproduktivität an, während das Residuum λ die Auswirkungen aller sonstigen Einflußfaktoren (neue Techniken, Rohstoffeinsatz, Strukturwandel usw.) einfängt.

Tabelle 20 - Beiträge einzelner Komponenten zur Arbeitsproduktivitätsentwicklung im Unternehmenssektor 1960-1979 (a)

Zeitraum	Arbeitsproduktivität	Substitutionskomponente	Residuum
	vH	Prozentpunkte	
1960-1973	5,9	2,2	3,7
1973-1979	4,7	1,6	3,1

(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung; jahresdurchschnittliche Änderungsraten.

Quelle: Eigene Berechnungen.

151. Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse einer derartigen Komponentenzerlegung, wobei eine Produktionselastizität des Kapitals zugrunde liegt, bei der Abschreibungen berücksichtigt wurden. Demnach ist die Verlangsamung im Anstieg der Arbeitsproduktivität etwa zu gleichen Teilen durch die verlangsamte Substitution von Arbeit durch Kapital und den Rückgang des Residuums bedingt. Die Investitionsschwäche der siebziger Jahre hat also nach diesen Berechnungen den Anstieg der Arbeitsproduktivität merklich gebremst.

b. Arbeits- und Kapitaleinsatz im sektoralen Querschnitt

152. Das relative Gewicht von Substitutionsprozessen gegenüber technologischen Änderungen für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität läßt sich auch im sektoralen Querschnitt überprüfen. Bei einer Dominanz der Substitution von Arbeit durch Kapital für den Produktivitätsfortschritt wäre eine enge positive Beziehung zwischen den Änderungsraten der Kapitalintensität sowie der Arbeitsproduktivität zu erwarten. Daraus ergäbe sich eine negative Beziehung zwischen den Änderungsraten der Arbeits- und der Kapitalproduktivität. Stehen dagegen sektoral unterschiedliche

(1) Die Bezeichnung Substitutionskomponente geht zurück auf Helmstädter [1967].

Fortschrittsraten bei der Anwendung neuer Technologien im Vordergrund, so können Wirtschaftsbereiche mit überdurchschnittlich steigender Arbeitsproduktivität möglicherweise auch bei der Kapitalproduktivität überdurchschnittliche Ergebnisse erzielen.

153. Bei den neun Wirtschaftsbereichen, für die Daten über das Nettoanlagevermögen vorliegen, zeigt sich praktisch keine Verbindung zwischen den Steigerungsraten der Arbeitsproduktivität und der Kapitalintensität (Schaubild 10). Dagegen besteht ein enger positiver Zusammenhang zwischen Arbeits- und Kapitalproduktivitätsentwicklung (1). Für eine tiefere sektorale Disaggregation muß auf Bruttokapitalstockdaten zurückgegriffen werden, die vom RWI für den Zeitraum von 1960 bis 1978 berechnet worden sind [vgl. J. Schmidt, 1982]. Die Regressionsergebnisse für 45 Wirtschaftszweige des Unternehmenssektors bestätigen den vergleichsweise geringen Einfluß der Kapitalintensivierung, vor allem in den sechziger Jahren (Tabelle 21). Kapital- und Arbeitsproduktivität sind auch auf diesem Aggregationsniveau positiv korreliert.

Tabelle 21 - Der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Arbeitsproduktivität sowie der Kapitalintensität und -produktivität im sektoralen Querschnitt 1960-1978 (a)

Zeitraum	Schätzgleichung (b)					
	$\Delta y = a + b \Delta K/L$			$\Delta y = a + b \Delta x$		
	a	b	\bar{R}^2	a	b	\bar{R}^2
1960-1978	0,6	0,45 (3,07)*	0,16	0,4	0,62 (4,87)*	0,34
1960-1970	0,8	0,27 (2,21)*	0,08	0,6	0,42 (3,83)*	0,24
1970-1978	0,3	0,73 (4,15)*	0,27	0,2	0,88 (6,68)*	0,50

(a) Regressionen für 45 Wirtschaftszweige des Unternehmenssektors (ohne Wohnungsvermietung). - (b) Δy - Änderungsrate der Arbeitsproduktivität, $\Delta K/L$ - Änderungsrate der Kapitalintensität, Δx - Änderungsrate der Kapitalproduktivität. t-Werte in Klammern; * signifikant bei 1 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.

Quelle: Eigene Berechnungen.

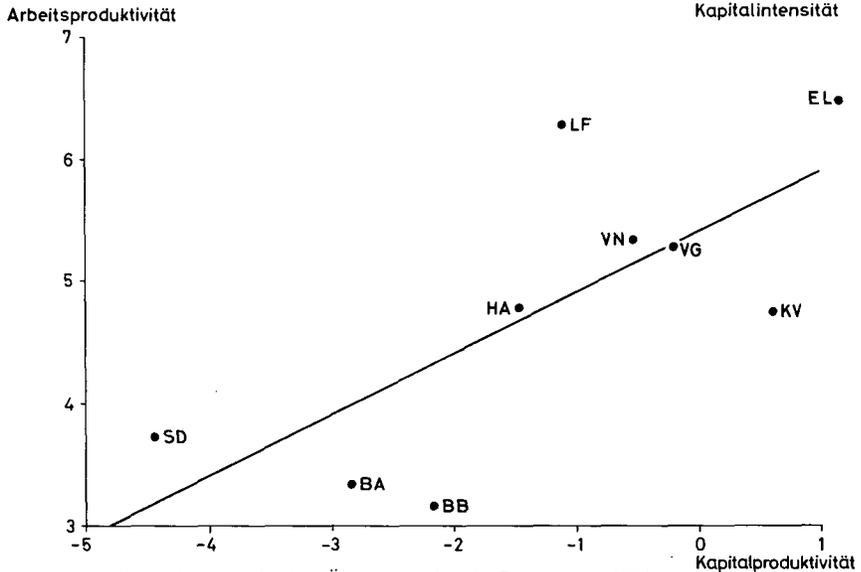
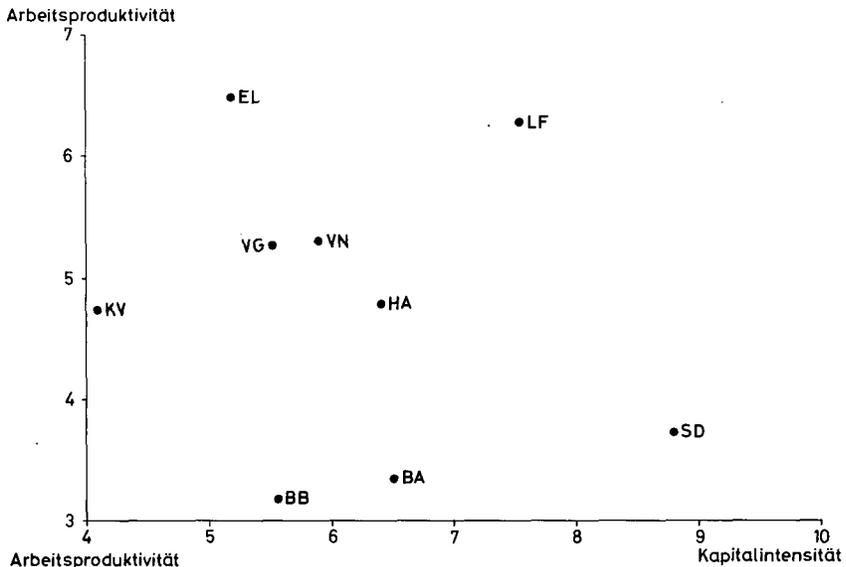
(1) Die eingezeichnete Regressionsgerade hat die folgende Form (t-Wert in Klammern; * signifikant bei 1 vH Irrtumswahrscheinlichkeit):

$$\Delta y = 5,4 + 0,50 \Delta x; \quad \bar{R}^2 = 0,47.$$

$$(2,84)^*$$

Δy und Δx bezeichnen die jahresdurchschnittlichen Änderungsraten der Arbeits- und Kapitalproduktivität.

Schaubild 10 - Arbeitsproduktivität, Kapitalintensität und Kapitalproduktivität nach Wirtschaftsbereichen 1960-1980 (vH) (a)



(a) Jahresdurchschnittliche Änderungsrate, in Preisen von 1976.

LF - Land- und Forstwirtschaft	HA - Handel
EL - Energiewirtschaft	VN - Verkehr, Nachrichtenübermittlung
BB - Bergbau	KV - Kreditinstitute, Versicherungen
VG - Verarbeitendes Gewerbe	SD - Sonstige Dienstleistungen
BA - Baugewerbe	

Quelle: Statistisches Bundesamt [b].

154. Bei reinen Substitutionsprozessen wäre aber ein negativer Zusammenhang zu erwarten. Das hoch gesicherte positive Vorzeichen belegt, daß im sektoralen Querschnitt die Substitutionseffekte unterschiedlicher Zuwachsraten der Kapitalintensität in erheblichem Maße kompensiert worden sind durch Änderungen der Produktionstechnologie: Nicht die Branchen, die besonders viel investiert haben, konnten ihre Arbeitsproduktivität am stärksten erhöhen, sondern vor allem jene, die den technischen Fortschritt so stark genutzt haben, daß sowohl für die Arbeits- als auch für die Kapitalproduktivität überdurchschnittliche Resultate erzielt werden konnten.

c. Das Residuum

155. Wenn Veränderungen bei der Faktorsubstitution den verlangsamten Anstieg der Arbeitsproduktivität nur zum Teil erklären können, rückt die in der Produktionsfunktion verbleibende Restgröße, das Residuum, ins Blickfeld. Alle Änderungen im Fortschritt der Arbeitsproduktivität, die nicht auf veränderte Faktoreinsatzrelationen zurückgeführt werden können, sind zwangsläufig im Residuum eingefangen. In Tabelle 20 wird für die Zeit nach 1973 ein Rückgang des Residuums im Unternehmenssektor ausgewiesen, der etwa die Hälfte der Verlangsamung des Anstiegs der Arbeitsproduktivität ausmacht. Im folgenden soll erörtert werden, ob es sinnvoll ist, diese Restgröße mit einem produktionstheoretischen Instrumentarium in einzelne Komponenten zu zerlegen.

156. In der Frühzeit produktionstheoretischer Analysen wurde das Residuum häufig als Meßziffer für den technischen Fortschritt angesehen [Solow, 1957]. Schon bald wurde jedoch darauf verwiesen, daß in ihr nicht nur technologische Änderungen zum Ausdruck kommen, sondern auch der Einfluß aller anderen, im Modell nicht explizit erfaßten Faktoren. Diese Kritik gipfelte in der Feststellung, das Residuum sei nichts anderes als die Meßziffer unserer Unwissenheit (1). Als eines der wichtigsten und bis heute gültigen Ziele der Wachstumstheorie formulierte Griliches [1963] die Reduzierung des Erklärungsbeitrags dieser unerklärten Restgröße. Mehrere Wege wurden beschritten: Zunächst lag es nahe, den technischen Fortschritt selbst zu endogenisieren, und zwar über die Annahme, technologische Neuerungen seien vor allem an den Einsatz neuer Investitionsgüter gebunden [Solow, 1960]. Eine weitere Reduzierung des Residuums konnte Denison [1962] erreichen, indem er die Annahme eines homogenen Produktionsfaktors Arbeit aufgab und einen Teil des Produktivitätsfortschritts auf eine erhöhte Qualifikation der Arbeitskräfte zurückführte (2). Qualitätsänderungen beim Faktor Kapital dagegen standen bei Kendrick [1961] im Vordergrund. In jüngster Zeit liegt das Schwergewicht bei der Einbeziehung von Vorleistungen und primären Inputs sowie bei der Berücksichtigung unterschiedlicher Substitutionselastizitäten zwischen verschiedenen Faktoren [z.B. Gollop, Jorgenson, 1980].

(1) Der Begriff "measure of our ignorance" als Bezeichnung für das Residuum wurde von Abramovitz [1956] geprägt; siehe auch Balogh, Streeten [1963].

(2) Zur Berechnungsmethode der Qualität der eingesetzten Arbeit bei Denison siehe Ziff. 35.

Tabelle 22 - Beiträge einzelner Komponenten zur Produktivitätsentwicklung im Unternehmenssektor der Vereinigten Staaten 1948-1976 (Prozentpunkte) (a)

	1948-1973	1973-1976
	vH	
Produktionsergebnis je Beschäftigten	2,6	-0,6
Prozentpunkte		
Änderungen im Arbeitseinsatz		
Ausbildung	0,5	0,9
Alters- und Geschlechtsstruktur	-0,2	-0,3
Arbeitsstunden pro Beschäftigten	-0,2	-0,5
Änderungen beim Sachvermögen		
Ausrüstung und Bauten	0,3	0,2
Vorräte	0,1	0,0
Land	0,0	0,0
Verbesserte Allokation der Ressourcen	0,4	0,0
Gesetzliche und soziale Rahmenbedingungen	0,0	-0,4
Skalenerträge	0,4	0,2
Technischer Fortschritt und sonstige Faktoren	1,4	-0,7
(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung; jahresdurchschnittliche Änderungsraten.		

Quelle: Denison [1979].

157. Eine vollständige Eliminierung des Residuums wurde nicht erreicht und dürfte auch wenig sinnvoll sein, da es nie gelingen wird, sämtliche Faktoren in die Analyse aufzunehmen und Zufallsschwankungen auszuschließen. Solow warnt sogar: "If we continue at it long enough we will succeed in eliminating the residual, even if it is really there" [Solow, 1981, S. 60]. Unbefriedigend bleibt jedoch, daß auch in verfeinerten produktionstheoretischen Ansätzen Veränderungen beim Residuum nach wie vor den größten Teil der Produktivitätsschwäche ausmachen. Denison beispielsweise führt zwei Drittel der Verlangsamung des Produktivitätsfortschritts in den Vereinigten Staaten auf Änderungen bei der unerklärten Restgröße zurück (Tabelle 22).

158. Denisons "growth accounting" zeigt zugleich die Grenzen produktionstheoretischer Komponentenerlegungen auf. Sein Ansatz beruht im Kern - genau wie die in Tabelle 20 durchgeführte Komponentenerlegung - auf einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion. Er spaltet den Input jedoch nicht nur in zwei, sondern in sehr viel mehr Produktionsfaktoren auf. Dabei werden zum einen Kapital und Arbeit in einzelne Teilaggregate zerlegt, zum anderen zusätzliche Faktoren (gesetzliche Vorschriften, Kriminalität usw.) in die Produktionsfunktion aufgenommen. All diese Faktoren müssen in Mengengrößen quantifiziert werden. Außerdem muß ihnen jeweils eine (gegebenenfalls negative) Produktionselastizität zugerechnet werden, damit sie in die Cobb-Douglas-Funktion eingesetzt werden können. Die Produktionselastizität von gesetzlichen Sicherheitsauflagen beispielsweise wird von Denison an den Aufwendungen der Unter-

nehmen zur Erfüllung dieser Auflagen, die in Relation zur Wertschöpfung gesetzt und mit einem negativen Vorzeichen belegt werden, gemessen. Da zumeist keine verlässlichen Daten vorliegen, muß auf zum Teil sehr willkürliche Schätzungen zurückgegriffen werden. Die Rechenergebnisse spiegeln eine Quantifizierbarkeit der einzelnen Einflüsse vor, die nicht zu rechtfertigen ist [Nelson, 1973].

159. Im Rahmen einer Analyse der Ursachen der Produktivitätsschwäche erscheint das produktionstheoretische Instrumentarium durchaus geeignet, die Auswirkungen von Substitutionsvorgängen zwischen den wichtigsten Produktionsfaktoren zumindest in ihrer Größenordnung zutreffend zu erfassen. Es wurde daher in diesem Kapitel benutzt, um die Folgen der Energieverteuerung sowie der Investitionsschwäche für den Fortschritt der Arbeitsproduktivität darzustellen. Darüber hinausgehende Versuche, auch institutionelle Rahmenbedingungen oder Richtungs- und Tempoänderungen beim technischen Fortschritt produktionstheoretisch abzubilden, erscheinen nach den Erfahrungen, die mit dem "growth accounting" gemacht wurden, wenig erfolgversprechend. Für diese Fragen sind mikroökonomisch ausgerichtete Wirkungsanalysen angebrachter, auf die im Kapitel E das Schwergewicht gelegt wird.

160. Bisher wurde analysiert, inwieweit die infolge der Investitionsschwäche verlangsamte Substitution von Arbeit durch Kapital den Anstieg der Arbeitsproduktivität beeinträchtigt hat. Nicht berücksichtigt wurden die möglichen Auswirkungen der geringen Investitionstätigkeit auf jenen Teil des Arbeitsproduktivitätsanstiegs, der auf technischem Fortschritt beruht. Vor allem dürften Änderungen der Altersstruktur des Anlagevermögens für das Tempo des technischen Wandels eine Rolle spielen. Im folgenden Kapitel wird daher noch einmal auf die Investitionsschwäche zurückzukommen sein.

E. Neue Technologien und Produktivitätsfortschritt

I. Die Rolle von Innovationen im Wachstumsprozeß

161. Neue Technologien sind der Motor wirtschaftlichen Wachstums und strukturellen Wandels. Stagnationstendenzen, die von Engpässen bei wichtigen Produktionsfaktoren und von Sättigungserscheinungen auf wichtigen Märkten auszugehen drohen, können durch neue Produktionsverfahren und neue Produkte überwunden werden, so daß die Grenzen des Wachstums durch technischen Fortschritt immer weiter hinausgeschoben werden. Möglicherweise fließt der Strom technischer Neuerungen, die das langfristige Wachstum tragen, jedoch nicht kontinuierlich, sondern in Schüben, so daß die Chancen für Produktivitätssteigerungen und Wachstum im Zeitverlauf ungleich verteilt sind.

162. Die Suche nach Erklärungen für die niedrigen Wachstumsraten in den siebziger und frühen achtziger Jahren gegenüber den fünfziger und sechziger Jahren hat zu einer Wiederentdeckung der Theorien langer Wellen wirtschaftlichen Wachstums geführt (1). Nach Schumpeter [1939] gehen die entscheidenden Anstöße dieser Wellen von einzelnen Basisinnovationen aus, denen ein Schwarm von Verbesserungsinnovationen folgt [siehe auch Stolper, 1982]. Der technische Fortschritt konzentriert sich demnach auf die Ausbeutung der von den Basisinnovationen eröffneten Technologiefelder, bis ihr Potential schließlich erschöpft ist und neue Basisinnovationen den Weg in die Zukunft weisen. Wirtschaftliches Wachstum wird von Schumpeter als dauernder Prozeß des Vorstoßens und Nachfolgens interpretiert, wobei die Gewinner von heute die Verlierer von morgen sind, wenn sie sich nicht rechtzeitig einen neuen innovatorischen Vorsprung verschaffen. Da die Investition in völlig neue Technologiebereiche mit hoher Unsicherheit verbunden ist, wird nach Schumpeter zukunftssträchtiges technologisches Neuland erst dann betreten, wenn der Vorrat der bekannten Basisinnovationen weitgehend erschöpft ist. So kommt es zu zyklisch auftretenden Schüben technischer Neuerungen, die als Verursacher langfristiger Wachstumswellen (Kondratieff-Zyklen) angesehen werden.

163. Auf der Ebene einzelner Wirtschaftsbereiche lassen sich derartige Lebenszyklen durchaus beobachten [Kuznets, 1953; Piatier, 1981; van Duijn, 1981]. Am Beginn der Industrialisierung stand die Mechanisierung und Automatisierung der Textilproduktion mit raschen Produktions- und Produktivitätssteigerungen. Später übernahm die Schwerindustrie, deren Entwicklung eng mit dem Einsatz von Dampfmaschinen verknüpft war, die technologische Führungsposition. Seit Beginn dieses Jahrhunderts bis in die heutige Zeit trug die Chemie - in den letzten Jahrzehnten vor allem die Petrochemie - wesentlich zum technischen Fortschritt bei. Hinzu kamen der Automobilbau sowie die Elektrotechnik mit zahlreichen technischen Neuerungen. In der jüngsten Zeit prägt vor allem die Mikroelektronik das Bild des technischen Wandels. Das Potential dieses Bereichs ist sicher bei weitem noch nicht ausgeschöpft, so daß die Dominanz der Mikroelektronik noch einige Zeit andauern dürfte. Als neues Feld ist

(1) Eine Übersicht geben Freeman [1981] und Delbeke [1981]; siehe auch Freeman et al. [1982].

jedoch bereits die Biotechnologie in Sicht, die eines Tages der Chemischen Industrie ihre Führungsrolle in der technologischen Entwicklung zurückgeben könnte (1).

164. Offenbar hängt nicht nur die Dynamik einzelner Wirtschaftsbereiche, sondern ganzer Volkswirtschaften von der Offenheit gegenüber technischen Neuerungen ab. Waren es zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts zunächst Großbritannien und dann Deutschland, die den technischen Fortschritt und das Wirtschaftswachstum vorantrieben, übernahmen später die Vereinigten Staaten die Spitzenposition. In jüngster Zeit ist vor allem Japan stark aufgerückt. Die Ursachen dieser räumlichen Verlagerung von Wachstums- und Innovationszentren sind vielfältig und bislang wenig erforscht. Natürliche Standortbedingungen wie Rohstoffvorkommen oder geographische Nähe zu wichtigen Handelswegen mögen ebenso eine Rolle spielen wie soziale Faktoren, die sich auf die Risikofreude von Unternehmern oder auf die Akzeptanz technischer Neuerungen auswirken. Möglicherweise haben die Bundesrepublik Deutschland und die anderen führenden Industrieländer ein Stadium der wirtschaftlichen Entwicklung erreicht, von dem aus rasche Produktivitäts- und Wachstumssteigerungen nur noch schwer zu erzielen sind. Neue Impulse für die Weltwirtschaft wären dann erst wieder zu erwarten, wenn eine Revitalisierung der alten Zentren gelingt oder die jungen Aufholländer in eine Führungsrolle hineingewachsen sind [Giersch, 1979b; Kindleberger, 1978; Ray, 1980].

165. Stärker umstritten als die oben genannten Theorien ist, daß es neben branchen- und länderspezifischen Zyklen globale Schwankungen im Wachstum gibt, die durch periodische Häufungen von Innovationen verursacht werden (2). Danach wäre nicht der Wechsel der Führungsposition zwischen Branchen und zwischen Ländern charakteristisch für technologischen Wandel, sondern sektorale und nationale Wachstumsraten müßten sich im Gleichschritt ändern, wobei die Basisinnovationen den Takt angeben. Nach Mensch und van Duijn befindet sich die Weltwirtschaft mitten in der Abschwungphase eines Kondratieff-Zyklus, dessen Tiefpunkt erst in den neunziger Jahren erreicht wird. Empirisch gestützt werden diese Hypothesen durch die Auflistung wichtiger technischer Neuerungen im Zeitverlauf. Problematisch dabei ist jedoch, daß die Bedeutung vieler Innovationen häufig erst Jahre nach ihrem ersten Auftreten erkennbar wird und daß von daher bei allen Innovationslisten eine Unterschätzung der technologischen Dynamik in der Gegenwart zu vermuten ist [Freeman, 1982]. So wird z.B. von Mensch der Mikroprozessor, der vor gut einem Jahrzehnt erfunden wurde, nicht als Basisinnovation angesehen. Es wäre aber durchaus vorstellbar, daß die Mikroelektronik und darauf aufbauende Innovationen einen ähnlichen Wachstumsschub wie in den fünfziger und sechziger Jahren bewirkt hätten; der Zeitpunkt ihres Auftretens paßt allerdings nicht in das Schema langer Wellen [Ray, 1980].

166. Ein Unterschied zu dem Modell der Verlagerung regionaler Wachstumszentren besteht darin, daß die räumliche Dimension des Wachstums

(1) Zur Geschichte des technischen Fortschritts vgl. Landes [1969].

(2) Für die heutige Zeit wurde diese These zuerst vorgestellt von Mensch [1975]; siehe auch van Duijn [1979].

vernachlässigt wird. Wichtiger erscheint jedoch der deterministische Charakter des Mensch-Modells (1): Befindet sich die Wirtschaft erst einmal in der Abschwungphase eines Kondratieff-Zyklus, so muß sie die Zeit bis zum Tiefpunkt durchstehen, bevor wieder mit einem neuen Schub von Basisinnovationen gerechnet werden kann. Als einzigen Ansatzpunkt für die Wirtschaftspolitik sieht Mensch Maßnahmen zur Verkürzung der Reifezeit (gestation period) von der Invention bis zur Innovation. Im Modell der regionalen Wachstumszentren dagegen hängt die Position eines Landes entscheidend von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab, die das Innovations- und Investitionsklima prägen. Da diese Rahmenbedingungen politisch beeinflussbar sind, hat jedes Land seine Zukunft selbst in der Hand (2). Gemeinsam ist beiden Modellen die Verknüpfung von Wirtschaftswachstum und Innovationsaktivitäten. Zur Klärung der Frage, ob die Produktivitätsschwäche der letzten Jahre Ausdruck einer säkularen Stagnation ist, kommt daher der Messung des Tempos technischen Wandels entscheidende Bedeutung zu.

