

Klodd, Henning

Book — Digitized Version

Wettlauf um die Zukunft: Technologiepolitik im internationalen Vergleich

Kieler Studien, No. 206

Provided in Cooperation with:

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

Suggested Citation: Klodd, Henning (1987) : Wettlauf um die Zukunft: Technologiepolitik im internationalen Vergleich, Kieler Studien, No. 206, ISBN 3163452019, Mohr, Tübingen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/372>

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

206

Henning Klodt

Wettlauf um die Zukunft

Technologiepolitik im
internationalen Vergleich

59141*



J.C.B. MOHR (PAUL SIEBECK) TÜBINGEN

ISSN 0340-6989

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Klodt, Henning:

**Wettlauf um die Zukunft: Technologiepolitik
im internat. Vergleich / Henning Klodt. -**

Tübingen: Mohr, 1987.

(Kieler Studien; 206)

ISBN 3-16-345201-9 brosch.

ISBN 3-16-345202-7 Gewebe

NE: GT

Schriftleitung: Hubertus Müller-Groeling



Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel

J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen 1987

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

Verzeichnis der Tabellen und Übersichten	V
Verzeichnis der Schaubilder	VIII
Vorwort	IX
I. Einleitung	1
II. Argumente für Forschungsförderung: Die Kompensation externer Erträge	3
1. Wohlfahrtstheoretische Grundlagen	4
2. Internationaler Subventionswettbewerb	8
a. Forschungssubventionen bei konstanten Durchschnitts- kosten	9
b. Forschungssubventionen bei fallenden Durchschnitts- kosten	11
3. Fazit	15
III. Grundmuster der Technologiepolitik: Gemeinsam in die Überkapazitäten von morgen?	17
1. Institutionen der Forschungsförderung	17
2. Aufteilung der Forschungsmittel	20
3. Gesamtwirtschaftliche Forschungsintensitäten im Zeitverlauf	24
4. Determinanten der gesamtwirtschaftlichen Forschungs- intensität	27
5. Indikatoren der technologischen Leistungsfähigkeit	29
6. Staatsausgaben nach Forschungszielen	37
7. Sektorale Schwerpunkte der Forschungsförderung	41
8. Die Weltmarktposition staatlich geförderter Industrien.....	48
9. Fazit	55
IV. Nationale Politik und internationale Unternehmen: Technisches Wissen wird mobil	56
1. Zwei Hypothesen zur internationalen Spezialisierung im Hochtechnologiebereich	58

2. Das sektorale Muster im internationalen Technologietransfer	60
3. Forschungsaufwand und internationale Wettbewerbsfähigkeit	64
4. Fazit	67
V. Instrumente der Technologiepolitik: Schlechte Erfahrungen mit Großprojekten	69
1. Flugzeugbau	72
2. Kernenergie	77
3. Gemeinsamkeiten und Konsequenzen	81
4. Fazit	86
VI. Eureka: Heureka?	89
1. Der gegenwärtige Sachstand	89
2. Argumente auf dem Prüfstand	92
a. Europäische Forschungsdefizite beheben?	93
b. Effizienz der Technologiepolitik erhöhen?	95
c. Suboptimale Unternehmensgrößen kompensieren?	98
d. Ein notwendiges Gegenprogramm zu SDI?	101
3. Fazit	103
VII. Zusammenfassung: Zehn Thesen zur Technologiepolitik	108
Anhangtabellen	113
Literaturverzeichnis	124

Verzeichnis der Tabellen und Übersichten

Tabelle 1	- Die Finanzierung von Forschung und Entwicklung nach Sektoren: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1965-1984	23
Tabelle 2	- Gesamtwirtschaftliche Forschungsintensitäten: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1963-1985	25
Tabelle 3	- Patentanmeldungen im Ausland: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1979-1983	32
Tabelle 4	- Verhältnis von Exporten zu Importen bei forschungsintensiven Waren: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1979 und 1984	35
Tabelle 5	- Staatliche Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach Forschungszielen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1975, 1980 und 1985	38
Tabelle 6	- Vergleich der Strukturen staatlicher Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach dreizehn Forschungszielen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1975 und 1985	40
Tabelle 7	- Anteil staatlicher Projektfördermittel an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in Unternehmen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1965-1983	42
Tabelle 8	- Branchenstruktur der staatlichen Projektförderung: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	43
Tabelle 9	- Branchenstruktur der privat finanzierten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	44
Tabelle 10	- Vergleich der Strukturen privat und staatlich finanzierter Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	45

Tabelle 11 - Anteil staatlicher Projektfördermittel an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	47
Tabelle 12 - Relative Spezialisierung der staatlichen Projektfördermittel nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	49
Tabelle 13 - Kennziffern zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	52
Tabelle 14 - Transfer von 406 Innovationen von 57 amerikanischen Muttergesellschaften an ausländische Tochtergesellschaften 1945-1975	57
Tabelle 15 - Umsatzanteil ausländischer Tochtergesellschaften und Exportquoten der Muttergesellschaften in Großunternehmen 1982	63
Tabelle 16 - Einnahmen und Ausgaben deutscher Unternehmen im internationalen Lizenzverkehr 1985	64
Tabelle 17 - Korrelation der Struktur der Forschungsaufwendungen mit der Position im internationalen Handel nach Wirtschaftszweigen 1971-1983	66
Tabelle 18 - Zur Struktur der Forschungsaufgaben des Bundesministers für Forschung und Technologie: Bundesrepublik 1981-1985	71
Tabelle 19 - Absatz von zivilen Passagierjets nach Flugzeugtyp 1970-1984	73
Tabelle 20 - Umsatzstruktur und Forschungsförderung der Flugzeugindustrie: Vereinigte Staaten 1968-1983	77
Tabelle 21 - Beitrag der Kernenergie zur Elektrizitätserzeugung: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1968-1985	79
Tabelle 22 - Kosten- und Terminüberschreitungen bei Großprojekten der Forschungsförderung: Bundesrepublik	84
Tabelle 23 - Verteilung der staatlich finanzierten Forschungsaufwendungen nach Unternehmensgrößenklassen: Vereinigte Staaten, Bundesrepublik, Vereinigtes Königreich	87

Tabelle 24	- Regionale Verteilung der umsatzstärksten Unternehmen nach Größenklassen 1962, 1972 und 1982	99
Tabelle 25	- Forschungsintensität von Großunternehmen nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Europa, Japan 1982	100
Tabelle A1	- Pro-Kopf-Einkommen, gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität und Staatsanteil an den Forschungsaufwendungen im internationalen Vergleich 1980	113
Tabelle A2	- Forschungsintensive Waren	114
Tabelle A3	- Vergleich der Strukturen staatlicher Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach zwölf Forschungszielen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1975 und 1985	115
Tabelle A4	- Grundlagenforschung und staatliche Forschungssubventionen nach Wirtschaftszweigen: Bundesrepublik 1981	116
Tabelle A5	- Relative Spezialisierung der privat finanzierten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	117
Tabelle A6	- Zuordnung der Warengruppen der Außenhandelsstatistik zu den Wirtschaftszweigen	118
Tabelle A7	- Weltmarktanteil bei forschungsintensiven Waren: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1970-1982	120
Tabelle A8	- Branchenstruktur der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1971-1983	121
Tabelle A9	- Kennziffern zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit ausgewählter Wirtschaftszweige: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1971-1983	122
Tabelle A10	- Geographische Verteilung der größten Unternehmen nach Wirtschaftszweigen 1962, 1972 und 1982	123

Übersicht 1 - Beitrag der fünf wichtigsten Institutionen zu den staatlich finanzierten Forschungsaufwendungen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich	19
Übersicht 2 - Sektorale Schwerpunkte industrieller Forschungsaktivitäten: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	51
Übersicht 3 - Weltmarktposition und sektorale Konzentration der Forschung: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983	54
Übersicht 4 - Technologische Schwerpunkte bei SDI und Eureka ...	96
Übersicht 5 - Die zehn ersten Eureka-Projekte	105

Verzeichnis der Schaubilder

Schaubild 1 - Externe Erträge der Forschung und ihre Kompensation	5
Schaubild 2 - Forschungssubventionen bei konstanten Durchschnittskosten	10
Schaubild 3 - Forschungssubventionen bei fallenden Durchschnittskosten	12
Schaubild 4 - Beitrag einzelner Sektoren zur Forschung: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich	21
Schaubild 5 - Pro-Kopf-Einkommen, gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität und Anteil des Staates an der Finanzierung der Forschung: ausgewählte Industrieländer 1980	28

Vorwort

Neue Technologien wecken große Hoffnungen. Von ihnen wird erwartet, daß sie Wettbewerbspositionen sichern und geeignet sind, neue Wachstumskräfte freizusetzen. Umstritten ist freilich, welche Rolle der staatlichen Technologiepolitik zukommt. Dabei geht es nicht so sehr um die Frage, ob die Forschung überhaupt subventioniert werden sollte, sondern mehr darum, in welchem Umfang und wie die staatlichen Fördermittel einzusetzen sind.

In der vorliegenden Studie werden einige Kriterien für eine wirksame Forschungsförderung herausgearbeitet. Sie sind abgeleitet aus den konkreten Erfahrungen, die in fünf Industrieländern mit technologiepolitischen Maßnahmen gemacht wurden. Die Untersuchung wurde als Schwerpunktstudie im Rahmen der Strukturberichterstattung für den Bundesminister für Wirtschaft erstellt.

Dem Verfasser ist daran gelegen, allen zu danken, die ihn mit tatkräftigem Rat unterstützt haben, vor allem Professor Juergen B. Donges, Klaus-Dieter Schmidt und Erich Gundlach. Danken möchte er auch Ilse Büxenstein-Gaspar und Bernhard Klein, die das Manuskript redaktionell überarbeitet haben.

Kiel, im März 1986

Herbert Giersch

Je üppiger die Pläne blühen,
um so verwickelter wird die
Tat.

Erich Kästner

I. Einleitung

Mit Eureka und SDI ist die Technologiepolitik in den Brennpunkt wirtschaftspolitischer Auseinandersetzungen gerückt. Sie sei gefordert, so heißt es, damit die Unternehmen im weltweiten Innovationswettbewerb mithalten und auf den dynamischen Märkten der Zukunft präsent sein können. Die Regierungen müßten umschalten von der defensiven Strukturhaltung (backing the losers) auf die offensive Strukturgestaltung (picking the winners).

In dieser Studie geht es um eine kritische Bewertung der praktizierten Technologiepolitik in den westlichen Industrieländern. Die zentrale Frage lautet: Trägt die in den untersuchten Ländern praktizierte Technologiepolitik dazu bei, Mängel im marktwirtschaftlichen Steuerungsprozeß zu beheben, oder führt sie selbst neue Fehlsteuerungen herbei? Für eine detaillierte Analyse wurden fünf Länder herausgegriffen: die Vereinigten Staaten, Japan, Frankreich, das Vereinigte Königreich sowie die Bundesrepublik Deutschland. Diese Länder bestreiten rund 90 vH sämtlicher Forschungsaufwendungen im OECD-Raum.

Die Untersuchung ist wie folgt gegliedert: Im zweiten Kapitel werden die theoretischen Argumente dargestellt und geprüft, die für und gegen eine Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) sowie eine Teilnahme am internationalen Subventionswettbewerb sprechen. Im dritten Kapitel wird eine Bestandsaufnahme technologiepolitischer Maßnahmen vorgenommen. Dabei werden die in den einzelnen Ländern verfolgten Strategien herausgearbeitet und einer Erfolgskontrolle unterzogen. Im vierten Kapitel werden die technologiepolitischen Konsequenzen eines veränderten Modells des internationalen Handels analysiert. Im Zentrum steht dabei der internationale Technologietransfer, dem für die Industrieländer eine wachsende Bedeutung zukommt. Einige Fallstudien über staatlich geförderte Großprojekte werden im fünften Kapitel ausgewertet. Sie erlauben

ein Urteil über die Wirksamkeit verschiedener Instrumente der Technologiepolitik. Im sechsten Kapitel schließlich werden die Ergebnisse der Untersuchung auf einen konkreten Fall angewendet - das Eureka-Programm. Dabei wird auch auf die ersten zehn bereits begonnenen Eureka-Projekte eingegangen. Im Schlußkapitel werden die wichtigsten Ergebnisse der Studie in Thesen zusammengefaßt.

II. Argumente für Forschungsförderung: Die Kompensation externer Erträge

Die Zeichen der Zeit stehen auf Subventionsabbau - nicht nur in der Bundesrepublik, sondern ebenso in anderen Industrieländern. Aus guten Gründen ist man vielerorts bemüht, den Einfluß des Staates auf die Entscheidungen der Unternehmen zu reduzieren und die Marktkräfte wieder stärker zur Geltung zu bringen. Für die Technologiepolitik scheint dies allerdings nicht zu gelten. Von den Kürzungen in den öffentlichen Haushalten bleiben die Ansätze für die Forschungsförderung meist verschont - häufig werden sie sogar noch aufgestockt.

Die Notwendigkeit einer staatlichen Technologiepolitik wird auf verschiedene Weise begründet:

- Wissenschaft und Technik seien die Grundlagen des Wohlstands in den Industrieländern. Ihre staatliche Förderung sei daher der Garant für eine weitere Steigerung des Lebensstandards.
- Die Unternehmen könnten sich gegenüber der internationalen Konkurrenz nur mit neuen Produkten und besseren Produktionsverfahren behaupten. Forschungssubventionen würden Innovationen voranbringen und damit die internationale Wettbewerbsfähigkeit stärken.
- Der technische Wandel werde zunehmend von sogenannten Schlüsseltechnologien geprägt. Wer diese nicht beherrsche, laufe Gefahr, auch in nachgelagerten Technologiefeldern den Anschluß zu verpassen.
- Die privat finanzierte Forschung reiche nicht aus, dem technischen Fortschritt auf breiter Front zum Durchbruch zu verhelfen. Durch gezielte Eingriffe der Technologiepolitik müßten Engpässe beseitigt werden.
- Die Risiken bei der Entwicklung neuer Technologien seien gesamtwirtschaftlich aufgrund der breiteren Streuung leichter zu tragen als einzelwirtschaftlich. Deshalb müsse der Staat eine Unterinvestition der Unternehmen in die Forschung kompensieren.
- Manche Projekte seien derart kostspielig, daß sie von einem oder mehreren Unternehmen allein nicht finanziert werden könnten. Auch hier

müsse der Staat durch finanzielle Unterstützung einem Verzicht auf die Forschung begegnen.

- Die Subventionierung in anderen Ländern mache eigene Gegenmaßnahmen erforderlich. Wo der Staat bei den staatlichen Forschungssubventionen Zurückhaltung übe, gerate die heimische Wirtschaft auf den Wachstumsmärkten ins Hintertreffen.

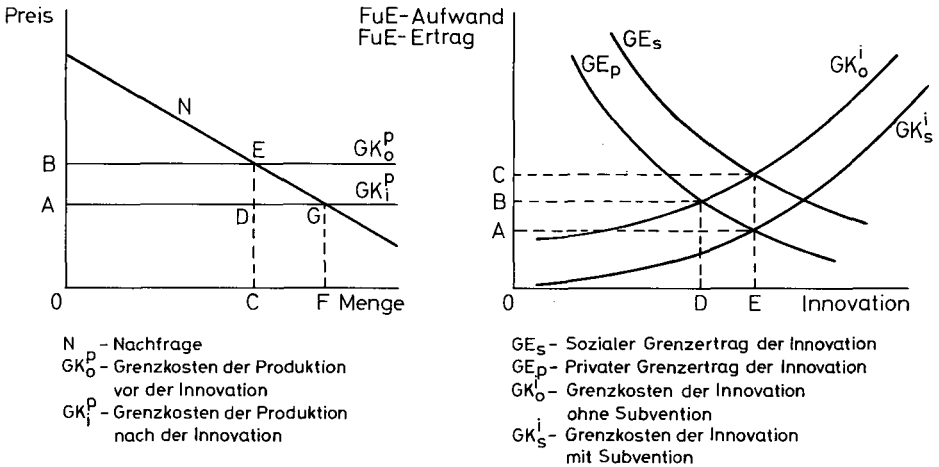
Von dem Argument der Gegensubventionen einmal abgesehen haben alle Rechtfertigungen der Forschungsförderung eines gemeinsam: Sie gehen offenbar davon aus, daß der gesamtwirtschaftliche Nutzen neuer Technologien höher ist als der einzelwirtschaftliche Ertrag für das forschende Unternehmen. Wäre es nicht so, d.h. kämen die genannten Vorteile den forschenden Unternehmen unmittelbar zugute, so bedürfte es wohl keiner zusätzlichen finanziellen Anreize durch den Staat. Die externen Erträge der Forschung sind also das zentrale Argument für die Technologiepolitik.

In der wissenschaftlichen Diskussion ist diese klassische Begründung staatlicher Forschungssubventionen, die auf Arrow [1962] zurückgeht, weitgehend akzeptiert. Wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung für die Beurteilung technologiepolitischer Maßnahmen soll sie im folgenden Abschnitt noch einmal kurz vorgestellt werden. Anschließend soll dann der Frage nachgegangen werden, unter welchen Bedingungen es zu einem internationalen Subventionswettbewerb kommen kann und mit welchem Ergebnis gerechnet werden muß.

1. Wohlfahrtstheoretische Grundlagen

Externe Erträge der Forschung lassen sich am einfachsten darstellen für den Fall einer kostensenkenden Verfahrensinnovation (Schaubild 1). Bei dem in der linken Hälfte dargestellten Preis-Mengen-Diagramm ist unterstellt, daß die Grenzkosten für die Produktion eines Gutes durch eine neu entwickelte Technik von OB auf OA gesenkt werden können. Der Produzent, der für diese Innovation einen Patentschutz erlangt hat, bie-

Schaubild 1 - Externe Erträge der Forschung und ihre Kompensation



tet zu einem Preis leicht unterhalb von OB an, bei dem sämtliche Konkurrenten, die noch mit der alten Technik produzieren, vom Markt verdrängt werden (Limit price). Die Fläche ABED stellt die Innovationsrente dar; sie bietet den finanziellen Anreiz für das Engagement in der Forschung, und sie wird zumindest teilweise zur Finanzierung der Forschung benötigt.

Nach Ablauf des Patentschutzes können alle Konkurrenten die neue Technik imitieren. Bei hinreichendem Wettbewerb wird deshalb der Preis auf OA sinken, und den Käufern fließt sowohl die ehemalige Innovationsrente als auch das Wohlfahrtsdreieck DEG als Konsumentenrente zu. Der gesamtwirtschaftliche Nutzen der Innovation kann also auch bei Patentschutz nicht vollständig vom forschenden Unternehmen internalisiert werden; der finanzielle Anreiz zum Forschen ist gesamtwirtschaftlich gesehen suboptimal.

Weitere Gründe für eine unvollständige Internalisierung von Innovationserträgen sind denkbar, etwa ein lückenhafter Patentschutz, der nicht jede Form der Imitation verhindert, oder eine zu geringe Nutzung des neuen Wissens auf anderen Märkten, die sich aus den Schwierigkeiten beim Handel mit Lizenzen ergeben [Gutberlet, 1984]. Der einzelwirt-

schaftliche Ertrag einer Innovation ist die auf den Gegenwartswert abdiskontierte Summe der Innovationsrenten. Der gesamtwirtschaftliche Ertrag umfaßt darüber hinaus die Konsumentenrenten nach Ablauf des Patentschutzes sowie die Imitationsgewinne; er ist also stets größer als der einzelwirtschaftliche Ertrag.

Der einzelwirtschaftliche und der gesamtwirtschaftliche Ertrag sind in der rechten Hälfte des Schaubilds 1 schematisch dargestellt, und zwar als Grenzertrag zusätzlicher Innovationen. Dabei ist unterstellt, daß mit zunehmender Innovationstätigkeit der Grenzertrag abnimmt. Die für zusätzliche Innovationen benötigten Forschungsmittel hingegen - die Grenzkosten der Innovation - dürften einen steigenden Verlauf aufweisen.

Ein gewinnmaximierendes Unternehmen wird so lange in die Forschung investieren, wie sein privater Grenzertrag über den Grenzkosten liegt; es wird also mit einem Forschungsaufwand von OB die Menge OD an Innovationen hervorbringen. Gesamtwirtschaftlich ist der Ertrag weiterer Innovationen allerdings immer noch höher als die zusätzlichen Kosten. Das gesamtwirtschaftliche Optimum ist erreicht, wenn mit einem Aufwand von OC die Menge OE an Innovationen erzeugt wird. Damit das Unternehmen diesen Punkt anstrebt, ist eine Forschungssubvention von AC pro Innovation erforderlich. Anders ausgedrückt: Die Maximierung der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrt erfordert eine staatliche Beteiligung an den gesamten Forschungsaufwendungen der Unternehmen im Verhältnis von AC zu OC.

Dieses Argument, das auf Unvollkommenheiten beim Patentschutz abstellt, läßt sich analog auch bei anderen Fällen von unternehmerischem Attentismus in der Forschung vorbringen. So kann etwa die Förderung von Schlüsseltechnologien, deren Beherrschung nicht nur für das forschende Unternehmen, sondern für viele andere Bereiche der Wirtschaft Vorteile bringt, mit dem Hinweis auf das Externalitätenargument gerechtfertigt werden. Doch so einleuchtend die Theorie auch sein mag, so problematisch ist ihre praktische Umsetzung. Denn eine optimale Technologiepolitik würde vollständige Informationen über die genauen Kurvenverläufe zumindest im relevanten Bereich erfordern. Derartige Informationen sind

nicht verfügbar, nicht beim Staat und auch nicht bei den Unternehmen (1).

Als Fazit bleibt somit, daß Forschungsförderung dort - und nur dort - gerechtfertigt ist, wo substantielle Unterschiede zwischen den privaten und den sozialen Erträgen der Forschung bestehen. Dies dürfte vor allem in der Grundlagenforschung der Fall sein. In der angewandten Forschung dagegen und erst recht in der experimentellen Entwicklung sind die Möglichkeiten zur Internalisierung der Erträge erheblich besser (2). Hier kann schnell ein Punkt erreicht werden, bei dem die Forschungssubventionen über das gesamtwirtschaftliche Optimum hinausgehen.

Die wohlfahrtstheoretische Argumentation hat allerdings in der wirtschaftspolitischen Praxis wenig Überzeugungskraft. Es gehe doch - so wird gesagt - auch und gerade bei der Forschungsförderung um die Sicherung bestehender und die Schaffung neuer Arbeitsplätze. Dabei wird aber allzu leicht verkannt, daß Wohlfahrtsgewinne nicht zuletzt dazu beitragen, neue Beschäftigungsmöglichkeiten zu eröffnen. Denn im Kern beruht das gegenwärtige Defizit an Arbeitsplätzen auf einem Mangel an Einkommenschancen und nicht auf einem Mangel an Arbeit. Mit Arbeitsplätzen, die mehr kosten als sie einbringen, läßt sich die Unterbeschäftigung nicht beheben - benötigt werden rentable Arbeitsplätze. Das Gewicht des Externalitätenarguments liegt vor allem darin, daß gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtsgewinne stets auch eine Steigerung des gesamtwirtschaftlichen Einkommens bedeuten. Ein höheres Wohlfahrtsniveau macht auch mehr Arbeitsplätze rentabel. Eine Technologiepolitik, die auf Wohlfahrtsgewinne abzielt, steht damit zugleich im Dienste einer Politik für mehr Beschäftigung.

(1) Einen interessanten, gleichwohl wenig überzeugenden Versuch zur Abschätzung der sozialen Erträge von Innovationen unternimmt Mansfield [1965; 1982].

(2) Zu den Begriffen "Grundlagenforschung", "angewandte Forschung" und "experimentelle Entwicklung" vgl. Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) [c].

2. Internationaler Subventionswettbewerb

Bei der gegenwärtigen technologiepolitischen Diskussion steht allerdings nicht die Kompensation externer Erträge, sondern der Streit um Subvention und Gegensubvention im Vordergrund. Zahlreiche technologiepolitische Maßnahmen werden allein damit begründet, daß auch im Ausland die Forschung entsprechend gefördert werde. Weitgehend unstrittig ist dabei, daß sich unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten alle beteiligten Länder besser stellen würden, wenn es zu einem gemeinsamen Subventionsabbau käme. Uneinigkeit herrscht jedoch in der Frage, ob es für ein einzelnes Land von Vorteil ist, nicht am Subventionswettbewerb teilzunehmen, auch wenn das Ausland weiterhin Subventionen gewährt [vgl. Hiemenz, Weiss 1984].

Im folgenden wird ein Ansatz entwickelt, mit dem sich die Vor- und Nachteile der Forschungssubventionen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Kostenstrukturen in verschiedenen Branchen untersuchen lassen. Es wird gezeigt, daß die Form der Kostenfunktionen ganz entscheidenden Einfluß auf die Ergebnisse hat. Um die Darstellung möglichst einfach zu halten, wird der Zwei-Länder-Fall mit jeweils einem Unternehmen analysiert, und zwar getrennt nach

- 1) international unterschiedlichen, aber in jedem einzelnen Land konstanten Grenz- und Durchschnittskosten;
- 2) international identischen und konstanten Grenzkosten, aber mit fallenden Durchschnittskosten, die von Fixkosten herrühren.

In beiden Fällen wird angenommen, daß das heimische Unternehmen vor Beginn der Subventionierung eine marktbeherrschende Stellung innehat und daß das Ausland dann versucht, mit Hilfe von Forschungssubventionen den Kostennachteil des unterlegenen eigenen Unternehmens auszugleichen (erster Fall) oder Skalenerträge zu kompensieren (zweiter Fall).

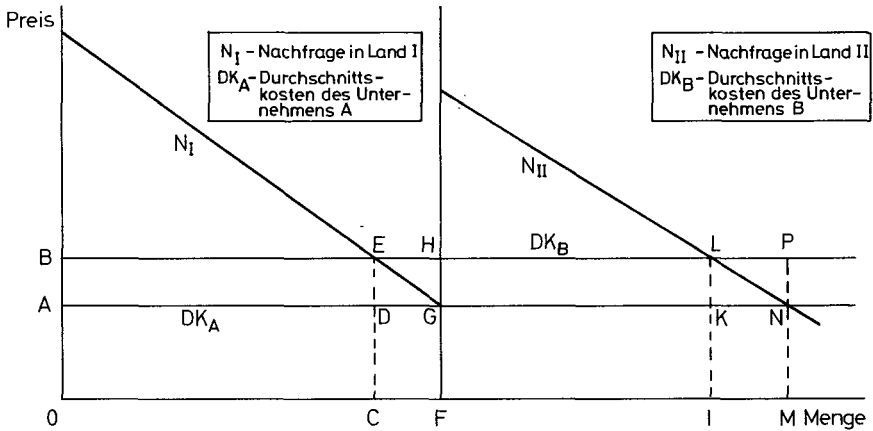
a. Forschungssubventionen bei konstanten Durchschnittskosten

Den Fall konstanter Durchschnittskosten zeigt Schaubild 2. Da von Handelshemmnissen aller Art abgesehen wird, ist die für beide Unternehmen relevante Nachfrage die Summe der nationalen Nachfragekurven. Im Schaubild sind aber die nationalen Nachfragekurven separat eingetragen, um die Wohlfahrtseffekte für jedes einzelne Land ablesen zu können. Bei den Kostenfunktionen ist unterstellt, daß das in Land I ansässige Unternehmen A aufgrund einer überlegenen Technologie über einen Kostenvorteil gegenüber dem in Land II ansässigen Unternehmen B verfügt. Wird keines der beiden Unternehmen subventioniert, so wird das Unternehmen A zum Preis von OB (Limit price) in Land I die Menge OC absetzen und die Menge FI nach Land II exportieren. Eine Anhebung des Preises über OB hinaus kommt nicht in Frage, da das den potentiellen Konkurrenten Unternehmen B auf den Plan rufen würde (1). Für eine Absenkung des Preises unter OB besteht ebenfalls keine Veranlassung, da bereits bei einem Preis von OB die Grenzerträge für Unternehmen A unter den Grenzkosten liegen und eine Preissenkung den Gewinn schmälern würde.

In dieser Situation fließt Unternehmen A eine Innovationsrente zu, die aus den Flächen ABED und GHLK besteht. Für Land I bedeutet dies nur zum Teil einen Wohlfahrtsgewinn, denn die Fläche ABED verringert die inländische Konsumentenrente, und das Dreieck DEG ist der monopolistische Wohlfahrtsverlust. Dem steht allerdings die Abschöpfung der Konsumentenrente des Auslands (GHLK) gegenüber. Soweit letztere größer ist als der monopolistische Wohlfahrtsverlust, profitiert das Land I auch gesamtwirtschaftlich von der Monopolstellung des Unternehmens A.

(1) Andere Verhaltensannahmen sind denkbar. So würde etwa die Cournot-Nash-Lösung zu einem höheren Preis führen, bei dem Unternehmen B ebenfalls im Markt vertreten ist, wenn auch mit einem geringeren Produktionsanteil als Unternehmen A [Henderson, Quandt, 1973, S. 204 ff.]. Die dabei unterstellte extrem kurzsichtige Strategie des Unternehmens A erscheint hier jedoch weniger plausibel als die auf vollständige Marktbeherrschung abzielende Limit price-Strategie, zumal nicht nur der Umsatz für Unternehmen A bei der Limit price-Strategie höher ist als bei der Cournot-Nash-Strategie, sondern möglicherweise auch der Gewinn [Scherer, 1985].

Schaubild 2 - Forschungssubventionen bei konstanten Durchschnittskosten



In diesem Modell, in dem annahmegemäß keinerlei Fixkosten anfallen, stellen somit auch die Forschungsaufwendungen variable Kosten dar. Soweit sie einen konstanten Beitrag pro Produkteinheit ausmachen, wird die Durchschnittskostenkurve durch eine Forschungssubvention parallel nach unten verschoben.

Will die Regierung des Landes II seinem Unternehmen B zum Markterfolg verhelfen, so muß sie mindestens eine Subvention in Höhe von AB_{PN} zahlen, damit dieses Unternehmen zum Preis von OA anbieten kann. Auf niedrigere Subventionsbeträge würde Unternehmen A schlicht mit einer Senkung des Limit price reagieren, denn bei jedem Preis über OA bleibt es in der Gewinnzone. Entschließt sich die Regierung zu einer Subventionierung, mit der Unternehmen A aus dem Markt gedrängt wird, so kann das Unternehmen B im Inland die Menge FM und im Ausland die Menge OF absetzen. Eine Monopolrente ist für Unternehmen B allerdings nicht zu erzielen, denn jede Anhebung des Preises über OA hinaus würde den Wiedereintritt von Unternehmen A in den Markt ermöglichen.

Der Wohlfahrtsverlust, den Land II bei dieser Politik erleidet, ist beträchtlich, denn die gesamte Subvention wird zur Abdeckung des Produktionskostennachteils von Unternehmen B verbraucht. Dem steht ledig-

lich der Zugewinn an Konsumentenrente in Höhe von LKN gegenüber; der Restbetrag von ABPN ist als gesamtwirtschaftlicher Wohlfahrtsverlust des Landes II anzusehen. Die Wohlfahrtseffekte für Land I sind nicht eindeutig: Die Monopolrente, die in der Ausgangssituation von den ausländischen Konsumenten abgeschöpft werden konnte (GHLK), geht verloren, doch dem steht ein inländischer Wohlfahrtsgewinn von DEG gegenüber, der aus der Subventionierung der Produktion im Ausland resultiert.

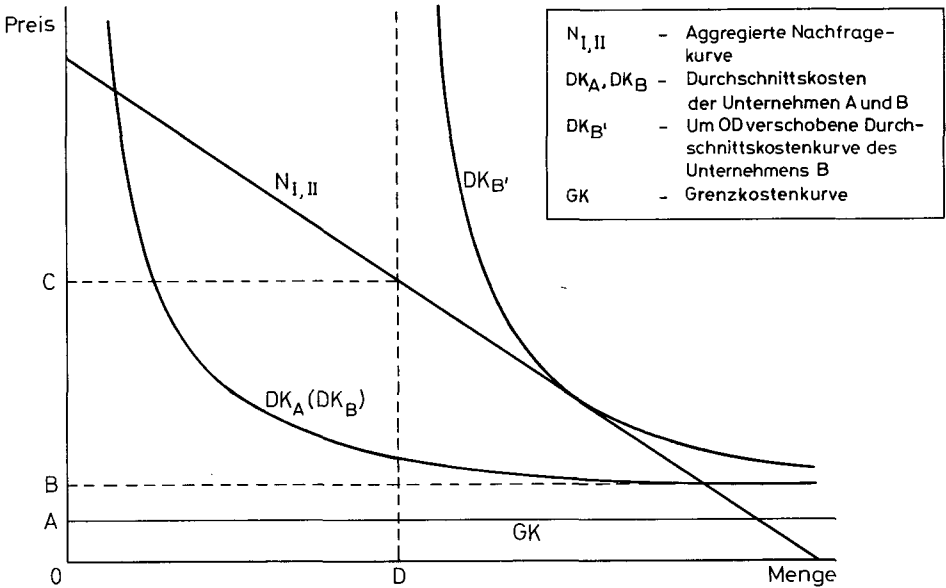
Insgesamt gesehen ist es also in Industriezweigen, deren Produktionsbedingungen durch weitgehend konstante Durchschnittskosten charakterisiert sind, wenig sinnvoll, einen internationalen Subventionswettbewerb zu starten oder daran teilzunehmen. Denn das angreifende Land würde sich selbst den größten Schaden zufügen, und das abwehrende Land wäre durch die Subvention im Ausland wenig oder gar nicht beeinträchtigt.

b. Forschungssubventionen bei fallenden Durchschnittskosten

Anders ist die Situation bei fixkostenintensiven Industrien. Im Schaubild 3 sind identische Durchschnittskostenfunktionen für Unternehmen A und B angenommen; der fallende Verlauf ergibt sich allein aufgrund von Fixkosten, die in Form von produktionsunabhängigen Forschungsaufwendungen anfallen. Die Nachfrage ist hier - anders als in Schaubild 2 - als Summe der nationalen Nachfragekurven dargestellt.

In dieser Situation ist marktbeherrschend, wer zuerst in den Markt eingetreten ist; das ist hier das Unternehmen A. Für das Preisverhalten des marktbeherrschenden Unternehmens gibt es keine eindeutige Strategie, solange die Reaktionen des potentiellen Konkurrenten nicht näher spezifiziert sind. Die Oligopolpreistheorie bietet dazu eine Fülle von Varianten, die alle an mehr oder weniger restriktive Annahmen geknüpft sind. Um den Rahmen dessen abzustecken, welche Ober- und Untergrenzen das Unternehmen A bei seiner Preisfestsetzung zu beachten hat, soll im folgenden auf einen Ansatz von Bain [1956] zurückgegriffen werden, der zwei extreme Reaktionsmuster des potentiellen Konkurrenten analy-

Schaubild 3 - Forschungssubventionen bei fallenden Durchschnittskosten



siert hat, und zwar die konstante Outputerwartung und die konstante Preiserwartung.

Ein vorsichtiges Unternehmen B, das den Markteintritt erwägt, wird davon ausgehen, daß Unternehmen A seine Produktionsmenge ungeachtet aller Preisänderungen konstant halten wird (konstante Outputerwartung). Hier wird zur Ermittlung des Limit price die Durchschnittskostenkurve des Unternehmens B nach rechts verschoben ($DK_{B'}$), bis sie die Nachfragekurve tangiert. Unternehmen B kann sich unter diesen Bedingungen keinen positiven Gewinn von seinem Markteintritt versprechen, wenn der Preis bei OC liegt. Bei konstanter Outputerwartung des Unternehmens B kann das Unternehmen A also einen Limit price von OC durchsetzen, ohne seine marktbeherrschende Stellung zu gefährden [Scherer, 1970, S. 227].

Das Gegenstück zur konstanten Outputerwartung ist die konstante Preiserwartung: Ein aggressives Unternehmen B wird davon ausgehen, daß

Unternehmen A mit seinem Preisverhalten nicht auf den Markteintritt potentieller Konkurrenten reagiert und jeden Absatzrückgang hinnimmt. Es wird erwarten, das Unternehmen A bei jedem Preis oberhalb von OB vollständig vom Markt verdrängen zu können und damit selbst marktbeherrschend zu werden. Der kostendeckende Preis OB ist damit zugleich der Limit price.

Diese beiden Extreme markieren die Bandbreite der Unternehmensstrategie; der Limit price dürfte daher über OB und unter OC liegen. Falls Unternehmen A die Erwartungen seines Konkurrenten richtig antizipiert, ist es also in der Lage, einen Preis zu setzen, der über seinen Durchschnittskosten liegt. Im Gegensatz zum oben diskutierten Modell konstanter Durchschnittskosten (S. 9 ff.) können bei fallenden Durchschnittskosten also auch dann Innovationsrenten abgeschöpft werden, wenn kein Kostenvorteil gegenüber der potentiellen Konkurrenz besteht.

Zur Ermittlung des erforderlichen Subventionsvolumens zur erfolgreichen Verdrängung von Unternehmen A ist wiederum eine Fallunterscheidung notwendig, die von der Art der Fixkosten abhängt:

- Sind die gesamten Fixkosten für Unternehmen A "verlorene Kosten", die beim Marktaustritt vollständig abgeschrieben werden müssen (sunk costs), so wird dieses bereit sein, zur Minimierung von Verlusten notfalls den Preis bis auf die Grenzkosten OA abzusenken, um zumindest positive Deckungsbeiträge zu erzielen. Hier muß eine erfolgreiche Subventionierung mindestens die gesamten Fixkosten (Forschungsausgaben) abdecken, damit Unternehmen B den Grenzkostenpreis OA unterbieten kann.
- Soweit es dem Unternehmen A möglich ist, bei seinem Marktaustritt die gesamten Fixkosten ohne Verlust in eine andere Verwendung zu überführen, wird es sich bei jedem Preis unterhalb von OB vom Markt zurückziehen. Da Unternehmen B schon durch minimale Subventionsbeiträge in die Lage versetzt wird, den gesamten Markt zu einem Preis unterhalb von OB zu bedienen, wird es das Unternehmen A vom Markt verdrängen.

Auch hier dürfte die Realität zwischen den beiden Extremen liegen, d.h. die Fixkosten des Unternehmens A dürften bei einem Marktaustritt zumindest teilweise in einer anderen Verwendung nutzbar sein.

Die Art der Fixkosten und die Reaktionserwartungen des Unternehmens B sind vermutlich nicht unabhängig voneinander: Bei produktionsspezifischen Investitionen (verlorenen Kosten) erscheint die konstante Outputerwartung realistischer, während bei universell nutzbaren Investitionen konstante Preiserwartungen des Unternehmens B wahrscheinlicher sind. Im ersten Fall ist das zur Marktverdrängung erforderliche Subventionsvolumen höher als im zweiten Fall; und bei konstanten Outputerwartungen sind die erzielbaren Innovationsrenten höher als bei konstanten Preiserwartungen. Es ist also zu vermuten, daß gerade jene Märkte, die hohe Renteneinkommen versprechen, nur mit hohen Subventionsbeträgen zu erobern sind.

Für Unternehmen B lohnt es sich in jedem Fall, Forschungssubventionen anzunehmen und damit Unternehmen A vom Markt zu verdrängen, denn es gewinnt dabei die Innovationsrente. Für das Land II, in dem Unternehmen B seinen Sitz hat, lohnt sich die Subventionierung gesamtwirtschaftlich dann, wenn die Innovationsrente den Subventionsbetrag übersteigt. Es wird nicht nur den Teil der Innovationsrente gewinnen, der von ausländischen Konkurrenten abgeschöpft wird, sondern auch den Abfluß der von heimischen Konsumenten abgeschöpften Rente ins Ausland verhindern. In diesem Fall ist es für Land I eindeutig angezeigt, eine Vergeltungssubvention an Unternehmen A zu zahlen.

Am Ende des Subventionswettkampfs ist eine hundertprozentige Subventionierung der Forschung in beiden Ländern nicht ausgeschlossen, bei der die Länder zusammengenommen nur verlieren können, denn die zweifache Aufbringung der Fixkosten ist eindeutig als Überinvestition in die Forschung anzusehen. Es müßte im wohlverstandenen Interesse beider Länder liegen, einen gemeinsamen Subventionsabbau zu vereinbaren.

3. Fazit

Während es bei Produktionen mit konstanten Durchschnittskosten wenig wahrscheinlich ist, daß ein Land den internationalen Subventionswettbewerb aufnimmt, ist die Verlockung dazu bei fallenden Durchschnittskosten erheblich. Subvention und Gegensubvention sind hier ein strategisches Spiel zwischen Ländern, bei dem sich jedes Land einen Vorteil auf Kosten des Auslands ausrechnet.

In dem beschriebenen Modell fallender Durchschnittskosten, in dem längerfristig nur ein Unternehmen überleben kann, ist letztlich offen, welches der beiden sich schließlich durchsetzt. In der Praxis dürfte der Subventionswettbewerb flankiert werden von protektionistischen Maßnahmen, die den internationalen Handel so weit behindern, daß die Absatzmärkte jeweils vom heimischen Unternehmen beliefert werden. Als Konsequenz einer derartigen Marktsegmentation kann dann keines der Unternehmen mehr die optimale Produktionsmenge erreichen; die Produktionskosten werden unnötig hoch [Herdmann, Weiss, 1985].

Das Modell ist einfach und sollte nicht überinterpretiert werden. Es kann aber plausibel machen, warum sich die staatliche Forschungsförderung weltweit auf eine Handvoll Branchen konzentriert. Zu den Hauptnutznießern der Forschungssubventionen zählen der Luft- und Raumfahrzeugbau, die Chipherstellung sowie der Kernkraftwerksbau; in diesen Bereichen fallen extrem hohe Fixkosten an. Andere forschungsintensive Branchen, etwa der Maschinenbau oder die Meß- und Regeltechnik, spielen in der Technologiepolitik dagegen eine vergleichsweise geringe Rolle. Hier sind die Fixkosten der Produktion niedrig. Da auch die Forschungsarbeiten in erheblichem Maße erst während der laufenden Produktion durchgeführt werden, verursachen diese eher variable als fixe Kosten.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Erhaltungssubventionen für strukturschwache Industrien. Auch diese konzentrieren sich in der Bundes-

republik und in anderen Industrieländern auf fixkostenintensive Bereiche wie den Bergbau, die Eisen- und Stahlindustrie oder den Schiffbau. Da diese Branchen im Bereich fallender Durchschnittskosten produzieren, würde ihnen eine Abschottung der heimischen Märkte durch tarifäre und nicht-tarifäre Handelshemmnisse allein wenig helfen. Handelspolitische Protektionsmaßnahmen werden daher bevorzugt in anderen, weniger fixkostenintensiven Industriezweigen eingesetzt, etwa in der Textil- und Bekleidungsindustrie.

Die beim internationalen Subventionswettbewerb verfolgten Ziele - das Durchbrechen ausländischer und das Schaffen eigener marktbeherrschender Positionen - würden es eigentlich nahelegen, direkt den Export zu subventionieren. In Kombination mit Importkontrollen wäre das zur Marktbeherrschung erforderliche Subventionsvolumen deutlich niedriger als bei einer Subventionierung der Forschung (1). Doch da derartige Maßnahmen unter das GATT-Verbot fallen, wird der Forschungsförderung häufig der Vorzug gegeben. Die Technologiepolitik wird damit zum Instrument eines neomerkantilistisch motivierten Protektionismus (2).

(1) Dies läßt sich beispielsweise anhand des Schaubilds 2 leicht nachvollziehen; vgl. auch Spencer und Brander [1983].

(2) "The new form of mercantilism is concerned ... with economic growth and high living standards based on technical superiority in new industries" [Johnson, 1974, S. X].

III. Grundmuster der Technologiepolitik: Gemeinsam in die Überkapazitäten von morgen?

1. Institutionen der Forschungsförderung

Die staatliche Förderung privater Forschung hat eine lange Tradition. Bereits aus dem fünften vorchristlichen Jahrhundert ist eine Subvention der Stadt Athen an Herodot in Höhe von zehn Talenten überliefert; gefördert wurde eine Studie über den Abacus, den "Computer der Antike" [Katz, Phillips, 1983]. Bis zur heutigen Zeit sind zu der Vergabe von Forschungsaufträgen zahlreiche weitere Instrumente hinzugekommen, mit denen Regierungen die Forschungsaktivitäten unterstützen.

Zur Technologiepolitik werden all jene Maßnahmen des Staates gerechnet, die auf eine unmittelbare Beeinflussung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten abzielen. Dazu gehören

- eigene Forschungsaktivitäten des Staates, wozu etwa die an Großforschungseinrichtungen und an Hochschulen betriebene Forschung, nicht jedoch die Lehre zählt;
- Forschungsaufträge an Private, die von Käufen des Staates unterschieden werden müssen, auch wenn sie häufig eng mit ihnen verknüpft sind;
- Finanzhilfen und Steuervergünstigungen für private Forschungstätigkeit, denen keine direkt zurechenbaren Gegenleistungen der Empfänger gegenüberstehen;
- gesetzliche Regelungen, die unmittelbar an Tatbestände aus dem Bereich von Forschung und Entwicklung anknüpfen, wobei vor allem das Patentrecht zu nennen ist.

Darüber hinaus gibt es zahlreiche staatliche Maßnahmen, die mittelbar die in einem Land betriebenen Forschungsaktivitäten berühren, etwa die Ausbildung von qualifizierten Fachkräften, die in der Forschung eingesetzt werden können, oder Bestimmungen im allgemeinen Steuerrecht, die das Eingehen von Risiken auch in der Forschung begünstigen. Derartige

Maßnahmen können für die Forschungsaktivitäten in einem Land durchaus relevant sein, fallen jedoch nicht in den engeren Bereich der Technologiepolitik.

Ähnlich vielfältig wie die instrumentale Ausgestaltung ist die institutionelle Organisation der Technologiepolitik. Einen Überblick über die fünf jeweils wichtigsten staatlichen Stellen bei der Finanzierung der Forschungspolitik gibt Übersicht 1. In allen angeführten Ländern vereinen die beiden erstgenannten Institutionen zwischen zwei Drittel und drei Viertel der gesamten staatlichen Forschungsaufwendungen in ihrem Etat. In den Vereinigten Staaten, Frankreich und im Vereinigten Königreich dominiert jeweils das Verteidigungsministerium, während in Japan und der Bundesrepublik zivile Institutionen an erster Stelle stehen.

Rückschlüsse auf die Organisation der Technologiepolitik sind allerdings nicht allein aus der Ressortaufteilung der staatlichen Forschungsaufwendungen zu gewinnen. Es kommt nicht zuletzt auf die Intensität der Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Institutionen an. Auch hier zeigen sich bemerkenswerte Unterschiede in den verschiedenen Ländern (1):

- Die Situation in der Bundesrepublik, wo ein zentrales Forschungsministerium mit der Koordination sämtlicher staatlicher Forschungsaktivitäten auf Bundesebene betraut ist, stellt eher die Ausnahme als die Regel dar.
- Das andere Extrem ist das Vereinigte Königreich, denn dort entscheidet jedes einzelne Ressort für sich allein über die Höhe der Forschungsausgaben. Lediglich ein geringer Teil (rund 15 vH) wird alljährlich im "Science Budget" aufeinander abgestimmt.
- In den Vereinigten Staaten ist die Situation ähnlich wie im Vereinigten Königreich, allerdings mit dem Unterschied, daß bei den allgemeinen Haushaltsberatungen im Kongreß und im Senat sämtliche Forschungsausgaben verschiedener Institutionen zu einem Forschungsbudget zusammengefaßt werden. Das erleichtert den parlamentarischen Einfluß auf das Ausmaß der Forschungsförderung.

(1) Zum folgenden vgl. OECD [a; g]. - Für einen Überblick zur Industriepolitik, der auch den Bereich der Technologiepolitik mit abdeckt, vgl. Norton [1986].

Übersicht 1 - Beitrag der fünf wichtigsten Institutionen zu den staatlich finanzierten Forschungsaufwendungen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich (vH)

Vereinigte Staaten (1982)	Verteidigungsministerium	53
	NASA	15
	Energieministerium	12
	Sozialministerium	10
	National Science Foundation	3
Japan (1979)	Premierminister	57
	Ministerium für internationalen Handel und Industrie	17
	Landwirtschaftsministerium	9
	Bildungsministerium	8
	Gesundheitsministerium	4
Bundesrepublik (1985)	Forschungsministerium	55
	Verteidigungsministerium	19
	Wirtschaftsministerium	10
	Bildungsministerium	8
	Landwirtschaftsministerium	2
Frankreich (1979)	Verteidigungsministerium	38
	Wirtschaftsministerium	26
	Bildungsministerium	15
	Nationales Zentrum für Tele- kommunikationsstudien	4
	Landwirtschaftsministerium	3
Vereinigtes Königreich (1981/1982)	Verteidigungsministerium	58
	Ministerium für Wissenschaft und Bildung	14
	Wirtschaftsministerium	10
	Energieministerium	8
	Landwirtschaftsministerium	4

Quelle: OECD [g]; BMFT [b].

- In Frankreich erscheint gut die Hälfte der staatlichen Forschungsausgaben in einem Forschungsbudget, während die übrigen Ausgaben - dazu zählen die Rüstungsforschung sowie die Förderung für den Luftfahrzeugbau und die Telekommunikation - nicht mit anderen Ressorts abgestimmt werden müssen. Durch die Neugründung eines Forschungsministeriums im Jahr 1981 ist allerdings auch dort eine stärkere Zentralisierung der technologiepolitischen Entscheidungen eingetreten.

- In Japan schließlich erfolgt die Abstimmung zwischen den verschiedenen Ressorts über mehrere Gremien, wobei vor allem der Rat für Wissenschaft und Technologie (CST) sowie die Wissenschafts- und Technologieagentur (STA) im Vordergrund stehen. Trotz der oftmals zersplitterten Zuständigkeiten kann durchaus von einer koordinierten Technologiepolitik gesprochen werden.

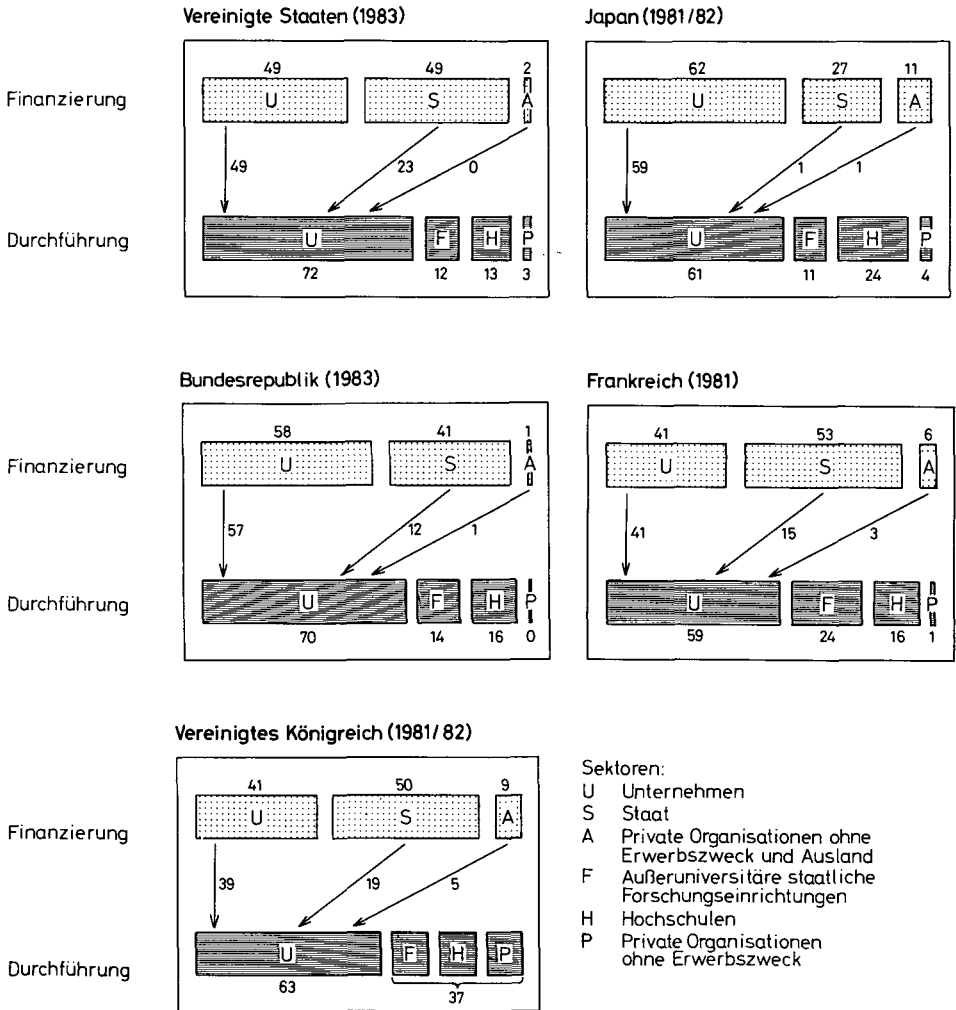
Was in den Forschungsstatistiken unter dem Aggregat staatlicher Forschungsaufwendungen erscheint, ist daher nicht notwendigerweise der Ausdruck von geschlossenen technologiepolitischen Konzeptionen der Regierungen, sondern häufig nicht mehr als die Summe weitgehend unabhängig voneinander getroffener Einzelmaßnahmen [Schumacher, 1975]. Selbst in Japan und der Bundesrepublik, wo die Kooperation zwischen den verschiedenen Institutionen vergleichsweise eng ist, wird keine straff zentralisierte Technologiepolitik betrieben.

2. Aufteilung der Forschungsmittel

Auch beim Einfluß der Technologiepolitik auf die Innovationsaktivitäten der Wirtschaft gibt es deutliche Unterschiede im internationalen Vergleich (Schaubild 4): Stellt man zunächst auf die Finanzierung ab, so ist der Anteil des Staates an den gesamten Forschungsaufwendungen am höchsten in Frankreich, dicht gefolgt vom Vereinigten Königreich und den Vereinigten Staaten. Mit geringerem Abstand folgt die Bundesrepublik, mit deutlichem Abstand Japan. Der Beitrag des Unternehmenssektors zur Finanzierung der Forschung ist im wesentlichen das Spiegelbild des Staatseinflusses; hier liegt Japan an der Spitze, und Frankreich liegt zusammen mit dem Vereinigten Königreich am unteren Ende.

Sonstige Finanzierungsquellen haben lediglich in Japan und im Vereinigten Königreich ein nennenswertes Gewicht. Dabei spielen in Japan vor allem private Organisationen ohne Erwerbszweck eine Rolle, während das Vereinigte Königreich einen überdurchschnittlichen Zustrom von Forschungsgeldern aus dem Ausland verbuchen kann.

Schaubild 4 - Beitrag einzelner Sektoren zur Forschung: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich (vH)



Quelle: OECD [f]; eigene Berechnungen.

Bei der Durchführung der Forschungsarbeiten zeigt sich dagegen ein anderes Bild: In allen fünf Ländern sind die Unternehmen die Hauptakteure mit über 50 vH der gesamten Aufwendungen. Deutlich im Vordergrund stehen sie in den Vereinigten Staaten und in der Bundesrepublik.