167. Eine flächendeckende Erfassung der Häufigkeit und Bedeutung von Innovationen ist bislang nicht gelungen; meist bleibt es bei der Enumeration einzelner Erfindungen. Die wohl am breitesten angelegte Untersuchung in diesem Bereich legte die Gellmann Research Associates [1976] vor. Auf der Grundlage der Auswertung von Fachzeitschriften sowie von Expertenbefragungen erstellte sie eine Dokumentation technischer Neuerungen seit 1953. Aus einer umfangreichen Liste wurden schließlich fünfhundert Innovationen als die wichtigsten ausgewählt und nach verschiedenen Merkmalen klassifiziert. Danach zeigen sich starke Schwankungen der Innovationstätigkeit im Zeitverlauf, von einer Verlangsamung innerhalb des Erhebungszeitraums kann jedoch keine Rede sein (Tabelle 23).

Daneben wurde versucht, der unterschiedlichen Bedeutung der einzelnen Innovationen durch Einteilung in folgende vier Kategorien gerecht zu werden:

- radikaler Durchbruch;
- grundlegender technischer Fortschritt;
- Verbesserung;
- Imitation.

Zwar ging in den Vereinigten Staaten der Anteil der Innovationen, die als radikaler Durchbruch angesehen werden können, im Zeitraum 1967-1973 auf 16 vH zurück gegenüber 36 vH im Zeitraum 1953-1959, dafür stieg jedoch der Anteil der grundlegenden Neuerungen von 17 auf 35 vH. Die Werte für Verbesserungen und für Imitationen änderten sich kaum [National Science Board, 1977, S. 270].

-
- (1) Zur wissenschaftstheoretischen Diskussion um diesen Ansatz vgl. die Beiträge von Scholz [1976] und Mensch [1976].
 - (2) Auf den politischen Aspekt langer Wellen wirtschaftlichen Wachstums verweisen auch Glismann et al. [1978; 1980]. Als wesentliche Ursache langfristiger Wachstumszyklen sehen sie periodische Verzerrungen und Entzerrungen der Verteilungsrelationen an, die ihrerseits mit einer institutionellen Schwerfälligkeit in der Reaktion auf Marktsignale erklärt werden.

Tabelle 23 - Anzahl der grundlegenden technologischen Innovationen in ausgewählten Ländern 1953-1973

Zeitraum(a)	Vereinigte Staaten	Vereinigtes Königreich	Bundesrepublik	Japan	Frankreich	Insgesamt
1953-1955	63	11	5	-	4	83
1956-1958	37	5	2	-	2	46
1959-1961	36	10	1	1	4	52
1962-1964	54	15	4	9	-	82
1965-1967	37	16	8	5	2	68
1968-1970	45	16	6	11	3	81
1971-1973	47	12	7	8	6	80

(a) Nach dem Jahr der Markteinführung.

Quelle: National Science Board [1977, S. 199].

168. Auch ein Rückblick auf die Grundlinien des technischen Wandels in den letzten Jahrzehnten kann nicht die Vermutung stützen, es gäbe heute einen Mangel an Basisinnovationen. Auf der Grundlage von Informationen aus technischen Fachzeitschriften sowie aus zusammenfassenden Übersichten anderer Autoren (1) ist versucht worden, für einige der wichtigsten Innovationen den zeitlichen Diffusionsverlauf abzuschätzen (Tabelle 24). Diese Liste ist sicher nicht unstrittig und bei weitem nicht vollständig; sie soll jedoch einen Eindruck darüber vermitteln, welche Wege künftige Technologien beschreiten könnten:

- Die technologische Entwicklung der sechziger Jahre brachte vor allem Fortschritte im Bereich der Petrochemie und im Maschinenbau. Darüber hinaus konnten die Transportkosten vieler Güter deutlich gesenkt werden. Beispiele für Innovationen, die ihre höchste Diffusionsgeschwindigkeit in dieser Zeit erreichten, sind glasfaserverstärkte Kunststoffe, NC-Steuerung, Hydraulik, Container und Pipelines.
- Im Mittelpunkt der späten sechziger und der siebziger Jahre stand der Vormarsch der Elektronik, und zwar zunächst in Verwaltungsbereichen wie der Lohnbuchhaltung oder der Lagerkontrolle. Später hielt sie auch in der Produktion Einzug, in Form von CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen, Industrierobotern oder der Automatisierung ganzer Produktionsprozesse vom Vorprodukt bis zur Verpackung. Als neuer Schwerpunkt kam die Entwicklung energiebezogener Technologien hinzu.
- Die Trends der siebziger Jahre setzen sich teilweise in den achtziger Jahren fort, wobei sich im Bereich der Mikroelektronik eine erhöhte Anwendungsflexibilität durch verbesserte Software sowie ein Vordringen in textverarbeitende Bürotätigkeiten und in die privaten Haushalte abzeichnet. Als neues Innovationsfeld tut sich vor allem die Biotechno-

(1) Neben Gellmann Research Associates [1976] sind vor allem zu nennen: van Duijn [1981]; Ulrich [1980]; Boretsky [1980]; Prognos AG [1980]; Lahner, Ulrich [1969]; siehe auch die Fallstudien in dem Konferenzband Giersch [1982a].

Tabelle 24 - Diffusionszeiträume ausgewählter Schlüsseltechnologien in Industrieländern

Technologie	Intensität der Diffusion (a)			
	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990 u. später
Kernkraftwerke	+	++	+	+
Solarenergieanlagen			+	+
Einsatz von Bakterien zur Rohstoffgewinnung			+	++
Eiweißgewinnung aus Mikroben (Single Cell Protein)			+	++
Genmanipulation in Landwirtschaft und Pharmazie			+	++
Glasfaserverstärkte Kunststoffe	++	+		
Kohlefasern			+	++
Stranggießen in der Stahlerzeugung	+			
NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen	+			
CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen		++	+	+
Hydraulische Arbeitsmaschinen	++			
Automatisierung industrieller Produktionsprozesse	+	++	+	+
Industrieroboter		+	++	++
Elektronische Regelung in Kraftwagen		++	++	+
Laser	+	+	++	+
Quarz-gesteuerte Meßinstrumente	+	++		
Computersatz in der Drucktechnik		++		
Xerographie	+	++		
Container	++			
Pipelines	++	+		
Nachrichten- und Wettersatelliten	+	+	+	
Elektronische Großrechenanlagen	+	++		
Kleincomputer in der Verwaltung		++	++	+
Computer-gestützte Konstruktion		++	+	+
Elektronische Textverarbeitung		+	++	++
Bildschirmtext			++	++
Glasfaserkabel in der Nachrichtentechnik			++	+

(a) ++ = rasche Diffusion; + = mäßige Diffusion.

Quelle: Eigene Schätzungen.

logie auf; Diffusionsgeschwindigkeit und Produktivitätseffekte sind hier aber bislang kaum abschätzbar (1).

169. Angesichts der neueren Entwicklungen in Wissenschaft und Technik erscheint es wenig überzeugend, einen allgemeinen Mangel an technologischen Möglichkeiten zur Erklärung der weltweiten Wachstumsschwäche heranzuziehen. Im Gegenteil - es drängt sich der Eindruck auf, daß einige neue Technologien zumindest die Möglichkeit in sich tragen, bestehende Produktionsstrukturen grundlegend umzuwälzen und völlig neue Märkte zu erschließen.

170. Trotz dieser ausreichenden wissenschaftlichen Basis ist eine Abschwächung des technischen Fortschritts in der Produktion nicht auszuschließen. Dabei kommen folgende Ursachen in Betracht:

- ein Rückgang des Inputs bei den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die zum Umsetzen wissenschaftlicher Erkenntnisse in marktreife Produkte und Verfahren notwendig sind;
- verringerte Produktivitätseffekte von Forschung und Entwicklung, die sowohl mit sinkenden Grenzerträgen in diesem Bereich als auch mit veränderten Forschungsschwerpunkten zusammenhängen können;
- eine verlangsamte Diffusion technischer Neuerungen aufgrund einer Überalterung der Produktionsanlagen oder einer verringerten sozialen Akzeptanz technischen Wandels;
- ein verringerter Import technischen Wissens aus dem Ausland als Folge schwindender Imitationsspielräume.

Diesen vier Punkten soll in den folgenden Abschnitten nachgegangen werden.

II. Innovationsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft

1. Aufwendungen für Forschung und Entwicklung

171. Für Forschung und Entwicklung wurden 1981 in der Bundesrepublik Deutschland etwa 40 Mrd. DM aufgewendet. Etwa zwei Drittel dieser Mittel flossen in die Unternehmen und Verbände der Wirtschaft, das restliche Drittel entfiel vorwiegend auf die Hochschulforschung und die Forschung Privater Organisationen ohne Erwerbscharakter. In Relation zum Bruttosozialprodukt ist die Forschungsintensität sowohl in der Gesamtwirtschaft als auch im Unternehmenssektor bis 1971 kontinuierlich gestiegen; im darauf folgenden Jahrzehnt wurde dagegen das rasche Expansionstempo der sechziger Jahre nicht mehr erreicht. Erst in den letzten Jahren ist wieder ein Anstieg der Forschungsintensitäten zu verzeichnen (Tabelle 25).

172. Im internationalen Rahmen zeigen nur noch Japan und Schweden eine vergleichbare Entwicklung wie die Bundesrepublik Deutschland. In allen anderen Ländern stagniert in den siebziger Jahren die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität oder weist sogar, wie in den Vereinigten

(1) Zu den Perspektiven der wirtschaftlichen Nutzung dieses neuen Forschungsbereichs vgl. Moses, Rabin [1982] sowie Rehm [1982].

Tabelle 25 - Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen 1964-1981 (a)

Jahr	Insgesamt		Wirtschaft (b)	
	Mill. DM	in vH des BSP	Mill. DM	in vH der BWS (c)
1964	7 044	1,68	3 923	1,15
1965	8 518	1,86	5 033	1,35
1966	9 497	1,95	5 437	1,38
1967	10 468	2,12	6 023	1,53
1968	11 424	2,14	7 237	1,70
1969	13 266	2,22	8 409	1,77
1970	16 010	2,37	10 014	1,86
1971	19 439	2,59	11 906	2,00
1972	20 784	2,52	12 691	1,95
1973	22 077	2,40	13 381	1,85
1974	24 041	2,44	14 489	1,88
1975	26 643	2,59	16 538	2,08
1976	27 880	2,48	17 707	2,03
1977	30 103	2,52	19 595	2,10
1978	32 002	2,48	20 530	2,06
1979	36 140	2,59	23 826	2,20
1980	39 270	2,65	26 060	2,27
1981	41 320	2,68	27 843	2,33

(a) Die Angaben für 1964-1977 beruhen auf eigenen Schätzungen, die den Änderungen im Berichtskreis der Unternehmen ab 1978 Rechnung tragen. - (b) Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsordnung. - (c) Bruttowertschöpfung der Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung.

Quelle: BMFT [1982]. - Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [lfd. Jgg.]. - Eigene Berechnungen.

Staaten, einen Rückgang auf (Tabelle 26). Infolge der unterschiedlichen nationalen Trends haben sich die Niveaus der Forschungsintensitäten stark angeglichen. Im Jahre 1964 war beispielsweise die Forschungsintensität in den Vereinigten Staaten noch mehr als doppelt so hoch wie in der Bundesrepublik, 1979 war dieser Vorsprung fast verschwunden. Die rückläufigen Quoten für die Vereinigten Staaten sind auch vor dem Hintergrund der drastisch reduzierten staatlichen Forschungsförderung zu sehen, wobei sich vor allem die Kürzungen im Bereich der NASA auswirkten. Inwieweit diese Einsparungen produktivitätsrelevante Forschungsprojekte berührt haben, ist allerdings umstritten (1).

- (1) Am stärksten gingen in den Vereinigten Staaten die Forschungsaufwendungen für Rüstung, Raumfahrt und Gesundheit zurück, die nach Schätzungen von Griliches ohnehin kaum zum Produktivitätsfortschritt in der Wirtschaft beigetragen haben [Griliches, 1973; Mansfield, 1981]. Die dahinter stehende Vermutung, es hätte so gut wie gar keine positiven Spill-over-Effekte vom staatlich orientierten Bereich der Forschung in den privaten Bereich gegeben, ist aber als Extremposition anzusehen.

Tabelle 26 - Anteil der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen am Bruttoinlandsprodukt in ausgewählten Ländern 1964-1979 (vH)

Land (a)	1964	1969	1973	1977	1979
Vereinigte Staaten	3,14	2,79 (b)	2,50	2,39	2,41
Japan	1,47	1,64	1,87	1,91	2,04
Bundesrepublik	1,41	1,83	2,09	2,14	2,27
Frankreich	1,84	2,03	1,78	1,76	1,82
Vereinigtes Königreich	2,32	2,29	2,13 (c)	.	2,20 (d)
Niederlande	2,03	2,13	2,01	1,99	1,98
Italien	0,67 (e)	0,83	0,88	0,89	0,84
Schweiz	2,21	2,41	2,25	2,29	2,45
Kanada	1,07	1,22	0,99	0,93	0,94
Schweden	1,20	1,25	1,60	1,87	1,89
Belgien	1,05 (e)	1,26	1,43	1,37	1,40
Insgesamt (f)	2,41	2,33	2,08	2,11	2,03

(a) Geordnet nach der Höhe der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen 1979 zu laufenden Preisen und Wechselkursen. - (b) 1970. - (c) 1972. - (d) 1978. - (e) 1965. - (f) Gewogener Durchschnitt aller elf Länder.

Quelle: OECD [e].

173. Die bis 1971 zu beobachtende Intensivierung der Forschungsaktivitäten in der Bundesrepublik Deutschland dürfte hauptsächlich als Aufholprozeß gegenüber anderen führenden Industrieländern anzusehen sein. Die Trendabflachung in den siebziger Jahren ist damit auch als Einschwenken auf einen "normalen" Entwicklungspfad zu interpretieren. Von daher ist in Zukunft nicht mehr mit einem ähnlichen Schub bei den Forschungsaufwendungen wie in den sechziger Jahren zu rechnen. Um so bemerkenswerter erscheint der erneute Anstieg der Forschungsintensität in der Bundesrepublik seit 1979 (vgl. Tabelle 25). Möglicherweise ist das bereits als Reaktion auf einen verschärften internationalen Wettbewerb bei Spitzentechnologien zu werten - ein Wettbewerb, bei dem das Verharren auf einem einmal erreichten Niveau mit einem relativen Zurückfallen gleichbedeutend wäre.

174. Bei der Beurteilung der Veränderung von Forschungsintensitäten ist allerdings zu berücksichtigen, daß sich diese Quoten auch deshalb ändern können, weil die Preisentwicklung in der Forschung von derjenigen der Bruttowertschöpfung abweicht. Vor allem fällt ins Gewicht, daß in den Forschungsbudgets der Unternehmen Personalkosten eine deutlich größere Rolle spielen als in anderen Bereichen. Überdurchschnittliche Preissteigerungen bei den Personalausgaben lassen darauf schließen, daß die reale Forschungsintensität der Wirtschaft nicht so stark gestiegen ist wie die in Tabelle 26 angegebenen nominalen Forschungsintensitäten.

Tabelle 27 - Nominale und reale Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der Wirtschaft 1967-1979 (a)

Jahr	Nominal		Real (b)	
	Mill. DM	in vH der BWS (c)	Mill. DM	in vH der BWS (c)
1967	6 023	1,53	8 053	1,69
1969	8 409	1,77	9 896	1,78
1971	11 906	2,00	11 906	2,00
1973	13 381	1,85	11 560	1,78
1975	16 538	2,08	12 103	1,92
1977	19 595	2,10	12 887	1,85
1979	23 826	2,20	14 175	1,88

(a) Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung. - (b) In Preisen von 1976. Die Deflatoren wurden auf 1971=100 normiert. - (c) Bruttowertschöpfung der Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung.

Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [lfd. Jgg.]. - Eigene Berechnungen.

Eine näherungsweise Berechnung entsprechender Deflatoren ist möglich anhand der nach Personalausgaben, laufenden Sachaufwendungen und Investitionen gegliederten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen sowie nach der Unterteilung des Personals in Wissenschaftler und Ingenieure, Techniker sowie sonstiges Personal. Datenbasis und Berechnungsmethoden sind an anderer Stelle ausführlich geschildert worden; deshalb soll hier auf nähere Erläuterungen verzichtet werden [Fels, Schmidt, 1981, S. 69 ff.; Brockhoff, 1977, 1979]. Als Ergebnis der Berechnungen ist festzuhalten, daß bei realer Betrachtungsweise die Forschungsintensität in der deutschen Wirtschaft seit 1971 nicht mehr gestiegen ist (Tabelle 27) (1). Für die Analyse der Produktivitätseffekte von Forschung und Entwicklung ist gerade diese reale Entwicklung von Bedeutung.

175. Die nominalen Forschungsintensitäten der einzelnen Wirtschaftsbereiche sind bemerkenswert stabil. Selbst zwischen 1967 und 1971, als die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität deutlich anstieg, änderten sich die sektoralen Intensitäten kaum (Tabelle 28). Der in den sechziger Jahren zu beobachtende Anstieg der Forschungsaktivitäten in der Gesamtwirtschaft ist also vorrangig auf einen sektoralen Strukturwandel zu-

(1) Die Fortschreibung für 1979 erfolgte auf der Grundlage der Angaben für Unternehmen mit 5000 und mehr Beschäftigten. Die prozentuale Steigerung in den einzelnen Ausgabearten dieses Bereichs, der nicht von der Umstellung des Berichtskreises der Stifterverbandserhebung ab 1979 betroffen war, wurde als repräsentativ für die Grundgesamtheit angesehen. Ein erhebungstechnisch bedingter Strukturbruch konnte damit vermieden werden.

Tabelle 28 - Anteil der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen am Umsatz der forschenden Unternehmen 1967-1981 (vH)

Wirtschaftsbereich	1967	1969	1971	1973	1975	1977	1979	1981
Unternehmen insgesamt	.	.	2,8	2,6	2,8	2,7	2,8	2,8
Energiewirtschaft	0,7	0,2	0,2	0,3	0,7	1,0	0,6	0,4
Bergbau	0,4	0,5	0,5	0,6	1,1	1,7	2,8	2,0
Verarbeitendes Gewerbe	3,0	3,2	3,4	3,2	3,3	3,2	3,3	3,3
darunter:								
Chemische Industrie	5,2	4,9	4,6	4,4	4,8	4,6	4,5	4,6
Mineralölverarbeitung	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kunststoffverarbeitung	1,6	1,8	2,6	4,1	1,7	2,1	2,0	2,6
Gummi- u. Asbestverarbeitung			2,8	2,8	2,3	2,7	2,1	2,7
Steine und Erden			0,7	0,8	0,7	0,7		
Feinkeramik, Glas	0,9	1,3	1,0	1,0	2,1	1,7	1,2	1,6
Metallerzeugung u. Bearbeitung	1,0	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	1,0
darunter:								
Eisenschaffende Industrie	1,0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,8
NE-Metallerzeugung	.	.	1,0	0,8	1,0	1,1	1,1	1,0
Stahl-, Maschinen- u. Fahrzeugbau	4,2	4,0	4,6	3,9	3,9	3,4	3,7	3,9
darunter:								
Maschinenbau	3,2	2,7	2,9	3,1	3,1	2,7	2,9	3,1
Straßenfahrzeugbau	4,5	3,6	3,9	3,1	2,9	2,5	3,1	3,5
Luftfahrzeugbau	25,3	.	51,1	34,4	44,0	37,2	31,5	23,8
Elektrotechnik, Feinmechanik, EBM usw.	6,0	6,6	5,5	5,3	6,1	7,0	7,3	6,4
darunter:								
Elektrotechnik	6,8	7,6	6,0	5,8	6,7	7,3	7,8	7,3
Feinmechanik, Optik	5,0	5,4	5,3	5,0	4,5	5,0	5,0	5,3
Herstellung von EBM-Waren	.	.	.	0,9	1,0	3,8	3,3	2,3
Holz-, Papier- und Druckgewerbe	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	1,1
darunter:								
Holzbe- und -verarbeitung	.	.	0,4	0,4	0,4	0,5	1,1	1,6
Leder-, Textil- u. Bekleidungs-gewerbe	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	0,5	0,5	0,9
darunter:								
Textilgewerbe	.	.	0,6	0,4	0,4	0,5	0,6	1,0
Nahrungs- u. Gemüßmittel-gewerbe	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6
Restliche Wirtschaftsbereiche	.	.	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
darunter:								
Baugewerbe	.	.	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,5
Verkehr u. Nachrichten-übermittlung	.	.	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3

Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [Ifd. Jgg.].

rückzuführen, der das Wachstum technologieintensiver Produktionen begünstigte (1).

- (1) Ausführlich dargestellt ist der Zusammenhang zwischen Forschungsintensität und Strukturwandel bei Breithaupt et al. [1979, S. 126 ff.] sowie bei Fels, Schmidt [1981, S. 73 ff.].

176. Auch der Einbruch der Investitionstätigkeit in den siebziger Jahren konnte die weitgehende Konstanz sektoraler Forschungsintensitäten nicht nachhaltig beeinträchtigen. Da aus betriebswirtschaftlicher Sicht auch Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen als Investitionen anzusehen sind, und zwar als Investitionen zur Vermehrung des Bestands an technischem Wissen, wäre es nicht verwunderlich gewesen, wenn sich die investitionsdämpfenden Faktoren nachteilig auf die Forschungsaktivitäten ausgewirkt hätten. Von einem Gleichlauf bei Investitionen und Forschungsausgaben kann jedoch keine Rede sein. Im Gegenteil: Zwischen 1971 und 1979 hat sich die Relation von Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen zu den Bruttoanlageinvestitionen der forschenden Unternehmen um mehr als die Hälfte erhöht (1). Die Investitionen in technisches Wissen wurden von der Investitionsschwäche also nicht beeinträchtigt.

177. Zur Erklärung der weitgehenden Konstanz sektoraler Forschungsintensitäten kommen vor allem zwei Ursachen in Betracht:

- Forschungsaufwand ist zum großen Teil Personalaufwand, der sich nicht so leicht kürzen läßt wie der Aufwand für Sachinvestitionen.
- Für die Erhaltung der internationalen Wettbewerbsposition haben Investitionen in neues Wissen gegenüber den Investitionen in Sachanlagen vermutlich an Bedeutung gewonnen, so daß bei Forschung und Entwicklung die negativen Auswirkungen einer allgemein verschlechterten Ertragslage auf das Investitionsklima kompensiert worden sind.

Auf das zweite Argument wird bei der Analyse internationaler Aufholprozesse zurückzukommen sein. Zuvor sollen jedoch einige Ansatzpunkte zur Messung der Ergebnisse von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten diskutiert werden.

2. Verringerte Produktivitätseffekte von Forschung und Entwicklung

178. Die Vermehrung des technischen Wissens hängt nicht nur vom Umfang der eingesetzten Forschungsmittel ab, sondern auch von der Produktivität der Forschung selbst (2). Wenn die Grenzerträge der Forschungsaktivitäten sinken oder andere Ziele als die Erhöhung der Arbeitsproduktivität in den Vordergrund treten, ist auch bei unverminderten Forschungsintensitäten mit einem geringer werdenden Einfluß von Forschung und Entwicklung auf die Arbeitsproduktivität zu rechnen (3).

(1) Dieser Quotient betrug im Produzierenden Gewerbe 1971: 0,37; 1973: 0,44; 1975: 0,64; 1979: 0,59 [vgl. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, lfd. Jgg.].

(2) Eine internationale vergleichende Untersuchung im Auftrag der UNESCO hat sogar ergeben, daß die Höhe der eingesetzten Ressourcen kaum in Verbindung steht mit den Ergebnissen, die Forschungsgruppen erzielen; als wichtiger erwiesen sich die Qualifikation der jeweiligen Führungskräfte sowie die "Gruppenmoral" und die Zufriedenheit der Forscher mit ihren Arbeitsbedingungen [Andrews, 1979, insbesondere das vierte, fünfte und zehnte Kapitel].

(3) Für die Vereinigten Staaten kommt Griliches [1980] zu dem Ergebnis, daß die Forschungsaufwendungen für die Zeit von 1959 bis 1968

179. Eine präzise Messung der Forschungsproduktivität dürfte wohl kaum jemals möglich sein, da es an geeigneten Meßkonzepten und Daten fehlt, um den Output vollständig zu erfassen. Anhaltspunkte über die trendmäßige Entwicklung können jedoch beispielsweise aus folgenden Indikatoren gewonnen werden (1):

- Anzahl der Patentanmeldungen oder -erteilungen;
- Anzahl oder Umfang von wissenschaftlichen Publikationen;
- Anzahl oder Umsatzanteil der neu im Markt eingeführten Produkte.

180. Besondere Beachtung hat in diesem Zusammenhang der Rückgang der Patentanmeldungen in der Bundesrepublik gefunden (2). So wurden im Jahre 1964 von deutschen Erfindern 38 000 Patente beim Deutschen Patentamt angemeldet, 1981 waren es nur noch 30 000. Im gleichen Zeitraum stieg die Zahl der Beschäftigten in Forschung und Entwicklung um mehr als die Hälfte, so daß nach dem Patentindikator von einer Halbierung der Produktivität bei Forschung und Entwicklung auszugehen wäre (Tabelle 29) (3). Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich in den Vereinigten Staaten; dort wurden 1965 pro 100 Beschäftigten in Forschung und Entwicklung 21,0 Patente angemeldet, 1979 nur noch 15,6 Patente (4).