Japan ist das einzige Land, bei dem der Anteil der Unternehmen an der Ausführung der Forschung geringer ist als an der Finanzierung. Dies ist eine Folge der großen Bedeutung, die dort die Universitäten bei den Forschungsarbeiten haben: Sie beziehen ihre Forschungsmittel nicht nur über den Staatshaushalt (aus Steuergeldern), sondern in erheblichem Umfang auch aus den Forschungsbudets der Unternehmen.

Bei der sektoralen Verflechtung der Forschungsfinanzierung erreichen lediglich die staatlichen Mittel für die in Unternehmen durchgeführten Forschungsarbeiten einen nennenswerten Umfang. Das größte Gewicht haben sie in den Vereinigten Staaten. Aber auch in den westeuropäischen Ländern trägt der Staat einen beträchtlichen Teil zur Finanzierung der Forschungsausgaben von Unternehmen bei. Nur in Japan finanzieren die Unternehmen ihre Forschungsarbeiten weitgehend selbst.

Die Grundzüge der sektoralen Aufgabenverteilung sind im Zeitverlauf recht stabil geblieben. Dennoch zeichnen sich auf der Finanzierungsebene bei einigen Ländern gewisse Veränderungen ab: Noch in den sechziger Jahren war in den Vereinigten Staaten der Anteil des Staates an der Finanzierung der Forschung am höchsten (Tabelle 1). Im Lauf der siebziger Jahre stieg jedoch der Finanzierungsbeitrag des Unternehmenssektors stark an. Ein zunehmendes Gewicht der Unternehmen ist auch in Japan und Frankreich sowie in jüngster Zeit in der Bundesrepublik zu verzeichnen. Im Vereinigten Königreich ist der Anteil der Unternehmen an der Finanzierung von Forschung und Entwicklung dagegen weitgehend konstant.

Insgesamt spiegeln diese Zahlen die unterschiedlichen Rahmenbedingungen für Forschungsaktivitäten in den jeweiligen Ländern wider:

- Die in den Vereinigten Staaten zu beobachtende starke Verflechtung zwischen der Finanzierung der Forschung durch den Staat auf der einen und der Durchführung der Forschung im Unternehmenssektor auf der anderen Seite ist teilweise auf die Koppelung staatlicher Käufe mit Forschungsaufträgen an die Privatwirtschaft zurückzuführen [Ripke, Först, 1983]. Und das zunehmende Gewicht der Unternehmen bei der Finanzierung der Forschung dürfte sowohl mit verbesserten Abschrei-

Tabelle 1 - Die Finanzierung von Forschung und Entwicklung nach Sektoren: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1965-1984 (vH)

Sektor	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
Unternehmen					
1965	29,8 (a)	.	54,9	29,9	41,7 (a)
1970	38,4	58,5 (b)	53,4	36,5	42,4 (c)
1975	43,1	57,7	50,1	39,1	39,5
1980	48,2	60,9	55,4	41,9	42,9 (d)
1982	49,4	63,7	56,9	40,2	41,3 (e)
1984	48,9	65,2 (f)	58,1	41,3	42,1 (f)
Staat					
1965	68,5 (a)	.	44,3	63,0	54,1 (a)
1970	59,5	28,9 (b)	45,4	51,5	51,3 (c)
1975	54,8	29,7	47,4	45,4	52,9
1980	49,9	27,9	42,5	51,4	48,1 (d)
1982	49,6	25,5	42,1	55,1	49,0 (e)
1984	49,2	24,0 (f)	40,9	54,4	50,2 (f)
Sonstige (g)					
1965	1,7 (a)	.	0,8	7,1	4,2 (a)
1970	2,1	12,6 (b)	1,2	12,0	6,3 (c)
1975	2,1	12,6	2,5	15,5	7,6
1980	1,9	11,2	2,1	6,7	9,0 (d)
1982	1,9	10,8 (e)	1,0	6,1	9,1 (e)
1984	1,9	10,8 (f)	1,0	4,3	7,7 (f)
(a) 1964. - (b) 1971.- (c) 1969. - (d) 1978. - (e) 1981. - (f) 1983. - (g) Private Organisationen ohne Erwerbszweck und Ausland.					

Quelle: OECD [f; d]; eigene Berechnungen.

bungsmöglichkeiten in diesem Bereich (R&D tax credit) als auch mit dem Rückzug des Staates aus der Weltraumforschung zusammenhängen.

- Die geringe direkte Beteiligung des Staates an der Finanzierung der Forschung in japanischen Unternehmen wird zumindest teilweise durch das vergleichsweise hohe Gewicht indirekter Förderungsmaßnahmen im Rahmen des Steuerrechts kompensiert [Institut Finanzen und Steuern, 1980]. Die Besonderheiten des japanischen Steuerrechts erklären auch, weshalb ein beträchtlicher Teil der Forschungsmittel von den Unternehmen an die Hochschulen fließt. Denn die externe Vertragsforschung wird steuerlich genauso begünstigt wie die unternehmensinterne Forschung.

- Die Expansion des Staatsanteils bei der Forschungsfinanzierung, die in der Bundesrepublik in den späten sechziger und frühen siebziger Jahren zu verzeichnen war, ist Teil der Expansion der gesamten Staats-tätigkeit. Der relative Rückgang des Staatseinflusses in den letzten Jahren fällt in die Zeit verstärkter Bemühungen zur Haushaltskonsolidierung.
- Der starke Einfluß des Staates auf die industrielle Forschung in Frankreich dürfte mit dem vergleichsweise großen Gewicht staatseigener Unternehmen zusammenhängen. Darüber hinaus spielt die staatlich finanzierte Rüstungsforschung eine Rolle.
- Die für das Vereinigte Königreich ausgewiesenen Anteilsgewinne bei sonstigen finanzierenden Sektoren werden vor allem durch den Zustrom von Forschungsmitteln aus dem Ausland getragen. Das verweist auf die wachsende Bedeutung multinationaler Unternehmen in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen (vgl. Kapitel IV), die im Vereinigten Königreich besonders stark vertreten sind.

Bei der staatlichen Förderung der Forschung werden also in den fünf Ländern durchaus unterschiedliche Wege beschritten. Ob sich diese Unterschiede auch auf die Höhe der gesamtwirtschaftlichen Forschungsaktivitäten niederschlagen, wird im folgenden geprüft.

3. Gesamtwirtschaftliche Forschungsintensitäten im Zeitverlauf

Die Bedeutung von Forschung und Entwicklung hat in den meisten Industrieländern deutlich zugenommen; nur in den Vereinigten Staaten ist der Anteil der Forschungsausgaben am Sozialprodukt heute niedriger als in den frühen sechziger Jahren (Tabelle 2). Dabei vollzog sich der Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Forschungsaktivitäten nicht kontinuierlich, sondern in zwei Wellen:

- Die erste Welle fällt in die sechziger Jahre, als die europäischen Industrieländer unter dem Eindruck der "amerikanischen Herausforderung" bemüht waren, die transatlantische technologische Lücke zu schließen. Aber auch Japan holte in dieser Zeit rasch auf. Mit der

Tabelle 2 - Gesamtwirtschaftliche Forschungsintensitäten (a): Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1963-1985 (vH)

	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
1963	.	1,43	.	1,69	.
1964	3,14	1,47	1,41	1,97	2,32
1965	.	1,52	1,60	2,17	.
1966	3,08	1,47	1,68	2,20	2,38
1967	.	1,52	1,79	2,31	2,37
1968	3,05	1,60	1,83	2,28	2,32
1969	.	1,64	1,83	2,17	2,29
1970	2,79	1,80	2,05	2,04	.
1971	.	1,83	2,19	2,04	.
1972	2,58	1,83	2,20	2,04	2,13
1973	2,50	1,87	2,09	1,99	.
1974	2,45	1,96	2,13	1,90	.
1975	2,44	1,94	2,22	1,93	2,12
1976	2,43	1,93	2,15	1,93	.
1977	2,39	1,91	2,14	1,89	.
1978	2,37	1,93	2,24	1,98	2,20
1979	2,37	2,10	2,40	1,94	.
1980	2,47	2,22	2,45	1,97	.
1981	2,51	2,38	2,49	2,01	2,42
1982	2,66	2,47	2,58	2,10	.
1983	2,70	2,61	2,58	2,15	2,27
1984	2,70	.	2,57	2,22	.
1985	2,80	.	2,85	2,27	.

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

Quelle: OECD [d; f]; eigene Berechnungen.

Wachstumsverlangsamung in den siebziger Jahren ebnete diese Welle wieder ab. In vielen Unternehmen wurde die Kontrolle des Managements über die Forschungsabteilungen verstärkt, und vor allem bei der Grundlagenforschung, aber auch bei anderen Vorhaben, die nicht unmittelbar am Markt orientiert waren, wurde der Rotstift angesetzt (1).

- Seit den späten siebziger Jahren ist weltweit eine erneute Zunahme der Forschungsaktivitäten zu verzeichnen (2). Der Stellenwert, der einer Beherrschung neuer Technologien beigemessen wird, hat im verschärf-

(1) Zum Rückgang der privatwirtschaftlichen Grundlagenforschung vgl. Mansfield [1980] sowie Klodt [1984].

(2) Dies zeigt sich auch in anderen, in Tabelle 2 nicht aufgeführten Industrieländern [OECD, h].

ten internationalen Wettbewerb offenbar an Bedeutung gewonnen. Die aus einigen Ländern vorliegenden Plandaten lassen erwarten, daß die Forschungsintensitäten auch in den kommenden Jahren hoch bleiben werden.

Der internationale Gleichlauf bei den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ist demnach recht eng. In der Vergangenheit wiesen lediglich die Vereinigten Staaten einen gewissen Vorlauf vor den anderen Industrieländern auf, was vor allem mit der Entwicklung der staatlichen Ausgaben für die Raumfahrt zusammenhing. Die erste Welle im Anstieg der Forschungsintensitäten begann in den Vereinigten Staaten bereits Ende der fünfziger Jahre - ausgelöst durch den Sputnik-Schock. Auch der anschließende Rückgang setzte früher ein als in Westeuropa, nicht zuletzt durch die Budgetkürzungen im Bereich der NASA (1). Bei der derzeitigen Intensivierung der Forschungsanstrengungen haben die Vereinigten Staaten wiederum die Vorreiterrolle übernommen.

Die Existenz derartiger Wellen könnte damit erklärt werden, daß sowohl die Unternehmen als auch die Regierungen bei dem Betreten von technologischem Neuland nach Orientierungshilfen suchen, um kostspielige Umwege und Irrwege zu vermeiden. Die Planung der eigenen Forschungsaktivitäten wird damit stark beeinflußt von den entsprechenden Aktivitäten des Auslandes. Dabei waren es lange Zeit vor allem die Vereinigten Staaten, die den anderen Industrieländern als Leitbild dienten. In den folgenden Abschnitten wird noch darauf zurückzukommen sein, ob sich das Parallelverhalten nur auf die Höhe der Gesamtausgaben oder auch auf die Verteilung der Forschungsausgaben auf einzelne Technologiefelder erstreckt. Soweit letzteres zutrifft, ist nicht auszuschließen, daß es zu partiellen Überinvestitionen in die Erforschung einzelner Bereiche und zur entsprechenden Vernachlässigung anderer Bereiche kommt. Nach Nelson [1980] wird durch solche wechselseitigen Abhängigkeiten die gesamte technologische Entwicklung in bestimmte Trassen gelenkt, die erst dann verlassen werden, wenn das technologische Potential dieser Trassen weitgehend ausgeschöpft ist. Als Beispiel nennt er die im neunzehnten Jahrhundert zu beobachtende starke Konzentration der Forschungsar-

(1) Zu den Ausmaßen und Konsequenzen dieser Kürzungen vgl. Griliches [1973].

beiten auf die Textilindustrie. Die Trassen der Gegenwart liegen wohl hauptsächlich bei der Mikroelektronik, die der Zukunft möglicherweise bei der Biotechnologie.

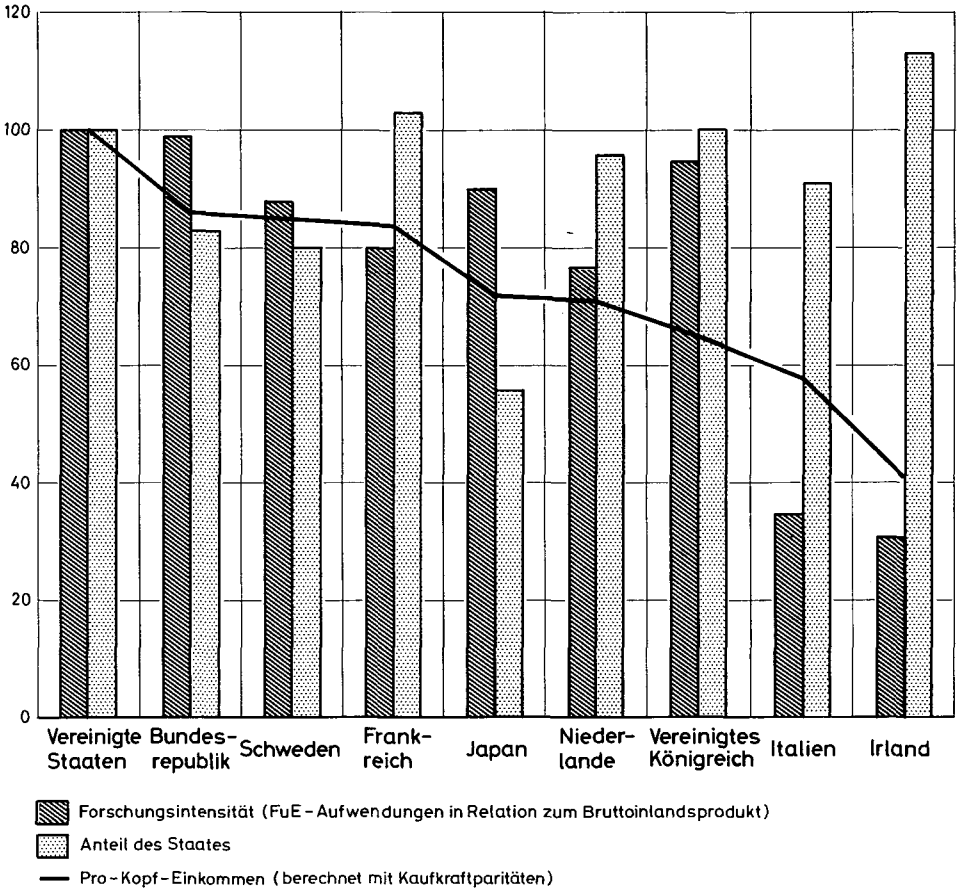
4. Determinanten der gesamtwirtschaftlichen Forschungsintensität

Die unverkennbar positive Verknüpfung von Forschung und Wohlstand hat Regierungen immer wieder veranlaßt, der Entwicklung und Anwendung neuer Technologien mit finanziellen Zuschüssen nachzuhelfen. Dies hat allerdings nicht - wie erwartet werden könnte - bewirkt, daß in Ländern mit großem Staatsanteil an den Forschungsausgaben auch insgesamt vergleichsweise viel für Forschung und Entwicklung aufgewendet wird (Schaubild 5) (1). So ist etwa in Frankreich und Irland der Anteil des Staates an den Forschungsausgaben überdurchschnittlich hoch, doch die Forschungsintensitäten in beiden Ländern sind - auch unter Berücksichtigung ihres Entwicklungsstands - international gesehen eher niedrig. Die staatlichen Forschungsgelder dienen dort offenbar mehr als Substitut für privat aufgebrachte Mittel und weniger zur Aufstockung der Forschungsbudgets. In den Niederlanden sowie vor allem im Vereinigten Königreich geht dagegen eine hohe Forschungsintensität mit einem vergleichsweise hohen Staatseinfluß einher. Japan wiederum kommt mit einer geringen Beteiligung des Staates auf eine recht hohe Forschungsintensität. Die Bundesrepublik schließlich liegt beim Anteil des Staates an den Forschungsaufwendungen im Mittelfeld; die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität reicht jedoch fast an das Niveau in den Vereinigten Staaten heran.

Um herauszufinden, ob hier systematische Zusammenhänge bestehen, wurde in einer Regressionsrechnung für 19 OECD-Länder im Jahr 1980 der Anteil der gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen am Bruttoinlandsprodukt (FI) in Beziehung gesetzt zum Pro-Kopf-Einkommen

(1) Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge erstreckt sich die Darstellung in diesem Schaubild nicht nur auf die fünf bisher analysierten Länder, sondern auf vier weitere. In der Tabelle A1 ist das entsprechende Material für insgesamt 19 Länder zusammengestellt.

Schaubild 5 - Pro-Kopf-Einkommen, gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität und Anteil des Staates an der Finanzierung der Forschung: ausgewählte Industrieländer 1980 (Vereinigte Staaten=100)



Quelle: Tabelle A1.

(y) und zum Anteil des Staates an den Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen (G). Es ergab sich die folgende Schätzgleichung (1):

(1) Dabei sind mit \bar{R}^2 das um die Anzahl der Freiheitsgrade bereinigte Bestimmungsmaß und mit den Zahlen in Klammern die jeweiligen t-Werte angegeben. Beide Steigungsparameter sind mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1 vH statistisch signifikant. Zum Zahlenmaterial vgl. Tabelle A1.

$$FI = 58 + 0,80 y - 1,15 G \quad \bar{R}^2 = 0,61$$

$$(1,96) \quad (2,92) \quad (-3,53)$$

Diese Rechnung weist nicht nur keinen positiven, sondern sogar einen negativen Einfluß der Staatsförderung auf das Niveau der Forschungsaktivitäten aus. Die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität eines Landes ist also nicht ohne weiteres durch den Staat zu erhöhen, u.a. wohl deshalb nicht, weil es zu erheblichen Mitnahmeeffekten kommt (1). Andere Einflußfaktoren der Forschungsintensität sind offenbar wichtiger, wobei der in der Regressionsrechnung berücksichtigte wirtschaftliche Entwicklungsstand (Pro-Kopf-Einkommen) nur einer von ihnen ist.

5. Indikatoren der technologischen Leistungsfähigkeit

Wesentlich schwieriger als die Frage nach dem Einfluß des Staates auf die Forschungsausgaben ist die Frage nach seinem Einfluß auf die Entwicklung neuer Technologien zu beantworten. Hier sind die Ergebnisse der Forschungsarbeiten angesprochen, und diese sind ungleich schlechter statistisch zu erfassen als der finanzielle Aufwand für die Forschung. Für die Messung der Forschungsergebnisse erscheint es ratsam, zwischen der Entstehung neuen technischen Wissens (Invention) und der anschließenden Vermarktung dieses Wissens in Form neuer Produkte und Produktionsverfahren (Innovation) zu unterscheiden.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, geeignete Indikatoren für die zuverlässige Messung der Inventionsaktivitäten zu entwickeln [vgl. Miller, 1980]. So ist vorgeschlagen worden, etwa die Anzahl oder der Umfang wissenschaftlicher Publikationen, die Zahl der verliehenen Nobelpreise und sonstiger international anerkannter Auszeichnungen oder Expertenurteile heranzuziehen. In der wissenschaftlichen Praxis hat sich aber bisher nur der Rückgriff auf die Patentstatistiken des In- und Auslands

(1) Eine ökonometrische Untersuchung für die Vereinigten Staaten kommt zu vergleichbaren Ergebnissen; auch hier zeigen sich starke Mitnahmeeffekte bei der Forschungsförderung [Lichtenberg, 1984].

durchsetzen können. Ein wichtiger Grund dafür ist in der relativ leichten Verfügbarkeit entsprechender Daten zu sehen.

Doch auch bei der Messung der Inventionsaktivitäten an der Zahl der Patente ist Vorsicht geboten, denn

- der ökonomische Gehalt von Patenten kann höchst unterschiedlich sein;
- die Neigung der Unternehmen, ihre Erfindungen patentieren zu lassen, kann sich ändern;
- nicht jede technische Neuerung ist patentierbar.

Zu dem letztgenannten Fall nur ein Beispiel: Markterfolge im Bereich der Computertechnologie hängen entscheidend davon ab, inwieweit es gelingt, die zu den neuen Geräten passende Software rasch und umfassend bereitzustellen. Die Entwicklung von Computerprogrammen ist für die Elektronikindustrie ein ganz wesentlicher Schwerpunkt der Forschungsarbeiten. Nach geltendem Recht sind derartige Programme jedoch nicht patentierbar. Die Eigentumsrechte der Entwickler lassen sich lediglich über das Copyright durchsetzen, das eine wesentlich geringere Schutzwirkung entfaltet als das Patentrecht [Heidrich, 1983]. Diese Einwände sind in Erinnerung zu behalten, wenn im folgenden der Versuch unternommen wird, aus den Patentaktivitäten nähere Aufschlüsse über die Inventionsaktivitäten verschiedener Länder zu gewinnen.

Zwei weitere Vorbemerkungen sind notwendig: Erstens ist zu klären, ob die Zahl der angemeldeten oder die Zahl der erteilten Patente herangezogen werden soll. Auf den ersten Blick erscheinen die erteilten Patente als bessere Indikatoren, denn bei ihnen ist durch die Prüfarbeit der Patentämter weitgehend die Spreu vom Weizen getrennt. Als Nachteil fällt jedoch ins Gewicht, daß zwischen der Anmeldung und der Erteilung eines Patents ein beträchtlicher Zeitraum vergeht - in der Bundesrepublik im Durchschnitt rund drei Jahre. Auch die aktuellste Statistik über erteilte Patente spiegelt daher lediglich die technologische Entwicklung von gestern wider. Aus diesem Grund wird in aller Regel den Statistiken über die Zahl der angemeldeten Patente der Vorzug gegeben. Das erscheint auch insofern gerechtfertigt, als die Relation von Anmeldungen zu Erteilungen recht stabil ist.

Zweitens ist bei einem internationalen Vergleich der unterschiedlichen Ausgestaltung des Patentrechts in den verschiedenen Ländern Rechnung zu tragen. Die Anforderungen, die eine Erfindung erfüllen muß, um patentierbar zu sein, sind nicht überall gleich hoch. Trotz intensiver Bemühungen im Rahmen der World Industrial Property Organization (WIPO) ist es bislang nicht gelungen, alle Mitgliedsländer auf einheitliche Rechtsnormen festzulegen. Lediglich in Westeuropa ist mit der Einführung des Europa-Patents, das beim Europäischen Patentamt in München beantragt werden kann, eine Vereinheitlichung erreicht worden. Große Unterschiede gibt es dagegen insbesondere zu Japan, wo ein Patent erheblich leichter zu erlangen ist als etwa in Westeuropa oder in den Vereinigten Staaten.

Aus diesen Gründen ist ein Vergleich nationaler Patentanmeldungen wenig aussagefähig. Weitgehend vermeiden lassen sich solche Verzerrungen dagegen, wenn nicht auf die inländischen Patentanmeldungen zurückgegriffen wird, sondern auf die jeweils im Ausland angemeldeten Patente. In dieser Statistik wirken sich die unterschiedlichen Anforderungen an die Qualität der zum Patent angemeldeten Erfindungen nicht einseitig zugunsten oder zu Lasten eines einzelnen Landes aus, sondern sie treffen alle Länder gemeinsam. Dafür ist allerdings eine andere Verzerrung in Kauf zu nehmen: In einem vergleichsweise großen Land mit bedeutenden Absatzmärkten für technologisch hochwertige Güter werden vermutlich viele ausländische Unternehmen ihre Patente anmelden. Die in diesem Land von inländischen Unternehmen angemeldeten Patente werden jedoch in der Statistik der Auslandsanmeldungen nicht mitgezählt. Die Innovationsaktivitäten großer, technologisch hochentwickelter Länder werden also tendenziell zu ungünstig dargestellt.

Dies trifft allerdings nicht - wie häufig vermutet - allein auf die Vereinigten Staaten zu: Von allen ausländischen Patentanmeldungen sämtlicher OECD-Länder entfallen auf Anmeldungen in den Vereinigten Staaten 11 vH, im Vereinigten Königreich und in der Bundesrepublik jeweils 10 vH, in Frankreich 9 vH und in Japan 7 vH (1).

(1) Angaben für 1983; berechnet nach OECD [f, S. 53 f.].

Tabelle 3 - Patentanmeldungen im Ausland: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1979-1983

	Vereinigte Staaten		Japan		Bundesrepublik		Frankreich		Vereinigtes Königreich	
	Insgesamt	Pro Kopf (a)	Insgesamt	Pro Kopf (a)	Insgesamt	Pro Kopf (a)	Insgesamt	Pro Kopf (a)	Insgesamt	Pro Kopf (a)
1979	138760	1296	47709	853	96684	3593	38949	1689	34579	1302
1980	135897	1246	50787	899	94949	3492	38066	1645	32173	1206
1981	126990	1151	49315	864	82601	3018	31386	1334	31230	1169
1982	123241	1102	56411	977	79530	2896	34700	1461	33221	1242
1983	135532	1197	55312	939	76700	2791	34346	1450	33648	1257

(a) Zahl der Patentanmeldungen je 1 Mill. Erwerbspersonen.

Quelle: OECD [f]; eigene Berechnungen.

Im Rahmen der Möglichkeiten, die die Patentstatistik bietet, ist somit die Zahl der jeweils im Ausland angemeldeten Patente als Indikator für die Inventionsfähigkeit verschiedener Länder am besten geeignet. Als weiterer Vorzug kommt hinzu, daß der Gang zu ausländischen Patentämtern aus verschiedenen Gründen sicherlich sorgfältiger erwogen wird als der Gang zur heimischen Behörde. Erwähnt seien nur Sprachprobleme und Schwierigkeiten im Umgang mit einer fremden Bürokratie. Die Qualität der im Ausland angemeldeten Patente dürfte also im Durchschnitt höher und vermutlich auch homogener sein als die Qualität der im Inland angemeldeten Patente.

Die Entwicklung der Patentanmeldungen im Ausland seit Ende der siebziger Jahre für fünf Länder zeigt Tabelle 3. Um den Einfluß der unterschiedlichen Ländergrößen auszuschalten, sind neben den Absolutzahlen auch die mit der Zahl der Erwerbspersonen normierten Werte ausgewiesen. Danach ist die Inventionsfähigkeit absolut gesehen am höchsten in den Vereinigten Staaten; relativ gesehen (unter Berücksichtigung der Anzahl der Erwerbspersonen) liegt aber die Bundesrepublik klar an der Spitze. Überraschend deutlich rangiert Japan am unteren Ende der Pro-Kopf-Skala.

Unverkennbar ist allerdings die rückläufige Entwicklung bei den deutschen und französischen Patentanmeldungen im Ausland sowie das rasche Aufholen Japans. Der europäische Vorsprung schmilzt also ab. Die japanischen Unternehmen verfolgen längst nicht mehr eine reine Imitationsstrategie, die ihnen so oft nachgesagt wird. Zwar ist nicht zu verkennen, daß einige spektakuläre Markterfolge japanischer Unternehmen auf Technologien aufgebaut waren, die in den Vereinigten Staaten oder Westeuropa ihren Ursprung hatten - Beispiele dafür sind Farbfernsehgeräte und Videorecorder. Mittlerweile haben jedoch japanische Unternehmen eigenständige technologische Führungspositionen aufgebaut, etwa bei mikroelektronischen Speicherelementen oder bei Industrierobotern. Hier verfügen sie inzwischen auch über die entsprechende patentrechtliche Absicherung ihrer Marktstellung.

Die insgesamt gesehen immer noch recht positive Bilanz der europäischen Länder bei der Entwicklung neuer Technologien kontrastiert auffällig zu der Einschätzung durch japanische Experten: Nach einer Untersuchung der Japan External Trade Organization (JETRO) [1983] für 159 Schlüsseltechnologien gelten die Vereinigten Staaten als Hauptkonkurrenten in diesen Bereichen, während die technologische Leistungsfähigkeit der europäischen Länder als deutlich schwächer eingestuft wird. Bei jeweils rund einem Drittel der Schlüsseltechnologien wird die japanische Technik gegenüber der amerikanischen als überlegen (32 vH), als gleichwertig (33 vH) und als unterlegen (35 vH) bewertet. Gegenüber Europa hingegen sehen sich die Japaner bei 36 vH der Fälle überlegen, bei 46 vH ebenbürtig und nur bei 18 vH im Rückstand.

Zur Erklärung dieser Diskrepanz ließe sich anführen, daß die Einschätzung der Japaner möglicherweise die ausgeprägte Dominanz der amerikanischen Absatzmärkte für die Industriewarenexporte Japans reflektiert. Bei der gegebenen Struktur der Handelsströme ist es nicht überraschend, daß die amerikanischen Unternehmen als wichtigste Konkurrenten angesehen werden. Möglicherweise drückt sich darin aber auch ein europäisches Defizit bei der Vermarktung neuer Techniken aus. Das Urteil über die Forschungsergebnisse europäischer Unternehmen könnte also mit beeinflußt sein von dem Urteil über deren Markterfolge.

Auch zur Messung der Innovationsaktivitäten sind mehrere Ansatzpunkte möglich:

- Eine unmittelbare Messung würde Daten über die Markteinführung neuer Produkte und Verfahren erfordern. Entsprechende Angaben sind nur punktuell zu erhalten und erlauben keinen systematischen Vergleich in der Zeit oder über mehrere Länder.
- Eine indirekte Messung könnte über sogenannte Innovationsraten erfolgen, das sind die Umsatzanteile neuer Produkte am Gesamtumsatz der Unternehmen. Speziell für die Vereinigten Staaten sind diese Innovationsraten recht gut dokumentiert [McGraw-Hill Publications Company, lfd. Jgg.]; für andere Länder sind sie aber nicht verfügbar (1).
- Einen praktikablen Ansatzpunkt zur indirekten Messung bieten entsprechend aufbereitete Statistiken des Außenhandels. Diese Statistiken sind in der Regel recht tief disaggregiert. Sie gewährleisten darüber hinaus die internationale Vergleichbarkeit der Daten. Rückschlüsse auf die Innovationsaktivitäten sind möglich, wenn diejenigen Warenpositionen identifiziert werden, auf die sich der Handel mit neuartigen Produkten konzentriert. Eine derartige Liste forschungsintensiver Waren wurde von der OECD bereits in den sechziger Jahren entwickelt ("Kelly's List"); sie wird laufend aktualisiert [OECD, b].

Im folgenden soll eine eigene Liste forschungsintensiver Waren zur Messung der Innovationsaktivitäten herangezogen werden. Sie ist in Tabelle A2 wiedergegeben (2). Die Relation der Exporte zu den Importen für forschungsintensive Waren insgesamt sowie für ausgewählte Untergruppen zeigt Tabelle 4. Danach sind vor allem japanische Unternehmen, die hohe Außenhandelsüberschüsse bei technologisch hochwertigen Gütern erzielen. Mit deutlichem Abstand folgt auf Rang zwei die Bundesrepublik.

(1) Erste Ansätze gab es lediglich in der Bundesrepublik, wo der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [1980, S. 27] für das Jahr 1977 den Umsatzanteil mit Produkten, die jünger als fünf oder jünger als neun Jahre sind, erhoben hat. In den nachfolgenden Erhebungen zur Forschungsstatistik wurde die entsprechende Frage aber wieder fallengelassen [vgl. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, 1985].

(2) Diese Liste stützt sich auf Klodt [1984, S. 127]. Für eine Übersicht anderer Abgrenzungsmöglichkeiten vgl. Donges [1985a, S. 20 f.].

Tabelle 4 - Verhältnis von Exporten zu Importen bei forschungsintensiven Waren (a): Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1979 und 1984

Warengruppe	Jahr	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
Forschungsintensive Waren insgesamt	1979	1,67	3,47	1,54	1,18	1,21
	1984 (b)	1,36	4,52	1,53	1,13	1,20
darunter:						
Luft- und Raumfahrzeuge	1979	6,37	0,08	0,82	1,61	1,18
	1984	2,72	0,11	1,06	2,20	1,43
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte	1979	2,73	2,38	0,93	0,88	0,80
	1984	1,39	5,55	0,85	0,69	0,73
Elektronische Bauteile, Geräte für die Nachrichtenübermittlung	1979	0,80	4,99	1,24	1,32	1,13
	1984	0,60	7,18	1,13	1,20	0,77
Meß-, Prüf- und Kontrollinstrumente	1979	1,08	4,72	1,45	0,77	1,03
	1984	0,73	5,83	1,45	0,80	0,87
Pharmazeutika	1979	2,17	0,26	1,70	1,99	2,59
	1984	1,67	0,27	1,75	1,99	2,19

(a) Zur Warenabgrenzung vgl. Tabelle A2. - (b) Geschätzt.

Quelle: OECD [f; k]; eigene Berechnungen.

Ihre überaus starke Position bei den Patentaktivitäten findet sich bei den Innovationsaktivitäten deutscher Unternehmen nicht wieder. Die Vereinigten Staaten, auf die von den hier betrachteten Ländern am wenigsten ausländische Patentanmeldungen pro Kopf entfallen, liegen beim Außenhandel mit forschungsintensiven Waren etwas hinter der Bundesrepublik und vor Frankreich und dem Vereinigten Königreich.

Bei den ausgewiesenen Unterpositionen zeigt sich eine drückende japanische Überlegenheit auf jenen Märkten, die durch die Elektronik geprägt sind, insbesondere auf dem Markt der Unterhaltungselektronik (das ist der Schwerpunkt der Warenposition "Elektronische Bauteile, Geräte für die Nachrichtenübermittlung"). Die europäischen Länder sind vor allem bei der Datenverarbeitung weit abgeschlagen. Ihre Einfuhrüberschüsse in diesem Segment sind gegenüber 1979 sogar noch gestie-

gen. Ihre stärkste Position weisen die Bundesrepublik, Frankreich und das Vereinigte Königreich bei Pharmazeutika auf. In jüngster Zeit rücken sie auch bei Luft- und Raumfahrzeugen nach vorn; das ist nicht zuletzt den Verkaufserfolgen der "Airbus Industrie" zuzuschreiben.

Inwieweit die international unterschiedlichen technologiepolitischen Strategien zu diesen differenzierten Innovationserfolgen beigetragen haben, läßt sich nicht abschließend beurteilen. So ist etwa in Frankreich und im Vereinigten Königreich, die insgesamt gesehen im internationalen Handel mit forschungsintensiven Waren am schlechtesten abschneiden, die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität deutlich geringer als in den drei anderen Ländern. Die vergleichsweise niedrigen Ausfuhrüberschüsse im Hochtechnologiebereich lassen also nicht unbedingt auf eine geringe Effizienz der eingesetzten Forschungsmittel schließen.

In den Vereinigten Staaten, in Japan und in der Bundesrepublik ist die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität dagegen annähernd gleich. Die technologiepolitischen Strategien dieser Länder sind jedoch höchst unterschiedlich: Eine Extremposition markiert Japan, wo der Staat die privatwirtschaftlichen Forschungsaktivitäten so gut wie gar nicht direkt beeinflußt. Stattdessen wird auf die indirekte Förderung, insbesondere über Steuererleichterungen, gesetzt. Als Resultat einer derartigen Politik zeigen sich vergleichsweise wenig Patentaktivitäten, dafür aber um so größere Erfolge bei der Vermarktung neuer Technologien. Die Zurückhaltung des Staates bei inhaltlichen Vorgaben für die Forschung begünstigt offenbar die marktnahe Forschung. Sie fördert eher die Anwendung als die Entstehung neuen Wissens.

In der Bundesrepublik dominiert die direkte Projektförderung, bei der die Auswahl der zu fördernden Forschungsvorhaben zwischen den Unternehmen und dem Staat abgestimmt wird. Wenn es um die Entwicklung neuen patentierbaren Wissens geht, ist diese Strategie offenbar sehr erfolgreich. Wenn es allerdings um die kommerzielle Verwertung geht, haben deutsche Unternehmen häufig das Nachsehen. Der starke Einfluß der Ministerialbürokratie auf die Gestaltung der Forschungsprogramme fördert offenbar eher den technischen als den kommerziellen Erfolg.

Einen dritten Weg beschreiten die Vereinigten Staaten. Die Forschungsarbeiten der Unternehmen werden dort in erster Linie über staatliche Käufe technologieintensiver Produkte gefördert, wobei die Rüstungsforschung eindeutig dominiert. Die vergleichsweise hohen Forschungsausgaben schlagen sich weder in einer überdurchschnittlichen Zahl ausländischer Patentanmeldungen noch in hohen Exporten forschungsintensiver Güter nieder. Die Übertragung militärischer Spitzentechnologien auf zivile Anwendungen fällt den amerikanischen Unternehmen offensichtlich schwer (darauf wird im sechsten Kapitel, wo es auch um die Abschätzung der Auswirkungen des SDI-Programms geht, zurückzukommen sein).

Insgesamt gesehen weisen diese Ergebnisse auf eine Überlegenheit des japanischen Weges hin. Die Technologiepolitik vertraut dort in starkem Maße auf die Marktkenntnisse der Unternehmen und hält sich bei inhaltlichen Vorgaben zurück. Die indirekte Förderung bedeutet, daß jene Forschungsvorhaben gefördert werden, die den Unternehmen als besonders profitabel erscheinen. Die technische Orientierung der deutschen und die militärische Orientierung der amerikanischen Technologiepolitik sind offenbar weniger geeignet, marktgängige Spitzentechnologien hervorzubringen.

6. Staatsausgaben nach Forschungszielen

Nähere Aufschlüsse über die international unterschiedlichen technologiepolitischen Strategien kann eine Aufschlüsselung der staatlichen Forschungsausgaben nach Forschungszielen liefern. Dafür bedarf es einer allgemein akzeptierten Begriffsabgrenzung in diesem Bereich. Den Mitgliedsländern der OECD dient als gemeinsame Grundlage das "Frascati-Handbuch", das mittlerweile in vierter Auflage vorliegt. Dort werden Forschungsziele (socio-economic objectives) definiert, nach denen die nationalen Forschungsstatistiken aufbereitet werden [OECD, c, S. 115 ff.]. Eine entsprechende Aufstellung zeigt Tabelle 5. Dabei ist die allgemeine Hochschulfinanzierung ausgeklammert, da diese nicht direkt den einzelnen Forschungszielen zugeordnet werden kann.

Tabelle 5 - Staatliche Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen (a)
nach Forschungszielen: Vereinigte Staaten, Japan,
Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1975,
1980 und 1985 (vH)

Forschungsziel	1975	1980	1985	1975	1980	1983	1975	1980	1985
	Vereinigte Staaten			Japan			Bundesrepublik		
Verteidigung	50,8	47,3	68,0	4,7	4,9	5,8	19,2	15,3	17,5
Raumfahrt	14,5	14,5	5,3	14,8	12,0	9,2	7,4	6,6	5,7
Luftfahrt	2,1	1,9	.	0,0	0,0	.	2,9	2,4	.
Landwirtschaft	2,2	2,7	2,1	27,7	25,4	22,7	3,3	2,9	2,9
Industrielle Produktivität	0,3	0,3	0,2	14,2	12,2	12,6	9,9	12,4	20,3
Energieerzeugung	7,2	11,4	4,8	16,0	26,2	29,1	18,3	20,9	18,6
Nachrichten, Verkehr	1,2	0,9	2,1	3,9	2,9	2,9	2,5	3,2	1,5
Infrastruktur	0,5	0,4	0,1	1,2	2,3	2,3	1,9	5,7	1,4
Erde, Atmosphäre	2,0	1,6	1,1	1,8	2,9	2,2	3,1	4,3	3,1
Umweltschutz	0,9	0,8	0,5	3,2	3,4	3,0	1,7	3,1	4,6
Gesundheit	11,9	12,1	11,1	6,3	6,1	5,2	5,6	9,3	4,4
Soziale Entwicklung	2,1	2,3	1,0	2,5	1,7	1,4	8,5	6,0	3,3
Allgemeine Forschungs- förderung	4,3	3,0	3,7	3,5	4,1	3,6	15,7	14,2	16,7
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1975	1980	1985	1975	1980	1985			
	Frankreich			Vereinigtes Königreich					
Verteidigung	32,8	40,1	36,3	52,8	59,4	60,5			
Raumfahrt	6,1	6,8	5,7	2,5	2,3	2,3			
Luftfahrt	6,8	2,4	.	7,9	3,1	.			
Landwirtschaft	4,2	4,3	4,1	4,8	4,5	5,8			
Industrielle Produktivität	8,9	7,9	14,0	3,4	3,8	10,3			
Energieerzeugung	9,4	8,3	9,1	7,1	7,3	5,3			
Nachrichten, Verkehr	3,3	3,0	3,6	0,7	0,7	0,4			
Infrastruktur	1,6	1,5	0,0	1,8	1,1	1,0			
Erde, Atmosphäre	3,3	3,3	1,6	0,8	1,0	1,6			
Umweltschutz	0,9	1,2	0,5	0,6	0,9	1,6			
Gesundheit	4,4	4,9	4,6	2,3	1,8	4,1			
Soziale Entwicklung	1,2	1,4	3,0	1,2	1,2	0,8			
Allgemeine Forschungs- förderung	17,1	15,0	17,5	14,1	12,9	5,9			
Insgesamt	100	100	100	100	100	100			

(a) Ohne allgemeine Hochschulfinanzierung.

Quelle: OECD [g].

Diese Untergliederung läßt erkennen, daß die Staatsausgaben für die Forschung in den Vereinigten Staaten, Frankreich und dem Vereinigten Königreich von der Rüstungsforschung dominiert werden. Japan setzt Schwerpunkte bei der Förderung der Landwirtschaft sowie der Modernisierung in der Industrie; die Bundesrepublik gibt überdurchschnittlich

viel für Energieforschung aus. Um Ähnlichkeiten und Unterschiede der Ausgabenstrukturen identifizieren zu können, wurden für das in Tabelle 5 ausgewiesene Material Rangkorrelationen für die Jahre 1975 und 1985 berechnet, und zwar jeweils für Länderpaare im Querschnitt sowie für jedes einzelne Land im Zeitvergleich.

Die Ergebnisse zeigen eine außerordentliche Stabilität der nationalen Ausgabenstrukturen zwischen 1975 und 1985 (Tabelle 6, unterste Zeile). In allen Ländern sind die Rangpositionen der Forschungsziele nahezu unverändert geblieben; allenfalls für die Bundesrepublik werden gewisse Strukturänderungen erkennbar.

Im Querschnitt sind die Ähnlichkeiten in den Strukturen der staatlichen Forschungsausgaben zwischen Frankreich und dem Vereinigten Königreich am stärksten, und zwar sowohl für 1975 als auch für 1985. Vergleichsweise hoch sind auch die Rangkorrelationskoeffizienten dieser beiden Länder gegenüber der Bundesrepublik, so daß durchaus von einer gemeinsamen europäischen technologiepolitischen Linie gesprochen werden kann.

Das interessanteste Ergebnis im Zeitvergleich liefert Japan: Die dort verfolgten Forschungsziele haben sich offenbar denjenigen in Westeuropa angenähert. Gegenüber Frankreich und dem Vereinigten Königreich sind die Rangkorrelationskoeffizienten für 1985 deutlich höher als diejenigen für 1975. Eine derartige Veränderung zeigt sich bei anderen Länderpaaren nicht.

Während 1975 Japan die niedrigsten Koeffizienten gegenüber anderen Ländern aufwies, war das 1985 bei den Vereinigten Staaten der Fall. Die Sonderstellung, die von den Vereinigten Staaten auf der einen und von Japan auf der anderen Seite eingenommen wird, könnte mit dem unterschiedlichen Gewicht der Rüstungsforschung zusammenhängen. Anhand von Rangkorrelationen wurde diese Hypothese überprüft und verworfen (vgl. Tabelle A3).

Das hervorstechende Merkmal, das sowohl die Vereinigten Staaten als auch Japan kennzeichnet, ist das vergleichsweise geringe Gewicht der

Tabelle 6 - Vergleich der Strukturen staatlicher Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach dreizehn Forschungszielen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1975 und 1985 (a)

	Vereinigte Staaten	Japan (b)	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
Vereinigte Staaten	X	0,43	0,34	0,65*	0,43*
Japan	0,44	X	0,59*	0,65*	0,71*
Bundesrepublik	0,61*	0,50*	X	0,78*	0,72*
Frankreich	0,56*	0,40	0,78*	X	0,83*
Vereinigtes Königreich	0,57*	0,29	0,70*	0,90*	X
Nationale Strukturen 1975/1985	0,95*	0,93*	0,77*	0,95*	0,87*

(a) Rangkorrelationskoeffizienten. Oberhalb der Hauptdiagonalen Werte für 1985, unterhalb Werte für 1975. - (b) Die Angaben für Japan beziehen sich auf 1975 und 1983. - *: Signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH.

Quelle: Tabelle 5; eigene Berechnungen.

Ausgaben für die allgemeine Forschungsförderung. Gerade hier haben die drei europäischen Länder ihre Prioritäten gesetzt. Dies entspricht im Ansatz durchaus der Forderung, daß die Hauptaufgabe staatlicher Forschungsförderung vor allem im Bereich marktferner Grundlagenforschung liegen soll (vgl. S. 7). Dieses Kriterium dürften Projekte, die im Rahmen der Allgemeinen Forschungsförderung subventioniert werden, noch am ehesten erfüllen. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß eine solche Charakterisierung der deutschen, britischen und französischen Technologiepolitik nur im Vergleich zu den Vereinigten Staaten und Japan zutrifft; absolut gesehen haben auch in den europäischen Ländern marktnahe Forschungsprojekte das Übergewicht.

Der Grundlagenforschung räumt die Technologiepolitik in keinem Land jene Priorität ein, die aus gesamtwirtschaftlicher Sicht gerechtfertigt wäre. So machen in den Vereinigten Staaten die Zuschüsse für die Grundlagenforschung weniger als 10 vH der gesamten Forschungsförde-

rung aus (1); in den anderen Ländern ist die Situation ähnlich. Für die Bundesrepublik zeigt eine Gegenüberstellung der sektoralen Struktur der Grundlagenforschung und der Forschungssubventionen völlig unterschiedliche Schwerpunkte (Tabelle A4): Auf der einen Seite steht die Energiewirtschaft, die gerade ein Promille ihrer Forschungsausgaben für die Grundlagenforschung verwendet, die jedoch 18 vH ihrer Gesamtausgaben für die Forschung mit staatlichen Mitteln finanziert. Auf der anderen Seite steht die Chemische Industrie, die relativ am meisten für die Grundlagenforschung ausgibt (6,9 vH), aber mit Abstand am wenigsten von der staatlichen Forschungsförderungen profitiert (4,2 vH).

Die Konzentration der Forschungsausgaben auf bestimmte Forschungsziele bedingt zugleich die Konzentration auf einzelne Industriezweige. Forschungssubventionen für die Entwicklung eines neuen Flugzeugtyps beispielsweise kommen zwangsläufig dem Luftfahrzeugbau zugute. Bei den anderen Forschungszielen ist die Branchenzuordnung zwar nicht immer so eindeutig. Dennoch ist es keine Frage, daß mit der Technologiepolitik auch auf die Industriestruktur eines Landes Einfluß genommen wird.

7. Sektorale Schwerpunkte der Forschungsförderung

Die staatliche Beteiligung an der Finanzierung der Forschung in Unternehmen zeigt folgendes Bild: In den Vereinigten Staaten und Frankreich ist der Staatsanteil - freilich ausgehend von einem recht hohen Niveau - deutlich rückläufig; in den übrigen drei Ländern ist er weitgehend konstant (Tabelle 7). Ins Auge fällt auch hier die geringe Beteiligung des Staates in Japan, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß dort die steuerrechtliche Begünstigung der Forschung höher ist als in anderen Ländern und daß japanische Unternehmen einen überdurchschnittlichen Teil ihrer Forschungsarbeiten im staatlich subventionierten Hochschulsektor ausführen lassen (vgl. S. 23). Diese indirekte Förderung der Unternehmensforschung ist in Tabelle 7 nicht ausgewiesen.

(1) Angabe für 1981 nach National Science Foundation [1982, S. 19].

Tabelle 7 - Anteil staatlicher Projektfördermittel an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in Unternehmen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1965-1983 (vH)

	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
1965	54,6	.	17,4 (a)	40,4 (b)	29,4 (b)
1970	43,1	2,0 (c)	18,2 (c)	32,3	31,8 (d)
1975	35,6	1,7	17,9	28,0	30,9
1980	31,5	1,9	17,6	24,0	29,2 (e)
1982	31,9	1,7	16,9 (f)	24,2	30,0 (f)
1983	32,2	1,7	17,0	22,4	30,2
(a) 1967. - (b) 1966. - (c) 1971. - (d) 1969. - (e) 1978. - (f) 1981.					

Quelle: OECD [e; f]; eigene Berechnungen.

Die branchenmäßige Verteilung der staatlich finanzierten sowie der privat finanzierten Forschungsaufwendungen zeigen die Tabellen 8 und 9 (1). Ebenso wie bei den Ausgaben nach Forschungszielen sind auch hier Rangkorrelationsrechnungen durchgeführt wurden, um Ähnlichkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten. Um Zufallsverzerrungen zu vermeiden, wurden bei den Berechnungen die Branchen ausgeklammert, die sowohl bei der privat als auch bei der staatlich finanzierten Forschung unter 3 vH der Gesamtmittel auf sich vereinigen (2). Diese Abschneidegrenze mag auf den ersten Blick willkürlich erscheinen, doch Rangunterschiede bei den Branchen, in denen so gut wie nicht geforscht wird, sind für die Charakterisierung länderspezifischer Forschungsaktivitäten kaum aus-

- (1) Eine für alle untersuchten Länder vergleichbare branchenmäßige Untergliederung der Forschungsaufwendungen liegt bisher nur bis 1979 vor. Da das Zahlenmaterial hier jedoch nicht in der Zeitreihe, sondern im Querschnitt analysiert wird und die Branchenstruktur bei der Forschung erfahrungsgemäß recht stabil ist, fällt die mangelnde Aktualität des Zahlenmaterials nicht ins Gewicht.
- (2) NE-Metallindustrie; Metallwarenindustrie; Textil- und Bekleidungsindustrie; Steine, Feinkeramik, Glas; Papier- und Druckindustrie; Holzindustrie. Darüber hinaus wurde die sehr heterogene Restgruppe nicht berücksichtigt.

Tabelle 8 - Branchenstruktur der staatlichen Projektförderung: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983 (vH)

Wirtschaftszweig	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich(a)	Durchschnitt der fünf Länder
Industrie insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Elektrotechnik	26,5	21,7	38,6	31,5	47,8	33,2
Chemische Industrie(b)	2,3	11,5	8,4	5,0	0,7	5,6
Luft- und Raumfahrzeugbau	53,7	0,0	25,8	56,1	45,7	36,3
Straßenfahrzeugbau	3,0	0,1	1,9	1,4	0,6	1,4
Eisen- und Stahlindustrie	2,0	6,1	4,1	0,1	0,2	2,5
NE-Metallindustrie	0,2	1,8	0,7	0,1	0,1	0,6
Metallwarenindustrie	0,3	0,1	2,8	0,3	0,3	0,8
Meß- und Regeltechnik	3,3	0,6	1,7	0,8	0,2	1,3
Maschinenbau(c)	6,0	7,9	10,0	3,9	3,5	6,3
Nahrungs- und Genußmittelindustrie	0,1	0,6	0,3	0,1	0,3	0,3
Textil- und Bekleidungsindustrie	0,1	0,5	0,9	0,1	0,1	0,3
Kunststoff- und Gummiverarbeitung	2,1	0,1	0,8	0,1	0,1	0,6
Steine, Feinkeramik, Glas	0,2	2,3	0,9	0,1	0,1	0,7
Papier- und Druckindustrie	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1
Holzindustrie	0,0	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
Übrige Industriezweige	0,1	46,6	2,6	0,2	0,2	9,9

(a) 1981. - (b) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (c) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: OECD [unveröff. Zahlenmaterial]; eigene Berechnungen.

sagefähig - sie verstellen eher den Blick auf die relevanten Unterschiede.

Das auffälligste Ergebnis dieser Berechnungen (Tabelle 10) ist wohl, daß die Rangkorrelationskoeffizienten für den paarweisen Ländervergleich der

Tabelle 9 - Branchenstruktur der privat finanzierten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983 (vH)

Wirtschaftszweig	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich(a)	Durchschnitt der fünf Länder
Industrie insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Elektrotechnik	20,6	29,0	18,9	24,1	26,5	23,8
Chemische Industrie(b)	21,3	19,4	26,8	28,2	25,2	24,2
Luft- und Raumfahrzeugbau	8,3	0,02	1,9	10,4	10,2	6,2
Straßenfahrzeugbau	11,6	14,5	18,3	14,3	7,2	13,2
Eisen- und Stahlindustrie	1,0	4,3	1,6	1,7	1,2	2,0
NE-Metallindustrie	0,7	1,7	0,7	1,2	0,8	1,0
Metallwarenindustrie	1,4	2,0	2,8	1,4	1,4	1,8
Meß- und Regeltechnik	9,0	3,8	1,8	1,3	2,4	3,7
Maschinenbau(c)	17,4	11,8	16,4	8,5	14,6	13,7
Nahrungs- und Genußmittelindustrie	1,9	2,8	1,4	1,5	3,7	2,3
Textil- und Bekleidungsindustrie	0,3	1,2	0,5	0,7	0,5	0,6
Kunststoff- und Gummiverarbeitung	1,8	2,6	2,0	3,7	1,2	2,3
Steine, Feinkeramik, Glas	1,1	2,7	1,3	1,6	1,3	1,6
Papier- und Druckindustrie	1,6	0,9	0,5	0,4	0,7	0,8
Holzindustrie	0,4	0,5	0,5	0,1	0,1	0,3
Übrige Industriezweige	1,6	2,8	4,6	0,9	2,9	2,6

(a) 1981. - (b) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (c) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: OECD [e]; National Science Foundation [1984]; Statistics Bureau [1984]; eigene Berechnungen.

privat finanzierten Forschungsaufwendungen (Werte oberhalb der Hauptdiagonalen in Tabelle 10) allesamt statistisch signifikant sind, während bei den staatlich finanzierten Forschungsaufwendungen nur in sechs von zehn Fällen signifikante Strukturähnlichkeiten nachweisbar sind (Werte

Tabelle 10 - Vergleich der Strukturen privat und staatlich finanzierter Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983 (a)

	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
Vereinigte Staaten	X	0,75*	0,83*	0,72*	0,90*
Japan	0,02	X	0,72*	0,62*	0,63*
Bundesrepublik	0,78*	0,41	X	0,85*	0,73*
Frankreich	0,87*	0,20	0,87*	X	0,78*
Vereinigtes Königreich	0,74*	0,35	0,85*	0,90*	X
Nationale Struktur privat und staatlich finanzierter Aufwendungen	0,52	0,79*	0,55	0,73*	0,92*

(a) Rangkorrelationskoeffizienten. Oberhalb der Hauptdiagonalen Werte für privatfinanzierte, unterhalb der Hauptdiagonalen Werte für staatlich finanzierte Aufwendungen. - *: Signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH. Wirtschaftszweige: Elektrotechnik; Chemische Industrie; Luft- und Raumfahrzeugbau; Straßenfahrzeugbau; Eisen- und Stahlindustrie; Metallwarenindustrie; Meß- und Regeltechnik; Maschinenbau; Textil- und Bekleidungsindustrie; Kunststoff- und Gummiverarbeitung.