181. Gegen eine Gleichsetzung von Patenten pro Beschäftigten und Produktivität in der Forschung läßt sich jedoch einwenden [Lawson, 1980], daß:

- der ökonomische Gehalt der Patente im Zeitverlauf gestiegen sein könnte;
- die Neigung der Unternehmen, Erfindungen beim Patentamt anzumelden, möglicherweise gesunken ist;
- der Anteil technischer Neuerungen, die nur deshalb nicht patentierfähig sind, weil sie nicht unter dem juristischen Erfindungsbegriff subsummiert werden können, möglicherweise zugenommen hat;
- die Arbeiten in den Forschungsabteilungen stärker als früher auf die Verbesserung und Weiterentwicklung bereits bekannter Technologien

einen signifikanten Einfluß auf die Arbeitsproduktivität ausgeübt haben, für die folgende Periode von 1969 bis 1977 dagegen nicht mehr. Siehe auch den Übersichtsartikel von Thomas [1980].

- (1) Vgl. die Beiträge zu der vom 15.-19. September 1980 von der OECD in Paris durchgeführten Science and Technology Indicators Conference, insbesondere Miller [1980].
- (2) Vgl. z.B. Häuser [1981]. Aus der stabilen Beziehung zwischen Patentanmeldungen und Forschungsaufwendungen im intersektoralen Querschnitt schließen Pakes und Griliches [1980], daß die Patentstatistik einen brauchbaren Indikator für die Ergebnisse der Forschung liefert.
- (3) Seit Juni 1978 kann ein Schutzrecht für die Bundesrepublik Deutschland wahlweise beim Deutschen oder beim Europäischen Patentamt beantragt werden. Daher sind die in Tabelle 29 für die letzten Jahre ausgewiesenen Patentanmeldungen nur bedingt vergleichbar mit den Angaben für frühere Jahre.
- (4) Berechnet nach National Science Foundation [lfd. Jgg.] und Commissioner of Patents and Trademarks [lfd. Jgg.].

Tabelle 29 - Patentanmeldungen und Beschäftigte in Forschung und Entwicklung 1964-1982

Jahr	Patentanmeldungen (a)	Beschäftigte in FuE (b) (Vollzeitäquivalente)	Patentanmeldungen je 100 Beschäftigte in FuE
1964	37 861	154 154	24,6
1965	38 148	163 853	23,3
1966	36 861	.	.
1967	37 102	167 465	22,2
1968	34 005	.	.
1969	33 094	201 911	16,4
1970	32 772	201 911	16,4
1971	32 874	230 159	14,3
1972	33 381	.	.
1973	31 909	217 814	14,6
1974	31 185	.	.
1975	30 604	215 150	14,2
1976	31 421	218 324	14,4
1977	30 590	228 490	13,4
1978	30 684	226 000	13,6
1979	31 434	237 962	13,2
1980	29 166	.	.
1981	30 450	242 544	12,6
1982	30 668	.	.

(a) Anmeldungen deutscher Anmelder beim Deutschen Patentamt. - (b) In Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung. Die Angaben für 1964-1977 beruhen auf eigenen Schätzungen, die den Änderungen im Berichtskreis der Unternehmen ab 1978 Rechnung tragen.

Quelle: Deutsches Patentamt [lfd. Jgg.]. - Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [lfd. Jgg.]. - Eigene Berechnungen.

konzentriert sein können und daher der Anteil patentierbarer Ideen an den Forschungsergebnissen möglicherweise zurückgeht.

Die Relevanz dieser vier Argumente soll im folgenden geprüft werden.

182. Der ökonomische Wert von Patenten müßte daran zu messen sein, wie lange ein erteiltes Patent aufrechterhalten wird. Da die Patentgebühren mit der Dauer der Laufzeit progressiv steigen, empfiehlt es sich, nicht mehr genutzte Patente schon vor Ablauf der insgesamt 18 Jahre währenden Schutzfrist löschen zu lassen. Der Anteil der Patente, die schon wenige Jahre nach der Anmeldung wieder gelöscht werden, ist vor allem im Verlauf der sechziger Jahre deutlich gesunken (Tabelle 30). Da im gleichen Zeitraum auch die Zahl der Anmeldungen stark sank, ist zu vermuten, daß die Unternehmungen in stärkerem Maße als früher schon vor dem Gang zum Patentamt die Spreu vom Weizen trennten und nur noch solche Erfindungen anmeldeten, die über einen längeren Zeitraum genutzt werden sollten.

Tabelle 30 - Zur Lebensdauer der vom Deutschen Patentamt erteilten Patente 1960-1977 (vH)

Jahr der Anmeldung	Löschung von erteilten Patenten nach Jahren(a)				
	3	4	5	6	7
1960	1,6	4,2	8,4	15,4	23,1
1961	1,1	3,3	7,6	14,2	23,1
1962	0,9	2,9	7,1	14,3	21,2
1963	1,0	3,0	7,6	13,7	20,1
1964	0,9	3,2	7,2	13,0	22,8
1965	0,9	3,1	7,2	14,4	21,5
1966	0,6	2,4	6,2	10,9	17,1
1967	0,5	1,9	4,1	8,1	13,2
1968	0,3	1,2	3,4	7,1	12,4
1969	0,6	2,1	4,6	8,9	14,7
1970	0,5	2,0	5,1	9,8	15,5
1971	0,7	2,5	5,7	10,3	17,1
1972	0,9	2,6	5,8	11,3	15,9
1973	0,9	3,2	7,3	12,7	17,5
1974	1,0	3,6	6,7	9,4	.
1975	1,5	3,1	4,3	.	.
1976	1,1	1,6	.	.	.
1977	0,6

(a) Vom Tag nach der Anmeldung gerechnet.

Quelle: Deutsches Patentamt [1981, H. 3].

183. Der Rückgang der Patentanmeldungen könnte auch damit zusammenhängen, daß sich die Forschungsarbeiten der Unternehmen immer mehr auf solche Technologiefelder konzentrieren, bei denen es nicht so sehr auf patentierbare Einzelergebnisse ankommt, sondern mehr auf die Kumulation von Erkenntnissen, die zusammengenommen erst einen technologischen Fortschritt ermöglichen [Gutberlet, 1984]. Wichtiger als ein gesetzlich garantierter Patentschutz wäre dann ein Austausch von Wissen zwischen denjenigen Unternehmen, die in dem betreffenden Technologiefeld tätig sind.

Empirische Hinweise auf eine abnehmende Patentierneigung und ihre Ursachen liefern die Ergebnisse einer Unternehmensbefragung im Maschinenbau und in der Elektrotechnik [Greipl, Träger, 1982]. Rund zehn Prozent der Unternehmen gaben an, daß sie in den letzten Jahren vermehrt auf Gebrauchsmuster statt auf Patente zum Schutz ihrer Erfindungen zurückgegriffen hätten. Als Gründe dafür, eine Erfindung nicht zum Patent anzumelden, wurden vor allem juristische und verwaltungstechnische Probleme genannt, wie das schwerfällige Anmelde- und Prüfverfahren, zu hohe Gebühren oder Schwierigkeiten bei der Abwehr von Patentverletzungen [siehe auch Nitschke, 1980]. Aber auch die Möglichkeit der Geheimhaltung des neuen Wissens oder die relativ kurze Lebensdauer einiger technischer Neuerungen spielten eine Rolle. Ob diese Verhaltens-

änderung der Unternehmen allerdings ausreicht, den gesamten Rückgang der Patentaktivitäten zu erklären, bleibt fraglich.

184. Ein Beispiel für nichtpatentierbare Forschungsergebnisse, deren Gewicht im Zeitverlauf zugenommen hat, liefert die Behandlung von Software für EDV-Anlagen im gewerblichen Rechtsschutz. Obwohl auf diese Arbeiten in der Elektronikindustrie ein beträchtlicher Teil der Forschungsanstrengungen entfällt und die Marktchancen neuer elektronischer Geräte ganz wesentlich vom komplementären Softwareangebot abhängen, lassen sich Eigentumsrechte auch heute noch nur über das Copyright durchsetzen, nicht aber über den weiterreichenden Patentschutz (1). Eine Anpassung der Patentgesetzgebung an die veränderte Gestalt technologischen Wandels erscheint hier dringend geboten.

185. Hinweise auf veränderte Schwerpunkte in der Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Unternehmen, die zu einem relativen Rückgang patentierbarer Forschungsergebnisse geführt haben könnten, lassen sich aus einer Untergliederung der gesamten Aufwendungen in die Bereiche Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung gewinnen (2). Zu einem Patent führen definitionsgemäß nur die Arbeiten in den ersten beiden Bereichen, während in der Entwicklungsphase typischerweise die Umsetzung des patentierbaren Wissens in die Produktion vorbereitet und erprobt wird. Nach Angaben der National Science Foundation ist der Anteil der Aufwendungen für Grundlagenforschung und angewandte Forschung an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in der amerikanischen Wirtschaft seit Jahren rückläufig. Diese Beobachtung könnte zur Erklärung der verringerten Patentaktivitäten in den Vereinigten Staaten beitragen.

Für die Unternehmen in der Bundesrepublik Deutschland lassen sich nur die Aufwendungen für Grundlagenforschung separat ermitteln. Deren Anteil an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen ist im Trend deutlich gesunken. Der bis 1977 zu beobachtende relative Rückgang der Grundlagenforschung könnte durchaus zu den verringerten Patentaktivitäten (Tabelle 29) beigetragen haben. Auch der in jüngster Zeit zu verzeichnende leichte Anstieg bei den deutschen Patentanmeldungen korrespondiert, wenn auch mit zeitlicher Verzögerung, mit der Wiederbelebung der Grundlagenforschung. Diese Tendenz läßt sich sowohl für die gesamte Wirtschaft als auch für die einzelnen Branchen beobachten (Tabelle 31). Im Zuge dieser Umschichtungen dürfte auch in der deutschen Wirtschaft der Anteil patentierbarer Forschungsergebnisse zurückgegangen sein.

Da die Grundlagenforschung in der Regel langfristiger angelegt sein dürfte als angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung, kann ein relativer Rückgang der Grundlagenforschung als Ausdruck von verkürzten Planungszeiträumen der Unternehmen bei Forschung und Ent-

(1) Bis vor kurzem war ein Schutzrecht gar nicht zu erlangen. Erstmals wurde die Urheberrechtsfähigkeit von Computerprogrammen in einem Urteil des Landgerichts Mosbach [1982] anerkannt. Verwiesen sei auch auf ein entsprechendes Urteil des Landgerichts München I vom 21.12.1982 [Heidrich, 1983].

(2) Zu den Definitionen dieser Begriffe vgl. OECD [b, S. 19 ff.].

Tabelle 31 - Anteil der Aufwendungen für Grundlagenforschung an den gesamten internen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen 1971-1981 (vH) (a)

Wirtschaftsbereich	1971	1973	1975	1977	1979 (b)	1981 (b)
Insgesamt	6,7	5,4	4,7	3,3	4,5	5,6
Energiewirtschaft, Bergbau	5,8	4,8	4,3	3,1	1,5	4,0
Verarbeitendes Gewerbe	6,9	5,5	4,8	3,3	4,8	5,8
darunter:						
Chemische Industrie, Mineralölverarbeitung	10,9	8,3	7,1	2,4	5,4	6,9
Stahl-, Maschinen- und Fahrzeugbau	4,3	3,3	1,8	3,0	3,8	4,2
Elektrotechnik, Fein- mechanik, Optik usw.	7,1	6,1	6,0	4,6	5,9	7,6
Restliche Wirtschafts- bereiche	0,8	0,5	1,6	0,2	0,6	0,9
(a) In Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung. - (b) Vorläufige Angaben.						

Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [lfd. Jgg.; unveröffentlichtes Zahlenmaterial].

wicklung insgesamt aufgefaßt werden (1). Offenbar hat in den siebziger Jahren die Realisierung kurzfristiger Forschungserträge Vorrang gewonnen vor dem Aufbau und der Absicherung einer langfristig überlegenen technologischen Wettbewerbsposition. Eine allgemein gesunkene Rentabilität unternehmerischer Aktivitäten sowie Unsicherheiten über die künftige Entwicklung der relativen Preise - die auch die Investitionstätigkeit bei Sachanlagen beeinträchtigt haben - dürfte den Gegenwartswert weit in der Zukunft liegender Forschungserträge geschmälert und so eine zunehmende Konzentration auf kurzfristige Forschungsprojekte bewirkt haben. Möglicherweise hat auch eine verstärkte Kontrolle des Managements über die Forschungsabteilungen der Unternehmen zu einer größeren Praxis- und Marktnähe der Forschungsarbeiten beigetragen [Manners, Nason, 1978].

186. Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß der Rückgang der Patentanmeldungen pro Beschäftigten in Forschung und Entwicklung ver-

(1) Dies Argument geht zurück auf Mansfield [1980b], der eine entsprechende Umschichtung in den Forschungsbudgets amerikanischer Unternehmen festgestellt hat. Auch in Japan ist der Anteil der Grundlagenforschung an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes beträchtlich gesunken, und zwar von 10,8 vH im Jahre 1965 über 9,5 vH 1970 auf 4,6 vH 1978 (berechnet nach Statistics Bureau Prime Minister's Office).

mutlich nicht eine sinkende Produktivität der Forschungstätigkeit widerspiegelt, sondern vor allem zwei Ursachen hat:

- Die Neigungen und Möglichkeiten der Unternehmen, ihre Erfindungen zum Patent anzumelden, haben sich offenbar verringert. Der daraus folgende Rückgang der Patentaktivitäten ist als unerheblich für den Produktivitätsfortschritt anzusehen.
- Die Forschungsaktivitäten waren vermutlich nicht mehr so stark wie früher darauf ausgerichtet, patentierbare Ergebnisse zu erzielen. Der darauf basierende Rückgang der Patentanmeldungen weist auf stärker kurzfristig ausgelegte Forschungsstrategien der Unternehmen hin. Eine derartige Umorientierung kann die produktivitätssteigernden Effekte von Forschung und Entwicklung vorübergehend sogar erhöhen - es muß jedoch damit gerechnet werden, daß der langfristig nutzbare Vorrat an technischem Wissen zunehmend aufgezehrt wird. Auch wenn die Grundlagenforschung gegenwärtig offenbar wieder an Stellenwert gewinnt, dürften die Lücken der zeitweiligen Vernachlässigung des technologischen Basiswissens nicht leicht zu schließen sein.

187. Ein weiterer Indikator für die Ergebnisse von Forschung und Entwicklung ist der Umsatzanteil, den die Unternehmen mit neuen Produkten erzielen. Entsprechende Zeitreihen liegen für die Bundesrepublik Deutschland allerdings nicht vor; lediglich für das Jahr 1977 wurde eine einmalige Sondererhebung durchgeführt [Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, 1980]. Danach entfallen auf Produkte, die jünger als zehn Jahre sind, 45 vH des Umsatzes aller forschenden Unternehmen, auf Produkte mit einem Lebensalter von weniger als sechs Jahren immerhin noch 32 vH. Untersuchungen für die Vereinigten Staaten zeigen jedoch deutliche Veränderungen dieser sogenannten Innovationsraten im Zeitverlauf: In den Jahren von 1960 bis 1965 lag der von den Unternehmen für die Zukunft erwartete Umsatzanteil von Produkten, die jünger als fünf Jahre sind, bei durchschnittlich 14 vH, in den Jahren von 1966 bis 1970 stieg er auf 16 vH und erreichte in der Zeit von 1971 bis 1975 mit 17 vH seinen bisherigen Höhepunkt. Von 1976 bis 1980 sank diese Quote wieder auf 14 vH und im Jahre 1981 sogar auf 11 vH, den niedrigsten Wert seit 1957 [McGraw-Hill, lfd. Jgg.] (1).

188. Für die Bundesrepublik muß auf Angaben über die Zielsetzung der Investitionstätigkeit zurückgegriffen werden, um Aussagen über Veränderungen im Zeitverlauf machen zu können. Nach Befragungsergebnissen des Ifo-Instituts nannten zwischen 1963 und 1965 durchschnittlich 12,4 vH der Unternehmen Kapazitätserweiterungen bei gleichzeitiger Änderung des Produktionsprogramms als Hauptziel ihrer Investitionstätigkeit, zwischen 1966 und 1970 waren es 14,0 vH, in den Jahren von 1971 bis 1975: 13,5 vH und von 1976 bis 1980 nur noch 12,8 vH [Neumann, 1981b]. Ein direkter Vergleich mit den Innovationsraten für die Vereinigten Staaten ist nicht möglich, da die Investitionspläne der Unternehmen auch den deutlichen Rückgang der Erweiterungsinvestitionen wiedergeben, während

-
- (1) Die Unterschiede im Niveau der Quoten für die Vereinigten Staaten und die Bundesrepublik sind auch darauf zurückzuführen, daß sich die deutschen Innovationsraten nur auf Unternehmen mit eigener Forschung und Entwicklung beziehen, während die amerikanischen Innovationsraten für das gesamte Verarbeitende Gewerbe gelten.

die Innovationsraten einen näheren Kontakt zu den Forschungsaktivitäten haben dürften. Dennoch ist die trendmäßige Entwicklung der beiden Zahlenreihen für die Vereinigten Staaten und die Bundesrepublik recht ähnlich.

189. Zu diesen produktivitätsdämpfenden Auswirkungen der veränderten Investitionstätigkeit kommt eine Verlagerung der Ziele unternehmerischer Forschungsarbeiten als Folge veränderter Knappheiten und Preisrelationen. Auf die Neuorientierung der Forschungsaktivitäten infolge der Energieverteuerung wurde bereits hingewiesen (Ziff. 116); von vergleichbarer Bedeutung ist die Entwicklung umweltfreundlicher Technologien (1). Schließlich sind in vielen Bereichen die Sicherheitsauflagen und Anforderungen an eine humanere Gestaltung der Arbeitsplätze gestiegen, deren Erfüllung weitere Forschungsmittel bindet (2). Für die Investitionen in neues Wissen kann somit der gleiche Schluß gezogen werden wie für die Investitionen in Sachanlagen: Sie stehen nur noch in begrenztem Umfang für eine Steigerung der Arbeitsproduktivität zur Verfügung; die Erhöhung der Produktivität anderer Faktoren hat demgegenüber an Gewicht gewonnen [siehe auch Nelson, 1980].

190. Bei allen Unsicherheiten, die mit der Beurteilung der Ergebnisse von Forschung und Entwicklung unvermeidbar verknüpft sind, lassen sich doch über den veränderten Beitrag der Forschungsaktivitäten zum Fortschritt der Arbeitsproduktivität in deutschen Unternehmen einige Aussagen treffen:

- Die Forschungsaufwendungen der Unternehmen haben in den siebziger Jahren nicht mehr die Steigerungsraten wie in den Jahren davor erreicht; real ist die Forschungsintensität der Produktion sogar gesunken.
- Die Verteuerung der Produktionsfaktoren Energie und Umwelt hat in zunehmendem Maße Forschungsmittel gebunden, so daß relativ weniger Mittel zur Entwicklung arbeitssparender Technologien eingesetzt werden.
- Die Entwicklung langfristig nutzbarer neuer Technologien ist gegenüber der Erzielung kurzfristig erfolgswirksamer Forschungsergebnisse tendenziell in den Hintergrund getreten.

Von den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind demnach in den siebziger Jahren nicht mehr so starke Impulse auf den Fortschritt der Arbeitsproduktivität ausgegangen wie in den sechziger Jahren.

(1) In den Vereinigten Staaten entfielen auf Forschungsarbeiten für den Umweltschutz 1979 bereits 3,1 vH aller Forschungsaufwendungen der Unternehmen gegenüber 2,8 vH im Jahre 1973 [National Science Foundation, 1982]. Für die Bundesrepublik Deutschland liegen entsprechende Daten nicht vor.

(2) Zur Abschätzung der Größenordnungen stehen auch hier wiederum nur Daten für die Vereinigten Staaten zur Verfügung. Dort entfielen 1979 bei den Unternehmen, die hierzu Angaben machten, 6,9 vH aller Forschungsaufwendungen auf Arbeiten, die staatliche Vorschriften erfüllen sollten. Dabei war ausdrücklich nur nach den Aufwendungen gefragt, die ohne diese Regulierungen unterblieben wären [National Science Foundation, 1982].

191. Wenn für die Zukunft ein stärkerer Einbruch beim Fortschritt der Arbeitsproduktivität verhindert werden soll, erscheint es unerlässlich, die Forschungsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft zu intensivieren. Im Bereich der Grundlagenforschung, deren gesamtwirtschaftliche Erträge oftmals nur schwer privatisierbar sind, ist auch die staatliche Technologiepolitik gefordert. Sie sollte weniger als bisher auf einzelne Großprojekte konzentriert sein und statt dessen mehr die allgemeinen Grundlagen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts fördern (1).

III. Verlangsamte Diffusion kapitalgebundener technischer Neuerungen

192. Ihren vollen ökonomischen Nutzen entfalten technische Neuheiten erst dann, wenn sie vielfach nachgeahmt und auf breiter Basis angewendet werden. Das Produktivitätspotential neuer Technologien wird zum großen Teil erst in der Imitationsphase und nicht bereits bei der Innovation genutzt. Eine rasche Diffusion setzt aber nicht nur voraus, daß sich die Kenntnisse über neue Technologien verbreiten, sondern erfordert darüber hinaus die Bereitschaft und die Fähigkeit der Unternehmer, bisherige Produktionen durch neue abzulösen. Wie schnell sich neue Techniken allgemein durchsetzen, hängt somit auch davon ab, welche Kosten bei ihrer Einführung anfallen. Unter sonst gleichen Bedingungen wird sich eine Innovation, die ohne zusätzliche Investition in den laufenden Produktionsprozeß eingefügt werden kann, schneller durchsetzen als eine Innovation, die erst mit dem Kauf neuer Anlagen nutzbar wird [Mansfield, 1968]. In Zeiten raschen Wachstums und hoher Investitionsquoten mögen diese Unterschiede vergleichsweise bedeutungslos sein, da dann ohnehin eine ständige Erneuerung des Kapitalstocks stattfindet. Geht die Investitionstätigkeit jedoch zurück, so muß mit einer Überalterung der Produktionsanlagen und einer Verlangsamung der kapitalgebundenen Komponente des technischen Fortschritts gerechnet werden.

1. Meßkonzepte

193. Modelle mit kapitalgebundenem technischen Fortschritt wurden erstmals von Johansen [1959] und Solow [1960] formuliert. Sie zeichnen sich vor allem dadurch aus, daß sie eine höhere Reagibilität der wirtschaftlichen Wachstumsraten auf die Investitionstätigkeit beschreiben als Modelle mit ungebundenem Fortschritt. Das ergibt sich daraus, daß letztere nur den Substitutionseffekt einer Kapitalintensivierung erfassen, während erstere zusätzlich noch einen Einfluß der Investitionen auf die Durchsetzung neuer Technologien unterstellen. Außerdem ist allen Ansätzen mit kapitalgebundenem Fortschritt gemeinsam, daß bei ihnen nicht die Netto-, sondern die Bruttoanlageinvestitionen die entscheidende Rolle für das Wirtschaftswachstum spielen, denn die Installation der jeweils neuesten Technik ist auch bei der Ersatzbeschaffung für eine verschrotete Maschine möglich.

194. Formal läßt sich ein Ansatz mit kapitalgebundenem Fortschritt dar-

(1) Zur Kritik der stark anwendungsorientierten Technologiepolitik in der Bundesrepublik vgl. Laschet [1978].

stellen, indem für jeden Kapitalgüterjahrgang (Vintage) und die mit ihm arbeitenden Erwerbstätigen getrennt eine eigene Produktionsfunktion unterstellt wird, wobei die Effizienz der jeweiligen Kapitalgüterjahrgänge mit zunehmendem Alter abnimmt. Die gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion ergibt sich in einem derartigen Vintage-Ansatz als Summe aller jahrgangsspezifischen Funktionen. Der Cobb-Douglas-Ansatz lautet (1):

$$Y_t = \sum_v A_v K_{v,t}^{\alpha_v} L_{v,t}^{1-\alpha_v}$$

mit Y als Bruttowertschöpfung, t als Zeitindex, A als Effizienzfaktor, K_v als im Jahre v gebildetes Kapital, α_v als Produktionselastizität von K_v und L_v als Arbeitseinsatz, der mit K_v kombiniert wird.