Quelle: Tabellen 8 und 9; eigene Berechnungen.

unterhalb der Hauptdiagonalen in Tabelle 10). Ebenfalls für sechs von zehn Länderpaaren sind die absoluten Werte der Rangkorrelationskoeffizienten bei den privat finanzierten Aufwendungen größer als bei den staatlich finanzierten. Für alle fünf Länder zusammengenommen sind also die Strukturen der unternehmensfinanzierten Forschungsausgaben ähnlicher als die der staatlichen Forschungsförderung. Dies gilt allerdings nicht für die drei europäischen Länder; hier sind die Ähnlichkeiten bei der sektoralen Struktur der Staatsförderung in allen drei Fällen größer als bei der privat finanzierten Forschung. Innerhalb dieses Länderblocks gibt es also durchaus einen ausgeprägten Politikverbund, der die industriellen Forschungsaktivitäten in einen internationalen Gleichschritt bringt. Ein derartiges Parallelverhalten, das sich an den vermeintlichen

Engpässen von heute orientiert, birgt die Gefahr, in die Überkapazitäten von morgen zu führen [Zeppernick, 1985].

Rückschlüsse auf den Charakter der Technologiepolitiken erlauben schließlich auch die in der untersten Zeile von Tabelle 10 ausgewiesenen Ergebnisse, bei denen für jedes einzelne Land die Industriestruktur der privat und der öffentlich finanzierten Forschungsausgaben gegenübergestellt wird. Eine statistisch signifikante Übereinstimmung zeigt sich für Japan, Frankreich und das Vereinigte Königreich; die Mittelvergabe orientiert sich dort offenbar in hohem Maße an den Forschungsaktivitäten der Unternehmen. In den Vereinigten Staaten und der Bundesrepublik versucht der Staat dagegen in stärkerem Maße, eigene technologiepolitische Ziele durchzusetzen, das bedeutet es werden auch solche Branchen überdurchschnittlich gefördert, die von sich aus vergleichsweise wenig in die Forschung investieren.

Es gibt drei Bereiche, die in allen fünf Ländern gemeinsam stark subventioniert werden: die Luft- und Raumfahrt, die Mikroelektronik sowie die Kernenergie. In allen Ländern steht die Subventionierung der Forschung im Luftfahrzeugbau an erster Stelle, und auch die Elektrotechnik nimmt eine oberen Rang ein (Tabelle 11). Die Kernenergie dagegen ist im Branchenraster nicht so eindeutig zu identifizieren: An den Forschungssubventionen für diese Technologie sind neben dem Maschinenbau vor allem die Elektrotechnik, die Meß- und Regeltechnik sowie die Energiewirtschaft beteiligt.

Sowohl der Luft- und Raumfahrzeugbau als auch die Mikroelektronik und die Kernenergie sind durch hohe Fixkosten in der Forschungsphase gekennzeichnet. Die international identische Schwerpunktsetzung der Forschungssubventionen entspricht also durchaus den theoretisch begründeten Erwartungen, wie sie im zweiten Kapitel dargestellt wurden. Offenbar versprechen sich die Regierungen vom Subventionswettbewerb in diesen Bereichen Renteneinkommen auf Kosten des Auslands. Dabei wäre diese Hoffnung nicht einmal abwegig, wenn andere Länder nicht die gleichen Bereiche subventionieren würden. Doch Retorsionsmaßnahmen des Aus-

Tabelle 11 - Anteil staatlicher Projektfördermittel an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983 (vH)

Wirtschaftszweig	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich (a)
Industrie insgesamt	31,6	1,5	13,8	21,3	31,8
Elektrotechnik	37,2	1,1	24,6	26,1	45,6
Chemische Industrie (b)	4,8	0,9	4,8	4,5	1,2
Luft- und Raumfahrzeugbau	75,0	2,7	68,8	59,3	67,5
Straßenfahrzeugbau	10,5	0,0	1,6	2,6	3,8
Eisen- und Stahlindustrie	48,2	2,0	29,2	2,3	6,6
NE-Metallindustrie	9,6	1,5	13,0	3,1	7,4
Metallwarenindustrie	10,4	0,1	13,7	5,9	7,7
Meß- und Regeltechnik	14,6	0,2	12,7	14,3	4,1
Maschinenbau (c)	13,6	1,0	8,9	11,1	10,0
Nahrungs- und Genussmittelindustrie	2,9	0,3	3,9	1,8	3,4
Textil- und Bekleidungsindustrie	7,1	0,6	22,2	4,0	10,5
Kunststoff- und Gummiverarbeitung	34,8	0,1	6,1	0,6	2,7
Steine, Feinkeramik, Glas	8,8	1,3	10,1	2,2	3,6
Papier- und Druckindustrie	0,0	0,0	9,1	6,3	4,4
Holzindustrie	0,0	0,1	9,9	18,9	33,3
Übrige Industriezweige	3,8	20,1	8,2	4,7	2,4

(a) 1981. - (b) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (c) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: OECD [unveröff. Zahlenmaterial]; eigene Berechnungen.

lands sind bei einer Subventionierung fixkostenintensiver Industrien nahezu unausweichlich (vgl. S. 14).

So sind denn viele Länder in einen Wettlauf geraten, bei dem es für sie nichts zu gewinnen gibt. Sie werden sogar ärmer, da sich der erhoffte Ertrag der Subventionierung - die Abschöpfung von Innovationsrenten

auf Kosten des Auslands - nicht einstellen will. Die Subventionsgelder versickern in einer ineffizienten Allokation, die aus der Überinvestition in die Erforschung einzelner Bereiche resultiert (1). Aus dieser Lage führt nur ein Weg - der international koordinierte Subventionsabbau. Hier sollte die eigentliche Aufgabe einer grenzübergreifenden Zusammenarbeit im Rahmen der Technologiepolitik gesehen werden.

8. Die Weltmarktposition staatlich geförderter Industrien

Bisher ist vorrangig auf die absoluten Schwerpunkten der Technologiepolitik abgestellt worden. Dabei zeigte sich eine Konzentration aller Länder auf wenige Bereiche. Es gibt aber nicht nur Gemeinsamkeiten, sondern auch Unterschiede. Sie werden deutlich, wenn die absolute Verteilung der Fördermittel, wie sie in Tabelle 8 ausgewiesen ist, auf den internationalen Durchschnitt normiert wird (Tabelle 12). Folgende Strukturen werden dann erkennbar (2):

- In den Vereinigten Staaten ist der Anteil des Staates an der Finanzierung der Forschung außer im Luft- und Raumfahrzeugbau auch im Straßenfahrzeugbau sowie bei der Kunststoff- und Gummiverarbeitung, der Meß- und Regeltechnik sowie dem Maschinenbau höher als in den meisten anderen Ländern.
- In Japan hat die staatliche Projektförderung nahezu überall ein geringeres Gewicht als in anderen Ländern; relative Schwerpunkte lassen sich jedoch in der Eisen- und Stahlindustrie, in der NE-Metallindustrie, im Maschinenbau, bei Steinen, Feinkeramik und Glas sowie bei Nahrungs- und Genußmitteln ausmachen.

(1) Besonders deutlich wird die staatlich induzierte Allokationsverzerrung am Beispiel der Mikroelektronik: Der drastische Preisverfall bei Chips hängt ohne Zweifel auch mit der starken Subventionierung der Entwicklungskosten dieses Bereichs zusammen.

(2) Als nationale Spezialisierungsschwerpunkte wurden aus Tabelle 12 die jeweils fünf größten Werte der einzelnen Länderspalten herausgegriffen.

Tabelle 12 - Relative Spezialisierung der staatlichen Projektfördermittel nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983

Wirtschaftszweig	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich (a)
Industrie insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Elektrotechnik	79,8	65,4	116,3	94,9	144,0
Chemische Industrie (b)	41,1	205,4	150,0	89,3	12,5
Luft- und Raumfahrzeugbau	147,9	0,1	71,1	154,5	125,9
Straßenfahrzeugbau	214,3	7,1	135,7	100,0	42,9
Eisen- und Stahlindustrie	80,0	244,0	164,0	4,0	8,0
NE-Metallindustrie	33,3	300,0	116,7	16,7	16,7
Metallwarenindustrie	37,5	12,5	350,0	37,5	37,5
Meß- und Regeltechnik	253,8	46,2	130,8	61,5	15,4
Maschinenbau (c)	95,2	125,4	158,7	61,9	55,6
Nahrungs- und Genußmittelindustrie	33,3	200,0	100,0	33,3	100,0
Textil- und Bekleidungsindustrie	33,3	166,7	300,0	33,3	33,3
Kunststoff- und Gummiverarbeitung	350,0	16,7	133,3	16,7	16,7
Steine, Feinkeramik, Glas	28,6	328,6	128,6	14,3	14,3
Papier- und Druckindustrie	0,0	20,0	300,0	100,0	100,0
Holzindustrie	0,0	50,0	300,0	100,0	100,0
Übrige Industriezweige	1,0	470,7	26,3	2,0	2,0

(a) 1981. - (b) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (c) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: Tabelle 8; eigene Berechnungen.

- In der Bundesrepublik sind es die Chemische Industrie, die Nahrungs- und Genußmittelindustrie, die Eisen- und Stahlindustrie, die NE-Metallindustrie, der Maschinenbau sowie Steine, Feinkeramik und Glas, die durchweg mehr als andere Branchen von der Forschungsförderung profitieren.

- In Frankreich konzentriert sich die Technologiepolitik auf die Elektrotechnik, den Luft- und Raumfahrzeugbau, den Straßenfahrzeugbau, die Papier- und Druckindustrie sowie die Holzindustrie.
- Im Vereinigten Königreich liegen die relativen Schwerpunkte bei der Elektrotechnik, dem Luft- und Raumfahrzeugbau, der Nahrungs- und Genußmittelindustrie, der Papier- und Druckindustrie sowie der Holzindustrie.

Wird diese Übersicht der Staatsaktivitäten um die Informationen aus Tabelle 9 (1) über die Verteilung privat finanzierter Forschungsmittel ergänzt, so lassen sich für jedes der fünf untersuchten Länder die Schwerpunkte der gesamten industriellen Forschungsaktivitäten darstellen (Übersicht 2).

In dreizehn von insgesamt 37 Fällen sind dabei private und staatliche Mittel auf dieselbe Branche konzentriert; in allen anderen Fällen setzen die Unternehmen andere Akzente als der Staat. Diese Unterschiede in den sektoralen Schwerpunkten liefern den Ansatzpunkt für eine Beurteilung der Effizienz der staatlichen Projektförderung in den einzelnen Ländern.

Als Begründung für technologiepolitische Maßnahmen wird in allen Ländern immer wieder die Stärkung der Innovationsfähigkeit und der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Industrie genannt. Die Wirksamkeit derartiger Maßnahmen ist demnach nicht zuletzt an den Markterfolgen der geförderten Unternehmen zu messen, und zwar insbesondere an den Markterfolgen im Außenhandel. Das gilt um so mehr, als die forschungsintensiven Branchen in besonderem Maße in die internationale Arbeitsteilung eingebunden sind; ihre Im- und Exportquoten liegen durchweg über dem Industriedurchschnitt.

(1) Die Auswertung dieser Tabelle wird erleichtert, wenn auch hier die nationalen Strukturen mit dem internationalen Durchschnitt normiert werden. Die entsprechenden Zahlenwerte zeigt Tabelle A5. Die nationalen Schwerpunkte werden wiederum an den fünf jeweils größten Spaltenwerten identifiziert.

Übersicht 2 - Sektorale Schwerpunkte industrieller Forschungsaktivitäten: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983

	Sektorale Schwerpunkte der		
	privat	staatlich	privat und staatlich
	finanzierten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen		
Vereinigte Staaten	Papier und Druckindustrie Holzindustrie	Straßenfahrzeugbau Kunststoff und Gummiverarbeitung	Luft- und Raumfahrzeugbau Meß- und Regelmess-technik Maschinenbau
Japan	Textil- und Bekleidungsindustrie Holzindustrie	Chemische Industrie Nahrungs- und Genußmittelindustrie	Eisen- und Stahlindustrie NE-Metallindustrie Steine, Feinkeramik, Glas
Bundesrepublik	Chemische Industrie Straßenfahrzeugbau Maschinenbau	Eisen- und Stahlindustrie Textil- und Bekleidungsindustrie Papier- und Druckindustrie	Metallwarenindustrie Holzindustrie
Frankreich	NE-Metallindustrie Textil- und Bekleidungsindustrie Kunststoff- und Gummiverarbeitung	Elektrotechnik Papier- und Druckindustrie Holzindustrie	Luft- und Raumfahrzeugbau Straßenfahrzeugbau
Vereinigtes Königreich	Chemische Industrie Maschinenbau	Papier- und Druckindustrie Holzindustrie	Elektrotechnik Luft- und Raumfahrzeugbau Nahrungs- und Genußmittelindustrie

Quelle: Tabellen 12 und A5; eigene Zusammenstellung.

Da die Außenhandelsstatistiken nach Gütergruppen gegliedert sind, muß eine Zuordnung nach Wirtschaftszweigen vorgenommen werden. Der für diese Zwecke entwickelte Zuordnungsschlüssel ist in Tabelle A6 wiedergegeben. Dabei sind gewisse Unschärfen unvermeidbar, die sich etwa ergeben, wenn eine einzelne Gütergruppe Erzeugnisse umfaßt, die von mehr als einem Wirtschaftszweig produziert werden. Als Orientierungshilfe wurde ein von den UN [1971] herausgegebener Zurechnungsschlüssel benutzt.

Tabelle 13 - Kennziffern zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit (a) nach Wirtschaftszeigen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983

Wirtschaftszweig	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
Industrie insgesamt	0	0	0	0	0
Elektrotechnik	- 25	142	9	233	-224
Chemische Industrie (b)	7	-140	- 18	- 13	54
Luft- und Raumfahrzeugbau	173	-311	- 48	34	81
Straßenfahrzeugbau	- 63	287	92	19	-246
Eisen- und Stahlindustrie	90	127	18	23	38
NE-Metallindustrie	120	-197	- 35	- 46	13
Metallwarenindustrie	15	4	-208	22	54
Meß- und Regeltechnik	53	36	-201	- 24	24
Maschinenbau (c)	74	98	66	- 16	41
Nahrungs- und Genußmittelindustrie	- 17	-311	- 60	3	- 17
Textil- und Bekleidungsindustrie	-107	-315	- 78	- 42	- 32
Kunststoff- und Gummiverarbeitung	- 24	79	67	28	29
Steine, Feinkeramik, Glas	- 50	77	3	16	38
Papier- und Druckindustrie	0	-135	203	- 60	- 53
Holzindustrie	- 90	-278	- 52	- 71	-138

(a) RCA-Werte (Erläuterung im Text). - (b) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (c) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: OECD [k]; eigene Berechnungen.

Die Ergebnisse einer Außenhandelsanalyse für das Jahr 1983 - dem bislang letzten Jahr, für das auch detaillierte Informationen über die Forschungsaufwendungen vorliegen - zeigt Tabelle 13. Dabei wurde die internationale Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Branchen an normierten Export-Importquoten gemessen. Dies Konzept des "revealed comparative advantage" (RCA) geht zurück auf Balassa [1965]. Um die statistischen Eigenschaften der Meßziffer zu verbessern, wird allerdings nicht die

ursprüngliche, sondern eine logarithmierte Form verwendet [Heitger, 1979, S. 17]:

$$RCA_{ij} = \ln (x_{ij}/m_{ij} : X_j/M_j) \cdot 100$$

mit x_{ij} und m_{ij} als Exporte und Importe der Branche i des Landes j sowie X_j und M_j als Exporte und Importe der gesamten Industrie des Landes j .

Um die Zusammenhänge zwischen Forschungsaufwendungen und Wettbewerbsfähigkeit zu verdeutlichen, werden die Kennziffern aus Tabelle 13 in drei Kategorien eingeordnet: RCA-Werte, die zwischen +20 und -20 liegen, sind als durchschnittlich klassifiziert. Über diese Marge hinausgehende RCA-Werte werden als hoch, dahinter zurückbleibende als niedrig eingestuft. In der Übersicht 3 sind die entsprechenden Bewertungen für die in Übersicht 2 verzeichneten Branchen wiedergegeben.

Die Ergebnisse legen den Schluß nahe, daß die staatliche Projektförderung nicht dazu beiträgt, eine starke Weltmarktposition zu erreichen: Nur in zwei der zwölf Fälle, bei denen die Technologiepolitik autonome Schwerpunkte setzt, sind überdurchschnittliche RCA-Werte zu verzeichnen; in neun Fällen sind sie sogar unterdurchschnittlich. Ausgeglichen ist das Bild bei den Schwerpunkten privater Forschungsaufwendungen; hier stehen fünf überdurchschnittliche Fälle fünf unterdurchschnittlichen gegenüber. Die gemeinsame Konzentration der privat und staatlich finanzierten Forschungsaufwendungen schließlich geht in der Mehrzahl der Fälle mit überdurchschnittlichen RCA-Werten einher.

Soweit die Position auf den Weltmärkten als Gradmesser für die Effizienz der eingesetzten Forschungsmittel angesehen werden kann, scheint die direkte Forschungsförderung also in keinem der untersuchten Industrieländer sehr erfolgreich gewesen zu sein (1). Selbst Japan, dem immer

(1) In einer Untersuchung für die Vereinigten Staaten kommt Griliches [1986] zu dem Ergebnis, daß die staatlichen Forschungsmittel auch im Hinblick auf die Produktivitätsentwicklung in den geförderten Unternehmen nicht sonderlich effizient sind.

Übersicht 3 - Weltmarktposition und sektorale Konzentration der Forschung: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983

	Internationale Wettbewerbsposition(a) in Industriezweigen mit vergleichsweise hohen		
	privat	staatlich	privat und staatlich
	finanzierten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen		
Vereinigte Staaten	0 -	- -	+ + +
Japan	- -	- -	+ - +
Bundesrepublik	0 + +	0 - +	- - -
Frankreich	- - +	+ - -	+ 0 0
Vereinigtes Königreich	+ +	- -	- + 0

(a) RCA-Werte (Erläuterung im Text, S. 52 f.). Die Wettbewerbsposition der einzelnen Branchen ist wie folgt bewertet: +: RCA-Werte größer als +20; 0: RCA-Werte zwischen +20 und -20; -: RCA-Werte kleiner als -20.

Quelle: Übersicht 2; Tabelle 13; eigene Zusammenstellung.

wieder eine besonders effiziente Technologiepolitik nachgesagt wird, hat etwa in der Chemischen Industrie sowie der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, auf die sich die direkte staatliche Projektförderung konzentriert, stark negative RCA-Werte zu verzeichnen. In der Bundesrepublik ist es die Textil- und Bekleidungsindustrie, die trotz überdurchschnittlicher Forschungsförderung nur eine unterdurchschnittliche internationale Wettbewerbsfähigkeit aufweist. Erfolge bei der Vermarktung neuer tech-

nologieintensiver Produkte lassen sich offenbar auch durch massiven Mitteleinsatz des Staates nicht erzwingen.

9. Fazit

Insgesamt haben die Analysen in diesem Kapitel gezeigt,

- daß die Strategie einer indirekten Forschungsförderung, wie sie etwa in Japan verfolgt wird, größere Markterfolge verspricht als die in anderen Ländern bevorzugte direkte Projektförderung.
- daß die direkte Projektförderung in den führenden Industrieländern tendenziell übereinstimmende Schwerpunkte setzt und daß es weltweit die gleichen (fixkostenintensiven) Industrien sind, auf die sich der internationale Subventionswettbewerb konzentriert;
- daß die Projektförderung nicht sehr effizient gewesen ist, da durch den Einsatz von Forschungssubventionen weder die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität nachhaltig gesteigert noch in den besonders geförderten Industrien überdurchschnittliche Weltmarktpositionen erreicht werden konnten.

In den folgenden beiden Kapiteln wird den Ursachen für die geringen Erfolge einer staatlichen Finanzierung von Forschung und Entwicklung in Unternehmen nachgegangen. Dabei steht im vierten Kapitel die Frage im Vordergrund, inwieweit die Bedeutung der nationalen Forschungsintensitäten für die Weltmarktposition durch neue Formen der internationalen Arbeitsteilung verändert worden ist, während im fünften Kapitel auf die unterschiedliche Effizienz verschiedener Instrumente der Forschungsförderung eingegangen wird.

IV. Nationale Politik und internationale Unternehmen: Technisches Wissen wird mobil

Die internationale Handelsverflechtung der Industrieländer ist enger geworden. Die Exporte der OECD-Länder machen mittlerweile im Durchschnitt rund 20 vH ihres Sozialprodukts aus; 1970 waren es weniger als 15 vH. Die Exportquote der Bundesrepublik ist im gleichen Zeitraum sogar von 20 auf 30 vH gestiegen. Da zudem das Gewicht forschungsintensiver Güter im Welthandel zugenommen hat, dürfte der in den Handelsströmen inkorporierte Wissensaustausch noch rascher expandiert haben.

Auch der internationale Handel mit Patenten und Lizenzen hat merklich zugenommen. So ist der Patent- und Lizenzverkehr der Vereinigten Staaten mit dem Ausland gegenüber 1970 auf das Vierfache [Börnsen et al., 1985, S. 44] und der der Bundesrepublik immerhin fast auf das Dreifache gestiegen [Deutsche Bundesbank, 1986].

Überdies haben weitere Formen des internationalen Technologietransfers rasch an Bedeutung gewonnen: der direkte Austausch von Lizenzen (cross-licensing) (1) sowie nicht zuletzt technologieorientierte Direktinvestitionen.

Der internationale Technologietransfer wird vorrangig innerhalb multinationaler Unternehmen abgewickelt. So entfielen 1983 rund vier Fünftel der deutschen Ausgaben aus Patenten und Lizenzen auf die Zahlungen inländischer Tochtergesellschaften an ihre ausländischen Zentralen [Deutsche Bundesbank, 1986]. In den Vereinigten Staaten sind die Einnahmen aus Patenten und Lizenzen zu rund 80 vH und die entsprechenden Ausgaben zu rund 40 vH auf multinationale Unternehmen konzentriert [Börnsen et al., 1985, S. 44]. Die internationalen Ströme beim direkten Lizenztausch sind statistisch nicht dokumentiert, doch es ist zu vermuten, daß auch dort multinationale Unternehmen dominieren.

(1) In den Patent- und Lizenzbilanzen, die im Rahmen der Zahlungsbilanzstatistiken erfaßt werden, sind unentgeltliche Lizenzvergaben nicht enthalten.

Tabelle 14 - Transfer von 406 Innovationen von 57 amerikanischen Muttergesellschaften an ausländische Tochtergesellschaften 1945-1975

Innovationszeitraum	Zahl der Innovationen insgesamt	Diffusionsrate nach 3 Jahren (a) (vH)
1945	34	23,5
1946-1950	79	26,6
1951-1955	57	12,3
1956-1960	75	37,3
1961-1965	63	44,4
1966-1970	64	45,4
1971-1975	34	64,4

(a) Anteil der Innovationen, die innerhalb von 3 Jahren an die ausländischen Tochtergesellschaften transferiert wurden.

Quelle: Berechnet nach Vernon, Davidson [1979, S. 38].

Die Beschleunigung des Technologietransfers zeigt sich ebenfalls bei der Diffusion von Innovationen innerhalb multinationaler Unternehmen. Entsprechende Untersuchungen haben ergeben, daß von den Muttergesellschaften in den Markt eingeführte technische Neuerungen heute sehr viel rascher als früher von den ausländischen Tochtergesellschaften adaptiert werden. Das in Tabelle 14 zusammengestellte Zahlenmaterial reicht zwar nur bis in die siebziger Jahre, doch der deutlich ansteigende Trend dürfte sich fortgesetzt haben.

Trotz ihrer wachsenden Bedeutung im Welthandel spielen multinationale Unternehmen im Kalkül der praktizierten Technologiepolitik bislang kaum eine Rolle. Ihr wichtigstes Betätigungsfeld wird immer noch in arbeitsintensiven Bereichen gesehen, wo sie standardisierte Produktionen von den Industrieländern zu kostengünstigeren Standorten verlagern. Im Hochtechnologiebereich dagegen gelten zumeist die Forschungsaktivitäten innerhalb eines Landes als ausschlaggebend für die Spezialisierung in der Produktion. Dieses Bild wird der Realität immer weniger gerecht.

1. Zwei Hypothesen zur internationalen Spezialisierung im Hochtechnologiebereich

Um die Konsequenzen internationaler Kapitalverflechtungen für die Technologiepolitik aufzeigen zu können, erscheint es notwendig, auf die Bestimmungsgründe der Arbeitsteilung im Hochtechnologiebereich näher einzugehen. Zur Erklärung der beobachteten Spezialisierungsmuster kommen vor allem zwei Hypothesen in Betracht, die Produktzyklus-Hypothese und die Technologietransfer-Hypothese, deren Formulierungen jeweils auf Raymond Vernon zurückgehen:

- Nach der Produktzyklus-Hypothese liegen die komparativen Vorteile der Industrieländer sowohl bei der Entwicklung neuer Technologien als auch bei der Produktion forschungsintensiver Güter [Vernon, 1966].
- Nach der Technologietransfer-Hypothese wird der internationale Handel mit forschungsintensiven Produkten zunehmend ersetzt durch den Austausch von technischem Wissen; Forschungsaktivitäten und die Produktion technologisch hochwertiger Güter finden nicht mehr unbedingt am gleichen Standort statt [Vernon, 1979].

Der Produktzyklus-Hypothese zufolge beruht das überdurchschnittliche Einkommensniveau hochentwickelter Industrieländer vorrangig auf Innovationsrenten, die sich im Handel mit neuartigen (Produktzyklus-)Gütern erzielen lassen. Mit zunehmender Standardisierung nehmen die Innovationsrenten ab, und die Produktionsstandorte müssen in weniger entwickelte Länder mit niedrigerem Lohnniveau ausgelagert werden. Wenn die Industrieländer nicht ständig neue Produkte entwickeln, wird ihr Einkommen zurückgehen - sowohl in Relation zu den weniger entwickelten Ländern als auch absolut (1).

Eine notwendige Bedingung für die Tragfähigkeit dieses Ansatzes ist die begrenzte Möglichkeit zum Wissenstransfer in weniger entwickelte Länder. Denn nur ein vergleichsweise immobilere Produktionsfaktor kann einen

(1) Eine sehr klare Darstellung dieses Modells bietet Krugman [1979]; vgl. auch Hirsch [1974] und Hirsch, Bijaoui [1985].

dauerhaften komparativen Vorteil eines Landes in der internationalen Arbeitsteilung begründen (1).

Zwei Ursachen für die Immobilität technischen Wissens sind zu unterscheiden:

- Zum einen kann die Entstehung von technischem Know-how komplementär verknüpft sein mit dem Einsatz qualifizierter Arbeitskräfte in der Produktion. Das ist überall dort der Fall, wo Forschung und Entwicklung nicht im Labor, sondern unmittelbar an der Werkbank stattfinden. Die Immobilität des technischen Wissens ist hier eine Folge der Immobilität der Ingenieure und Facharbeiter.
- Zum anderen können die Kosten der Wissensübertragung derart hoch sein, daß die bei einer Standortverlagerung der Produktion anfallenden Informations- und Kommunikationskosten den Lohnkostenvorteil weniger entwickelter Länder überkompensieren.

Bei dem letzten Argument setzt die Technologietransfer-Hypothese an: Nachdem die technologische Entwicklung im Bereich der Mikroelektronik zu einer drastischen Reduzierung der Informationskosten geführt hat, sei es heute sehr viel einfacher und billiger als früher, Betriebsstätten im Ausland zu unterhalten und auch bei technisch anspruchsvollen Produktionsverfahren internationale Kostenunterschiede durch Direktinvestitionen zu nutzen (2). Hohe Forschungsaufwendungen seien daher keine Garantie für eine starke Weltmarktsposition im Handel mit den entsprechenden Gütern.

-
- (1) Das wurde besonders deutlich bei der Diskussion um das Leontief-Paradoxon. Leontief [1956] hatte festgestellt, daß die relativ sachkapitalreichen Vereinigten Staaten komparative Vorteile beim Export von arbeitsintensiven Gütern aufweisen. Diese Beobachtung wird heute zumeist mit dem Spezialisierungsvorteil amerikanischer Unternehmen bei humankapitalintensiven Gütern erklärt; das vermeintlich Paradoxe an Leontiefs Beobachtung ist demnach der mangelnden Unterscheidung zwischen einfacher und qualifizierter Arbeit zuzuschreiben. Nicht das international mobile Sachkapital, sondern die reichliche Ausstattung mit international weitgehend immobilien qualifizierten Arbeitskräften dürfte somit ausschlaggebend für die Wettbewerbsvorteile der amerikanischen Wirtschaft sein [vgl. z.B. Hirsch, 1977].
- (2) Über den Aufsatz von Vernon [1979] hinaus vgl. vor allem Krugman [1983], Helpman [1984], Vernon [1982] und Giddy [1978].

Sowohl die Produktzyklus-Hypothese als auch die Technologietransfer-Hypothese gehen davon aus, daß die Arbeiten zur Erforschung und Entwicklung neuer Technologien in hochentwickelten Industrieländern konzentriert bleiben. Dies steht im Einklang mit der empirischen Beobachtung, daß 86 vH der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen im OECD-Raum allein auf fünf Länder entfallen, und zwar auf die Vereinigten Staaten (45 vH), Japan (17 vH), die Bundesrepublik (10 vH) sowie Frankreich und das Vereinigte Königreich (je 7 vH) (1).

Nach der Produktzyklus-Hypothese wäre zu erwarten, daß der Export von forschungsintensiven Gütern regional ähnlich stark konzentriert ist, während nach der Technologietransfer-Hypothese keine ausgeprägte Konzentration der Exporte hochentwickelter Industrieländer auf forschungsintensive Produkte zu vermuten ist. Tatsächlich bestreiten die fünf genannten Länder rund 70 vH der OECD-Exporte forschungsintensiver Güter (2), während ihr Anteil am Gesamtexport der OECD rund 50 vH ausmacht. Weder die Produktzyklus-Hypothese noch die Technologietransfer-Hypothese allein können somit ausschließliche Gültigkeit für sich beanspruchen. Offenbar gibt es branchenspezifische Unterschiede bei der internationalen Arbeitsteilung im Hochtechnologiebereich.

2. Das sektorale Muster im internationalen Technologietransfer

Aufgrund der vorangegangenen Überlegungen ist folgendes sektorale Muster der Organisation von Forschung und Produktion zu erwarten:

- In jenen Branchen, bei denen technische Neuerungen in engem Kontakt mit der Fertigung entwickelt werden und nicht im separaten Labor entstehen, sind Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten untrennbar mit dem Produktionsprozeß verknüpft. Eine Auslagerung von Produktionstätigkeiten in ausländische Tochtergesellschaften ist hier kaum durchführbar. Typisch dafür sind kleine Losgrößen und ein hoher Anteil

(1) Angaben für 1983 nach OECD [g].

(2) Vgl. Tabelle A7. Zur Abgrenzung forschungsintensiver Güter in der Außenhandelsstatistik vgl. Tabelle A2.

von Ingenieuren am Forschungspersonal. Diese Beschreibung dürfte etwa für den Maschinenbau oder die Meß- und Regeltechnik zutreffen.

- Dort, wo nicht nur hohe Forschungsaufwendungen anfallen, sondern auch erhebliche Fixkosten in der Produktion vorliegen, wäre die internationale Aufspaltung von Produktionsstätten mit hohen Kosten verbunden, da sie eine Ausnutzung von Skalenerträgen behindern würde. Auch hier kommen Direktinvestitionen im Ausland kaum in Betracht. Derartige Bedingungen sind etwa im Luftfahrzeugbau gegeben.
- Eine Konzentration der Forschungsarbeiten im Labor und hohe Losgrößen in der Produktion ermöglichen die räumliche Trennung von Forschung und Produktion. Die Forschungsaufwendungen stellen hier zwar unternehmensspezifische, aber keine betriebspezifischen Fixkosten dar. Das macht es möglich, die Forschungslabors bei den Muttergesellschaften in hochentwickelten Industrieländern anzusiedeln und die Produktionsbetriebe an kostengünstigere Standorte auszulagern. Für eine derartige Strategie kommen etwa die Chemische Industrie oder die Herstellung von mikroelektronischen Geräten in Betracht.

In den beiden erstgenannten Fällen dürfte die internationale Arbeitsteilung nach wie vor zutreffend durch die Produktzyklus-Hypothese beschrieben werden; im letztgenannten Fall ist wegen trendmäßig sinkender Informations- und Kommunikationskosten mit einer zunehmenden Bedeutung der Technologietransfer-Hypothese zu rechnen.

Die Kategorien, denen die fünf genannten Industriezweige - Maschinenbau, Meß- und Regeltechnik, Luftfahrzeugbau, Chemische Industrie, Mikroelektronik - zugeordnet wurden, dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß es immer wieder Unternehmen geben wird, die aus diesem Erklärungsmuster herausfallen. Dennoch erscheint es angebracht, nach empirischen Hinweisen zu suchen, mit denen sich die Argumente in den Grundzügen auf ihre Realitätsnähe überprüfen lassen.

Systematische Informationen über die Verknüpfung von Forschung und Produktion bei multinationalen Unternehmen sind rar. Statistiken internationaler Organisationen beschränken sich zumeist auf Angaben über Tochtergesellschaften multinationaler Unternehmen, während entspre-

chende Angaben für die dazugehörigen Muttergesellschaften fehlen [vgl. z.B. OECD, i; UN, 1983]. Ein vollständigeres Bild vermitteln in der Regel die Geschäftsberichte der einzelnen Unternehmen. Eine Auswertung des hierin enthaltenen Materials wurde von Dunning und Pearce [1985] für die 792 umsatzstärksten Unternehmen der Welt vorgenommen. Zur Identifizierung dieser Unternehmen konnten die Autoren auf die jährlichen Veröffentlichungen der Zeitschrift "Fortune" zurückgreifen; für Detailinformationen wurden Geschäftsberichte benutzt. Auch wenn die von Dunning und Pearce vorgelegten Statistiken nur die obere Spitze der Großunternehmen abdecken, können sie aufgrund des Umfangs der dargestellten Sachverhalte einen hinreichenden Eindruck von den Aktivitäten multinationaler Unternehmen geben.

Zur Überprüfung der Produktzyklus- und der Technologietransfer-Hypothese sind Informationen über den Anteil ausländischer Tochtergesellschaften am Konzernumsatz sowie über die Exportaktivitäten der Muttergesellschaften relevant (Tabelle 15). Die Relation dieser beiden Kennziffern zueinander in forschungsintensiven Industriezweigen kann als Maß für das relative Gewicht des Technologietransfers durch internationale Produktionsverflechtungen gegenüber dem indirekten Technologietransfer durch Handelsverflechtungen bei forschungsintensiven Gütern interpretiert werden.

Bei drei der acht aufgeführten forschungsintensiven Wirtschaftszweige liegt diese Kennziffer deutlich über dem Durchschnitt, und zwar bei den beiden Untergruppen der Chemischen Industrie sowie bei der Herstellung von Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräten. In den übrigen fünf Branchen - vor allem im Luftfahrzeugbau - spielt der Umsatz ausländischer Tochtergesellschaften nur eine untergeordnete Rolle; hier dominiert demnach immer noch eine internationale Arbeitsteilung nach der Produktzyklus-Hypothese.

Demnach zeigt sich, daß die internationale Kapitalverflechtung auch vor forschungsintensiven Produktionsbereichen nicht haltgemacht hat. Die hier erfaßten Unternehmen wickeln bereits knapp ein Viertel ihres Umsatzes über ausländische Tochtergesellschaften ab. Die Situation in der Mikroelektronik, wo neue Endgeräte häufig bereits unmittelbar mit der

Tabelle 15 - Umsatzanteil ausländischer Tochtergesellschaften und Exportquoten der Muttergesellschaften in Großunternehmen 1982 (vH)

Wirtschaftszweig	Umsatzanteil ausländischer Tochtergesellschaften (a)	Exportquoten der Muttergesellschaften (b)	Relation von Umsatzanteilen zu Exportquoten
Insgesamt (c)	24,4	27,3	89,4
Chemische Konsumgüter und Pharmazeutika	41,3	11,5	359,1
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte	32,6	15,3	213,1
Chemische Grundstoffe	27,9	26,1	106,9
Elektrotechnik	23,3	26,0	89,6
Meß- und Regeltechnik	23,5	30,5	77,0
Maschinenbau	22,8	29,9	76,3
Straßenfahrzeugbau	21,8	32,0	68,1
Luftfahrzeugbau	8,0	31,0	25,8

(a) Umsatz ausländischer Tochtergesellschaften in Relation zum Konzernumsatz. -
 (b) Export der Muttergesellschaften in Relation zum Umsatz der Muttergesellschaften. - (c) Die Daten basieren auf Angaben der 223 umsatzstärksten Unternehmen der Welt in den genannten Wirtschaftszweigen.

Quelle: Dunning, Pearce [1985, S. 249]; eigene Berechnungen.

Markteinführung in südostasiatischen Schwellenländern produziert werden, während die Forschungszentralen sowie die Chipherstellung in den Industrieländern angesiedelt bleiben, dürfte zukünftig eher die Regel als die Ausnahme sein.

Die "Papierform" des internationalen Technologietransfers - der Handel mit Patenten und Lizenzen - zeigt die gleiche sektorale Struktur wie die internationalen Produktionsverflechtungen: Sowohl auf der Einnahmenseite als auch auf der Ausgabenseite konzentrieren sich die Zahlungen auf die Chemische Industrie sowie auf die Elektrotechnik einschließlich Datenverarbeitungsgeräte, während andere forschungsintensive Wirtschaftszweige hier kaum ins Gewicht fallen (Tabelle 16). Bei der Dominanz multinationaler Unternehmen im internationalen Lizenzverkehr kann dieses Ergebnis nicht überraschen [vgl. auch Kiera, 1977; Horn, 1983].

Tabelle 16 - Einnahmen und Ausgaben deutscher Unternehmen im internationalen Lizenzverkehr 1985 (vH)

Wirtschaftszweig	Einnahmen	Ausgaben
Unternehmen insgesamt	100,0	100,0
Chemische Industrie, Mineralölverarbeitung	43,3	22,9
Metallerzeugung und -bearbeitung	0,9	2,1
Maschinenbau	9,2	5,9
Fahrzeugbau	14,1	0,9
Elektrotechnik, Daten- verarbeitungsgeräte	18,8	37,3
Feinmechanik und Optik, Herstellung von EBM-Waren	1,7	2,2
Nahrungs- und Genuß- mittelgewerbe	3,1	7,1
Übriges Verarbeitendes Gewerbe	3,5	4,4
Sonstige Wirtschafts- zweige	5,3	16,8

Quelle: Deutsche Bundesbank [1986].

Aufgrund des technischen Fortschritts im Informations- und Kommunikationsbereich sowie aufgrund des wachsenden Angebots qualifizierter Arbeitskräfte in den Schwellenländern dürfte die Bedeutung des Technologietransfers durch multinationale Unternehmen weiter steigen. Ob und inwieweit sich dies auf die Wettbewerbsposition der Industrieländer im Hochtechnologiebereich auswirkt, soll im folgenden untersucht werden.

3. Forschungsaufwand und internationale Wettbewerbsfähigkeit

Nach der Technologietransfer-Hypothese sind hohe Forschungsaufwendungen eines Landes nicht notwendig mit einer starken Weltmarktposition beim Handel mit forschungsintensiven Gütern verknüpft. Dort, wo For-

schung und Produktion ohne wesentliche Effizienzverluste räumlich voneinander getrennt werden können, dürfte die Wahl der Produktionsstandorte weitgehend unabhängig von den Standorten der Forschungslabors erfolgen. Dort hingegen, wo Führungsvorteile zwischen Forschung und Produktion eine größere Rolle spielen, dürfte die internationale Spezialisierung im Handel der Spezialisierung in der Forschung folgen.

Einen Ansatzpunkt für die empirische Überprüfung dieser Argumentation bieten die branchenspezifischen Unterschiede bei den Komplementaritäten zwischen Forschung und Produktion: In jenen Branchen, bei denen der internationale Handel nach der Produktzyklus-Hypothese abläuft, ist mit einer engen Beziehung zwischen Forschungsaktivitäten und Wettbewerbsfähigkeit zu rechnen; in Branchen, bei denen eher die Bedingungen der Technologietransfer-Hypothese zutreffen, dürfte diese Beziehung hingegen nur locker sein (vgl. S. 60 ff.).

Als Meßziffer für die Struktur der Forschungsaktivitäten wird hier die prozentuale Aufteilung der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach Industriezweigen herangezogen (Tabelle A8). Die sektorale Wettbewerbsposition im internationalen Handel wird wiederum nach dem Konzept des RCA gemessen (vgl. S. 52 ff.).

Für die Spezialisierungsmeßziffern bei der Forschung und beim internationalen Handel wurde eine Korrelationsrechnung als kombinierte Zeitreihen-Querschnittsanalyse durchgeführt (pooled sample). Für die jeweilige Branche dienen dabei die Kennziffern jedes einzelnen Landes in jedem einzelnen Jahr als Beobachtungen. In die Analyse wurden Daten für die sechs forschungsintensivsten Industriezweigen im Zeitraum von 1971-1983 aufgenommen. Zum Zahlenmaterial vgl. die Tabellen A6, A7 und A8.

Die Korrelationskoeffizienten zeigen, daß für vier der untersuchten sechs Branchen eine hohe Forschungsintensität mit einer hohen internationalen Wettbewerbsfähigkeit einhergeht und umgekehrt. Besonders ausgeprägt ist dieser Zusammenhang für den Luftfahrzeugbau, doch auch für die Meß- und Regeltechnik, den Maschinenbau sowie den Straßenfahrzeugbau

Tabelle 17 - Korrelation der Struktur der Forschungsaufwendungen (a) mit der Position im internationalen Handel (b) nach Wirtschaftszweigen 1971-1983

Wirtschaftszweig	Korrelationskoeffizient	F-Wert	N
Chemische Industrie(c)	-0,31	3,23	32
Elektrotechnik	0,16	0,82	32
Meß- und Regeltechnik	0,51	10,57*	32
Maschinenbau(d)	0,47	8,32*	32
Straßenfahrzeugbau	0,53	42,02*	32
Luftfahrzeugbau	0,79	42,05*	28

(a) Anteil der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in der jeweiligen Branche an den gesamten industriellen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen. - (b) RCA-Wert (Erläuterung im Text, S. 52 f.). - (c) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (d) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten. - * Signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH.

Quelle: Tabellen A8 und A9; eigene Berechnungen.

ergeben sich statistisch signifikante Resultate (Tabelle 17) (1). Bei den übrigen Branchen sind Exporterfolge und Forschungsaktivitäten statistisch gesehen unabhängig voneinander; hier wird also die Produktzyklus-Hypothese falsifiziert.

Insgesamt stützen die Korrelationsrechnungen durchaus die theoretischen Überlegungen: In einigen forschungsintensiven Branchen wird das Muster der internationalen Arbeitsteilung nach wie vor durch die Produktzyklus-Hypothese zutreffend beschrieben, in anderen ist die Technologietransfer-Hypothese zumindest nicht von der Hand zu weisen. Allerdings kommt der Einordnung der Branchen, wie sie hier vorgenommen wurde, eine vorwiegend illustrative Funktion zu. Die sektorale Unterglie-

(1) Beim Luftfahrzeugbau sind in den Jahren von 1971 bis 1977 keine Angaben für Japan verfügbar. Die Zahl der Beobachtungen ist daher geringer als bei den übrigen Branchen.

derung ist zu grob, um als Grundlage einer eindeutigen Kategorisierung dienen zu können.

4. Fazit

Eine hohe Forschungsintensität ist offenbar kein sicherer Garant für eine hohe Wettbewerbsfähigkeit im Handel mit forschungsintensiven Gütern mehr. Eine Technologiepolitik, die sich die Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit heimischer Unternehmen zum Ziel setzt, wird in jenen Bereichen, die durch einen regen internationalen Technologietransfer gekennzeichnet sind, nur wenig Aussichten auf Erfolg haben. Es mehren sich die Fälle, in denen die Subventionierung der Forschung keinen ausschlaggebenden Einfluß auf die Entscheidungen der Unternehmen bei der Wahl der Produktionsstandorte hat. Durch den Einsatz technologiepolitischer Instrumente werden dann allenfalls heimische Arbeitsplätze in der Forschung selbst begünstigt, nicht dagegen in der Produktion forschungsintensiver Güter.

Bisher haben sich allerdings weder Vernon noch anderen Vertreter der Technologietransfer-Hypothese eindeutig dazu geäußert, wodurch das Muster der internationalen Arbeitsteilung bei der Produktion forschungsintensiver Güter bestimmt wird, wenn die Produktzyklus-Hypothese nicht mehr gilt. Einige Hinweise darauf könnte der Rückgriff auf die Diskussion um das Heckscher-Ohlin-Modell des internationalen Handels bieten: In diesem Modell bestimmt die relative Ausstattung der Länder mit Sachkapital und Arbeitskräften die Güterstruktur der Exporte und Importe (Faktorproportionen-Theorem). Es war bereits darauf verwiesen worden (S. 58 f.), daß diese Erklärung der internationalen Handelsströme mittlerweile durch das Leontief-Paradoxon relativiert worden ist. Das Faktorproportionen-Theorem führt offenbar in die Irre, wenn es nicht nur auf vergleichsweise immobile Produktionsfaktoren (Arbeitskräfte verschiedener Qualifikationsstufen), sondern auch auf international mobile Produktionsfaktoren (bei Leontief: Sachkapital) bezogen wird.

In Analogie zum Leontief-Paradoxon dürfte gelten: Wenn technisches Wissen international mobil wird, geht die Bedeutung der Forschungsaktivitäten für die Spezialisierung bei der Produktion forschungsintensiver Güter zurück. Stattdessen rückt der immobile Produktionsfaktor Arbeit wieder in den Vordergrund. Die Standorte für die Produktion werden in Zukunft vermutlich verstärkt danach ausgewählt, in welchem Maße qualifizierte und weniger qualifizierte Arbeitskräfte benötigt werden und wie die Regionen mit solchen Arbeitskräften ausgestattet sind.

Nicht nur eine hohe Forschungsintensität, sondern auch eine hohe Humankapitalintensität in der Produktion werden demnach in Zukunft das Exportsortiment hochentwickelter Industrieländer kennzeichnen. Eine Wirtschaftspolitik, die dazu beitragen will, hohe Pro-Kopf-Einkommen zu sichern, sollte daher stärker auf die Bildung von Humankapital abzielen als auf die Subventionierung der Forschung. In diesem Sinne ist eine gute Bildungspolitik eine lohnende Alternative zur Technologiepolitik [vgl. auch Schmidt, 1984].

Ansatzpunkte für eine kritische Überprüfung der praktizierten Technologiepolitik bieten allerdings nicht nur ihre außenhandelstheoretischen Grundlagen, sondern auch ihre instrumentale Ausgestaltung. Um eine Beurteilung der direkten Projektförderung bei industriellen Großprojekten geht es im nächsten Kapitel.

V. Instrumente der Technologiepolitik: Schlechte Erfahrungen mit Großprojekten

Industrieforschung heute ist die systematische Suche nach den Techniken von morgen, bei der es - mehr als bei jeder anderen unternehmerischen Aktivität - darauf ankommt, alle relevanten Informationen zu nutzen und die Planung fortlaufend an veränderte Gegebenheiten anzupassen. Wer seine Projekte nur am grünen Tisch konzipiert und ohne Rücksicht auf die Aktivitäten der Konkurrenz, auf die Kostenentwicklungen oder auf Strukturänderungen bei der Nachfrage durchzieht, wird spätestens dann das Nachsehen haben, wenn es um die kommerzielle Verwertung der Innovationen geht.

Man kann davon ausgehen, daß die für eine optimale Steuerung industrieller Forschungsprozesse nötigen Informationen am ehesten vor Ort, also bei den direkt beteiligten Unternehmen, vorhanden sind. Von daher ist es erstaunlich, daß der weitaus größte Teil staatlicher Forschungssubventionen in Industrieländern (mit Ausnahme Japans) nicht auf indirekte Fördermaßnahmen, sondern auf die direkte Projektförderung entfällt. An die Vergabe dieser Mittel sind oftmals Bedingungen geknüpft, mit denen der Staat massiv in die Projektplanung der Unternehmen eingreifen kann.

Nicht zuletzt unter dem Druck der Kritik aus der Wirtschaftswissenschaft [vgl. z.B. Nelson, Winter, 1982] (1), aber auch wegen der zahlreichen Fehlschläge staatlich geförderter Projekte deutet sich in jüngerer Zeit allerdings eine Verlagerung bei der Forschungsförderung zugunsten indirekter Maßnahmen an. So sind beispielsweise in den Vereinigten Staaten seit 1981 die Steuerabzugsmöglichkeiten für Forschungsaufwendungen (R&D tax credit) deutlich verbessert worden [Brown, 1984], und in der Bundesrepublik wurden 1983 die FuE-Sonderabschreibungen wieder eingeführt. Gemessen an den gesamten Forschungssubventionen nimmt sich der Anteil indirekter Maßnahmen allerdings immer noch bescheiden aus.

(1) In der Bundesrepublik wird die Kritik an der direkten Projektförderung besonders pointiert vorgetragen von Staudt [1984].

Die direkte Projektförderung wird immer wieder damit gerechtfertigt, daß der Markt seine Steuerungsfunktion in gewissen Bereichen nicht optimal erfüllt. Wie oben gezeigt wurde, ist eine derartige Argumentation nicht von vornherein abzulehnen (vgl. S. 4 ff.). Es wäre jedoch verfehlt, aus einem theoretisch möglichen Marktversagen unkritisch eine Rechtfertigung jeglicher Formen staatlicher Eingriffe ableiten zu wollen. Ein derartiger "nirwana approach" [Demsetz, 1969] (1) wird der Forschungspraxis nicht gerecht.

Eine realistische Analyse muß in Betracht ziehen, daß auch staatliches Handeln suboptimal sein kann (comparative institution approach). Es reicht nicht aus, die Bereiche zu identifizieren, in denen staatliche Aktivitäten sinnvoll erscheinen. Notwendig ist darüber hinaus eine Bewertung verschiedener Instrumente der Forschungspolitik in Hinblick darauf, ob sie geeignet sind, die gesteckten Ziele zu erreichen, das heißt ob sie negative Effekte von Marktunvollkommenheiten mindern (2).

Innerhalb der direkten Forschungsförderung ist in allen Industrieländern eine eindeutige Dominanz der Großprojekte zu beobachten. So entfallen in der Bundesrepublik fast 30 vH der Fördermittel des Bundesministers für Forschung und Technologie (BMFT) an die gewerbliche Wirtschaft allein auf zwei Projekte: den Schnellen Brüter SNR 300 in Kalkar und den Hochtemperaturreaktor THTR 300 in Hamm-Uentrop (Tabelle 18). Über 50 vH der Projektförderungsmittel werden an Unternehmen für Projekte gezahlt, die jährlich mit 10 Mill. DM und mehr subventioniert werden (3). Über die gesamte Laufzeit der Förderung beträgt der durchschnittliche Förderbetrag in diesem Segment 220 Mill. DM pro Projekt.

-
- (1) Die Wurzeln des "nirwana approach" sieht Demsetz in dem klassischen Aufsatz von Arrow [1962].
 - (2) "We must take governments as we find them, not idealized, infallable do-gooders" [Cairncross, 1972, S. 7].
 - (3) Berechnet nach BMFT [c, 1984, S. 7; S. 15-17]. Dabei wurde die Förderung der externen Vertragsforschung durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AIF), die im BMFT-Haushalt als ein Projekt erscheint, ausgeklammert, denn dahinter steht eine Vielzahl kleinerer Forschungsvorhaben bei verschiedenen Unternehmen.

Tabelle 18 - Zur Struktur der Forschungsausgaben des Bundesministers für Forschung und Technologie: Bundesrepublik 1981-1985

	1981	1982	1983	1984	1985
Förderung der Wirtschaft insgesamt Mill. DM	2323	3241	2641	2604	2502
Ausgaben für SNR300 und THTR300 Mill. DM	391	1026	764	750	740
vH	16,8	31,7	28,9	28,8	29,6
Ausgaben für indirekte Förderungsmaßnahmen Mill. DM	16	108	170	195	293
vH	0,7	3,3	6,4	7,5	11,7

Quelle: Gries [1986]; eigene Berechnungen.

Selbst in Japan, das bei der Subventionierung der Forschung im Vergleich zu anderen Ländern eher zurückhaltend ist, werden die direkten Fördermittel auf Großprojekte konzentriert. Allein für die Entwicklung von Atomkraftwerken sind in den vergangenen zehn Jahren jeweils knapp 15 vH der staatlichen Forschungsausgaben verwendet worden. Im Energiebereich kommen Projekte zur Förderung alternativer Energiequellen (sunshine-program) sowie zur Energieeinsparung (moonlight-program) hinzu, die weitere 5 vH der staatlichen Forschungsmittel beanspruchen [Prognos AG, 1983].

Die übrigen Fördermittel sind in Japan allerdings erheblich breiter über das Branchenspektrum gestreut als in den anderen Industrieländern. Sowohl die Science and Technology Agency (STA) als auch die dem Ministerium für internationalen Handel und Industrie (MITI) unterstellte Agency of Industrial Science and Technology (AIST) als die wichtigsten Behörden in diesem Bereich wirken mit ihren Programmen in zahlreiche Branchen hinein - von der Elektronik über die Werkstofftechnik bis zur Biotechnologie.

Mittlerweile liegen eine Reihe von Fallstudien zu Großprojekten der Forschungsförderung in verschiedenen Industrieländern vor. Die Erfahrungen

gen sind eindeutig - eindeutig negativ. Auf einige spektakuläre Fälle aus den Bereichen des Flugzeugbaus sowie der Energietechnik soll im folgenden näher eingegangen werden.

1. Flugzeugbau

Der Markt für zivile Passagierjets liegt in der Hand weniger Großunternehmen. Neben den beiden amerikanischen Herstellern (Boeing, McDonnell Douglas) können sich nur noch wenige Anbieter behaupten, und zwar die Firmen British Aerospace und Fokker sowie - mit rasch wachsendem Marktanteil - die Airbus Industrie (Tabelle 19). Zurückgezogen haben sich nicht nur kleinere europäische Unternehmen wie Dassault und VFW, sondern seit kurzem auch der amerikanische Konzern Lockheed. Welche Rolle staatliche Subventionen im Rahmen der Forschungsförderung bei diesem Verdrängungswettbewerb gespielt haben, soll für einige ausgewählte Flugzeugtypen geschildert werden. Das bislang kostspieligste Experiment zur Förderung des zivilen Luftfahrzeugbaus dürfte der Überschalljet *Concorde* gewesen sein (1): Bereits in den fünfziger Jahren begannen im Vereinigten Königreich Überlegungen zur Entwicklung von Passagierflugzeugen, die doppelte Schallgeschwindigkeit erreichen sollten. Im März 1959 legte das von der britischen Regierung gegründete Supersonic Transport Aircraft Committee (STAC) seinen Abschlußbericht vor, in dem für die Entwicklung eines Mittelstreckenflugzeugs 50-80 Mill. Pfund und eines Langstreckentyps 75-95 Mill. Pfund veranschlagt wurden. Als Zeitpunkt der Markteinführung wurde das Jahr 1970 ins Auge gefaßt.