195. Zur Schätzung eines Vintage-Modells in seiner allgemeinen Form werden also Angaben über die jahrgangsspezifische Verteilung sowohl des Nettoanlagevermögens als auch des Arbeitsvolumens und der Produktion benötigt. Auf die beiden letzteren kann dann verzichtet werden, wenn ein Ausgleich der Grenzproduktivitäten der Arbeit zwischen den jeweiligen Kapitalgüterjahrgängen unterstellt wird (2). Nicht nur die Jahrgangsverteilung des Arbeitseinsatzes und der Produktion sind statistisch kaum zu ermitteln, auch die Altersstruktur des Anlagevermögens ist nur unzureichend dokumentiert. Daher wurde auch hier nach vereinfachenden Konzepten gesucht:

- Nelson [1964] hat beispielsweise nachgewiesen, daß das Durchschnittsalter des gesamten Kapitalstocks, in eine herkömmliche Produktionsfunktion eingefügt, eine recht zuverlässige Approximation (3) eines expliziten Vintage-Ansatzes erlaubt [siehe auch You, 1976]. Dieses Durchschnittsalter verdichtet alle in einem nach Jahrgängen gegliederten Anlagevermögen enthaltenen Informationen in einer einzigen Zahl; allerdings nur unter der Annahme, daß die Effizienz der jeweils neuesten Kapitalgüter im Zeitverlauf exponentiell steigt.
- Horn [1976, S. 117 ff.] zieht kumulierte Investitionsraten (die Anlageinvestitionen der letzten Jahre in Relation zum Anlagevermögen) als Indikator für den kapitalgebundenen Fortschritt heran. Sie bilden ein Maß dafür, wie schnell der Kapitalstock umgeschlagen wird. Je höher diese Umschlaggeschwindigkeit, desto leichter dürfte es sein, die Produktionsanlagen auf dem neuesten technischen Stand zu halten.
- Görzig [1976; 1980] benutzt den Quotienten aus Netto- und Bruttoanlagevermögen als Kennziffer für den "Modernitätsgrad" des Kapitalstocks. Gehen die Investitionen zurück, sinkt dieser Quotient, d.h. diejenigen Kapitalgüter, von denen bereits ein großer Teil abgeschrieben ist, gewinnen sowohl im Brutto- als auch im Nettoanlagevermögen

(1) Zur formalen Darstellung siehe z.B. Wan [1971, S. 147 ff.]. Zur Konstruktion von Vintage-Ansätzen in CES-Funktionen vgl. McCarthy [1967].

(2) Das impliziert eine Substitutionalität zwischen Kapital und Arbeit sowohl vor als auch nach Installation der Kapitalgüter (putty-putty).

(3) Diese Näherung ist zulässig, wenn sich die Effizienz der Produktionsanlagen im Zeitverlauf nicht zu stark ändert.

an Gewicht. In der Regel sind dies die älteren und technisch rückständigeren Anlagen.

196. Alle drei Meßziffern lassen sich sowohl in jeweiligen als auch in konstanten Preisen berechnen. Vorzuziehen ist die reale Betrachtungsweise, denn in nominaler Rechnung kann der Anteil neuer Anlagen am Kapitalstock auch deshalb fallen, weil wichtige Investitionsgüter im Preis gesunken sind. Die Entwicklung der Altersstruktur des Anlagevermögens würde dann in nominaler Rechnung zu ungünstig dargestellt.

197. Wenig aussagefähig ist die Veränderung der Altersstruktur des Anlagevermögens allerdings dann, wenn zur Installation neuer Techniken nicht nur billigere, sondern auch weniger Investitionsgüter als früher benötigt werden - wenn es also zu einem schubartigen kapitalsparenden Fortschritt kommt. Selbst bei real rückläufigen Investitionsaufwendungen kann dann die durchschnittliche technologische Effizienz des insgesamt genutzten Kapitalstocks unverändert bleiben oder sogar steigen.

198. Die zeitliche Entwicklung der drei Indikatoren ist in Schaubild 11 dargestellt. Für das Durchschnittsalter des Kapitalstocks wurde auf Zahlenmaterial des RWI zurückgegriffen (1), da entsprechende Angaben vom Statistischen Bundesamt nicht vorliegen. Ein Vergleich mit den beiden anderen Indikatoren, die auf der Grundlage der Zahlen des Statistischen Bundesamts berechnet wurden, ist daher nur bedingt möglich. Für die Investitionsraten wurde die Grenze zwischen neuen und alten Investitionsgütern bei fünf Jahren gesetzt. Je länger der gewählte Kumulationszeitraum, desto stärker die Glättung des zeitlichen Verlaufs, desto größer aber auch die Entfernung von der aktuellen technologischen Entwicklung. Insofern ist der hier gewählte Zeitraum als Kompromiß zu verstehen.

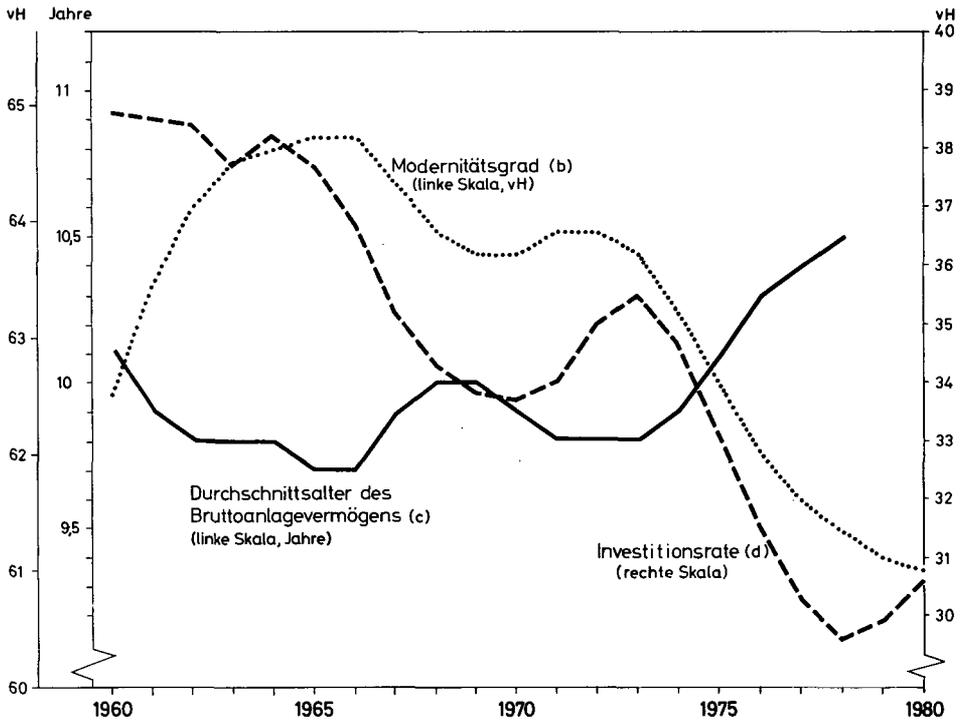
199. Entsprechend ihrer Konstruktion zeigen die drei Meßziffern eine unterschiedliche Reagibilität auf kurzfristige Schwankungen der Investitionstätigkeit. Am stärksten reagieren die Investitionsraten, da hier ein Sprung bei den Investitionsausgaben über fünf Jahre vollständig im Zähler enthalten ist, danach jedoch nur noch über den Nenner (und zwar mit umgekehrtem Vorzeichen) die Rechnungen beeinflusst. Das Durchschnittsalter des Kapitalstocks dagegen reagiert äußerst träge und mit erheblicher Zeitverzögerung auf Bewegungen bei den Investitionen (2). Wird im Extremfall in einem Jahr gar nichts investiert, so steigt das Durchschnittsalter um etwas weniger als ein Jahr (3) - bei einem Ausgangsniveau des Durchschnittsalters von z.B. zehn Jahren also um kaum zehn vH. Die Investitionsrate dagegen würde im gleichen Fall um etwa zwanzig vH absinken. Denison [1964] zieht daraus den Schluß, daß mit einer derart invarianten Meßziffer wie dem Durchschnittsalter Veränderungen der technologischen Qualität des Kapitalstocks wohl nicht meßbar sind.

(1) Zu den Berechnungsgrundlagen vgl. J. Schmidt [1979; 1982].

(2) In den Berechnungen für das Jahr 1970 sind beispielsweise immer noch die Folgen des Investitionseinbruchs von 1945 wirksam, in äußerst schwacher Form sogar noch die von 1930/31 [Baumgart, 1980].

(3) Gäbe es keine Verschrottungen, betrüge die Alterszunahme genau ein Jahr.

Schaubild 11 - Qualitätsindikatoren des Kapitalstocks im Unternehmenssektor 1960-1980 (a)



(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung. - (b) Relation aus Netto- und Bruttoanlagevermögen in Preisen von 1976. - (c) In Preisen von 1970. - (d) über die jeweils letzten fünf Jahre kumulierte Bruttoanlageinvestitionen in Relation zum Bruttoanlagevermögen in Preisen von 1976.

Quelle: Statistisches Bundesamt [b]. - J. Schmidt [1982].

Schwächer als die Investitionsraten, aber stärker als das Durchschnittsalter reagiert der Modernitätsgrad auf Änderungen bei den Investitionen: Gedämpft werden Schwankungen der Investitionstätigkeit dadurch, daß im Zähler jeweils der gesamte noch nicht abgeschriebene Kapitalstock und nicht nur (wie bei den Investitionsraten) die Investitionen der letzten Jahre enthalten sind. Andererseits wird (im Gegensatz zum Durchschnittsalterkonzept) durch die Herausnahme zwar physisch noch vorhandener, aber bereits abgeschriebener Anlagen aus dem Zähler der Einfluß weit in der Vergangenheit liegender Schwankungen weitgehend eliminiert und damit die Abbildung gegenwartsnaher Vorgänge verbessert. Diese Meßziffer erscheint daher am geeignetsten, die trendmäßige Entwicklung der technologischen Qualität des Kapitalstocks einzufangen.

200. Ungeachtet dieser Unterschiede wird die Änderung in der Zeit von allen drei Indikatoren recht ähnlich beschrieben: Das hohe Niveau, das aufgrund der Investitionsdynamik der sechziger Jahre erreicht wurde, konnte im folgenden Jahrzehnt nicht gehalten werden. Die Folgen der

Rezession von 1967 wurden zwar mit dem anschließenden Investitionsboom noch einmal aufgefangen; seit Mitte der siebziger Jahre ist aber eine unverkennbare Überalterung des Kapitalstocks eingetreten. Inwieweit dies den Anstieg der Arbeitsproduktivität beeinträchtigt hat, soll im folgenden geprüft werden.

2. Empirischer Befund

201. Der Grad der Kapitalgebundenheit kann bei einzelnen Innovationen höchst unterschiedlich sein. Der klassische Fall vollständig ungebundener Effizienzsteigerungen ist die Einführung neuer Organisationsstrukturen, etwa in Form verbesserter Managementtechniken. Doch auch im Produktionsbereich gibt es weitgehend investitionsunabhängige technische Neuerungen, z.B. die Umstellung von Pfand- auf Einwegflaschen oder die Einführung neuer Sorten im Pflanzenbau. Auch das alljährlich stattfindende "Facelifting" im Automobilbau läßt sich zumeist mit den vorhandenen Produktionsanlagen bewerkstelligen.

202. Das andere Extrem stellt beispielsweise beim Erdöl- und Erdgas-transport der Übergang von Tankschiffen auf Pipelines dar oder etwa die Einführung des Photosatzes in der Drucktechnik, die ganze Bleisatzanlagen überflüssig macht. Die Mehrzahl der Innovationen dürfte jedoch zwischen diesen beiden Positionen angesiedelt sein; häufig ist ein Nachrüsten veralteter Geräte sinnvoller als ein Austausch gegen neue. So erfordert der Einsatz von Industrierobotern in der Fertigungstechnik nicht gleich den kompletten Neubau ganzer Montagestraßen; bereits mit dem Aufstellen dieser Geräte an vorhandenen Fließbändern kann die gesamte Anlage dem akuten Stand der Technik angepaßt werden.

203. Ein interessantes Beispiel hierfür ist die Verbreitung des Oxygen-Stahlverfahrens (1): Erfunden in den vierziger Jahren, erlaubte dieses Verfahren eine wesentlich kostengünstigere Produktion von Qualitätsstahl als das früher verwendete Bessemer- oder Thomas-Verfahren (2). Vor allem in Österreich fand diese neue Technik rasche Verbreitung. Die Stahlproduzenten der Vereinigten Staaten jedoch zögerten, denn sie hatten gerade wenige Jahre zuvor ihre Anlagen erneuert und scheuten nun die vorzeitige Verschrottung der inzwischen technologisch rückständig gewordenen Konverter. Sie führten die neue Technologie erst ein, als ein wenige Jahre später entwickeltes Verfahren es möglich machte, durch Nachrüsten herkömmlicher Konverter zumindest teilweise den Effekt des Oxygen-Verfahrens zu erzielen, ohne daß die alten Anlagen verschrottet werden mußten [Maddala, Knight, 1967]. Das Beispiel dieser Folgeinnovation zeigt, daß Forschungsaktivitäten der Unternehmen sogar explizit darauf gerichtet sein können, das Ausmaß der Kapitalgebundenheit neuer Technologien herabzusetzen.

204. In der Regel dürfte die Einführung neuer Techniken zur Folge haben, daß ein Teil des vorhandenen Kapitalstocks ersetzt werden muß,

(1) Auch LD-Verfahren genannt, nach den österreichischen Entwicklern Linz-Donawitz.

(2) Zur Geschichte dieser Erfindung vgl. Jewkes et al. [1969, S. 338-341]; siehe auch Ray [1969].

ein anderer Teil dagegen weiterverwendet werden kann. Auf aggregiertem Niveau ist daher damit zu rechnen, daß der technische Fortschritt sowohl gebundene als auch ungebundene Züge enthält (1). Vom relativen Gewicht dieser beiden Komponenten hängt es ab, wie gravierend sich eine Überalterung des Kapitalstocks auf den Produktivitätsfortschritt auswirkt.

205. Zur empirischen Prüfung dieser Frage sollen zwei Ansätze gegenübergestellt werden, bei denen die technologische Effizienz des Kapitalstocks einmal vernachlässigt und einmal explizit berücksichtigt wird. Ein Cobb-Douglas-Ansatz zur Erklärung der jährlichen Änderungsraten der Arbeitsproduktivität (Δy) (2) in Abhängigkeit von der Veränderung der Kapitalintensität ($\Delta(K/L)$; Nettoanlagevermögen je Arbeitsstunde) und einem exogenen, ungebundenen, mit konstanter Rate in der Zeit (t) auftretenden technischen Fortschritt liefert für den Unternehmensbereich (ohne Wohnungsvermietung) von 1960 bis 1980 folgende Schätzung:

$$\Delta y = 0,6 + 0,80 \Delta(K/L) + 0,01 t; \quad \bar{R}^2 = 0,84$$

(8,12)* (0,34)

Erwartungsgemäß wird der Teil der Arbeitsproduktivität, der durch die Kapitalintensität nicht erklärbar ist, durch einen exponentiellen Trendfaktor für den technischen Fortschritt nur äußerst unzureichend abgebildet.

206. Wird dieser Ansatz um einen Term für den kapitalgebundenen technischen Fortschritt erweitert, so verbessert das die Schätzergebnisse für den technischen Fortschritt ganz entscheidend (3):

$$\Delta y = -40 + 0,65 \Delta(K/L) + 0,62 M + 0,10 t; \quad \bar{R}^2 = 0,90$$

(9,04)* (3,15)* (2,42)*

Dabei steht M für den Modernitätsgrad des Anlagevermögens (vgl. Ziff. 195). Der Einfluß des kapitalgebundenen technischen Fortschritts ist mit positivem Vorzeichen statistisch hoch gesichert, und auch der ungebundene technische Fortschritt erweist sich, nachdem der Trendbruch beim Produktivitätsfortschritt vorrangig dem gesunkenen Modernitätsgrad zugerechnet wurde, als statistisch signifikant.

207. Aus dem letzten Term der Schätzgleichung sollte natürlich nicht gefolgert werden, daß dieser Teil des technischen Fortschritts tatsäch-

-
- (1) So auch Intriligator [1965]. In einigen anderen empirischen Untersuchungen dagegen wird die Relevanz des kapitalgebundenen Fortschritts vollständig abgestritten. Vgl. z.B. You [1976], Wickens [1970] und Barger [1976].
 - (2) Auslastungsbereinigt mit dem vom Sachverständigenrat berechneten Auslastungsgrad des Produktionspotentials [Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 1982].
 - (3) Auch für die gesamte Regression bietet dieser zweite Ansatz eine verbesserte Spezifikation (Durbin-Watson-Testwert: 1,23) gegenüber dem ersten Ansatz, der eine positive Autokorrelation aufweist (Durbin-Watson-Testwert: 0,85). t -Werte in Klammern; * signifikant bei 1 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.

lich die Eigenschaften exogen, ungebunden und mit konstanter Rate in der Zeit wachsend aufgewiesen hätte. Da es sich um eine Restgröße handelt, ist lediglich die Vermutung gerechtfertigt, daß der Anstieg der Arbeitsproduktivität auch von einem stabilen positiven Trend gespeist wird, der seinerseits weder mit der Kapitalintensivierung noch mit dem Alter des Kapitalstocks in Verbindung steht. Es ist zu erwarten, daß auch dieser Trendfaktor mit dem Einsatz von Ressourcen zusammenhängt. Eine nochmalige Erweiterung des obigen Ansatzes um eine Kennziffer für den ungebundenen, aber endogenen technischen Fortschritt (gemessen an der gesamtwirtschaftlichen Forschungsintensität) erbringt jedoch keine statistisch signifikanten Resultate mehr.

208. Wichtiger sind in diesem Kontext die Ergebnisse für den kapitalgebundenen Fortschritt. Der Modernitätsgrad des Anlagevermögens der Unternehmen ist seit den frühen siebziger Jahren um rund zweieinhalb Prozentpunkte gesunken (vgl. Schaubild 11). In Verbindung mit den geschätzten Regressionsparametern würde daraus eine Reduzierung des Produktivitätsfortschritts um etwa eineinhalb Prozentpunkte folgen. In den sechziger Jahren dagegen ist der Modernitätsgrad sogar noch gestiegen. Nach diesen Ergebnissen würde die verringerte technologische Effizienz des Kapitalstocks allein bereits den überwiegenden Teil des Trendbruchs bei der Arbeitsproduktivität erklären.

209. Das "wahre" Ausmaß der Veränderungen beim kapitalgebundenen technischen Fortschritt läßt sich durch schlichtes Einsetzen numerischer Werte in die Schätzgleichung jedoch nicht ermitteln, da insbesondere die Auswirkungen des nach 1973 verringerten Energieeinsatzes unberücksichtigt geblieben sind. Als wichtige Ursache der Produktivitätsmalaise hatten sich in der im Kapitel D durchgeführten Analyse bereits die Energievertéuerung sowie die verlangsamte Substitution von Arbeit durch Kapital erwiesen. Während letztere in obigem Schätzansatz durch die Einbeziehung der Kapitalintensität explizit erfaßt wird, bleibt die Energievertéuerung hier außer Betracht (1). Auch möglicherweise aufgetretene Trendänderungen beim ungebundenen Fortschritt, die in Abschnitt II dieses Kapitels erörtert wurden, konnten nicht berücksichtigt werden (2). Insofern ist in dieser partialanalytischen Berechnung der Einfluß des Modernitätsgrades auf den Produktivitätsfortschritt vermutlich überschätzt worden. Die statistische Signifikanz dieses Einflusses bleibt davon jedoch unberührt.

Die Interpretation der ökonometrischen Ergebnisse sollte auf die Aussage beschränkt bleiben, daß es neben einem ungebundenen technischen Fortschritt auch noch einen kapitalgebundenen gegeben hat und daß letzterer für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität in der deutschen Wirtschaft vermutlich der wichtigere war.

-
- (1) Eine Erweiterung des Ansatzes auf drei Produktionsfaktoren hätte erfordert, statt drei exogener Variablen fünf zu berücksichtigen, da nicht nur eine Energievariable hinzugekommen, sondern auch Kapital und Arbeit getrennt in die Schätzfunktion eingegangen wären. Das hätte die ökonometrischen Schätzprobleme erheblich vergrößert.
 - (2) Eine empirische Bestimmung des kapitalgebundenen Fortschritts ist stets nur möglich, wenn für den ungebundenen Fortschritt ein stabiler Trend unterstellt wird [Jorgenson, 1966].

210. Die Relevanz kapitalgebundener technischer Neuerungen für die Abschwächung des Produktivitätsfortschritts ist nicht in allen Wirtschaftsbereichen gleich. Die Diffusion neuer Technologien wird auch bei nachlassender Investitionstätigkeit dort kaum beeinträchtigt, wo technischer Fortschritt verstärkt kapitalsparend wirkt oder vorrangig über organisatorische Änderungen sowie den Einsatz hochwertiger Vorleistungen verwirklicht wird (1). Am nachhaltigsten betroffen werden die Branchen sein, die Effizienzsteigerungen in erster Linie mit neuen Anlagegütern erzielen und bei denen die Investitionsquoten gesunken sind.

211. Eine Analyse für neun Bereiche des Unternehmenssektors (2) ergibt, daß vor allem die Landwirtschaft, das Verarbeitende Gewerbe, das Baugewerbe und der Handel von dem gesunkenen Modernitätsgrad ihrer Anlagen betroffen sind (Tabelle 32) (3). In schwächerer Form lassen sich die Auswirkungen des gebundenen Fortschritts auch noch in der Energiewirtschaft und im Bergbau nachweisen.

Die drei letztgenannten Bereiche des Tertiären Sektors dagegen wurden in ihrem Produktivitätsfortschritt offenbar nicht durch veraltete Anlagen behindert, obwohl auch bei ihnen der statistisch gemessene Modernitätsgrad des Kapitals gesunken ist. Im Bereich Verkehr und Nachrichtenübermittlung sind Produktivität und Modernitätsgrad sogar negativ miteinander korreliert. Eine Erklärung dafür könnte sein, daß hier verstärkt mikroelektronische Geräte eingesetzt wurden, die bei vergleichsweise geringem Investitionsaufwand eine starke Produktivitätssteigerung erlauben. Ein Sinken des Quotienten aus Netto- und Bruttoanlagevermögen muß dann nicht bedeuten, daß sich die technologische Effizienz des Kapitals verringert hat, da es durch eine schubartig erhöhte Effizienz neuer Anlagen überkompensiert worden sein kann. Für den Unternehmenssektor insgesamt haben aber offenbar die effizienzmindernden Effekte der Investitionsschwäche dominiert.

212. Die geringe Investitionstätigkeit der frühen achtziger Jahre wird sich vermutlich auch in Zukunft als belastende Hypothek für den Produktivitätsfortschritt erweisen, da eine merkliche Überalterung der Pro-

-
- (1) Im Produzierenden Gewerbe besteht im Querschnitt ein enger statistischer Zusammenhang zwischen dem Produktivitätsfortschritt und den in den eingesetzten Vorleistungen indirekt enthaltenen Forschungsaufwendungen der Zulieferer [Fels, Schmidt, 1981, S. 94 ff.]; siehe auch Scherer [1982].
 - (2) Eine tiefere Untergliederung ist mit den verfügbaren Kapitalstockdaten nicht möglich. Zur Bereinigung von konjunkturellen Schwankungen wurde die sektorale Produktivitätsentwicklung als gleitender Fünf-Jahresdurchschnitt berechnet.
 - (3) Aufgrund ökonomischer Probleme wird der letzte Term der Schätzgleichung beim Verarbeitenden Gewerbe und beim Handel weggelassen. In diesen Bereichen ist der Modernitätsgrad im Zeitverlauf nahezu kontinuierlich gesunken. Dadurch ergibt sich eine hohe Multikollinearität zum Trendfaktor t . Würde nicht der Zeittrend, sondern der Modernitätsgrad aus den Schätzgleichungen eliminiert, so errechnete sich zwar ein signifikanter, aber negativer ungebundener technischer Fortschritt. Die ökonomische Plausibilität läßt es statt dessen geraten erscheinen, den gebundenen technischen Fortschritt im Schätzansatz zu belassen.

Tabelle 32 - Zusammenhang zwischen Arbeitsproduktivität, Kapitalintensität und Modernitätsgrad des Anlagevermögens nach Wirtschaftsbereichen 1960-1980

Wirtschaftsbereich	Schätzgleichung (a)				\bar{R}^2
	$\Delta y = a + b\Delta(K/L) + cM + dt$				
	a	b	c	d	
Land- und Forstwirtschaft	-200	-0,21 (-0,82)	3,88 (2,18)	0,91 (1,67)	0,18
Energiewirtschaft	-234	0,13 (0,28)	3,42 (2,09)°	0,29 (1,59)	0,18
Bergbau	-211	-0,11 (-0,89)	4,19 (1,63)°	-0,66 (-3,37)*	0,54
Verarbeitendes Gewerbe	-7,7	0,03 (1,05)	0,21 (6,32)*		0,81
Baugewerbe	-11	0,02 (0,66)	0,21 (3,01) ⁺	0,11 (2,33) ⁺	0,48
Handel	-45	-0,00 (-0,01)	0,74 (2,28) ⁺		0,46
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	92	0,20 (1,09)	-1,52 (-4,46)*	0,42 (4,33)*	0,55
Kreditinstitute, Versicherungen	31	0,00 (0,02)	-0,35 (-0,73)	0,01 (0,08)	0,00
Sonstige Dienstleistungen	2	-0,03 (-0,33)	0,02 (0,10)	0,04 (0,87)	0,00

(a) Δy - Änderungsrate der Arbeitsproduktivität (gleitender Fünf-Jahresdurchschnitt); $\Delta(K/L)$ - Änderungsrate der Kapitalintensität; M - Nettoanlagevermögen in vH des Bruttoanlagevermögens; t - Zeitindex. t-Werte in Klammern; *signifikant bei 1 vH, + bei 5 vH, ° bei 10 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.