Im Jahr 1962 entschloß sich das Vereinigte Königreich zur Kooperation mit Frankreich; an der Konzeption, sowohl einen Mittelstrecken- als auch einen Langstreckentyp zu konstruieren, wurde zunächst noch festgehalten. Im Jahr 1964 fiel die Entscheidung, nur noch ein Langstreckenflugzeug zu entwickeln. Der Zeitplan blieb im wesentlichen unverändert,

(1) Zum *Concorde*-Projekt vgl. Berg, Mammen [1981] sowie Henderson [1977].

Tabelle 19 - Absatz von zivilen Passagierjets nach Flugzeugtyp 1970-1984

	1970	1971	1972	1983	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1970 -1984
Hersteller aus den Vereinigten Staaten																
Anzahl	289	211	202	281	325	280	223	167	251	369	386	397	243	264	196	4084
(vH)	86,5	84,4	84,9	90,1	92,3	86,7	82,6	76,3	88,4	90,9	86,7	86,5	80,5	80,5	72,1	85,2
davon:																
707 (Boeing)	19	10	4	11	21	7	9	8	13	6	3	6	8	8	8	141
727 (Boeing)	54	33	41	92	91	91	61	67	118	136	131	97	26	11	8	1057
737 (Boeing)	37	29	22	23	55	51	41	25	40	77	92	111	95	82	67	839
747 (Boeing)	92	69	30	30	22	21	27	20	32	67	73	58	25	23	16	605
757 (Boeing)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	25	18	45
767 (Boeing)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	55	29	104
DC-8 (McDonnell Douglas)	33	13	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
DC-9/MD-80 (McDonnell Douglas)	54	44	32	29	48	42	50	22	22	39	23	73	44	50	44	616
DC-10 (McDonnell Douglas)	-	13	52	57	47	43	19	14	18	36	40	23	11	4	2	379
L 1011 (Lockheed)	-	-	17	39	41	25	16	11	8	14	24	29	14	6	4	248
Hersteller aus Westeuropa																
Anzahl	45	39	36	31	27	43	47	52	33	37	59	62	59	64	76	710
(vH)	13,5	15,6	15,1	9,9	7,7	13,3	17,4	23,7	11,6	9,1	13,3	13,5	19,5	19,5	27,9	14,8
davon:																
Trident (British Aerospace)	2	13	11	7	4	6	9	7	4	-	-	-	-	-	-	63
VC-10 (British Aerospace)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
BAC-111 (British Aerospace)	22	12	7	2	4	2	-	6	3	-	3	2	2	-	-	65
BaE 146 (British Aerospace)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	18
Caravelle (Sud-Aviation)	9	4	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Mercure (Dassault)	-	-	-	-	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
F-28 (Fokker)	11	10	13	19	9	20	17	13	11	13	13	13	11	19	17	209
VFW-614 (VFW)	-	-	-	-	-	1	4	5	-	-	-	-	-	-	-	10
Concorde (Ronsortium)	-	-	-	-	-	1	4	5	-	-	3	2	-	-	-	15
A 300 (Airbus Industrie)	-	-	-	-	4	9	13	16	15	24	40	45	46	21	19	252
A 310 (Airbus Industrie)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	29	46

Quelle: The Economist [1985].

doch die geschätzten Kosten waren mittlerweile auf 280 Mill. Pfund gestiegen.

Zu Beginn der ersten Flugerprobungen im Jahr 1969 lagen die Kosten bereits bei 730 Mill. Pfund, und die Zeitplanung mußte erheblich verlängert werden. Auch der Absatz lief nicht wie anfangs erhofft. Große Fluggesellschaften wie PanAm verzichteten auf ihre Kaufoptionen (1), und als Abnehmer blieben schließlich nur die Air France und British Airways übrig.

Im Jahr 1978 schließlich, als statt der ursprünglich geplanten Produktion von mehreren hundert Flugzeugen gerade fünfzehn fertiggestellt waren, wurde das Projekt endgültig abgebrochen - die Kosten hatten sich mittlerweile allein für die britische Regierung auf rund 2 Mrd. Pfund summiert; die Kosten für die französische Regierung dürften in einer ähnlichen Größenordnung gelegen haben.

Nur scheinbar glücklicher verlief das zweite europäische Gemeinschaftsprojekt im zivilen Luftfahrzeugbau - der *Airbus* (2). Dieses Projekt geht ebenfalls auf eine britisch-französische Kooperation zurück, die im Jahr 1962 begann. 1967 stieß die Bundesrepublik dazu; die Niederlande und Spanien folgten. Die britische Regierung zog sich 1969 zurück und beteiligt sich erst seit 1978 wieder - nach Zahlung einer Wiedereintrittsgebühr von 50 Mill. DM. Anders als bei der Concorde haben sich hier die Energieverteuerungen durchaus verkaufsfördernd ausgewirkt; der Treibstoffverbrauch des Airbus A 300 liegt etwa um ein Drittel niedriger als der des vergleichbaren Konkurrenzprodukts von Boeing, der B 727.

Technisch gesehen ist der Airbus sicherlich ein Erfolg. Bei der ökonomischen Bewertung drängen sich allerdings gewisse Parallelen zur

-
- (1) Zu der Entscheidung von PanAm hat sicherlich auch die Verweigerung der Landerechte für die Concorde durch die amerikanische Regierung beigetragen. Begründet wurde diese Maßnahme mit Bürgerprotesten gegen Überschallflüge, doch protektionistische Erwägungen zugunsten der heimischen Flugzeugindustrie dürften ebenfalls eine Rolle gespielt haben.
- (2) Zum folgenden vgl. Berg, Mammen [1981]; vgl. auch Mowery und Rosenberg [1982] sowie Schulte-Hillen [1975].

Concorde auf:

- Die tatsächlichen Entwicklungskosten des A 300 lagen mit mehr als 2,5 Mrd. DM deutlich über den ursprünglich veranschlagten 1,65 Mrd. DM.
- Die Schwelle zur rentablen Produktion (break-even point) wurde im Lauf der Jahre immer weiter hinausgeschoben. Anfang der siebziger Jahre wurde sie noch mit 360 verkauften Flugzeugen angegeben. Im Jahr 1980, als bereits rund 400 Verkäufe und Optionen vorlagen, nannte Messerschmitt-Bölkow-Blohm 860 verkaufte Flugzeuge als Gewinnschwelle [VDI-Nachrichten, 1980]. Bis Ende 1986 waren etwa 600 Maschinen verkauft, davon rund 400 ausgeliefert.
- Nachdem die Entwicklungsarbeiten am A 300 weitgehend abgeschlossen waren, wurden die Forschungssubventionen für dieses Projekt nicht etwa gestrichen, sondern z.T. lediglich in "Finanzierungshilfen für den Absatz von zivilen Flugzeugen" umbenannt [Bundeshaushaltsplan, lfd. Jgg.].
- Trotz dieser Subventionierung kommt die Airbus-Industrie offenbar nicht ohne massive Außenhandelsprotektion auf den Weltmärkten zu recht. Sämtliche Einfuhren für die Airbus-Produktion sind durch Zollaussetzungen verbilligt, so daß die effektive Protektionsrate für den Airbus erheblich höher ist als für andere in der EG produzierte Flugzeuge [Weiss, 1985] (1).

Auch wenn es der Airbus in den letzten Jahren geschafft hat, den amerikanischen Konkurrenzprodukten von Boeing (B 727), Lockheed (L-1011) und McDonnell Douglas (DC 10) erhebliche Marktanteile abzunehmen, so ist das Projekt unter gesamtwirtschaftlichen Rentabilitäts Gesichtspunkten wohl doch als Fehlschlag zu werten (2).

Amerikanische Flugzeughersteller klagen immer stärker darüber, daß sie von der hoch subventionierten europäischen Industrie bedrängt werden. Diese Klagen sind insofern berechtigt, als der zivile Luftfahrzeugbau in

(1) Ins Gewicht fallen diese Zollaussetzungen vor allem bei den Triebwerken, die aus den Vereinigten Staaten importiert werden und die immerhin ein Drittel des Wertes eines Airbus ausmachen.

(2) Zur aktuellen Diskussion um die Airbus-Subventionen vgl. Manager-Magazin [1987].

den Vereinigten Staaten bislang kaum direkt subventioniert wurde [Nelson, 1984]. Der überwiegende Teil der staatlichen Forschungsförderung fließt in Projekte der Raumfahrt und in die Entwicklung von Militärflugzeugen. Eine Ausnahme stellt das *Supersonic-Transport-Program* (SST) dar, das die Entwicklung von Passagierjets, die dreifache Schallgeschwindigkeit erreichen können, zum Ziel hatte. Im Jahr 1971 wurde es erfolglos abgebrochen, nachdem es den amerikanischen Steuerzahler rund 1 Mrd. Dollar gekostet hatte [Berg, Mammen, 1981]. Allerdings ist die Verquickung von militärischer und ziviler Forschung in den Vereinigten Staaten besonders eng, wovon nicht zuletzt die Flugzeugindustrie profitiert. So ist die DC 10 von McDonnell Douglas nahezu identisch mit dem militärischen Tankflugzeug KC-10, und der Jumbo-Jet (Boeing 747) hat seinen Ursprung im militärischen Großraum-Frachtflugzeug (C-5A). Völlig abgeschnitten von öffentlicher Unterstützung ist der zivile Luftfahrzeugbau also auch in den Vereinigten Staaten nicht (Tabelle 20).

Über die Concorde, den Airbus und das SST hinaus lassen sich weitere Beispiele für fehlgeschlagene Großprojekte im Luftfahrzeugbau nennen, etwa die französische *Caravelle*, die fortwährend mit Materialproblemen zu kämpfen hatte und die einige spektakuläre Abstürze erlebte, oder der Traum vom deutschen Düsenverkehrsflugzeug *VFW 614*, der den Steuerzahler rund 1 Mrd. DM kostete und den beteiligten Unternehmen rund 200 Mill. DM Verlust brachte, ehe VFW-Fokker im Jahr 1977 nach sechzehnjähriger Arbeit die Einstellung der VFW 614-Produktion bekanntgab (1).

In jüngster Zeit sorgt wiederum das Vereinigte Königreich für Schlagzeilen, und zwar mit einem militärischen Luftfahrzeugprojekt - dem *Nimrod-System*. Dieses fliegende Frühwarnsystem sollte ursprünglich bereits 1983 einsatzbereit sein - mittlerweile wird frühestens für 1987 mit der Fertigstellung gerechnet. Die Entwicklungskosten haben sich mit rund 900 Mill. Pfund gegenüber der Ausgangsplanung von 1977 etwa verdreifacht, so daß die britische Regierung den Abbruch des Projekts erwägt [vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 1985].

(1) Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (1977).

Tabelle 20 - Umsatzstruktur und Forschungsförderung der Flugzeugindustrie: Vereinigte Staaten 1968-1983

	Umsatz insgesamt (a)	Käufe der US-Regierung (a)		Übriger Umsatz (a)		Anteil staatlicher Mittel an den gesamten Forschungsaufwendungen (b)
	Mrd. US \$	Mrd. US \$	vH	Mrd. US \$	vH	vH
1968	16,3	8,7	53	7,6	47	78
1969	14,4	8,1	56	6,3	44	77
1970	14,4	8,1	56	6,3	44	77
1971	11,7	6,5	56	5,2	44	79
1972	10,2	5,0	49	5,2	51	80
1973	11,8	5,3	45	6,5	55	77
1974	11,7	5,2	44	6,5	56	75
1975	11,1	5,2	47	5,9	53	78
1976	11,1	5,8	52	5,3	48	78
1977	10,6	5,7	54	4,9	46	78
1978	11,5	5,2	45	6,3	55	76
1979	13,2	4,6	35	8,6	65	73
1980	14,1	4,5	32	9,6	68	72
1981	14,2	5,1	36	9,1	64	71
1982	12,4	5,9	48	6,5	52	72
1983	13,9	7,2	52	6,7	48	.

(a) In Preisen von 1982. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Flugzeuge; die übrigen Produkte des Luft- und Raumfahrzeugbaus sind nicht enthalten. - (b) Luft- und Raumfahrtindustrie insgesamt.

Quelle: Aerospace Industries [1984]; eigene Berechnungen.

2. Kernenergie

Die Hoffnungen, die einst in die Kernenergie gesetzt wurden, sind der Ernüchterung gewichen. Präsident Eisenhowers Ansprache "Atoms for Peace" aus dem Jahr 1953 sollte den Aufbruch in die friedliche Nutzung der Atombombentechnik markieren, doch statt dessen begann damals die

Ara des Erdöls. Neuen Auftrieb erhielt die Kernforschung erst, als die Ölpreisschübe in den siebziger Jahren die Rentabilitätsschwelle für die Kernenergie wieder in greifbare Nähe rückte. Die überraschend kräftige Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch sowie die jüngsten Preissenkungen auf den Ölmärkten haben jedoch zu deutlich reduzierten Absatzerwartungen der Elektrizitätsunternehmen geführt. Hinzugekommen sind verschärfte Auflagen im Interesse von Sicherheit und Umweltschutz, wodurch die Rentabilität der Kernkraft im Vergleich zu anderen Energiequellen weiter gemindert wurde.

Dennoch haben Kernkraftwerke inzwischen ihren festen Platz in der Energieversorgung der Industrieländer (Tabelle 21). Weltweit nimmt der Anteil des aus Kernkraft erzeugten Stromes zu. An der Spitze liegt Frankreich; dort kommen bereits über 60 vH der Elektrizität aus Kernkraftwerken.

In der kommerziellen Nutzung dominiert weltweit der *Leichtwasser-Reaktor*. Staatliche Forschungssubventionen für diese Reaktorlinie hat es in nennenswertem Umfang nur in den fünfziger und frühen sechziger Jahren gegeben, und zwar vorwiegend in den Vereinigten Staaten. Auch in diesem Bereich ist - wie im Luftfahrzeugbau der Vereinigten Staaten - die Trennung zwischen militärischen Käufen des Staates und ziviler Forschungsförderung kaum nachvollziehbar; denn die Leichtwasser-Technologie wurde von der amerikanischen Regierung auch im Hinblick auf den Einsatz in Atom-U-Booten und in der Raumfahrt favorisiert. Seit 1963 werden Leichtwasser-Reaktoren in den Vereinigten Staaten nicht mehr staatlich gefördert [Nelson, 1984].

In der Bundesrepublik wurden in den fünfziger Jahre im Rahmen des *Eltville-Programms* fünf verschiedene Reaktorlinien gefördert, von denen sich nur das Konzept des Leichtwasser-Reaktors der AEG durchsetzte. In den folgenden Jahren wurden mehrere Demonstrationsanlagen dieses Typs mit staatlicher Unterstützung gebaut. Die deutsche Forschungsstrategie war damals schwerpunktmäßig auf die Imitation amerikanischer Technologien gerichtet (1), wobei nicht zuletzt die Kooperation mit den

(1) Zur Energiepolitik in der Bundesrepublik vgl. z.B. Keck [1980; 1981].

Tabelle 21 - Beitrag der Kernenergie zur Elektrizitätserzeugung:
Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich,
Vereinigtes Königreich 1968-1985 (vH)

	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
Kapazität (Gigawatt) 1985	76,9	22,8	16,4	35,8	10,0
Anteil an der Elektrizitätserzeugung (vH)					
1968	0,9	0,4	0,9	2,9	12,4
1973	4,5	2,1	5,9	8,1	9,9
1978	12,1	9,9	10,2	13,5	12,9
1979	11,0	10,4	11,3	16,4	11,9
1980	11,0	16,1	11,9	23,2	12,8
1981	10,0	15,0	14,6	37,7	12,8
1982	11,0	19,5	17,3	38,7	15,2
1983	12,7	20,5	17,7	48,3	16,9
1984	13,5	22,9	23,6	58,7	17,9
1985 (a)	14,2	23,5	36,0	65,0	15,4

(a) Eigene Schätzung.

Quelle: BMWi [lfd. Jgg.]; Neu [1985]; eigene Berechnungen.

damaligen Marktführern General Electric und Westinghouse eine Rolle spielte.

Im Verlauf der sechziger Jahre kam im internationalen Verbund der Schwenk zu den sogenannten fortgeschrittenen Reaktorlinien. Das Subventionsvolumen für die Kernkraft nahm daraufhin sprunghaft zu. Die Erfolge lassen aber bis heute auf sich warten:

- In den Vereinigten Staaten wurden im Jahr 1983 die Arbeiten am *Clinch River Brutreaktor* nach rund zwanzigjähriger Laufzeit ergebnislos abgebrochen [Nelson, 1984].
- Kanada produziert und exportiert zwar seit Jahren technisch durchaus erfolgreiche Schwerwasserreaktoren vom TYP *CANDU* (Canada-Deuterium-Uranium-Reaktor), doch die wirtschaftlichen Verluste aus diesem Projekt summieren sich mittlerweile auf rund 6 Mrd. kanadische Dollar. Der Eintritt in die Gewinnzone ist auf absehbare Zeit nicht zu erwarten [Palda, 1984].

- Im Vereinigten Königreich fiel 1965 die Entscheidung für die Konzentration der Forschungsförderung auf den gasgekühlten Graphit-Reaktor AGR (Advanced Gas-Cooled Reactor) und damit gegen die Leichtwassertechnologie. Die ersten beiden Reaktoren dieses Typs gingen im Jahr 1976 ans Netz - vier Jahre später als geplant. Der Reaktor Dungeness B-1 brachte es sogar auf eine Zeitverzögerung von 13 Jahren; statt 1970 wurde er erst 1983 in Betrieb genommen [Müller, Hossner, 1984]. Die Gesamtkosten für das AGR-Programm hatten rund 3 Mrd. Pfund erreicht, doch der erhoffte Exporterfolg blieb aus. Nach 1957 hat die britische Industrie keinen einzigen Reaktor mehr exportieren können (1).
- Frankreich ist das einzige Land, in dem bislang gewisse Erfolge mit Schnellen Brutreaktoren zu verzeichnen sind. Bereits im Jahre 1967 wurde der erste natriumgekühlte Schnelle Brutreaktor *Rapsodie* in Betrieb genommen. Diesem Versuchsreaktor, der reinen Forschungszwecken diente, folgte der *Phénix*, der im Jahre 1973 fertiggestellt wurde. Im Anschluß daran begannen in Malville bei Lyon die Arbeiten am *Super-Phénix* (2). Zunächst für 1983 geplant, ist seine stufenweise Anbindung ans Netz nunmehr im Jahr 1986 erfolgt.
- Während Frankreich am Schnellen Brüter der zweiten Generation arbeitet, wird in der Bundesrepublik immer noch versucht, einen Schnellen Brüter der ersten Generation in Gang zu setzen - bislang vergeblich. Der *SNR 300* in Kalkar ist technisch vergleichbar mit dem französischen *Phénix*. Ebenso wie bei dem zweiten Mammutprojekt der deutschen Energieforschung, dem Thorium-Hochtemperaturreaktor *THTR 300* (3), wird der vorgesehene Fertigstellungstermin immer weiter in die Zukunft hinausgeschoben, und die ursprünglichen Kostenansätze werden schon heute um mehrere hundert Prozent überzogen (4). Nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl sind die Erfolgsaussichten einiger

(1) Zur britischen Kernenergiepolitik vgl. Henderson [1977] sowie Wonder [1976] und Soldatos [1977].

(2) Zur technischen Konzeption des *Super-Phénix* vgl. Bild der Wissenschaft [1981].

(3) Die Subventionierung des *THTR 300* könnte allerdings mit Sicherheitstechnischen Argumenten, die für diesen Reaktortyp sprechen, gerechtfertigt werden; vgl. z.B. BMFT [d, S. 128-142] und Frankfurter Rundschau [1986].

(4) Vgl. Tabelle 22 sowie Keck [1984].

fortgeschrittener Reaktorlinien erst recht fraglich geworden. Dies dürfte insbesondere für natriumgekühlte Brutreaktoren gelten.

3. Gemeinsamkeiten und Konsequenzen

Flugzeugbau und Energietechnik sind die Schwerpunkte der Großprojektförderung. Die ausgeführten Fallstudien sind durchaus repräsentativ für die negativen Erfahrungen mit staatlich geförderten Großprojekten. Das Bild ändert sich nicht, wenn andere Technologiebereiche in die Analyse einbezogen werden. So gab es beispielsweise in der Computerproduktion einige Großprojekte, die nachträglich wohl nur als Verschwendung von Steuergeldern angesehen werden können. Erwähnt seien das *Siemens-Großrechner-Programm* der Bundesregierung sowie das britische *Super-Computer Project* [Drath et al., 1977], die beide nicht den erhofften Anschluß an die amerikanische Konkurrenz brachten. Ebenso erfolglos blieben entsprechende Anstrengungen der französischen Regierung [Zysman, 1977]. Vor diesem Hintergrund erscheint es zumindest fraglich, ob die jüngste niederländisch-deutsche Kooperation zur Entwicklung eines *4 Megabit-Speichers* durch die Unternehmen Siemens und Valvo, für die allein von deutscher Seite ein Subventionsvolumen von 320 Mill. DM vorgesehen ist, zum Markterfolg führen wird.

Öffentlich geförderte Großprojekte der Forschung haben offenbar vier Dinge gemeinsam:

- die ursprünglich veranschlagten Kosten werden - zumeist erheblich - überschritten;
- Terminplanungen werden nicht eingehalten;
- die Größe der potentiellen Absatzmärkte wird überschätzt;
- die Rentabilitätsschwelle wird nicht erreicht; häufig läßt sich nicht einmal die technische Zielsetzung verwirklichen.

Auch in der rein privatwirtschaftlich finanzierten Forschung sind Kosten- und Terminüberschreitungen durchaus üblich, doch sie halten sich

meistens in engeren Grenzen. So wurden beispielsweise in einer Untersuchung über 75 Forschungsprojekte in der pharmazeutischen Industrie durchschnittliche Kostenüberschreitungen von 78 vH und Terminverzögerungen von 61 vH ermittelt [Schnee, 1972]. Der spätere Umsatz wurde allerdings - anders als bei staatlich geförderten Großprojekten - ebenfalls unterschätzt, und zwar um durchschnittlich 29 vH. Da die Pharmaforschung mit besonders hohen Unsicherheiten belastet ist [Grabowsky, Vernon, 1982], dürften die Planungsziele in anderen Industriezweigen eher besser als schlechter erreicht werden.

Aus den hier vorgestellten Fallstudien lassen sich mehrere Gründe dafür herauslesen, weshalb die Chronik öffentlich geförderter Großprojekte eine Aufreihung von Fehlschlägen ist:

- Rentabilitätsziele stehen meist im Schatten technischer Ziele. Stellt sich heraus, daß ein ursprünglich angestrebtes kommerzielles Ziel nicht erreicht werden kann, wird allzu oft nicht das Projekt revidiert, sondern die Zielvorgabe wird von der wirtschaftlichen auf die technische Ebene verlagert. So läßt sich etwa der Airbus, dessen Produktion mehr kostet als sie einbringt, immer noch als technischer Erfolg der Forschungspolitik vorweisen.
- Fehlentscheidungen, die sowohl bei privat als auch bei öffentlich finanzierten Vorstößen in technologisches Neuland unvermeidlich sind, werden zu spät oder gar nicht korrigiert. Beispiele dafür liefern etwa das britische AGR-Projekt oder das deutsche Magnetbahn-Projekt, denen von Experten längst keine Marktchancen mehr eingeräumt werden.
- Geförderte Unternehmen und Forschungsbürokratie haben ein gemeinsames Interesse daran, ein geplantes Projekt gegenüber dem Parlament, gegenüber anderen Ressorts und gegenüber der Öffentlichkeit in einem möglichst günstigen Licht erscheinen zu lassen. So deklarierte im Jahr 1981 der damalige Bundesforschungsminister die ursprünglich angegebenen Kosten eines Großprojekts im Bereich der Fusionsforschung als politischen "Überredungspreis" (1). Spätere Kosten- und Terminüberschreitungen sind damit bereits zu Beginn der Projektlaufzeit vorprogrammiert.

(1) Interview in Bild der Wissenschaft [1981b].

- Die Projektauswahl steht häufig unter dem Eindruck technologischer Erfolge, die im Ausland erzielt wurden. So lautete die Begründung europäischer Förderprogramme im Bereich der Elektronik durchweg, daß der technologische Rückstand gegenüber den Vereinigten Staaten aufgeholt werden müsse (1). Eine derartige Politik des "picking the winners" orientiert sich, da die Gewinner von morgen nicht bekannt sind, zwangsläufig an den Gewinnern von gestern. Die geförderten Produkte sind dann meistens erst serienreif, wenn die Absatzmärkte ihre expansivste Phase bereits hinter sich haben.
- Häufig spielt auch das nationale Prestige eine derart wichtige Rolle, daß wirtschaftliche und technologische Gesichtspunkte in den Hintergrund treten müssen. Das deutlichste Beispiel dafür ist das britisch-französische Gemeinschaftsprojekt Concorde.
- Schließlich ist die Gefahr nicht zu verkennen, daß bevorzugt bei jenen Projekten um staatliche Hilfe nachgesucht wird, deren Erfolgsaussichten besonders unsicher erscheinen (adverse selection). Ein Anreiz dazu ist vor allem dann gegeben, wenn die Unternehmen bei unvorhergesehenen Kostensteigerungen auf eine Nachsubventionierung vertrauen können. Bei allen öffentlich geförderten Großprojekten, die hier diskutiert worden sind, ist es zu einer nachträglichen Aufstockung der Fördermittel gekommen.

Um dem Einwand zu begegnen, die erwähnten Fallstudien seien vielleicht die vielzitierten Ausnahmen von der Regel, wurden aus den derzeit laufenden BMFT-Projekten, die vor 1980 begonnen wurden, die zehn mit den höchsten Förderungsbeträgen herausgegriffen und im Hinblick auf Kostenentwicklung und Terminplanung ausgewertet (Tabelle 22) [vgl. auch Impulse, 1986]. Dabei wurden Projekte ausgeklammert, für die auch laufende Betriebsmittel bereitgestellt werden müssen, da Verlängerungen der Projektlaufzeit hier nicht eindeutig zu interpretieren sind (2).

(1) Vgl. z.B. Bundesminister für Bildung und Wissenschaft (BMBW) [1971].

(2) Ins Gewicht fallen dabei vor allem zwei Vorhaben zur Entsorgung von Kernkraftwerken, und zwar die Projekte *Pamela* und *Lava*.

Tabelle 22 - Kosten- und Terminüberschreitungen bei Großprojekten der Forschungsförderung: Bundesrepublik

Lfd.Nr. (a)	Projekt	Förderungsbeginn (b)		Stand 1985 (c)	
		Förderungs- betrag (Mill. DM)	Laufzeit	Förderungs- betrag (Mill. DM)	Laufzeit
1558	Errichtung des SNR-Prototyp-Kernkraftwerks (SNR 300)	871	1970-1979	3165	1970-1986
1573	Errichtung des THTR-Prototyp-Kernkraftwerks (THTR 300)	357	1970-1974	2057	1970-1985
4909	Versuchsanlage Magnetbahn im Ennsland	186 (d)	1978-1983 (d)	450	1978-1985
1915	Sicherheitstechnische Untersuchung an HDR-Anlage	34	1976-1979	87	1976-1984
3567	Planung eines Elektronenspeicherrings (BESSY)	48	1978-1981	58	1978-1984
1125	Versuchsanlage zur Wirbelschichtverbrennung	39	1979-1984	58	1979-1985
605	Triebwerke und Treibstoffe für JOP-RPM	30	1977-1981	50	1977-1985
4839	Telebus für Behinderte	42	1978-1982	49	1978-1986
4783	Magnetbahn Fahrwegwanderfeldantrieb	18	1979-1982	47	1979-1986
1281	Windenergieanlage GROWIAN I	42	1979-1985	46	1979-1986

(a) Laut Förderungskatalog 1984. - (b) Angaben nach dem jeweiligen Förderungskatalog des BMFT zu Beginn der Projektlaufzeit. - (c) Angaben nach Förderungskatalog 1984, der im Juli 1985 abgeschlossen wurde. - (d) Angaben nach Förderungskatalog 1979.