Quelle: Eigene Berechnungen.

duktionsanlagen erst mit einer gewissen Verzögerung wirkt. Um näherungsweise die Zeitspanne zu bestimmen, die zwischen einem Investitionseinbruch und der Reaktion des Modernitätsgrades des Anlagevermögens liegt, wurde die Korrelation zwischen diesen beiden Größen mit alternativen Lags berechnet. Die beste Anpassung ergab eine Zeitverzögerung von drei Jahren (Tabelle 33). Erst nach acht Jahren ist gar kein signifikanter Einfluß des Investitionsverhaltens auf den Modernitätsgrad mehr nachweisbar. Es muß also davon ausgegangen werden, daß die Behinderung der Diffusion technischer Neuerungen durch die derzeitige Investitionsschwäche bis an das Ende dieses Jahrzehnts spürbar bleiben wird.

Tabelle 33 - Korrelation zwischen Investitionsrate und Modernitätsgrad des Anlagevermögens im Unternehmenssektor (a) 1960-1980

Schätzgleichung (b): $M_t = a + b I/K_{t-1}$			
Lag (i)	Korrelationskoeffizient	Lag (i)	Korrelationskoeffizient
0	0,252	5	0,689*
1	0,566*	6	0,592 ⁺
2	0,744*	7	0,489 ⁺
3	0,800*	8	0,427
4	0,763*		

(a) Unternehmen insgesamt ohne Wohnungsvermietung. - (b) M - Modernitätsgrad des Anlagevermögens (Relation aus Netto- und Bruttoanlagevermögen in Preisen von 1976); I/K - Anlageinvestitionen in Relation zum Anlagevermögen in Preisen von 1976; t - Zeitindex; i - Zeitverzögerung der Investitionsquote (Jahre). * signifikant bei 1 vH, + bei 5 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.

Quelle: Eigene Berechnungen.

IV. Internationale Aufholprozesse als Determinanten des Produktivitätsfortschritts

213. Im internationalen Vergleich zeigen sich beträchtliche Unterschiede sowohl im absoluten Niveau als auch im Anstieg der Arbeitsproduktivität. Neben der Kapitalausstattung der Arbeitsplätze dürften dafür vor allem qualitative Unterschiede in der Produktionstechnologie eine Rolle spielen. Einige "growth-accounting"-Studien kommen sogar zu dem Ergebnis, daß es in höherentwickelten Industrieländern nahezu ausschließlich auf die Technologie ankommt und Unterschiede bei der Faktorausstattung kaum ins Gewicht fallen [Kendrick, 1981; Denison, 1967]. Vermutlich können Länder, die in erheblichem Umfang technisches Wissen aus dem Ausland importieren, einen rascheren Produktivitätsanstieg realisieren als jene, die selbst an der Spitze der internationalen Produktivitätsfront stehen oder denen das für die Nutzung ausländischer Technologien notwendige komplementäre Humankapital fehlt. Veränderungen beim Technologieimport können somit bei der Erklärung von Trendbrüchen in der Produktivitätsentwicklung eine wichtige Rolle spielen.

1. Indikatoren des technologischen Niveaus im internationalen Vergleich

214. Um Produktivitätsniveaus vergleichen zu können, sind international unterschiedliche Trends bei der Arbeitszeitverkürzung auszuschalten. Daher werden aus nationalen Statistiken durchschnittlich geleistete Arbeitsstunden je Erwerbstätigen berechnet. In deutschen Unternehmen ging die jährliche Arbeitszeit der Erwerbstätigen zwischen 1960 und 1981 durchschnittlich um 19 vH zurück, in Japan um 15 vH und in den Vereinigten Staaten nur um 10 vH. Auf die Anzahl der Erwerbstätigen bezogene Produktivitäten würden also nicht nur zu verzerrten Niveaus, son-

dern auch zu verzerrten Zeittrends führen. Ein weiteres Problem ist die Umrechnung der nationalen Wertangaben auf eine einheitliche Währung. Mehrere Wege sind möglich:

- Einmal kann die Relation der nominalen Produktivitäten zueinander jeweils mit laufenden Wechselkursen bewertet werden und die Preisbereinigung über den Deflator des Landes erfolgen, auf dessen Währung umgerechnet wurde [Fels, 1982]. Das erscheint dann angebracht, wenn es in erster Linie auf die Wettbewerbsfähigkeit auf den internationalen Märkten ankommt, denn für diese sind die jeweils gültigen Wechselkurse relevant. Der Nachteil dieses Verfahrens liegt allerdings darin, daß kurzfristige Schwankungen der Wechselkurse, die nichts mit der veränderten wirtschaftlichen Leistung zu tun haben, vollständig auf die internationalen Produktivitätsunterschiede übertragen werden.
- Als zweite Möglichkeit kommt die Preisbereinigung der Produktivitäten mit nationalen Deflatoren in Frage, wobei die Umrechnung auf eine einheitliche Währung mit dem Wechselkurs des Basisjahres der Deflationierung erfolgt [Hecker, 1982]. Dieses Verfahren führt dann in die Irre, wenn die Wechselkurse des Basisjahres verzerrt sind.
- Als Ausweg bietet sich an, das zweite Verfahren dergestalt zu modifizieren, daß die Wechselkurse nicht am kurzfristigen Marktwert, sondern an der Kaufkraft der einzelnen Währungen orientiert sind [Kravis, 1976]. Am Markt wurde ein Dollar im Jahre 1970 (dem Basisjahr der Deflationierung) mit 3,66 DM bzw. 360 Yen notiert, seine Kaufkraft entsprach nach Berechnungen von Kravis et al. [1978; 1980] (1) jedoch nur 2,99 DM bzw. 241 Yen. Die Wechselkurskorrekturen der folgenden Jahre stützen die Vermutung, daß der Dollar im Jahre 1970 deutlich überbewertet war. Daher werden statt der offiziellen Wechselkurse Kaufkraftparitäten nach Kravis benutzt.

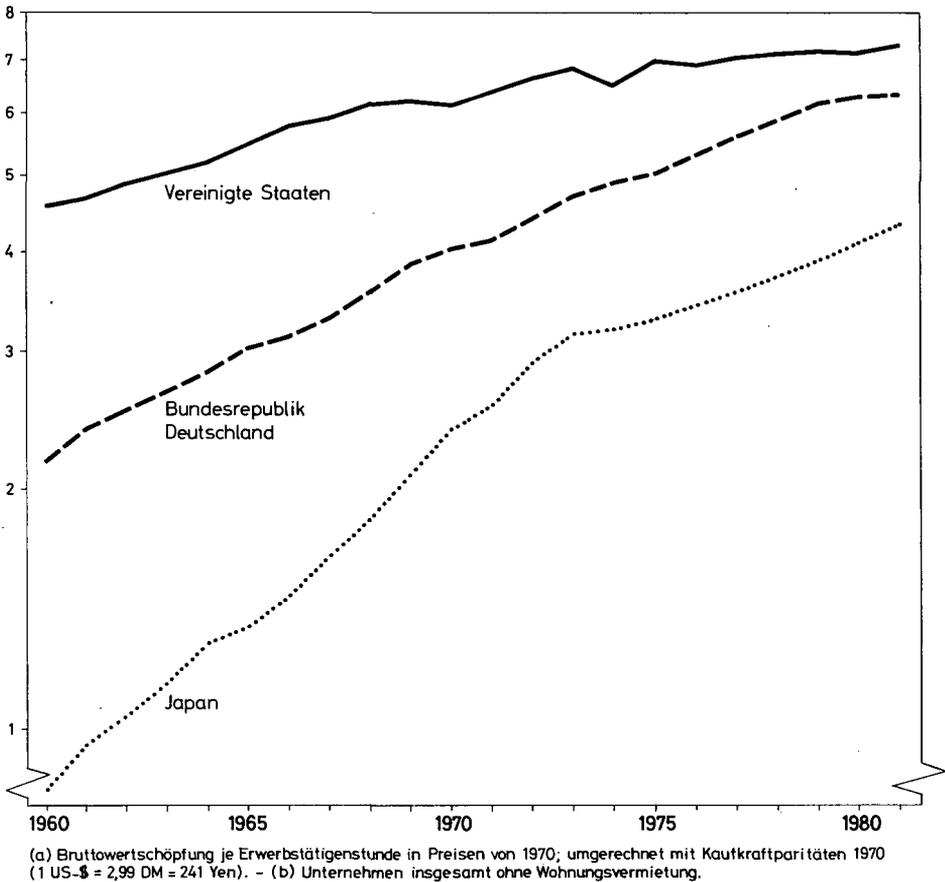
215. Auf gesamtwirtschaftlichem Niveau weisen die Unternehmen der Vereinigten Staaten nach wie vor die höchste Arbeitsproduktivität auf (Schaubild 12). Die deutschen Unternehmen, deren Produktivität im Jahre 1960 nur halb so hoch war wie die der amerikanischen, haben einen großen Teil dieses Rückstands wettgemacht. Von allen Industrieländern hat jedoch Japan am kräftigsten aufgeholt: 1960 machte dort die Arbeitsproduktivität noch weniger als ein Fünftel der Produktivität in den Vereinigten Staaten aus, 1981 schon fast zwei Drittel.

216. Deutsche Unternehmen haben vor allem in den sechziger Jahren aufgeholt. Möglicherweise zeigt das Schließen der Produktivitätsschere gegenüber den Vereinigten Staaten an, daß für die Zukunft eine Quelle des nationalen Produktivitätsfortschritts, die Imitation ausländischer Technologien, weitgehend versiegt ist. Zur Beurteilung dieser Frage soll nach zusätzlichen Indikatoren des erreichten Standes der Produktionstechnik in der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern gesucht werden.

217. Das technologische Niveau der Produktion eines Landes läßt sich auch an den Marktergebnissen im internationalen Wettbewerb mit Spitzentechnologien ablesen. Zur Ermittlung der Weltmarktanteile bei for-

(1) Von diesen Autoren stammen die bisher umfangreichsten und detailliertesten Untersuchungen zur Berechnung von Kaufkraftparitäten.

Schaubild 12 - Arbeitsproduktivität (a) in den Unternehmen (b) der Vereinigten Staaten, Japans und der Bundesrepublik Deutschland 1960-1981 (US-\$/Std.)



Quelle: Eigene Berechnungen.

schungsintensiven Gütern wurden aus der Standard International Trade Classification diejenigen Warengruppen herausgegriffen, die als besonders technologieintensiv angesehen werden können (Tabelle A4) (1). Gewisse Unschärfen sind dabei allerdings unvermeidlich, da selbst die kleinsten Bausteine dieser Systematik in aller Regel zu inhomogen sind, als daß eine eindeutige Zuordnung immer möglich wäre.

218. Insgesamt nimmt nach diesen Berechnungen das Gewicht forschungsintensiver Waren im Welthandel zu (Tabelle 34). Dieser Trend wurde zwar im Laufe der siebziger Jahre zweimal durch die Ölpreisschübe un-

(1) Diese Tabelle stützt sich vor allem auf Dick, Dicke [1979]; siehe auch Horn [1976, S. 310-314]. Diese Arbeiten fanden ihrerseits Vorläufer in OECD [a].

Tabelle 34 - Kennziffern zum internationalen Handel mit forschungsintensiven Waren für ausgewählte Länder 1970-1980

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Vereinigte Staaten											
Weltmarktanteil (a)	27,1	26,2	23,3	23,2	23,8	23,6	22,9	21,5	21,8	22,0	23,3
Technologieintensität (b)	1,78	1,90	1,77	1,71	1,89	1,85	1,82	1,84	1,82	1,83	2,01
Bundesrepublik											
Weltmarktanteil (a)	16,4	16,0	16,3	17,4	17,1	15,9	16,5	16,8	15,8	15,8	14,9
Technologieintensität (b)	1,34	1,29	1,31	1,34	1,47	1,41	1,45	1,45	1,31	1,37	1,41
Japan											
Weltmarktanteil (a)	9,5	10,2	10,9	10,7	10,4	10,2	11,7	12,5	12,6	11,1	11,5
Technologieintensität (b)	1,38	1,34	1,42	1,51	1,44	1,45	1,56	1,58	1,52	1,61	1,48
Vereinigtes Königreich											
Weltmarktanteil (a)	9,4	9,9	9,4	8,5	8,1	8,8	8,2	8,6	9,4	9,0	9,9
Technologieintensität (b)	1,36	1,39	1,45	1,44	1,62	1,59	1,58	1,51	1,54	1,48	1,60
Frankreich											
Weltmarktanteil (a)	6,6	6,6	6,8	7,0	6,8	7,4	7,7	7,6	7,9	8,1	7,4
Technologieintensität (b)	1,03	1,00	0,97	1,00	1,13	1,14	1,24	1,23	1,22	1,23	1,23
Italien											
Weltmarktanteil (a)	4,8	4,8	4,7	4,3	4,6	4,5	4,2	4,2	4,1	4,0	4,4
Technologieintensität (b)	1,02	1,00	0,94	1,00	1,15	1,02	1,02	0,95	0,85	0,82	1,07
Alle 6 Länder											
Weltmarktanteil (a)	73,8	73,7	71,4	71,1	70,8	70,4	71,2	71,2	71,6	70,0	71,4
Technologieintensität (b)	1,41	1,41	1,38	1,40	1,53	1,49	1,51	1,50	1,44	1,46	1,58
Anteil forschungsintensiver Waren am gesamten Weltexport in vH	13,8	13,9	14,0	13,5	12,3	13,0	14,0	13,9	15,6	14,9	14,6
(a) Weltmarktanteil bei forschungsintensiven Waren in vH; zur Auswahl der Warengruppen vgl. Tabelle A4. - (b) Technologieintensität der Exporte insgesamt, gemessen als Weltmarktanteil bei forschungsintensiven Waren in Relation zum Weltmarktanteil insgesamt.											

Quelle: UN [d; e]. - Eigene Berechnungen.

terbrochen, über den gesamten Zeitraum von 1970 bis 1980 ist jedoch ein Anstieg zu verzeichnen (1). Fast drei Viertel dieser Exporte entfallen auf nur sechs Länder, etwa die Hälfte allein auf die Vereinigten Staaten, die Bundesrepublik und Japan. Im Zeitverlauf mußten vor allem die Vereinigten Staaten, in geringerem Maße jedoch auch deutsche Unternehmen Weltmarktanteile in diesem Bereich abgeben.

Die Vereinigten Staaten haben sich am stärksten auf technologieintensive Produkte spezialisiert. Japan, dessen Produktivitätsniveau im Durchschnitt aller Unternehmen noch deutlich hinter dem der Bundesrepublik zurückliegt, hat im Export aber bereits die Technologieintensität deutscher Unternehmen überflügelt. Ob dahinter auch eine überlegene Stellung im Produktivitätsniveau bei exportorientierten Branchen steht, wird im nächsten Abschnitt geprüft. Zunächst soll jedoch auf den internationalen Technologietransfer eingegangen werden.

219. Die Weltmarktanteile geben Aufschluß über die Anwendung, nicht aber über die Herkunft neuer Technologien. Letztere kann abgeschätzt werden über die internationalen Zahlungsströme in Zusammenhang mit dem Erwerb oder der Nutzung und der Auswertung von Patenten, die von der Deutschen Bundesbank als Teil der Dienstleistungsbilanz erfaßt werden. Insgesamt gaben deutsche Unternehmen im Jahre 1981 für ausländische Patente, Erfindungen und Verfahren 2,1 Mrd. DM aus; nahmen im Gegenzug aber nur 1,1 Mrd. DM aus der Verwertung eigener Schutzrechte im Ausland ein. Dieser negative Saldo ist jedoch vor dem Hintergrund der Auslandsverflechtung deutscher Unternehmen zu sehen; die Zahlungen an ausländische Muttergesellschaften dürften nicht immer von versteckten Gewinntransfers frei sein [Kiera, 1977].

220. Werden nur die Zahlungen der Unternehmen ohne maßgebliche ausländische Kapitalbeteiligung herangezogen, so zeigt sich ein positiver Saldo der Patent- und Lizenzbilanz (Tabelle 35). Deutlich gestiegen ist dieser Saldo zwischen 1971 und 1973 - sicher auch eine Folge der D-Mark-Aufwertung in diesen Jahren. Die Aufwertung hat jedoch nicht nur deutsche Lizenzen für ausländische Unternehmen verteuert (das erklärt den Rückgang der Einnahmen von 1972 auf 1973), sondern zugleich die Imitationskosten für inländische Unternehmen gesenkt. Dem sinkenden D-Mark-Preis ausländischer Lizenzen stand aber keine entsprechende Mengenausweitung gegenüber, so daß auch die Ausgaben zurückgingen - prozentual sogar noch stärker als die Einnahmen. Die Erklärung dürfte darin bestehen, daß auch die Erträge aus der Imitation ausländischer Technologien gesunken sind. Imitieren wird letztlich nur lohnend sein, solange ein Lohnkostenvorteil gegenüber dem Technologielieferanten besteht. Mit der Aufwertung der D-Mark ist dieser Vorteil deutscher Unternehmen jedoch geschrumpft, so daß auch der Anreiz zur Übernahme ausländischer Technologien geringer geworden sein dürfte. Statt dessen erhöhten sich die Anreize, selbst etwas anderes oder besseres zu entwickeln.

221. Der technologische Rückstand deutscher Unternehmen gegenüber den Vereinigten Staaten konnte sowohl in den sechziger als auch in den siebziger Jahren verringert werden. In den sechziger Jahren, als deut-

(1) Für die Jahre davor erlauben die verfügbaren UN-Statistiken keine derart detaillierte Untergliederung nach Warengruppen.

Tabelle 35 - Einnahmen und Ausgaben für Patente, Erfindungen und Verfahren der deutschen Unternehmen (a) 1967-1981 (Mill. DM)

Jahr	Einnahmen	Ausgaben	Saldo
1967	350	188	162
1968	387	306	81
1969	379	284	95
1970	417	367	50
1971	490	396	94
1972	617	372	245
1973	546	303	243
1974	635	353	282
1975	716	410	306
1976	654	420	234
1977	724	462	262
1978	774	428	346
1979	820	436	384
1980	922	459	463
1981	993	536	457

(a) Unternehmen ohne maßgebliche ausländische Kapitalbeteiligung.

Quelle: Deutsche Bundesbank [d].

sche Unternehmen zwar schon relativ reichlich über Humankapital, aber noch nicht über genügend technisches Wissen verfügten, wurde ein Großteil der benötigten Technologie aus dem Ausland importiert. Der aus dem Imitationslag resultierende Kostennachteil konnte über eine unterbewertete Währung aufgefangen werden. Gleichzeitig nahmen die inländischen Forschungsaktivitäten zu.

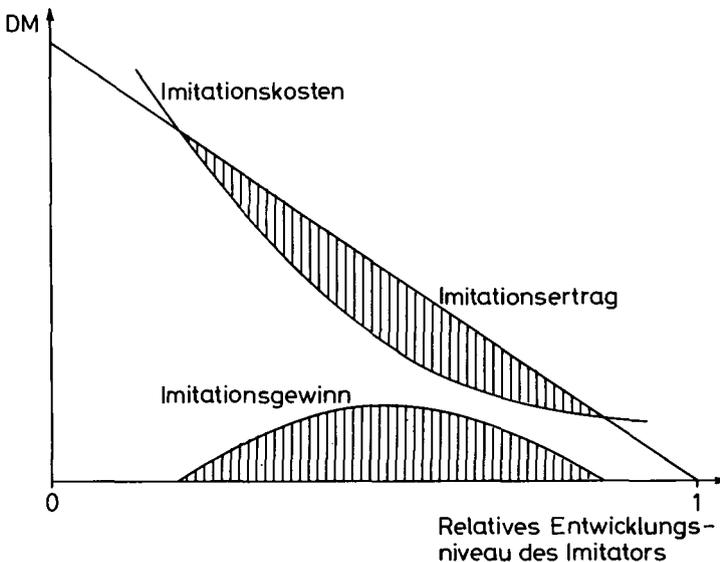
In den siebziger Jahren nahm der Wissensimport aus dem Ausland kaum noch zu; gleichzeitig stagnierte der Anteil der inländischen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen am Sozialprodukt. Die Produktivitätsschere gegenüber den Vereinigten Staaten schloß sich nun vor allem deshalb, weil die Arbeitsproduktivität in den Vereinigten Staaten spürbar schwächer zunahm. In Japan dagegen wurde der Technologieimport zumindest in den exportorientierten Bereichen vermutlich auch in den siebziger Jahren noch fortgesetzt, denn beim Export forschungsintensiver Waren mußten deutsche Unternehmen Marktanteile an japanische Exporteure abgeben. Zur Überprüfung dieser Interpretation soll im nächsten Abschnitt ein internationaler Vergleich der sektoralen Produktivitätsentwicklungen vorgenommen werden.

2. Die Imitationskurve - Eine "hutförmige" Beziehung

222. In welchem Maße der Übergang von der Imitation ausländischer Technologien zur selbstentwickelten Innovation den Produktivitätsanstieg beeinträchtigt, hängt von der Relation zwischen den Grenzerträgen eige-

ner Forschung und denen der Imitation ab. Wird eine neue Technik nicht von außen übernommen, sondern in eigenen Unternehmen entwickelt, so fallen Kosten in Form von Forschungsaufwendungen an. Dem stehen ersparte Imitationskosten gegenüber, wobei die Imitationskosten nur zum kleineren Teil aus Lizenzgebühren, hauptsächlich aber aus Lernkosten bei den Arbeitskräften und Kosten bei der Anpassung der importierten Technik an die eigenen Produktionsbedingungen bestehen dürften. Darüber hinaus kann der Innovator häufig Pioniergewinne des temporären Wissensmonopols abschöpfen, der Imitator dagegen nicht. Aus diesen Gründen ist auch in einem Land, das nicht an der Spitze der technologischen Entwicklung steht, nicht jegliches Imitieren lohnender als eigene Forschung; vielmehr müssen die Erträge und Kosten sorgsam gegeneinander abgewogen werden. Soweit allerdings davon ausgegangen werden kann, daß dem Innovator in aller Regel keine vollständige Internalisierung des Innovationsgewinns gelingt [Arrow, 1962], dürfte für ein imitierendes Land ein rascherer Produktivitätsfortschritt möglich sein als für ein Land, das selbst zum internationalen Technologielieferanten aufgerückt ist.

Schaubild 13 - Kosten und Erträge der Imitation ausländischer Technologien



Quelle: Eigene Zusammenstellung.

223. In Schaubild 13 ist die Ertrags-Kosten-Situation für eine kostensenkende Verfahrensinnovation schematisch dargestellt. Dabei wird zur Vereinfachung unterstellt, daß die Faktorausstattungsrelationen in allen Ländern gleich seien; Unterschiede im Produktivitätsniveau sind dann allein auf unterschiedliche technologische Entwicklungsstände zurückzuführen. Durch die Imitation der neuesten Technik wird es unter diesen Voraussetzungen dem Imitator ermöglicht, das gleiche Produktivitätsniveau wie der Technologielieferant zu erreichen. Der Imitationsertrag entspricht damit der Differenz zwischen den Produktivitätsniveaus des führenden

und des nachfolgenden Landes. Diese Differenz fällt linear mit der Verringerung der Imitationslücke.

Nicht nur der potentielle Imitationsertrag, sondern auch die Kosten der Imitation sind jedoch vermutlich dort am höchsten, wo der Abstand zur Spitzentechnologie am weitesten ist. Dabei können die Kosten der Bildung komplementären Humankapitals in einem technologisch sehr weit zurückliegenden Land sogar prohibitiv hoch sein, so daß es gar nicht zur Imitation kommt. Mit steigendem Entwicklungsniveau dürften diese Kosten aber rascher sinken als die potentiellen Erträge, denn ansonsten käme es auch bei verringerten Produktivitätsrückständen gar nicht zur Imitation. Je mehr ein Land aufholt, desto größer wird zunächst der positive Saldo aus Imitationserträgen und Imitationskosten; der Imitationsgewinn steigt. Ab einem gewissen Niveau werden die Technologielieferanten jedoch nicht mehr bereit sein, ihr Wissen auch anderen zur Verfügung zu stellen, da sie dadurch ihre eigene Marktposition gefährden würden. Mit verringertem Abstand zum technologischen Führer werden Lizenzgebühren und andere Kompensationen des Innovators zunehmend ins Gewicht fallen, so daß sich insgesamt der Rückgang der Imitationskosten abflacht. Wenn der Rückstand zum führenden Land schließlich nahezu aufgeholt ist, dürfte es sich kaum noch lohnen, Verfahren aus dem Ausland zu imitieren, so daß eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nötig sind, um das relative Produktivitätsniveau weiter zu steigern.

224. Diese Darstellung ist natürlich eine grobe Vereinfachung. Auch in der Forschung und Entwicklung gibt es eine internationale Arbeitsteilung, so daß der Technologietransfer nicht als Einbahnstraße anzusehen ist. Insofern wird der Imitationsgewinn mit zunehmendem relativen Entwicklungsniveau vermutlich nicht - wie in Schaubild 13 unterstellt - ganz verschwinden, sondern noch positiv bleiben. Dennoch dürfte die Annahme eines mit einer Verringerung der technologischen Lücke zunächst steigenden, dann aber wieder abnehmenden Imitationsgewinns durchaus gerechtfertigt sein. Gomulka [1979] bezeichnet diesen Kurvenverlauf als die "hutförmige" Beziehung.

225. Direkt meßbar sind weder der Imitationsgewinn noch das technologische Entwicklungsniveau. Der Imitationsgewinn sollte sich jedoch positiv auf den erzielten Produktivitätsfortschritt auswirken, und zwar dergestalt, daß der Imitator einen größeren Produktivitätsanstieg erreicht als der Technologielieferant. Das technologische Niveau der Produktion kann am Produktivitätsniveau eines Landes ermesen werden, soweit international unterschiedliche Faktorausstattungen vernachlässigt werden können. Wenn internationale Imitations- und Aufholprozesse eine Rolle spielen, ist somit im Länderquerschnitt mit einer hutförmigen Beziehung zwischen den Raten des Produktivitätsanstiegs (1) und den nationalen Produktivitätsniveaus im Vergleich zum technologisch führenden Land am Beginn der Untersuchungsperiode zu rechnen.

(1) Auf eine explizite Berechnung der Veränderung der Imitationslücke kann hier verzichtet werden, da diese für alle Länder am Produktivitätsanstieg des am höchsten entwickelten Landes gemessen würde. Eine derartige, für alle Länder gleiche Transformation kann die Regressionsergebnisse nicht verändern.

226. Eine Regressionsanalyse für dreizehn OECD-Länder (1) für die sechziger und frühen siebziger Jahre zeigt einen statistisch hoch gesicherten Zusammenhang (2):

$$1960-1973: \Delta y_i = 8,6 - 8,2 y_i / y_{us}; \quad \bar{R}^2 = 0,68 \\ (5,11)^*$$

Dabei steht Δy_i für den Produktivitätsanstieg des Landes i von Hochkonjunktur zu Hochkonjunktur im Zeitraum 1960-1973 und y_i/y_{us} für die Relation der Produktivitätsniveaus in Land i und in den Vereinigten Staaten als technologisch am weitesten entwickelten Land im Jahre 1960 (3). Je niedriger also die Produktivität im Vergleich zu der in den Vereinigten Staaten, desto rascher müßte die Produktivität des Landes i steigen. Vermutlich befanden sich alle in die Untersuchung einbezogenen Länder schon zu Beginn der sechziger Jahre auf dem fallenden Ast der Imitationskurve, denn die Hutform, die durch ein Polynom zweiten Grades erfaßbar wäre, ließ sich statistisch nicht belegen. Für die Zeit ab 1973 ergibt sich gar kein stabiles Muster mehr:

$$1973-1979: \Delta y_i = 3,8 - 2,7 y_i / y_{us}; \quad \bar{R}^2 = 0,02 \\ (-1,09)$$

227. Demnach hat für die hier untersuchten Länder das imitierende Nachstoßen in die von den Vereinigten Staaten eröffneten Produktivitätspotentiale seit 1973 nur noch eine weitaus geringere Bedeutung besessen als in den vorangegangenen Jahren. Das könnte einen Teil der weltweiten Verlangsamung des Produktivitätsanstiegs erklären, allerdings nicht die Produktivitätsschwäche in den Vereinigten Staaten selbst (4).

228. Die Interdependenzen zwischen technischem Fortschritt und Investitionen lassen vermuten, daß hohe Imitationsspielräume auch die Investitionstätigkeit anregen, denn gute Imitationschancen werden auch überdurchschnittliche Kapitalrenditen ermöglichen und damit die Kapitalakkumulation begünstigen [Abramovitz, 1979]. Es war bereits darauf verwiesen worden (Ziff. 13), daß die Länder mit dem höchsten Produktivitätsfortschritt auch die höchsten Investitionsquoten aufweisen. Das Vehikel der Imitation dürfte somit nicht allein der Import von Blaupausen sein, sondern auch der positive Einfluß auf das allgemeine Investitionsklima des aufholenden Landes.

3. Sektorale Produktivitätsunterschiede und Imitationsmuster

229. Die negative Beziehung zwischen Aufholtempo und technologischem Entwicklungsstand, die für die betrachteten Länder insgesamt festzustellen ist, muß nicht unbedingt auch für die einzelnen Wirtschaftsbe-
reiche in einem Lande gelten. Einen Hinweis darauf, daß es möglicher-

(1) Zur Länderauswahl und den jeweiligen zum Vergleich herangezogenen Hochkonjunkturjahren vgl. Tabelle A1.

(2) t -Wert in Klammern; * signifikant bei 1 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.

(3) Bewertet mit Kaufkraftparitäten nach Kravis et al. [1980].

(4) Vergleichbare Ergebnisse finden sich bei Giersch, Wolter [1983].

Tabelle 36 - Forschungsintensität sowie Einnahmen und Ausgaben für ausländische Lizenzen nach Wirtschaftsbereichen 1977 (vH)

Wirtschaftsbereich	Forschungsintensität (a)	Anteil an	
		Lizenzeneinnahmen	Lizenzausgaben
Unternehmen insgesamt	2,7	100,0	100,0
Chemische Industrie	4,6	38,6	22,1
Mineralölverarbeitung	0,2	0,2	0,2
Kunststoff- und Gummiverarbeitung	2,4	0,9	3,8
Steine und Erden, Feinkeramik, Glas	1,1	1,3	2,0
Metallerzeugung und -bearbeitung	0,7	1,1	1,5
Stahl- und Leichtmetallbau, Maschinenbau	2,8	0,3	2,3
Fahrzeugbau	3,9	6,7	1,3
Elektrotechnik	7,3	22,5	42,7
Feinmechanik, Optik	5,0	0,2	0,8
EBM-Waren	3,8	0,3	2,3
Leder-, Textil- und Bekleidungsindustrie	0,5	2,1	0,5
Nahrungs- und Genussmittelgewerbe	0,4	0,4	5,7

(a) Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in vH des Umsatzes.

Quelle: Unveröffentlichtes Zahlenmaterial der Deutschen Bundesbank. - Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [lfd. Jgg.].

weise sogar den am weitesten fortgeschrittenen Branchen am leichtesten fällt, technisches Wissen aus dem Ausland zu nutzen, liefert die sektorale Struktur der deutschen Lizenzbilanz (Tabelle 36). Erwartungsgemäß zeigt sich die Tendenz, daß die Branchen mit der höchsten Forschungsintensität auch die größten Anteile bei den Lizenzeneinnahmen auf sich vereinen. Überraschenderweise sind es jedoch nicht die Branchen mit geringer Forschungsintensität, die am meisten auf ausländische Lizenzen angewiesen sind, sondern wiederum die forschungsintensiveren.

Ausländische Lizenzen dienen vermutlich in erster Linie nicht als Ersatz für eigene Forschungsarbeiten, sondern sind in hohem Maße komplementär zu den Forschungsaktivitäten der Unternehmen. Das weist darauf hin, daß bei gegebenen Lohndifferenzen eine Imitation ausländischer Technologien um so erfolgsversprechender ist, je stärker sie in bereits vorhandene eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten eingebunden werden kann.

230. Eine detailliertere Analyse der Zusammenhänge zwischen Aufholtempo und Entwicklungsniveau der Branchen macht es erforderlich, auf sektoraler Ebene sowohl die Produktivitätsniveaus im Vergleich zu dem am weitesten fortgeschrittenen Land als auch die Veränderung der Produktivitätslücke im Zeitverlauf zu ermitteln. Im Mittelpunkt des Interesses steht hier die Bundesrepublik. Als technologisch führendes Land sollen die Vereinigten Staaten herangezogen werden und als typisches Vergleichsland, in dem Aufholprozesse vermutlich eine besonders ausgeprägte Rolle spielen, wiederum Japan. Besondere Schwierigkeiten bereitet es, eine möglichst weitgehende Übereinstimmung der Branchengliederung und der Meßkonzepte im internationalen Vergleich zu erreichen (1). Die größten Fehlermargen dürften bei den durchschnittlich geleisteten Arbeitsstunden je Erwerbstätigen liegen, die aus unterschiedlichen Quellen und aus eigenen Schätzungen ermittelt wurden (2). Angesichts der international divergierenden Arbeitszeitentwicklung scheint es jedoch angebrachter, diese Unschärfen in Kauf zu nehmen, als auf ein Pro-Kopf-Konzept der Produktivität zurückgreifen zu müssen. So ist beispielsweise die Arbeitszeitverkürzung in den Vereinigten Staaten und der Bundesrepublik Deutschland bei den Dienstleistungen am ausgeprägtesten, in Japan dagegen bei den Industrieunternehmen.

231. Für drei Stichjahre sind die sektoralen Produktivitätsniveaus in diesen drei Ländern in Tabelle 37 dargestellt. Sie zeigt, daß deutsche Unternehmen nicht nur auf gesamtwirtschaftlichem Niveau, sondern auch in den meisten Branchen eine Mittelposition zwischen den Vereinigten Staaten und Japan einnehmen. 1960 jedoch war das japanische Produktivitätsniveau in nur einer Branche höher als in der Bundesrepublik Deutschland, 1970 bereits in fünf und 1978 gar in acht Branchen. Gleichzeitig konnten deutsche Unternehmen, die 1960 in keinem Bereich produktiver als amerikanische waren, bis 1978 in fünf Bereichen eine Spitzenposition gegenüber den Vereinigten Staaten erreichen.

232. Am stärksten ausgeprägt ist der japanische Produktivitätsrückstand in den Dienstleistungsbereichen sowie in mehreren arbeitsintensiven Verbrauchsgüterindustrien. Hier wurden auch kaum nennenswerte Aufholerfolge erzielt. Dort jedoch, wo japanische Unternehmen auch 1960 schon einen vergleichsweise hohen Produktivitätsstand erreicht hatten (Metallindustrie, Elektrotechnik, Fahrzeugbau), wurde die Produktivitätslücke am raschesten geschlossen und zum Teil sogar in einen Vorsprung verwandelt. Das dürfte auch damit zusammenhängen, daß das japanische Ministerium für Handel und Industrie (MITI) eine sektoral stark konzentrierte Industrie- und Forschungspolitik betrieben hat [Yawata, 1972; 1973; Ohara, 1981]. Es macht aber auch deutlich, daß die größten Imitationschancen offenbar dort liegen, wo das Potential zur Übernahme ausländischer Technologien am größten ist.

233. Wesentlich ausgeglichener verlief der Aufholprozeß der deutschen Branchen gegenüber den Vereinigten Staaten. Unternehmen aus den Verbrauchsgüterindustrien und den Dienstleistungen haben ihre Position im Vergleich dieser drei Länder recht gut gehalten, während die Unternehmen der Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien sowie vor allem der

(1) Zu Abgrenzungsproblemen vgl. UN [a].

(2) Auf diese Probleme verweist auch Hof [1981].

Tabelle 37 - Produktivitätsniveau (a) nach Wirtschaftsbereichen in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland 1960, 1970 und 1978 (US-\$/Std.)

Wirtschaftsbereich (b)	Vereinigte Staaten			Japan			Bundesrepublik		
	1960	1970	1978	1960	1970	1978	1960	1970	1978
Unternehmen insgesamt (c)	4,56	6,17	7,14	0,84	2,38	3,74	2,26	4,03	5,88
Landwirtschaft	2,44	4,15	4,99	0,42	0,92	1,48	0,77	1,45	2,41
Bergbau	9,03	12,53	10,36	1,60	5,55	9,20	2,86	5,08	4,95
Verarbeitendes Gewerbe	4,90	6,19	7,87	1,36	3,50	6,34	2,47	4,51	6,52
Grundstoff- und Produktionsgüter	5,70	7,08	9,34	1,75	4,54	8,96	2,57	3,95	7,72
Chemische Industrie	8,30	10,24	13,75	2,84	7,36	19,83	2,68	6,55	10,91
Steine, Erden, Fein-keramik, Glas	5,13	5,88	7,44	1,15	3,00	3,38	2,47	4,67	6,80
Metallerzeugung und -bearbeitung	5,71	6,70	8,45	2,17	5,88	11,14	2,65	4,51	6,01
Holzbearbeitung	2,67	3,68	5,91	0,82	1,73	2,23	2,10	3,70	5,90
Investitionsgüter	4,71	6,25	7,85	1,36	3,62	7,32	2,40	4,18	6,02
Stahlbau, EBM-Waren	4,16	6,55	7,55	0,97	2,80	3,76	2,18	3,98	4,46
Maschinenbau	4,74	6,24	7,77	1,27	3,59	5,82	2,65	4,00	5,13
Fahrzeugbau	5,37	6,41	8,76	1,81	4,92	8,05	2,63	4,40	6,45
Elektrotechnik	4,53	5,94	7,22	1,46	3,44	10,57	2,15	4,36	7,43
Feinmechanik, Optik	4,47	5,98	7,87	1,08	2,90	6,17	2,12	3,80	5,35
Verbrauchsgüter, Nahrungs- u. Genußmittel	4,41	5,61	6,89	1,07	2,54	3,66	2,33	4,08	5,67
Kunststoff- und Gummiverarbeitung	4,98	5,83	7,37	1,55	2,60	3,48	2,23	4,37	6,12
Holzverarbeitung	3,56	4,48	5,25	0,75	1,66	2,20	1,31	2,89	4,17
Papier- u. Papierverarbeitung	5,14	6,26	8,13	1,22	3,23	5,20	2,59	4,03	5,36
Druckerei, Vervielfältigung	5,27	6,64	7,74	1,55	2,85	3,76	2,32	3,89	5,53
Ledergewerbe	3,04	3,80	4,12	1,04	1,80	2,17	1,90	2,80	3,51
Textilgewerbe	3,10	3,85	4,80	0,75	1,76	3,42	1,84	3,64	5,63
Bekleidungs-gewerbe	2,99	3,83	4,35	0,62	1,20	1,47	1,57	2,73	3,81
Nahrungs- und Genußmittelgewerbe	5,50	7,33	9,20	1,42	3,85	4,90	3,61	5,51	7,03
Handel	4,26	6,23	7,15	0,73	1,87	2,81	1,89	3,36	4,61
Kreditinstitute, Versicherungen	5,55	7,48	7,71	2,36	6,51	11,28	3,87	6,51	9,29
Verkehr u. Nachrichtenübermittlung	4,45	6,63	8,88	1,18	2,77	3,78	2,55	4,53	6,34
Energiewirtschaft	8,27	11,79	13,43	4,26	10,83	13,92	5,25	9,64	17,48
Sonstige Dienstleistungen	4,24	5,11	5,41	0,65	1,75	1,80	3,05	4,32	5,91

(a) Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigenstunde in Preisen von 1970; umgerechnet mit Kaufkraftparitäten 1970 (1 US-\$ = 2,99 DM = 241 Y). - (b) Aufgrund international unterschiedlicher Abgrenzungen sind das Baugewerbe, die Mineralölverarbeitung sowie das übrige Verarbeitende Gewerbe zwar in den Obergruppen enthalten, aber nicht gesondert ausgewiesen. - (c) Ohne Wohnungsvermietung.

Quelle: OECD [f; g]. - U.S. Department of Commerce [lfd. Jgg.]. - U.S. Department of Labor [lfd. Jgg.]. - Council of Economic Advisers [lfd. Jgg.]. - Bureau of Statistics [a; b]. - Economic Planning Agency [lfd. Jgg.]. - Statistisches Bundesamt [b]. - Kravis et al. [1978]. - Eigene Berechnungen.

stark exportorientierten Investitionsgüterindustrien zwar mit den amerikanischen Unternehmen Schritt halten konnten, aber von der japanischen Konkurrenz eingeholt und zum Teil sogar überholt worden sind.

234. Die Regressionsergebnisse für die 24 Branchen zeigen, daß es sowohl in der Bundesrepublik Deutschland als auch in Japan die im Vergleich zu den Vereinigten Staaten bereits am weitesten fortgeschrittenen Unternehmen waren, die ihren Rückstand am raschesten vermindern konnten (Tabelle 38) (1). In Japan waren dies jedoch andere Branchen als in der deutschen Wirtschaft. Außerdem drückt sich die sektoral ungleichmäßigere Entwicklung in Japan in einem niedrigeren Bestimmtheitsmaß aus.

235. Im sektoralen Querschnitt sind auch für die Zeit nach 1973 noch stabile Imitationsmuster erkennbar. Die Produktivitätsniveaus der einzelnen Branchen lassen erkennen, daß in Teilbereichen nach wie vor recht große Spielräume für die Übernahme ausländischer Produktionsmethoden bestehen dürften. Bei den deutschen Unternehmen gilt dies vor allem für einige Investitionsgüterhersteller, wie den Maschinenbau, den Fahrzeug-

Tabelle 38 - Der Zusammenhang zwischen relativem Produktivitätsanstieg und -niveau nach Wirtschaftsbereichen in der Bundesrepublik Deutschland und in Japan 1960-1978

Zeitraum	Schätzgleichung (a) $\Delta G = a + b y_1/y_{us}$					
	Bundesrepublik			Japan		
	a	b	\bar{R}^2	a	b	\bar{R}^2
1960-1970	- 1,9	1,96 (5,85)*	0,59	- 0,6	0,89 (2,72) ⁺	0,22
1970-1978	-19,1	5,13 (5,62)*	0,57	-25,0	4,66 (4,14)*	0,41

(a) ΔG - Differenz zwischen dem Produktivitätsrückstand gegenüber den Vereinigten Staaten am Beginn und am Ende der jeweiligen Periode, normiert mit dem Produktivitätsrückstand am Beginn der Periode; y_1/y_{us} - Produktivitätsniveau im jeweiligen Land in Relation zum Produktivitätsniveau in den Vereinigten Staaten am Beginn der Periode. t-Werte in Klammern; * signifikant bei 1 vH, + bei 5 vH Irrtumswahrscheinlichkeit.

Quelle: Eigene Berechnungen.

- (1) Anders als bei dem dargestellten Länderquerschnitt konnte nicht direkt auf die Rate des Produktivitätsfortschritts als endogene Variable zurückgegriffen werden, da der sektorale Produktivitätsfortschritt auch in den Vereinigten Staaten recht unterschiedlich war. Hier kommt es aber nicht auf das absolute Ausmaß des Produktivitätsanstiegs an, sondern auf die Verminderung des Rückstands. Daher war eine Meßziffer zu berechnen, in die auch der Produktivitätsanstieg in den Vereinigten Staaten eingeht.

bau oder die Feinmechanik und Optik. Die technischen Grenzen der Imitation sind offenbar bei weitem noch nicht ausgeschöpft, so daß von daher pessimistische Aussagen über künftige Produktivitätspotentiale nicht gerechtfertigt erscheinen.

236. Verringert haben sich dagegen wahrscheinlich die wirtschaftlichen Anreize zur Imitation. Gerade für Branchen, die stark im internationalen Wettbewerb stehen, dürften nicht die technischen Möglichkeiten zur Imitation (die an dem Vergleich der realen Produktivitätsniveaus in Tabelle 38 ermessen werden können), sondern die Preiswettbewerbsfähigkeit zu laufenden Wechselkursen darüber entscheiden, ob eine Übernahme ausländischer Technologien lohnend ist. Japanische Unternehmen haben immer noch einen deutlichen Lohnkostenvorteil vor amerikanischen und deutschen Unternehmen, so daß sie nach wie vor in den exportintensiven Investitionsgüterindustrien imitieren können. Da sich die Kostenniveaus zwischen deutschen und amerikanischen Unternehmen angeglichen haben und da damit die Erträge der Imitation gesunken sind, müssen deutsche Investitionsgüterhersteller zunehmend Technologien selbst entwickeln, um ihre internationale Konkurrenzfähigkeit zu behaupten (1). Die verringerten Impulse des Technologieimports für den Produktivitätsanstieg in der deutschen Wirtschaft sind somit vermutlich nur in einigen wenigen Branchen auf reduzierte technische Imitationsmöglichkeiten zurückzuführen.

237. Insgesamt machen die Analysen dieses Kapitels deutlich, daß sich der technische Fortschritt in der deutschen Wirtschaft verlangsamt hat. Eine erneute Beschleunigung des technischen Fortschritts durch verstärkte Imitation ausländischer Technologien dürfte auf breiter Basis kaum möglich sein, da der Abstand im Einkommensniveau zu den Vereinigten Staaten, die immer noch an der Spitze der technologischen Entwicklung stehen, sehr gering geworden ist. Auch die Modernität des Kapitalstocks dürfte sich kurzfristig kaum wieder auf das Niveau der sechziger und frühen siebziger Jahre anheben lassen; im Gegenteil: als Spätfolge der anhaltenden Investitionsschwäche ist eher mit einem weiteren Veralten der Produktionsanlagen zu rechnen. Als Lichtblick bleibt allein die sich in den letzten Jahren abzeichnende erneute Intensivierung der Forschungsaktivitäten, darunter nicht zuletzt der Aktivitäten im Bereich der Grundlagenforschung.

(1) Für einen internationalen Lohnkostenvergleich siehe z.B. Salowsky [1981].

F. Schlußfolgerungen

238. Der Trendbruch in der Produktivitätsentwicklung wurde, wie die vorangegangene Analyse gezeigt hat, vor allem durch drastisch veränderte relative Preise verursacht - von den deutschen Unternehmen mußten seit den frühen siebziger Jahren gleich mehrere Preisschocks verarbeitet werden:

- Die Ölpreisexplosion zwang zum Energiesparen und verschlechterte die Terms of trade gegenüber dem Ausland.
- Das veränderte Verhalten der Gewerkschaften in den Tarifverhandlungen brachte (vor allem in den Lohnrunden 1973 und 1974) Lohnsteigerungen, die weit über den verteilbaren Produktivitätsfortschritt hinausgingen.
- Der unerwartete Anstieg der Realzinsen verteuerte die Nutzung des Produktionsfaktors Kapital.

239. Die gravierendste Folge dieser Verwerfungen war der Einbruch der Investitionstätigkeit. Der Anteil der Nettoanlageinvestitionen an der Wertschöpfung der Unternehmen ist seit 1974 im Durchschnitt nur noch etwa halb so hoch wie in den sechziger und frühen siebziger Jahren. Trotz gleichzeitiger Reduzierung der Beschäftigung stieg damit die Kapitalintensität der Arbeitsplätze erheblich weniger als in früheren Jahren. Die verlangsamte Substitution von Arbeit durch Kapital erklärt nach den hier durchgeführten Berechnungen bereits gut ein Drittel der zu beobachtenden Abschwächung beim Produktivitätsfortschritt des Faktors Arbeit (vgl. Ziff. 151). Daß sich die Investitionsschwäche nicht noch stärker produktivitätsmindernd ausgewirkt hat, dürfte nicht zuletzt mit Umschichtungen bei den Investitionsausgaben zugunsten technologieintensiver Anlagegüter zu erklären sein.

240. Ein weiteres Drittel der Verlangsamung im Anstieg der Arbeitsproduktivität entfällt auf die Auswirkungen der Energieverteuerung (vgl. Ziff. 109). Nach 1973 wurde eine beachtliche Energieeinsparung erzielt, und zwar vorrangig durch eine Substitution dieses Produktionsfaktors durch Sachkapital, aber auch durch einen verstärkt energiesparenden technischen Fortschritt. Als Preis dieser Anpassungsstrategie wurden allerdings Investitionsmittel und Forschungskapazitäten gebunden, die sonst für die Steigerung der Arbeitsproduktivität zur Verfügung gestanden hätten.

241. Der verbleibende Teil der Produktivitätsschwäche dürfte auf eine Verlangsamung des technischen Fortschritts zurückzuführen sein (vgl. Ziff. 237). Dabei sind vor allem drei Aspekte relevant:

- Der Aufwand für Forschung und Entwicklung wurde in den siebziger Jahren erheblich weniger gesteigert als in den Jahren zuvor.
- Der Aufholprozeß der deutschen Wirtschaft durch die Imitation ausländischer - vorwiegend amerikanischer - Technologien war bereits zu Beginn der siebziger Jahre weitgehend abgeschlossen.
- Die Diffusion kapitalgebundener Innovationen ist durch die Investitionsschwäche nachhaltig behindert worden.

242. Das ganze Ausmaß der Produktivitätsschwäche in der deutschen Wirtschaft ist in den statistisch ausgewiesenen Produktivitätskennziffern bislang noch nicht einmal sichtbar geworden, da in den letzten Jahren eine große Zahl von Arbeitsplätzen mit unterdurchschnittlicher Produktivität wettbewerbsunfähig geworden ist. Dieser Verdrängungsprozeß hat rein rechnerisch die Durchschnittsproduktivität der im Markt verbleibenden Anbieter erhöht, und zwar seit 1974 schätzungsweise um durchschnittlich 0,5 vH pro Jahr (vgl. Ziff. 65). Dieser Teil des Produktivitätsanstiegs, der letztlich von einem Reallohndruck induziert worden ist, kann aber nicht als Ausdruck einer erhöhten Effizienz der gesamtwirtschaftlichen Produktion gewertet werden und steht zur Verteilung in Tarifverhandlungen nicht zur Verfügung.

243. Wenn diese Ursachenanalyse zutreffend ist, so läßt sich daraus folgern, daß das Absinken der jährlichen Zuwachsraten bei der Arbeitsproduktivität auf 2 bis 3 vH keine vorübergehende Erscheinung ist, sondern einen neuen Trend markiert. Zwar konnten bisher einige Probleme, die den Produktivitätsfortschritt behindert haben (etwa die Stagnation der Forschungsaktivitäten oder die Anpassung an das teure Öl), weitgehend überwunden werden, zugleich wurden jedoch neue Probleme geschaffen. An erster Stelle steht dabei der starke Anstieg der Arbeitslosigkeit, der nicht zuletzt eine Folge der überwiegend defensiven Anpassungsreaktionen auf die relativen Preisänderungen darstellt. Sollen die freigesetzten Arbeitskräfte sowie darüber hinaus die auf den Arbeitsmarkt drängenden jungen Jahrgänge in die Produktion integriert werden, so darf der Anstieg der Arbeitsproduktivität nicht noch einmal - wie in den siebziger Jahren - von einer Reduzierung des Arbeitseinsatzes gestützt werden; vielmehr muß es eine entsprechend zurückhaltende Lohnpolitik den Unternehmen ermöglichen, wieder mehr Arbeitsplätze zu schaffen. Als weiteres Problem kommt hinzu, daß die Bestände an Sachkapital veraltet sind. Einen Ausweg aus der Krise dürfte es nur geben, wenn es gelingt, die privatwirtschaftlichen Investitionen wieder auf ein höheres Niveau zu bringen. Ihnen kommt die Schlüsselrolle zu - sowohl für das Produktionswachstum als auch für den Produktivitätsfortschritt.

Anhangtabellen

Tabelle A1 - Kurzbezeichnungen sowie Peak-to-peak-Perioden für ausgewählte OECD-Länder

Land	Kurzbezeichnung	Untersuchungszeiträume	
Kanada	CDN	1962-1973	1973-1979
Schweden	S	1961-1974	1974-1979
Vereinigte Staaten	USA	1962-1973	1973-1979
Italien	I	1962-1973	1973-1980
Japan	J	1961-1973	1973-1980
Vereinigtes Königreich	GB	1960-1973	1973-1979
Dänemark	DK	1960-1973	1973-1979
Österreich	A	1960-1973	1973-1979
Finnland	SF	1960-1973	1973-1980
Niederlande	NL	1960-1973	1973-1979
Belgien	B	1960-1973	1973-1979
Frankreich	F	1961-1973	1973-1979
Bundesrepublik Deutschland	D	1960-1973	1973-1979
Norwegen	N	1960-1974	1974-1979

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle A2 - F-Werte für den Text auf Strukturbruch in der sektoralen Produktivitätsentwicklung 1960-1980

Wirtschaftszweig	Test auf Strukturbruch	
	in der Störvarianz (a)	in den Regressionsparametern (b)
Unternehmen insgesamt (c)	0,74	23,82
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	3,34	1,51
Energie- und Wasserversorgung	1,69	1,24
Bergbau	0,37	14,84
Verarbeitendes Gewerbe	1,07	31,23
Chemische Industrie	0,08	8,05
Mineralölverarbeitung	1,72	3,26
Herstellung von Kunststoffwaren	1,91	40,12
Gummiverarbeitung	2,16	18,71
Gewinnung und Verarbeitung v. Steinen u. Erden	0,56	19,63
Feinkeramik	1,50	11,93
Herstellung und Verarbeitung von Glas	0,86	5,59
Eisenschaffende Industrie	2,04	3,69
NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeug	1,03	7,71
Gießerei	1,18	2,32
Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung	3,12	10,79
Stahl- und Leichtmetallbau	0,31	2,40
Maschinenbau	1,46	5,95
Herstellung von Büromaschinen, ADV-Geräten	3,50	1,00
Straßenfahrzeugbau	0,24	0,11
Schiffbau	1,87	5,02
Luft- und Raumfahrzeugbau	0,85	1,05
Elektrotechnik	1,20	18,20
Feinmechanik, Optik	1,68	22,63
Herstellung von EBM-Waren	2,14	15,49
Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren	0,41	6,21
Holzbearbeitung	2,80	22,35
Holzverarbeitung	2,31	89,72
Zellstoff-, Holzschliff-, Papier- u. Papp- erzeugung	0,73	0,40
Papier- und Pappverarbeitung	0,83	3,27
Druckerei, Vervielfältigung	2,98	3,76
Ledergewerbe	6,32	4,78
Textilgewerbe	1,72	4,39
Bekleidungsgewerbe	4,93	8,43
Ernährungsgewerbe	8,60	3,25
Tabakverarbeitung	7,58	22,99
Baugewerbe	1,24	0,93
Handel und Verkehr	1,56	9,22
Großhandel, Handelsvermittlung	0,54	22,16
Einzelhandel	0,43	21,83
Eisenbahnen	0,46	4,51
Schifffahrt, Wasserstraßen, Häfen	2,07	1,10
Übriger Verkehr	0,96	3,63
Nachrichtenübermittlung	20,18	17,15
Kreditinstitute, Versicherungen	1,01	3,85
Kreditinstitute	1,28	3,99
Versicherungsunternehmen	6,48	4,00
Sonstige Dienstleistungen	1,18	1,22
Gaststätten- und Beherbergungsgewerbe	6,73	2,98
Wissenschaft, Bildung, Kunst, Publizistik	1,49	4,81
Gesundheits- und Veterinärwesen	1,98	4,34
Übrige Dienstleistungen	0,18	4,26

(a) Die Strukturbruch-Hypothese wird mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH abgelehnt, wenn $0,26 < F < 6,52$. - (b) Die Strukturbruch-Hypothese wird mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH abgelehnt, wenn $F < 3,59$. - (c) Ohne Wohnungsvermietung.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Tabelle A3 - Faktoreinsatz und Faktorpreise im Verarbeitenden Gewerbe
1960-1980 (in Preisen von 1976)

Jahr	Arbeits- volumen	Nettoanlage- vermögen	Endenergie	Reallohn (a)	Kapital- kosten	Wärme- preis (a)
	Mrd. Std.	Mrd. DM	Mill.t SKE	DM/Std.	vH	DM/t SKE
1960	20,0	184	80,7	5,80	12,1	203
1961	20,3	204	81,3	6,28	12,1	202
1962	19,8	224	81,8	6,93	12,5	201
1963	19,5	241	82,4	7,26	13,0	204
1964	19,5	257	88,3	7,71	13,6	200
1965	19,7	274	91,6	8,30	14,8	201
1966	19,3	291	90,0	8,75	15,9	202
1967	17,9	303	88,3	8,93	15,2	203
1968	18,3	312	95,7	9,58	14,8	195
1969	18,9	325	104,1	10,34	15,4	182
1970	19,3	347	106,1	11,30	16,8	184
1971	18,8	371	101,8	11,86	16,6	194
1972	18,2	390	106,9	12,76	16,5	188
1973	18,1	403	113,1	13,63	18,2	191
1974	17,3	409	113,0	14,53	19,9	224
1975	16,0	409	97,7	15,28	18,5	253
1976	16,2	408	103,1	16,07	18,1	263
1977	15,9	409	100,0	17,03	16,6	264
1978	15,7	410	100,7	17,49	16,4	262
1979	15,6	413	106,3	18,25	18,0	278
1980	15,6	418	104,0	19,13	19,9	313

(a) Deflationiert mit der Preisentwicklung der Bruttowertschöpfung; in Preisen von 1976.

Quelle: Deutsche Bundesbank [d]. - Sachverständigenrat zur Begut-
achtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung [lfd. Jgg.]. -
Statistisches Bundesamt [b]. - Eigene Berechnungen.

Tabelle A4 - Forschungsintensive Waren

SITC rev. (a)	SITC II (b)	Kurzbezeichnung (c)
513	522	Anorganische chemische Elemente
514	523	Andere anorganische Chemikalien
515	524	Radioaktive und ähnliche Stoffe
541	541	Medizinische und pharmazeutische Erzeugnisse
5615	562 (d)	Chemische Düngemittel
581	582; 583 (d); 584; 585	Kunststoffe, Zelluloseäther und -ester
711	711; 712; 713; 714; 718	Kraftmaschinen und Kraftmaschinenausrüstungen
714	751; 752; 759 (d)	Büromaschinen und automatische Datenbearbeitungsmaschinen
715.1	736 (d)	Werkzeugmaschinen zur Metallverarbeitung
722.1	716; 771	Elektrische Maschinen und Geräte, a.n.g.
724	761; 762; 764 (d)	Geräte für die Nachrichtentechnik
726	774	Elektromedizinische und radiologische Geräte
729.3	776	Transistoren, elektronische Mikroschaltungen usw.
734	792 (d)	Luftfahrzeuge
861	871; 872; 873 (d), 874 (d); 881; 884	Meß-, Prüf- und Kontrollinstrumente
862	882	Fotografisches Zubehör
864	885	Uhrmacherwaren

(a) UN, Standard International Trade Classification, revised (bis 1975 verwendet).
- (b) UN, Standard International Trade Classification, Revision 2 (ab 1976 verwendet). - (c) Angelehnt an Statistisches Bundesamt, Internationales Warenverzeichnis für den Außenhandel (SITC II). - (d) Keine vollständige Übereinstimmung mit der entsprechenden Position der SITC rev.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Literaturverzeichnis

- ABRAMOVITZ, Moses, "Resource and Output Trends in the United States since 1870". The American Economic Review, Vol. 46, Nr. 2, 1956, S. 5-23.
- , "Rapid Growth Potential and its Realisation: The Experience of Capitalist Economies in the Postwar Period". In: Edmont MALINVAUD (Ed.), Economic Growth and Resources. Volume 1: The Major Issues. London 1979, S. 1-30.
- AHNEFELD, Adolf, Zur Indexierung von Kreditverträgen. Kieler Studien, 174, Tübingen 1982.
- ANDREWS, Frank M. (Ed.), Scientific Productivity. The Effectiveness of Research Groups in Six Countries. Cambridge 1979.
- ARROW, Kenneth, "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention". In: NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH, The Rate and Direction of Inventive Activity. Princeton 1962, S. 609-625.
- , Samuel KARLIN, Patrick SUPPES (Eds.), Mathematical Methods in the Social Sciences. Stanford 1960.
- , Hollis B. CHENERY, Bagicha MINHAS, Robert M. SOLOW, "Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency". The Review of Economics and Statistics, Vol. 43, 1961, S. 228-232.
- ASSENMACHER, Walter, Die Theorie der Kapitalkosten und Investition für Aktiengesellschaften unter Unsicherheit. Meisenheim am Glan 1976.
- BACH, Hans-Uwe, Hans KOHLER, Lutz REYER, Bernhard TERIET, Arbeitszeit und Arbeitsvolumen in der Bundesrepublik Deutschland 1960-1975. Struktur, Entwicklung und Auslastung. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Nürnberg 1978, H. 23.
- BAILY, Martin N. [1981a], "The Productivity Growth Slowdown and Capital Accumulation". The American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol. 71, 1981, S. 326-331.
- [1981b], "Productivity and the Services of Capital and Labor". Brookings Papers on Economic Activity, 1981, Nr. 1, S. 1-50.
- BALOGH, Thomas, Paul P. STREETEN, "The Coefficient of Ignorance". Bulletin of the Oxford University Institute of Economics and Statistics, Vol. 25, Nr. 2, 1963, S. 99-107.
- BARGER, Harold, "Embodied versus Disembodied Improvements". The Review of Economics and Statistics, Vol. 58, 1976, S. 372-375.
- BARTELS, Hildegard, "Sozialprodukt zu konstanten Preisen". Wirtschaft und Statistik, 1953, H. 2, S. 47-52.

- BAUMGART, Egon R., "Zur Entwicklung der Altersstruktur des Anlagevermögens in der Industrie der Bundesrepublik Deutschland". In: Joachim FROHN, Reiner STÄGLIN (Hrsg.), *Empirische Wirtschaftsforschung. Festschrift für Rolf Krengel*. Berlin 1980, S. 77-92.
- BECKER, Gary S., *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*. New York 1964.
- BECKERMAN, Wilfred (Ed.), *Slow Growth in Britain*. Oxford 1979.
- BERNDT, Ernst R., David O. WOOD, "Engineering and Econometric Interpretations of Energy-Capital-Complementarity". *The American Economic Review*, Vol. 69, 1979, S. 964-976.
- BLAZEJCZAK, Jürgen, "Schätzung von Faktornachfragefunktionen". In: DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (DIW), *Ab schwächung der Wachstumsimpulse. Materialband 1 zur Strukturberichterstattung 1980*. Berlin 1981, S. 173-232.
- BOMBACH, Gottfried, Bernhard GAHLEN, Alfred E. OTT (Hrsg.), *Neuere Entwicklungen in der Investitionstheorie und -politik*. Tübingen 1980.
- BORETSKY, Michael, "The Role of Innovation". *Challenge*, Vol. 23, Nr. 5, 1980, S. 9-15.
- BREITHAUPT, Karl, Ernst-Jürgen HORN, Henning KLODT, Klaus-Peter KRIEGSMANN, Axel D. NEU, Klaus-Dieter SCHMIDT, *Analyse der strukturellen Entwicklung der deutschen Wirtschaft. Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Zwischenbericht*. Kiel, August 1979.
- BROCKHOFF, Klaus, "Zur Entwicklung der realen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der industriellen Unternehmen". *Der Betrieb*, Vol. 30, 1977, S. 2289-2295.
- , "Die realen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der industriellen Unternehmen". *Der Betrieb*, Vol. 32, 1979, S. 2385-2386.
- BROWN, M., *The Constant Elasticity of Substitution Production Function*. *Econometric Institute, Report No. 6219*, Rotterdam 1962.
- BRUNO, Michael, *Raw Materials, Profits, and the Productivity Slowdown*. *National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 660*, Cambridge 1981.
- , *World Shocks, Macroeconomic Response, and the Productivity Puzzle*. *National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 942*, Cambridge 1982.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG UND TECHNOLOGIE (BMFT), *Faktenbericht 1981 zum Bundesbericht Forschung*. Bonn 1982.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT (BMWi), *Daten zur Entwicklung der Energiewirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1980*. Bonn 1981.

- BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS, Fixed Nonresidential Business and Residential Capital in the United States, 1925-75. Washington 1976.
- BUREAU OF STATISTICS [a], Annual Report on the Labor Force Survey. Tokio, lfd. Jgg.
- [b], Japan Statistical Yearbook. Tokio, lfd. Jgg.
- CHRISTAINSEN, Gregory B., Robert H. HAVEMAN, "Public Regulations and the Slowdown in Productivity Growth". The American Economic Review, Vol. 71, 1981, S. 320-325.
- CHRISTENSEN, Laurits R., Dale W. JORGENSON, "The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-1967". The Review of Income and Wealth, Vol. 15, 1969, S. 293-320.
- , --, Lawrence J. LAU, "Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function". Econometrica, Vol. 39, 1971, S. 225-256.
- , --, --, "Transcendental Logarithmic Production Frontiers". The Review of Economics and Statistics, Vol. 55, 1973, S. 28-45.
- CHRISTIAN, David E., Social Indicators: The OECD Experience. Paris 1974.
- CLARK, Peter K., "Inflation and the Productivity Decline". The American Economic Review, Vol. 72, 1982, S. 149-154.
- COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS, Annual Report. Washington, lfd. Jgg.
- COUNCIL OF ECONOMIC ADVISERS, Annual Report. Washington, lfd. Jgg.
- CREMEANS, John E., "Advertising and National Income: A Fable. Part II". The Review of Income and Wealth, Vol. 26, 1980, S. 431-433.
- CREAMER, Daniel, "Measuring Capital Input for Total Factor Productivity Analysis: Comments by a Sometime Estimator". The Review of Income and Wealth, Vol. 18, 1972, S. 55-78.
- CORDEN, Warner Max, Trade Policy and Economic Welfare. Oxford 1974.
- DELBEKE, Jos, "Recent Long-Wave Theories". Futures, Vol. 13, 1981, S. 246-257.
- DENISON, Edward F., The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us. Committee on Economic Development, Supplementary Paper No. 13, New York 1962.
- , "The Unimportance of the Embodied Question". The American Economic Review, Vol. 54, 1964, S. 90-94.
- , Why Growth Rates Differ. Washington 1967.

DENISON, Edward F., *Accounting for Slower Economic Growth: The United States in the 1970's*. Washington 1979.

-- [1980a], "Advertising and National Income: A Fable. Part I". *The Review of Income and Wealth*, Vol. 26, 1980, S. 431-433.

-- [1980b], "The Puzzling Setback to Productivity Growth". *Challenge*, Vol. 23, Nr. 5, 1980, S. 3-8.

DEUTSCHE BUNDESBANK [a], *Verhältniszahlen aus den Jahresabschlüssen der Unternehmen in der Bundesrepublik Deutschland für 1977*. Frankfurt 1980.

-- [b], *Der Einfluß des zweiten Ölpreisschocks auf die Wirtschaft der Bundesrepublik Deutschland*. Monatsberichte, 1981, H. 4. S. 13-17.

-- [c], *Neuberechnung des Produktionspotentials für die Bundesrepublik Deutschland*. Monatsberichte, 1981, H. 10, S. 32-38.

-- [d], *Monatsberichte*, lfd. Jgg.

DEUTSCHES PATENTAMT, *Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen*. München, lfd. Jgg.

DICK, Rolf, Hugo DICKE, "Patterns of Trade in Knowledge". In: Herbert GIERSCH (Ed.), *International Economic Development and Resource Transfer*. Workshop 1978. Tübingen 1979, S. 335-358.

DICKE, Hugo, Frank WEISS, "Determinanten des Strukturwandels im Investitionsgütersektor der Bundesrepublik Deutschland". *Die Weltwirtschaft*, 1978, H. 1, S. 91-113.

DOROW, Frank, "Zur Behandlung der unterstellten Bankgebühr in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen". *Wirtschaft und Statistik*, 1972, H. 7, S. 377-382.

DUIJN, Jacob J. van, *De Lange Golf in the Economie*. Assen 1979.

--, "Fluctuations in Innovations Over Time". *Futures*, Vol. 13, 1981, S. 264-275.

ECONOMIC PLANNING AGENCY, *Annual Report on National Accounts*. Tokio, lfd. Jgg.

ECONOMIC RESEARCH INSTITUTE, Economic Planning Agency, *Non-Residential Business Capital Stock in Japan. Concept and Methodology*. Tokio 1980.

FABRICANT, Solomon, "Notes on the Deflation of National Accounts". In: P. DEAVE (Ed.), *Studies in Social and Financial Accounting*. London 1961, S. 46-55.

FEIGE, Edgar L., "How Big is the Irregular Economy?". *Challenge*, Vol. 22, Nr. 5, 1979, S. 5-13.

- FELDSTEIN, Martin (Ed.), *The American Economy in Transition*. Chicago 1980.
- , Lawrence SUMMERS, "Is the Rate of Profit Falling?". *Brookings Papers on Economic Activity*, 1977, Nr. 1, S. 211-227.
- FELS, Gerhard, "The Choice of Industry Mix in the Division of Labour between Developed and Developing Countries". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 108, 1972, S. 71-121.
- , "Internationale Wettbewerbsfähigkeit. Japan, Vereinigte Staaten, Bundesrepublik. Fakten, Trends, Hypothesen". *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Vol. 34, H. 1, 1982, S. 8-24.
- , Axel D. NEU, *Reform der Kohlepolitik als Beitrag zur Sicherung der Energieversorgung*. Institut für Weltwirtschaft, *Kieler Diskussionsbeiträge*, 72, September 1980.
- , Klaus-Dieter SCHMIDT, *Die deutsche Wirtschaft im Strukturwandel*. *Kieler Studien*, 166, Tübingen 1981.
- , Klaus-Werner SCHATZ, Frank WOLTER, "Der Zusammenhang zwischen Produktionsstruktur und Entwicklungsniveau". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 106, 1971, S. 240-278.
- FREEMAN, Christopher, "Introduction". *Futures*, Vol. 13, 1981, S. 239-245.
- , "Innovation as an Engine of Economic Growth: Retrospects and Prospects". In: Herbert GIERSCH (Ed.), *Emerging Technologies: Consequences for Economic Growth, Structural Change, and Employment*. Symposium 1981. Tübingen 1982, S. 1-26.
- , John CLARK, Luc SOETE, *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves and Economic Development*. Westport 1982.
- FREY, Bruno S., "Wie groß ist die Schattenwirtschaft?". *Wirtschaft und Recht*, Vol. 33, H. 3/4, 1981, S. 143-152.
- , Hannelore WECK, Werner W. POMMEREHNE, "Has the Shadow Economy Grown in Germany? An Exploratory Study". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 118, 1982, S. 499-524.
- FRIEDMANN, Bernhard, *Deflationierungsmethoden im Rahmen der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung*. Berlin 1961.
- FROHN, Joachim, Rolf KRENGEL et al., *Der technische Fortschritt in der Industrie*. Berlin 1973.
- , Reiner STAGLIN (Hrsg.), *Empirische Wirtschaftsforschung*. *Festschrift für Rolf Krengel*. Berlin 1980.
- FURST, Gerhard, "Was ist Menge, was ist Preis? Probleme der Deflationierung von Werten". *Allgemeines Statistisches Archiv*, Vol. 55, Nr. 1, 1971, S. 10-22.

- FUSS, Melvyn, Daniel McFADDEN (Eds.), *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*. Vol. 2. Amsterdam 1978.
- GAHLEN, Bernhard, *Die Überprüfung produktionstheoretischer Hypothesen für Deutschland (1850-1913)*. Tübingen 1968.
- GELLMANN RESEARCH ASSOCIATES, *Indicators of International Trends in Technological Innovation*. Final Report. Washington 1976.
- GERSTENBERGER, Wolfgang, "Investitionen und Produktivität: Entwicklungstendenzen und Zusammenhänge". Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, Ifo-Schnelldienst, Vol. 35, H. 17/18, 1982, S. 7-24.
- GIERSCH, Herbert, *Konjunktur- und Wachstumspolitik*. Wiesbaden 1977.
- [1978a], Vorwort zu: *Capital Shortage and Unemployment in the World Economy*. Symposium 1977. Tübingen 1978.
- [1978b] (Ed.), *Capital Shortage and Unemployment in the World Economy*. Symposium 1977. Tübingen 1978.
- [1979a] (Ed.), *International Economic Development and Resource Transfer*. Workshop 1978. Tübingen 1979.
- [1979b], "Aspects of Growth, Structural Change, and Employment - A Schumpeterian Perspective". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 115, 1979, S. 629-652.
- [1982a] (Ed.), *Emerging Technologies: Consequences for Economic Growth, Structural Change, and Employment*. Symposium 1981. Tübingen 1982.
- [1982b], "Ohne Kapital keine Zukunft". *Wirtschaftswoche* vom 29. 1. 1982, S. 24.
- , "Arbeit, Lohn und Produktivität". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 119, 1983, S. 1-18.
- , Frank WOLTER, "Towards an Explanation of the Productivity Slowdown. An Acceleration-Deceleration Hypothesis". *The Economic Journal*, Vol. 93, 1983, S. 35-55.
- GLISMANN, Hans-H., Horst RODEMER, Frank WOLTER, *Zur Natur der Wachstumsschwäche in der Bundesrepublik Deutschland*. Kieler Diskussionsbeiträge, 55, Juni 1978.
- , --, --, *Lange Wellen wirtschaftlichen Wachstums. Replik und Weiterführung*. Kieler Diskussionsbeiträge, 74, Dezember 1980.
- GOLLOP, Frank M., Dale W. JORGENSON, "U.S. Productivity Growth by Industry, 1947-73". In: John W. KENDRICK, Beatrice N. VACCARA (Eds.), *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*. Chicago 1980, S. 17-136.

- GOMULKA, Stanislaw, "Britain's Slow Industrial Growth: Increasing Inefficiency versus Low Rate of Technological Change". In: Wilfred BECKERMANN (Ed.), *Slow Growth in Britain*. Oxford 1979, S. 166-193.
- GÖRZIG, Bernd, *Die Altersstruktur des Anlagevermögens in der Bundesrepublik Deutschland*. Göttingen 1976.
- , "Der Einfluß des investitionsgebundenen technischen Wandels auf die Arbeitsproduktivität". In: Gottfried BOMBACH, Bernhard GAHLEN, Alfred E. OTT (Hrsg.), *Neuere Entwicklungen in der Investitionstheorie und -politik*. Tübingen 1980, S. 453-475.
- , "Entwicklung von Gewinnen und Renditen im Unternehmensbereich". Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung, 1981, H. 4, S. 321-334.
- GREIPL, Erich, Uwe TRÄGER, *Wettbewerbswirkungen der unternehmerischen Patent- und Lizenzpolitik*. Berlin 1982.
- GRIFFIN, James M., *Energy Conservation in the OECD: 1980 to 2000*. Cambridge 1979.
- GRILICHES, Zvi, "The Sources of Measured Productivity Growth, U.S. Agriculture 1940-1960". *The Journal of Political Economy*, Vol. 71, 1963, S. 331-346.
- , "Research Expenditures and Growth Accounting". In: Bruce Rodda WILLIAMS, *Science and Technology in Economic Growth*. London 1973, S. 59-95.
- , "R&D and the Productivity Slowdown". *The American Economic Review*, Vol. 70, 1980, S. 343-348.
- , V. RINGSTAD, *Economies of Scale and the Form of the Production Function*. Amsterdam 1971.
- GUTBERLET, Kurt-Ludwig, *Alternative Strategien der Forschungsförderung*. Kieler Studien, 184, Tübingen 1984.
- GUTMAN, Peter M., "The Subterranean Economy". *Financial Analysts Journal*, Nov./Dez. 1977, S. 26-27.
- HALL, Robert E., Dale W. JORGENSON, "Tax Policy and Investment Behavior". *The American Economic Review*, Vol. 57, 1967, S. 391-414.
- HÄUSER, Erich, In Japan wird der Erfinder hoch geehrt. Zu wenig deutsche Patente. *Blick durch die Wirtschaft* vom 27. April 1981.
- HECKER, Gundolf F., "Die Produktivität in der Bundesrepublik, Japan und den USA im Vergleich". *Wirtschaftsdienst*, Vol. 62, 1982, S. 434-439.
- HEIDRICH, U., Urheberrechtsschutz für Computerprogramme anerkannt. *Blick durch die Wirtschaft* vom 7. Februar 1983.

- HEITGER, Bernhard, Strukturelle Anpassungsprobleme der westdeutschen Metallverarbeitung. Kieler Studien, 158, Tübingen 1979.
- HELMSTÄDTER, Ernst, "Komponenten des Wachstums". Der Volkswirt, Vol. 21, 1967, S. 1961-1962.
- HENDERSON, James M., Richard E. QUANDT, Mikroökonomische Theorie. Eine mathematische Darstellung. 3. Auflage. München 1973.
- HOF, Bernd, "Arbeitszeit- und Produktivitätsniveaus des Verarbeitenden Gewerbes im internationalen Vergleich". Institut der deutschen Wirtschaft, IW-Trends, Köln 1981, H. 4, S. 45-57.
- HOFFMEYER, Martin, Jörg-Volker SCHRADER, "Tendenzwandel auf den Rohstoffmärkten". Die Weltwirtschaft, 1983, Heft 2, S. 128-144.
- HORN, Ernst-Jürgen, Technologische Neuerungen und internationale Arbeitsteilung. Kieler Studien, 139, Tübingen 1976.
- , Klaus-Dieter SCHMIDT, Wolf-Dieter ZUMPFORT, Konzeption einer Strukturberichterstattung für die Bundesrepublik Deutschland. Möglichkeiten und Grenzen der Analyse sektoraler Strukturentwicklung. Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft. Kiel 1977.
- HORVATH, Gregory M., "Lumber, Pulp and Paper". In: John E. ULLMANN (Ed.), The Improvement of Productivity. Myths and Realities. New York 1980, S. 158-176.
- IFO-INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG, Analyse der strukturellen Entwicklung der deutschen Wirtschaft. Berlin 1981.
- INSTITUT FÜR ARBEITSMARKT- UND BERUFSFORSCHUNG, Wachstum und Arbeitsmarkt. Perspektiven 1980-2000. Neue Alternativrechnungen zur Arbeitsmarktentwicklung. 2. Nachtrag zu: Quintessenzen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Nürnberg 1982, Nr. 1.
- INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF), International Financial Statistics. Washington, lfd. Jgg.
- INTRILIGATOR, Michael D., "Embodied Technical Change and Productivity in the United States 1929-1958". The Review of Economics and Statistics, Vol. 47, 1965, S. 65-70.
- JEWKES, John, David SAWERS, Richard STILLERMANN, The Sources of Invention. 2., revidierte und erweiterte Auflage. New York 1969.
- JOHANSEN, Leif, "Substitution versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis". Econometrica, Vol. 27, 1959, S. 157-176.
- JORGENSON, Dale W., "Capital Theory and Investment Behavior". The American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol. 53, 1963, S. 247-259.

- JORGENSON, Dale W., "The Embodiment Hypothesis". *The Journal of Political Economy*, Vol. 74, Nr. 1, 1966, S. 1-17.
- , "The Role of Energy in the U.S. Economy". *National Tax Journal*, Vol. 31, 1978, S. 209-220.
- , "The Answer is Energy". *Challenge*, Vol. 23, Nr. 5, 1980, S. 16-25.
- , "Energy Prices and Productivity Growth". *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 83, Nr. 2, 1981, S. 165-179.
- , Lawrence J. LAU, *Transcendental Logarithmic Production Functions*. Amsterdam 1981.
- KALDOR, Nicholas, *Causes of the Slow Rate of Economic Growth in the United Kingdom. Inaugural Lecture at the University of Cambridge*. Cambridge 1966.
- , "Economic Growth and the Verdoorn Law". *The Economic Journal*, Vol. 85, 1975, S. 891-896.
- KENDRICK, John W., "Productivity Trends: Capital and Labor". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 38, 1956, S. 248-257.
- , *Productivity Trends in the United States*. Princeton 1961.
- , "International Comparisons of Recent Productivity Trends". In: AMERICAN ENTERPRISE INSTITUTE, *Essays on Contemporary Economic Problems. Demand, Productivity, and Population*. Washington 1981, S. 125-170.
- , Beatrice N. VACCARA (Eds.), *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*. Chicago 1980.
- KEYNES, John M., *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London 1936.
- KIERA, Hans-Georg, "Zur Bedeutung des Lizenzverkehrs der Bundesrepublik mit dem Ausland". *Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Mitteilungen*, Vol. 28, 1977, S. 63-84.
- KINDLEBERGER, Charles P., *The Aging Economy. Bernhard-Harms-Vorlesungen*, Nr. 8, Kiel 1978.
- KIRCHGÄSSNER, Gebhard, "Wirtschaftswachstum, Ressourcenverbrauch und Energieknappheit". In: Horst SIEBERT (Hrsg.), *Erschöpfbare Ressourcen. Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F.*, 108, Berlin 1980, S. 355-375.
- KMENTA, Jan, *Elements of Econometrics*. New York 1971.
- KNORRING, Ekkehard von, "Die statistische Ermittlung von Struktur-faktoren". *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, Vol. 193, 1978, S. 558-563.

- KÖNIG, Heinz, "Neoklassische Investitionstheorie und Investorenverhalten in der Bundesrepublik Deutschland". Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Vol. 190, 1976, S. 316-348.
- KRAVIS, Irving B., "A Survey of International Comparisons of Productivity". The Economic Journal, Vol. 86, 1976, S. 1-44.
- , Alan HESTON, Robert SUMMERS, International Comparisons of Real Product and Purchasing Power. Baltimore 1978.
- , --, --, "International Comparisons of Real Product and its Composition: 1950-77". The Review of Income and Wealth, Vol. 26, 1980, S. 19-66.
- KRENGEL, Rolf (Hrsg.), Neuere Methoden der Produktivitätsmessung. Göttingen 1973.
- KROMPHARDT, Jürgen, "Gewinn und Absatz als Bestimmungsgründe für Anlageinvestitionen - Empirische Analysen". In: Gottfried BOMBACH, Bernhard GAHLEN, Alfred E. OTT (Hrsg.), Neuere Entwicklungen in der Investitionstheorie und -politik. Tübingen 1980, S. 359-400.
- KUZNETS, Simon, Economic Change. New York 1953.
- LAHNER, Manfred, Erhard ULRICH, "Analyse von Entwicklungsphasen technischer Neuerungen". Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Vol. 2, 1969, S. 417-446.
- LANDES, David S., The Unbound Prometheus. Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present. London 1969.
- LANDGERICHT MOSBACH, Urteil vom 13. 7. 1982. Abgedruckt in: Der Betriebs-Berater, Heft 24 vom 30. 8. 1982, S. 1443-1444.
- LANGFELDT, Enno, The Unobserved Economy in the Federal Republic of Germany: A Preliminary Assessment. Beitrag zur International Conference on the Unobserved Sector, Institute for Advanced Study, Wassenaar, 3.-6. Juni 1982.
- LASCHET, Wilhelm, "Das Dilemma der Forschungs- und Technologiepolitik". Wirtschaftsdienst, Vol. 58, 1978, S. 609-612.
- LAWSON, William, Patent Statistics as Indicators of Technological Output. Beitrag zur Science and Technology Indicators Conference der OECD, Paris, 15.-19. September 1980.
- LEAMER, Edward E., Robert M. STERN, Quantitative International Economics. Chicago 1970.
- LEVESON, Irving, Jimmy W. WHEELER (Eds.), Western Economies in Transition: Structural Change and Adjustment Policies in Industrial Countries. Boulder 1980.

- LÖBBE, Klaus, "Zur Entwicklung der Lohnquote - Methodische und empirische Ergebnisse". Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Mitteilungen, Vol. 32, 1981, S. 293-317.
- LÜTZEL, Heinrich, "Berechnung der gesamtwirtschaftlichen 'Arbeitsproduktivität' mit Hilfe der Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung". In: Rolf KRENGEL (Hrsg.), Neuere Methoden der Produktivitätsmessung. Göttingen 1973, S. 33-52.
- , "Altersaufbau des Anlagevermögens". Wirtschaft und Statistik, 1976, H. 4, S. 217-221.
- MADDALA, G. S., Peter T. KNIGHT, "International Diffusion of Technical Change: A Case Study of the Oxygen Steel-Making Process". The Economic Journal, Vol. 77, 1967, S. 531-558.
- MADDISON, Angus, "Long Run Dynamics of Productivity Growth". In: Wilfred BECKERMAN (Ed.), Slow Growth in Britain. Oxford 1979, S. 194-212.
- MALINVAUD, Edmont (Ed.), Economic Growth and Resources. Volume 1: The Major Issues. London 1979.
- MANNERS, George E., Howard K. NASON, "The Decline in Industrial Research - Causes and Cures". Research Management, Vol. 21, Nr. 5, 1978, S. 8-11.
- MANSFIELD, Edwin, Industrial Research and Technological Innovation. New York 1968.
- [1980a], "Technology and Productivity in the United States". In: Martin FELDSTEIN (Ed.), The American Economy in Transition. Chicago 1980, S. 563-596.
- [1980b], "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing". The American Economic Review, Vol. 70, 1980, S. 863-873.
- , Comment on J. W. Kendrick, "Why Productivity Growth Rates Change and Differ". In: Herbert GIERSCH (Ed.), Towards an Explanation of Economic Growth. Symposium 1980. Tübingen 1981, S. 141-148.
- McCARTHY, Michael D., "Embodied and Disembodied Technical Progress in the Constant Elasticity of Substitution Production Function". The Review of Economics and Statistics, Vol. 47, 1967, S. 71-75.
- McFADDEN, Daniel, "Estimation Techniques for the Elasticity of Substitution and Other Production Parameters". In: Melvyn FUSS, Daniel McFADDEN (Eds.), Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications. Vol. 2. Amsterdam 1978, S. 73-123.
- McGRAW-HILL PUBLICATIONS COMPANY, Annual McGraw-Hill Survey of Business' Plans for Research and Development Expenditures. New York, lfd. Jgg.

- MENSCH, Gerhard, Das technologische Patt. Frankfurt 1975.
- , "Kontroverse um das 'technologisches Patt'". Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, Ifo-Schnelldienst, Vol. 29, H. 29/30, 1976, S. 13-22.
- MEYER, Ulrich, "Doppel-Deflationierung versus Realwert-Deflationierung. Eine vergleichende Gegenüberstellung". In: Utz-Peter REICH, Carsten STAHRER (Eds.), Input-Output-Rechnung: Energiemodelle und Methoden der Preisbereinigung. Frankfurt 1981, S. 147-178.
- MEYER-ABICH, Klaus Michael, Energieeinsparung als Energiequelle. München 1979.
- MILLER, Roberta B., Indicators of Productivity in Science and Technology. Beitrag zur Science and Technology Indicators Conference der OECD, Paris, 15.-19. September 1980.
- MINCER, Jacob, "Investment in Human Capital and Personal Income Distribution". The Journal of Political Economy, Vol. 66, 1958, S. 281-302.
- MOSES, Vivian, Bob RABIN, Biotechnology: A Guide for Investors. The Economist Intelligence Unit, Special Report No. 124. London 1982.
- MÜLLER-OHLSSEN, Lotte, Die Weltmetallwirtschaft im industriellen Entwicklungsprozeß. Kieler Studien, 165, Tübingen 1981.
- NATIONAL SCIENCE BOARD, Science Indicators 1976. Washington 1977.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, Research and Development in Industry. Washington, lfd. Jgg.
- NELSON, Richard R., "Aggregate Production Functions and Medium-Range Growth Projections". The American Economic Review, Vol. 54, 1964, S. 575-606.
- , "Recent Exercises in Growth Accounting: New Understanding or Dead End?". The American Economic Review, Vol. 63, 1973, S. 462-468.
- , "Technical Advance and Productivity Growth: Retrospect, Prospect, and Policy Issues". In: Irving LEVESON, Jimmy W. WHEELER (Eds.), Western Economies in Transition: Structural Change and Adjustment Policies in Industrial Countries. Boulder 1980, S. 67-99.
- , "Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead Ends and New Departures". Journal of Economic Literature, Vol. 19, 1981, S. 1029-1064.
- NEUBAUER, Werner, "Irreales Inlandsprodukt in konstanten Preisen. Kritisches zur Deflationierung in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung". Allgemeines Statistisches Archiv, Vol. 58, 1974, S. 237-270.

- NEUMANN, Frauke [1981a], "Energieverteilung gewinnt als Investitionsmotiv erheblich an Bedeutung". Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, Ifo-Schnelldienst, Vol. 34, H. 13, 1981, S. 3-11.
- , Frauke [1981b], "1981: Industrie will real weniger investieren - jedoch kein Investitionseinbruch zu erwarten". Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, Ifo-Schnelldienst, Vol. 34, H. 18, 1981, S. 3-12.
- NIEHANS, Jürg, "Strukturwandlungen als Wachstumsprobleme". In: Fritz NEUMARK (Hrsg.), Strukturwandlungen einer wachsenden Wirtschaft. Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F., 30, Berlin 1964, S. 18-45.
- NITSCHKE, Eberhard, Der lange mühselige Weg zum großen Patent. Die Welt vom 17. Mai 1980.
- NORDHAUS, William D., "The Recent Productivity Slowdown". Brookings Papers on Economic Activity, 1972, Nr. 3, S. 493-536.
- , "Economic Policy in the Face of Declining Productivity Growth". European Economic Review, Vol. 18, 1982, S. 131-157.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) [a], Gaps in Technology. Analytical Report. Paris 1970.
- [b], The Measurement of Scientific and Technical Activities. Frascati Manual. Paris 1976.
- [c], Interfactor Substitution and Potential Output Growth. Note by the Secretariat. Arbeitspapier zum Special Ad Hoc Meeting of Governmental Experts on Inter-Relationships Between Energy and Economic Performance and Policy. Paris 1981.
- [d], International Statistical Year 1975. International Volume. Paris 1979.
- [e], Science and Technology Indicators. Basic Statistical Series. Volume B. Gross National Expenditure on R&D 1963-1979. Paris 1982.
- [f], National Accounts Statistics. Vol. 2. Paris, lfd. Jgg.
- [g], Labour Force Statistics. Paris, lfd. Jgg.
- [h], Main Economic Indicators. Paris, lfd. Jgg.
- OHARA, Yoshio, "Japanese Regulation of Technology Imports". Journal of World Trade Law, Vol. 15, Nr. 1, 1981, S. 83-90.
- ORCUTT, Guy H., "Measurement of Price Elasticities in International Trade". The Review of Economics and Statistics, Vol. 32, 1950, S. 117-132.

- PAKES, Ariel, Zvi GRILICHES, Patents and R&D at the Firm Level: A First Look. National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 561, Cambridge 1980.
- PETERSEN, Hans-Georg, "Size of the Public Sector, Economic Growth and the Informal Economy: Development Trends in the Federal Republic of Germany". The Review of Income and Wealth, Vol. 28, 1982, S. 191-215.
- PIATIER, André, "Innovation, Information and Long-Term Growth". Futures, Vol. 13, 1981, S. 371-382.
- PIGOU, Arthur Cecil, The Theory of Unemployment. London 1933.
- PINDYCK, Robert S., The Structure of World Energy Demand. Cambridge 1979.
- PISCHNER, Rainer, "Zur längerfristigen Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Verbrauchsgüter produzierenden Gewerbe seit 1950". Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Wochenbericht 41/81, Berlin 1981, S. 470-474.
- PROGNOS AG, Mackintosh Consultants Co. Ltd., Technischer Fortschritt - Auswirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. Düsseldorf 1980.
- PUSSE, Leo, "Aus sektoralen Produktivitätsfunktionen abgeleitete ökonomische Zusammenhänge für die Industrie der Bundesrepublik Deutschland". Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Vol. 13, 1980, S. 293-300.
- RAY, George F., "The Diffusion of New Technology: A Study of Ten Processes in Nine Industries". National Institute Economic Review, Vol. 48, 1969, S. 40-83.
- , "Innovation in the Long Cycle". Lloyds Bank Review, Nr. 135, Januar 1980, S. 14-28.
- REES, Albert, "Improving Productivity Measurement". The American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol. 70, 1980, S. 340-342.
- REHM, Hans-Jürgen, "The Economic Potential of Biotechnology". In: Herbert GIERSCHE (Ed.), Emerging Technologies: Consequences for Economic Growth, Structural Change, and Employment. Symposium 1981. Tübingen 1982, S. 257-282.
- REICH, Utz-Peter, Carsten STAHER (Hrsg.), Input-Output-Rechnung: Energiemodelle und Methoden der Preisbereinigung. Frankfurt 1981.
- RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (RWI), Analyse der strukturellen Entwicklung der deutschen Wirtschaft. RWI-Strukturberichterstattung 1980, Bde. 1-3. Essen 1980.
- ROBINSON, Joan, "The Production Function and the Theory of Capital". In: Joan ROBINSON (Ed.), Collected Economic Essays. Vol. 2. Oxford 1960, S. 114-131.

- SACHVERSTÄNDIGENRAT ZUR BEGUTACHTUNG DER GESAMTWIRTSCHAFTLICHEN ENTWICKLUNG, Jahresgutachten. Stuttgart, lfd. Jgg.
- SALOWSKY, Heinz, "Industrielle Arbeitskosten im internationalen Vergleich". Institut der Deutschen Wirtschaft, IW-Trends, Köln 1981, H. 2, S. 45-53.
- SALTER, W. E. G., Productivity and Technical Change. Cambridge 1960.
- SCHATZ, Klaus-Werner, Wachstum und Strukturwandel der westdeutschen Wirtschaft im internationalen Verbund - Analysen und Prognosen. Kieler Studien, 128, Tübingen 1974.
- SCHERER, Frederic M., "Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth". The Review of Economics and Statistics, Vol. 64, 1982, S. 627-634.
- SCHMIDT, Joachim, "Das Anlagevermögen in der Bundesrepublik Deutschland". Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Mitteilungen, Vol. 30, 1979, S. 257-275.
- , Das Anlagevermögen in der Bundesrepublik Deutschland 1960-1978. RWI-Papiere, 17, Essen 1982.
- SCHMIDT, Klaus-Dieter, "Das Produktivitätspotential der deutschen Wirtschaft". Die Weltwirtschaft, 1981, H. 1, S. 56-73.
- , Hugo DICKE, Juergen B. DONGES, Hans H. GLISMANN, Bernhard HEITGER, Erngst-Jürgen HORN, Karl-Heinz JÜTTEMEIER, Henning KLODT, Dieter KNOLL, Axel D. NEU, Ronald WEICHERT, Im Anpassungsprozeß zurückgeworfen. Die deutsche Wirtschaft vor neuen Herausforderungen. Kieler Studien, 185, Tübingen 1984.
- SCHNEEWEISS, Hans, Ökonometrie. 2., verbesserte und erweiterte Auflage. Würzburg 1974.
- SCHNEIDER, Hans-Karl, "Energie und Strukturwandel". In: Bernhard GAHLEN (Hrsg.), Strukturberichterstattung der Wirtschaftsforschungsinstitute. Tübingen 1982, S. 94-115.
- SCHOLZ, Lothar, "Kontroverse um das 'technologische Patt'". Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, Ifo-Schnelldienst, Vol. 29, H. 29/30, 1976, S. 22-23.
- SCHUMPETER, Joseph A., Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process. Vol. 1. New York 1939.
- SEARLE, Allan D., Charles A. WAITE, "Current Efforts to Measure Productivity in the Public Sector: How Adequate for the National Accounts?". In: John W. KENDRICK, Beatrice N. VACCARA (Eds.), New Developments in Productivity Measurement and Analysis. Chicago 1980, S. 333-356.

- SHERMAN, Heidemarie C., "Schattenwirtschaft - Erfahrungen in den USA". Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, Ifo-Schnelldienst, Vol. 34, H. 16/17, 1981, S. 90-94.
- SIEBERT, Horst (Hrsg.), Erschöpfbare Ressourcen. Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F., 108, Berlin 1980.
- SOLOW, Robert M., "Technical Change and the Aggregate Production Function". The Review of Economics and Statistics, Vol. 39, 1957, S. 312-320.
- , "Investment and Technical Progress". In: Kenneth ARROW, Samuel KARLIN, Patrick SUPPES (Eds.), Mathematical Methods in the Social Sciences. Stanford 1960, S. 89-104.
- , Comment on Martin N. Baily: "Productivity and the Services of Capital and Labor". Brookings Papers on Economic Activity, 1981, Nr. 1, S. 60.
- SRAFFA, Piero, Production of Commodities by Means of Commodities: Prelude to a Critique of Economic Theory. Cambridge 1960.
- STATISTICS BUREAU PRIME MINISTER'S OFFICE, Report on the Survey of Research and Development. Tokio, lfd. Jgg.
- STATISTISCHES BUNDESAMT [a], Fachserie 4: Produzierendes Gewerbe, Reihe 4.1.1: Beschäftigung, Umsatz und Energieversorgung der Unternehmen und Betriebe im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe. Stuttgart, lfd. Jgg.
- [b], Fachserie 18: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Reihe S. 5: Revidierte Ergebnisse 1960 bis 1981. Stuttgart 1982.
- [c], Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart, lfd. Jgg.
- STIFTERVERBAND FÜR DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFT, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. Essen, lfd. Jgg.
- STOLPER, Wolfgang F., "Schumpeters Theorie der Innovation". Ifo-Studien, Zeitschrift für empirische Wirtschaftsforschung, Vol. 28, 1982, S. 239-270.
- STREISSLER, Erich, "Models of Investment-Dependent Economic Growth Revisited". In: R.C.O. MATTHEWS (Ed.), Economic Growth and Resources. Volume 2. Trends and Factors. London 1980, S. 145-163.
- THOMAS, Eleanor, "Recent Research on R&D and Productivity Growth: A Changing Relationship Between Input and Impact Indicators?". Beitrag zur Science and Technology Indicators Conference der OECD, Paris, 15.-19. September 1980.
- ULRICH, Erhard, "Technikprognosen". Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Vol. 13, 1980, S. 409-424.

- UNITED NATIONS (UN) [a], *Methodological Problems of International Comparisons of Levels of Labour Productivity in Industry*. New York 1971.
- [b], *Social Indicators. Current National and International Activities in the Field of Social Indicators and Social Reporting*. Report of the Secretary-General. New York 1975.
- [c], *Yearbook of Industrial Statistics*. Volume 1. 1978 Edition. New York 1980.
- [d], *Monthly Bulletin of Statistics*. New York, lfd. Jgg.
- [e], *Yearbook of International Trade Statistics*. New York, lfd. Jgg.
- U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, *Annual Survey of Manufacturers*. Washington, lfd. Jgg.
- U.S. DEPARTMENT OF LABOR, *Employment and Earnings*. Washington, lfd. Jgg.
- VERDOORN, P. J., "Fattori che regolano lo sviluppo della produttività del lavoro" (Bestimmungsfaktoren für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität). *L'Industria*, 1949, Nr. 1, S. 45-53.
- , "Complementarity and Long Range Projection". *Econometrica*, Vol. 24, 1956, S. 429-450.
- VOLKMANN, Dietrich Johannes, "Der Kapitaleinsatz beim Übergang zu neuen Energieversorgungssystemen". *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, Vol. 29, 1979, Teil I, S. 231-243 und Teil II, S. 303-313.
- WAN, Henry Y., *Economic Growth*. New York 1971.
- WEIZSÄCKER, Carl Christian von, *Zur ökonomischen Theorie des technischen Fortschritts*. Göttingen 1966.
- WICKENS, Michael R., "Estimation of the Vintage Cobb-Douglas Production Function for the United States, 1900-1960". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 52, 1970, S. 187-193.
- WILLIAMS, Bruce Rodda (Ed.), *Science and Technology in Economic Growth*. London 1973.
- YAWATA, Yasusada, *Forschung und Technologie in Japan*. Köln 1972.
- , *Die japanische Wirtschaftspolitik*. Köln 1973.
- YOU, Jong Keun, "Embodied and Disembodied Technical Progress in the United States, 1929-1968". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 58, 1976, S. 123-127.
- ZWEIFEL, Peter, "Die Translog-Näherung einer beliebigen Transformationskurve: Darstellung und Kritik". *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, Vol. 193, 1978, S. 448-472.