Quelle: BMFT [c].

Unter den zehn hier ausgewählten Projekten ist nicht eines, bei dem die ursprüngliche Kosten- und Terminplanung eingehalten werden konnte (1). Am besten schneidet aus dieser Sicht noch der *Growian* ab; aller-

(1) Bei der Interpretation der ausgewiesenen Förderbeträge im Zeitvergleich ist zu beachten, daß bei nachträglichen Erhöhungen der Mittelansätze allgemeine Preissteigerungen keine Rolle spielen sollten, denn die zu Beginn eines Projekts veranschlagten Kosten werden

dings konnten Zeitplanung und Fördervolumen bei diesem Projekt nur durch den vorläufigen Abbruch der Arbeiten in Grenzen gehalten werden.

Im ungewichteten Mittel der zehn Projekte errechnen sich Kostenerhöhungen um 136 vH und Terminüberschreitungen um 82 vH. Da die meisten Projekte noch nicht abgeschlossen sind, ist mit weiteren Kostensteigerungen zu rechnen. Möglicherweise wären die Entscheidungen bei den Haushaltsberatungen über einige dieser Projekte anders ausgefallen, wenn das volle Ausmaß der mit ihnen verbundenen Kosten von vornherein bekannt gewesen wäre (1).

Die Einwände gegen die direkte Projektförderung werden gestützt durch eine Untersuchung des Center for Science and Technology Policy, New York, in der die Auswirkungen der staatlichen Forschungsförderung für sieben Branchen analysiert wurden [Nelson, 1983a] (2). Dabei hat sich gezeigt, daß direkte Fördermaßnahmen des Staates allenfalls dort erfolgreich waren, wo die Regierungen selbst die Nachfrager nach den neuen Technologien waren und wo sie daher über ein fundiertes Anwenderwissen verfügten. Das gilt etwa für die Bereiche Rüstung und Raumfahrt. Bei anderen Technologiefeldern dagegen, deren Nutzungspotential vorwiegend im privatwirtschaftlichen Bereich liegt, war die Einflußnahme der öffentlichen Hand eher schädlich als nützlich. Bewährt hat sich dagegen die direkte Förderung von Projekten der allgemeinen, nicht anwendungsorientierten Grundlagenforschung sowie die indirekte Förderung, die den Unternehmen selbst die Wahl der geeigneten Projekte überläßt (3).

stets in laufenden Preisen gerechnet, also unter Berücksichtigung der künftig zu erwartenden Preissteigerungen.

- (1) Nach Scherer [1965] waren in den Vereinigten Staaten bei Projekten der Militärforschung sogar Kostenüberschreitungen von 200 vH die Regel.
- (2) Für eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse siehe auch Nelson [1983b].
- (3) Zu einem ähnlichen Urteil über die in Europa praktizierte Forschungspolitik kommen Pavitt und Walker [1976].

4. Fazit

Die geschilderten Schwierigkeiten bei der Administration von Großprojekten lassen es als wenig aussichtsreich erscheinen, mit einer derartigen Politik die technologische Position einer Wirtschaft verbessern zu wollen. Es kommt hinzu, daß die Bevorzugung von Großprojekten zumeist auch einer einseitigen Bevorzugung von Großunternehmen bei der Mittelvergabe gleichkommt (Tabelle 23) (1). Falls es zutrifft, daß Großunternehmen bevorzugt in reifen Märkten mit reifen Produkten tätig sind [Eliasson, 1984], wird die Forschungspolitik stets hinter dem technischen Wandel herhinken.

Gerade das Beispiel der Kernforschung macht die Trägheit staatlich subventionierter Großprojekte deutlich: Als Reaktion auf die Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch sind die Mineralölgesellschaften längst dabei, Raffineriekapazitäten stillzulegen, Pläne zum Abbau von Ölschiefer aufzugeben und Projekte zur Kohleverflüssigung abzubrechen - doch im Etat der staatlichen Forschungsförderung steht die Kernkraft immer noch auf Platz eins (2). Einmal beschlossene Programme, die die parlamentarischen Hürden erfolgreich genommen haben, sind offenbar nur mit großen Verzögerungen, wenn überhaupt, wieder vom Tisch zu bringen.

Wenn schon eine staatliche Subventionierung der Forschung für notwendig gehalten wird, so ist aus den vorgebrachten Gründen indirekt wirkenden Maßnahmen, etwa über Steuererleichterungen oder Sonderabschreibungen, eindeutig der Vorzug zu geben (3). Unsicherheiten und Risiken neuer Technologien werden offenbar am besten in einem de-

-
- (1) Zur Kritik an der Konzentration der Forschungsförderung bei Großunternehmen in der Bundesrepublik vgl. Monopolkommission [1982, S. 214 ff.] sowie Stille [1981].
 - (2) Von den zehn in Tabelle 22 aufgeführten Projekten zählen immerhin drei zum Bereich der Kernforschung (laufende Nummern 1558, 1573, 1915), zwei weitere zur sonstigen Energieforschung (laufende Nummern 1125, 1281).
 - (3) Zu diesem Ergebnis kommt auch eine im Institut für Weltwirtschaft durchgeführte Simulationsanalyse, in der die Auswirkungen einer direkten und einer indirekten Technologieförderung gegenübergestellt werden [Gutberlet, 1984].

Tabelle 23 - Verteilung der staatlich finanzierten Forschungsaufwendungen nach Unternehmensgrößenklassen: Vereinigte Staaten, Bundesrepublik, Vereinigtes Königreich (vH)

Unternehmensgrößenklassen	Anteil an den gesamten Forschungsaufwendungen der Unternehmen	Anteil an den staatlich finanzierten Forschungsaufwendungen
Vereinigte Staaten (1982): Die ... größten Unternehmen (a)		
4	20	21
8	32	39
20	52	70
40	65	83
100	80	95
Bundesrepublik (1981): Unternehmen mit mindestens ... Beschäftigten		
2000	76	79
1000	83	89
500	87	92
Vereinigtes Königreich (1975): Die ... größten Unternehmen (a)		
5	40	75
10	52	82
20	66	90
50	83	97
100	91	99
(a) Unternehmensgröße an den Forschungsaufwendungen gemessen.		

Quelle: National Science Foundation [1984]; Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [1985]; Catterall [1982]; eigene Berechnungen.

zentralisierten Suchprozeß gemeistert, an dem möglichst viele unabhängige Entscheidungsträger beteiligt sind [Giersch, 1981]. Privatwirtschaftliche Parallelforschung, die häufig zu Unrecht als Verschwendung knapper Ressourcen abklassifiziert wird, spielt eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Identifikation der künftigen Trassen der technologischen Entwicklung. Werden dagegen die Forschungsmittel bereits in frühen Phasen des Suchprozesses auf einige wenige Projekte konzentriert, so gehört viel Glück dazu, ein finanzielles Fiasko zu vermeiden.

Ein oft benutztes Argument gegen die indirekte Förderung industrieller Forschung lautet, daß die Mittel zu breit gestreut werden. Mit diesem "Gießkannenprinzip" sei ein nachhaltiger Einfluß auf die Forschungsbudgets der Unternehmen nicht möglich; die Fördermittel würden über Mitnahmeeffekte versickern [Röthlingshöfer, Sprenger, 1977]. Mittlerweile machen jedoch die Projektfördermittel in allen hier untersuchten Ländern außer Japan bereits ein Fünftel oder mehr der gesamten in Unternehmen getätigten Forschungsaufwendungen aus (vgl. Tabelle 7). Die finanzielle Manövriermasse der Regierungen im Bereich der Forschungsförderung ist also erheblich, und selbst eine haushaltsneutrale Umstellung auf rein indirekte Fördermaßnahmen würde durchaus merklich in die Forschungsbudgets der Unternehmen hineinwirken.

Die durchweg negativen Erfahrungen mit staatlich subventionierten Großprojekten sollten nicht ohne Konsequenzen für die künftige Ausgestaltung der Technologiepolitik bleiben. Inwieweit die Planungen im Zusammenhang mit der europäischen Forschungsinitiative *Eureka* den in diesem und in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Ergebnissen Rechnung tragen, wird im folgendem geprüft.

VI. Eureka: Heureka?

1. Der gegenwärtige Sachstand

Zur Zeit werden die technologiepolitischen Weichen in den westlichen Industrieländern neu gestellt - SDI und Eureka sind hier die Schlagworte.

Die Konturen der "amerikanischen Verteidigungsinitiative" werden allmählich deutlicher. Als Nachfolger des Manhattan-Programms aus den vierziger Jahren und des Apollo-Programms aus den sechziger Jahren knüpft das neue Programm an die technologiepolitische Praxis der Vereinigten Staaten an, unternehmerische Forschungsaktivitäten vorrangig über Käufe des Staates zu stimulieren. Neu ist allerdings die quantitative Dimension: Mit einem geplanten staatlichen Mitteleinsatz von rund 40 Mrd. Dollar allein für die Jahre 1985-1989 stellt das SDI-Programm die beiden Vorläufer eindeutig in den Schatten.

Die Diskussion um dieses Programm hat sich in Westeuropa auf sicherheits- und bündnispolitische Fragen konzentriert, die nicht Gegenstand dieses Gutachtens sind. Bei den wirtschaftspolitischen Auseinandersetzungen steht das Eureka-Programm im Brennpunkt. Es zielt darauf ab, "durch verstärkte Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungsinstituten auf dem Gebiet der Hochtechnologien die Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der Industrien und Volkswirtschaften Europas auf dem Weltmarkt zu steigern und damit die Grundlage für dauerhaften Wohlstand und Beschäftigung zu festigen: Eureka wird Europa in die Lage versetzen, die für seine Zukunft wichtigen Technologien zu beherrschen und zu nutzen und seine Leistungsfähigkeit in wichtigen Bereichen zu steigern" (1). Dabei ist die Teilnahme grundsätzlich auch für jene westeuropäischen Länder offen, die nicht der EG angehören.

(1) Zitat aus der Grundsatzerklärung der Eureka-Ministerkonferenz vom 5. und 6. November 1985 in Hannover. Dies Dokument ist zusammen mit dem Communiqué der Konferenz im vollständigen Wortlaut abgedruckt im Europa-Archiv [1986].

Die Initiative für die Bündelung europäischer Forschungsaktivitäten geht auf die französische Regierung zurück, die als Antwort auf die SDI-Pläne die Errichtung einer grenzübergreifenden Forschungsagentur vorsah. Die Vorstellung einer neu zu gründenden Behörde rückte aber rasch wieder in den Hintergrund - nicht zuletzt aufgrund des auf britischer und deutscher Seite zu erkennenden Widerstands. Mittlerweile ist nur noch von einem "kleinen, flexiblen Eureka-Sekretariat" die Rede. Die Idee einer international koordinierten Forschungspolitik wurde allerdings aufgegriffen, und zwar von der EG-Kommission. Sie legte zum Mailänder Gipfeltreffen im Juni 1985 ihr "Memorandum für eine Technologiegemeinschaft" vor [Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1985]. Dies Dokument beschränkte sich im wesentlichen auf die Präsentation möglicher Forschungsvorhaben aus den verschiedensten Bereichen, etwa aus der Informationstechnologie, der computergesteuerten Produktion, der künstlichen Intelligenz und der Großcomputer, der Gentechnologie sowie der Lasertechnik und Optik. Fragen der organisatorischen Ausgestaltung sowie der konkreten Maßnahmen wurden von der Kommission bewußt offengehalten, um den Beschlüssen der nationalen Regierungen und des Ministerrats nicht vorzugreifen.

Folgende Etappen kennzeichnen den Fortgang der Verhandlungen:

- Auf der ersten Eureka-Ministerkonferenz, die im Juli 1985 in Paris stattfand, wurde der Wille zur technologischen Zusammenarbeit bekräftigt; die Konkretisierung dieser Zusammenarbeit wurde allerdings vertagt.
- Auf der zweiten Eureka-Ministerkonferenz, die im November 1985 in Hannover durchgeführt wurde, ging es vorrangig darum, aus den zahlreichen Vorschlägen der einzelnen Länder eine erste Auswahl geeigneter Projekte zu treffen. Dabei wurde bereits eine Einigung auf zehn Projekte erzielt, an denen sich insgesamt 18 Länder (1) sowie die EG-Kommission beteiligen wollen.

(1) Die zwölf Länder der erweiterten Europäischen Gemeinschaften (EG) sowie Finnland, Norwegen, Österreich, Schweden, die Schweiz und die Türkei. Mittlerweile gehört auch Island zu den beteiligten Ländern.

- Auf der dritten Eureka-Ministerkonferenz Ende Juni 1986 in London wurde die Aufnahme von 62 weiteren Projekten beschlossen, davon 15 mit deutscher Beteiligung. Außerdem einigte man sich auf die Errichtung eines gemeinsamen Eureka-Sekretariats mit Sitz in Brüssel.
- Die Reihe der Ministertreffen wird fortgesetzt. Die vierte Eureka-Konferenz fand am 11. und 12. Dezember 1986 in Stockholm statt.

Nach dem bisherigen Stand der Verhandlungen kann ein Forschungsprojekt nur dann in den Eureka-Katalog aufgenommen werden, wenn mindestens zwei Länder an der Ausführung beteiligt sind und der Finanzierungsbeitrag von staatlicher Seite nicht über 50 vH liegt. Die letztere Bedingung gilt allerdings nicht für reine Grundlagenforschungs- und Infrastrukturprojekte; Beispiel dafür sind die Projekte *Euronet* und *Eurotrac* (1). Im Mittelpunkt der Verhandlungen steht gegenwärtig die Frage, welche Möglichkeiten zur privaten Finanzierung von Eureka-Projekten entwickelt werden können. Derzeit arbeiten verschiedene Banken an entsprechenden Modellen, die etwa an vorhandenen Konzepten zur Wagnisfinanzierung oder zur Projektfinanzierung angelehnt sind.

Jenseits aller Gemeinsamkeiten gibt es allerdings auch Unterschiede in den Zielvorstellungen der einzelnen Länder, wobei im wesentlichen drei Grundpositionen auszumachen sind:

- Frankreich und die Bundesrepublik setzen ebenso wie die EG-Kommission auf die Vergabe von Subventionen zur Förderung von Eureka-Projekten. Dabei drängt die Bundesregierung auf eine Umverteilung innerhalb bestehender Haushaltsansätze sowohl auf nationaler Ebene als auch auf der Ebene der EG, während die französische Regierung und die EG-Kommission eine Finanzierung aus zusätzlichen Mitteln bevorzugen würden.
- Das Vereinigte Königreich steht einer staatlichen Beteiligung an der Finanzierung von Eureka-Projekten sehr reserviert gegenüber. Statt

(1) Bei *Euronet* geht es um die Errichtung eines europaweiten Datenverarbeitungsverbands; mit *Eurotrac* soll der Transport von Luftschadstoffen in Europa untersucht werden.

dessen werden Präferenzregelungen für bestimmte Produkte favorisiert, wobei neben einer steuerlichen Sonderbehandlung vor allem die außenwirtschaftliche Absicherung des Gemeinsamen Marktes im Vordergrund stehen soll. Die britische Position läuft also auf einen verstärkten Freihandel innerhalb Europas und eine protektionistische Abschottung vor allem gegenüber den Vereinigten Staaten und Japan hinaus.

- Schließlich geht es um die Beschaffungspolitik der öffentlichen Hand und der öffentlichen Unternehmen. Die bislang übliche Praxis, staatliche Aufträge vorrangig an inländische Unternehmen zu vergeben, soll in jenen Technologiebereichen, die in das Eureka-Programm fallen, durch international offene Ausschreibungen ersetzt werden. Dieser Vorschlag, der ebenfalls auf britische Initiative zurückgeht, wird vor allem von europäischen Drittländern, die nicht der EG angehören, unterstützt.

In der Grundsatzklärung von Hannover sind Elemente aller drei Varianten angesprochen: So wird darauf hingewiesen, daß die Finanzierung der gemeinsamen Projekte "gegebenenfalls unter Einbeziehung der zur Verfügung gestellten öffentlichen Mittel" erfolgen solle, daß "die Vollendung des Binnenmarkts der Europäischen Gemeinschaften" notwendig sei und daß es auch darum gehe, "das öffentliche Beschaffungswesen zu öffnen" [Europa Archiv, 1986].

Es ist denn auch damit zu rechnen, daß Eureka schließlich eine Mischung aus subventionspolitischen, handelspolitischen und beschaffungspolitischen Maßnahmen bringen wird. Dabei dürfte allerdings die Subventionspolitik eindeutig im Vordergrund stehen.

2. Argumente auf dem Prüfstand

Es sind vor allem vier Argumente, die als Begründung für eine gemeinsame europäische Forschungsstrategie ins Feld geführt werden:

- Der technologische Rückstand Europas gegenüber den Vereinigten Staaten und Japan müsse aufgeholt werden, um die internationale Wett-

bewerbsfähigkeit zu sichern.

- Eigenständige nationale Technologiepolitiken sowie eine mangelnde Zusammenarbeit von Unternehmen würden zu einer Zersplitterung der Kräfte in Europa und zu überflüssiger Parallelforschung führen.
- Der Finanzbedarf für die Entwicklung neuer Technologien sei mittlerweile in einigen Bereichen derart hoch, daß einzelne Unternehmen damit überfordert seien. Notwendig sei daher eine unternehmensübergreifende Kooperation und/oder eine finanzielle Beteiligung des Staates, um den Wettbewerbsnachteil gegenüber amerikanischen Großunternehmen zu überwinden.
- Das amerikanische SDI-Programm sei aufgrund zu erwartender "spillover"-Effekte auf zivile Anwendungsbereiche als massive Forschungssubvention zu werten, die zu entsprechenden Vergeltungsmaßnahmen zwinge.

Auch wenn das letzte dieser Argumente in offiziellen Verlautbarungen regelmäßig nicht genannt wird, dürfte es die politischen Entscheidungsprozesse dominieren. Darüber hinaus ist die ökonomische Wertung hier besonders komplex, so daß eine ausführliche Analyse angezeigt scheint. Zuvor soll jedoch auf die ersten drei Argumente näher eingegangen werden. Dabei wird auch auf die in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Ergebnisse zurückgegriffen.

a. Europäische Forschungsdefizite beheben?

Zum ersten Argument, der technologischen Lücke: Es ist nicht zu verkennen, daß die Vereinigten Staaten und Japan auf den Weltmärkten für Spitzentechnologien insgesamt gesehen erfolgreicher sind als die europäischen Länder. Vor allem im Bereich der Mikroelektronik, deren Gewicht im Welthandel in den vergangenen Jahren rasch zugenommen hat, ist Europa nur schwach vertreten. In anderen Technologiebereichen dagegen, etwa in der Meß- und Regeltechnik, in der Optik oder in der Werkstofftechnik, können sich europäische Anbieter nach wie vor gut behaupten.

Kein Land braucht indes bei jeder Technologie in Führung zu liegen. Auch bei Spitzentechnologien gibt es eine internationale Arbeitsteilung mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Insgesamt gesehen können europäische Unternehmen bei der Entwicklung technischen Wissens durchaus Schritt halten mit der amerikanischen und japanischen Konkurrenz [vgl. S. 29 ff.]. Probleme bereitet eher die Vermarktung der neuen Ideen. Dazu dürfte auch die einseitig technisch und wenig kommerziell ausgerichtete Technologiepolitik in den europäischen Ländern ihren Teil beigetragen haben (1).

Jedenfalls beruhen die Schwachstellen in der technologischen Leistungsfähigkeit europäischer Unternehmen eindeutig nicht auf einem unzureichenden finanziellen Engagement in der Forschung. Wie oben dargestellt (S. 24 ff.), kann sich ihre Forschungsintensität durchaus mit denjenigen der amerikanischen und japanischen Unternehmen messen. Dies gilt auch auf der Ebene einzelner Branchen; so ist der Anteil der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen am Umsatz der Verarbeitenden Industrie in der Bundesrepublik sogar höher als in den Vereinigten Staaten [OECD, f, S. 27].

Es kommt hinzu, daß die staatliche Subventionierung der Forschung offenbar kein erfolgversprechender Weg ist, die Forschungsintensität eines Landes insgesamt zu erhöhen. Es wurde bereits darauf verwiesen (S. 27 ff.), daß gerade in einigen Ländern mit einem hohen Anteil des Staates an den Forschungsaufwendungen die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität unterdurchschnittlich ist. Frankreich und Italien sind Beispiele dafür. Vermutlich wird ein erheblicher Teil staatlicher Forschungssubventionen nicht für die Aufstockung der Forschungsbudgets eingesetzt, sondern dient als Ersatz für privat aufzubringende Mittel. Intensivere Forschungsanstrengungen der Unternehmen lassen sich offenbar durch Subventionen nicht erzwingen.

(1) In einer neueren Untersuchung [Sharp, 1985] wurde die technologische Position europäischer Unternehmen anhand von sechs Fallstudien untersucht. Dabei bestätigte sich, daß ihre Schwierigkeiten mehr beim Marketing und weniger beim technischen Niveau der Produkte liegen.

Schließlich garantiert ein staatliches Engagement allein noch keine Markterfolge. Die Schwerpunkte der nationalen Technologiepolitiken fallen in aller Regel nicht mit den Schwerpunkten der Exporterfolge der jeweiligen Länder zusammen. Nur dort, wo zu einer überdurchschnittlichen Subventionierung ein überdurchschnittlicher finanzieller Eigenbeitrag der Unternehmen hinzugekommen ist, konnte die Weltmarktposition günstig beeinflußt werden (vgl. S. 48 ff.). Doch die Erfolgszurechnung ist hier schwierig.

Das Argument der transatlantischen technologischen Lücke ist somit als Rechtfertigung für ein Eureka-Programm wenig stichhaltig. Dort wo sie existiert, ist die konzertierte Subventionierung der Forschung wohl kein geeigneter Weg, sie zu schließen.

b. Effizienz der Technologiepolitik erhöhen?

Zum zweiten Argument, der Parallelforschung in Europa: Nach Ansicht der EG-Kommission könnte das Eureka-Programm dazu beitragen, die in den europäischen Ländern betriebene Forschungspolitik wirkungsvoller zu machen. Dazu gehöre auch "eine Verminderung der Verschwendung durch unnütze Doppelarbeiten" [Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1985, S. 2]. Die Absicht ist ehrbar, doch drei Argumente sprechen dagegen, von Eureka eine erhöhte Effizienz der Forschungsförderung zu erwarten:

1) Tatsächlich ist nicht zu verkennen, daß staatliche Technologiepolitiken in der Vergangenheit als Gleichrichter nationaler Forschungsaktivitäten gewirkt haben. Insbesondere bei der Luft- und Raumfahrt sowie der Kernenergie wurden in nahezu allen Industrieländern gleiche Prioritäten der Forschungsförderung gesetzt (vgl. S. 37 ff.). Es ist allerdings fraglich, ob Eureka das Ausmaß von Parallelforschungen reduzieren kann: Zwar wird möglicherweise eine Doppelung innerhalb Europas vermieden, dafür wird aber in starkem Maße eine Parallelforschung zum amerikanischen SDI-Programm angestrebt.

Übersicht 4 - Technologische Schwerpunkte bei SDI und Eureka

Technologiebereich	SDI	Eureka
Großrechner der fünften Generation	x	x
Software für "künstliche Intelligenz"	x	x
Computergestützte Softwareentwicklung	x	
Gen- und molekularbiologische Technologien		x
Neue Werkstoffe: Supraleiter, Keramik		x
Lasertechnik	x	x
Optische Sensoren (Focal-Plane-Arrays)	x	x
Elektromagnetische Geschütze	x	
Teilchenstrahlengeschütze	x	
Teilchenbeschleuniger, Windkanäle		x
Breitbandkommunikation		x
Neue Verkehrsmittel		x
Beobachtungssatelliten	x	x
Transportraketen	x	x
Bemannte Raumstationen		x
Meeresforschung		x

Einen Eindruck dieser Parallelen vermittelt Übersicht 4, bei der die technologischen Schwerpunkte des SDI-Programms denen des Eureka-Programms gegenübergestellt sind. Für Eureka wurde auf das Memorandum der EG-Kommission (1) zurückgegriffen, das eine Liste möglicher Vorhaben enthält (2). Dabei werden zwei Grundlinien deutlich:

- Im Bereich der Informationstechnik, der Lasertechnik und Optik sowie der Raumfahrt gibt es starke Überschneidungen zwischen beiden Programmen. Die europäische Industrie wird so in die Parallelforschung zur amerikanischen Industrie gedrängt.
- Die Liste der geförderten Technologiebereiche ist bei Eureka umfangreicher als beim SDI-Programm, und das bei merklich niedrigerem finanziellem Volumen. Die beklagte Verzettelung der einzelnen Mitglieds-

(1) Kommission der Europäischen Gemeinschaften [1985, Anhang]; Europa Archiv [1985].

(2) Für eine Übersicht der Schwerpunkte des SDI-Programms vgl. z.B. Seitz [1985] und Kincade [1985].

länder wird also lediglich durch eine international koordinierte Ver-zettelung ersetzt.

Von Eureka ist daher weniger eine Lösung der Probleme europäischer Technologiepolitiken zu erwarten, als vielmehr eine Verlagerung von der nationalen auf die internationale Ebene.

Im übrigen kann es nicht darum gehen, unternehmerische Parallelforschung generell zu verhindern. Auch der technische Fortschritt lebt vom Wettbewerb als Entdeckungsverfahren, und das Nebeneinander unabhängiger Entscheidungsträger hat sich häufig genug als Triebfeder neuer Ideen erwiesen (1). Worauf es ankommt ist eine ständige Rentabilitätskontrolle der laufenden Projekte, um kostenträchtige Fehlentscheidungen möglichst frühzeitig zu korrigieren. Diese Kontrolle dürfte bei rein privat finanzierter Parallelforschung eher gewährleistet sein als bei staatlich subventionierter Parallelforschung.

2) Ansatzpunkte für eine internationale Koordination der Forschung werden vor allem bei Großprojekten gesucht. Das Herzstück des Eureka-Programms sieht die EG-Kommission denn auch bei "Großvorhaben von hoher technologischer Intensität" [Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1985, S. 5]. Und der derzeitige Bundesforschungsminister meint, es würde sich bei Eureka "im wesentlichen um komplexe Großtechniken handeln" [Wirtschaftswoche, 1985]. Die wenig guten Erfahrungen mit der Förderung von Großprojekten (vgl. Kapitel V) werden offenbar beim Eureka-Programm ignoriert.

Darüber hinaus ist die Auswahl geeigneter Projekte durch politische Gremien problematisch. Einerseits ist die vorgesehene Beteiligung von Unternehmen bei der Entscheidungsfindung zu begrüßen, da der vor Ort verfügbare Sachverstand genutzt werden sollte. Andererseits ist die Gefahr groß, daß die Unternehmen nicht ganz uneigennützig handeln und verzerrte Informationen liefern, denn die Versuchung ist groß, ohnehin vorgesehene Projekte in Eureka-Projekte umzuwidmen.

(1) Der Nutzen der Parallelforschung im Bereich der Computerentwicklung wird eindrucksvoll beschrieben bei Katz und Phillips [1983].

3) Speziell aus deutscher Sicht kommt ein weiterer Kritikpunkt hinzu: Das Eureka-Programm steht im klaren Widerspruch zu der erklärten Absicht der Bundesregierung, bei der Forschungsförderung den Anteil direkter Maßnahmen zugunsten indirekter und indirekt-spezifischer Maßnahmen zurückzuschrauben [Schmidt et al., 1986]. Der Vorrang für indirekte und indirekt-spezifische Maßnahmen ist aber zugleich ein Vorrang für die Förderung kleinerer Projekte und Unternehmen (1).

Die Beteiligung an Eureka, das als Domäne der Großprojekte geplant ist, könnte die zaghaften Schritte zur Stärkung der unternehmerischen Eigeninitiative in der Forschung und zur Zurückhaltung des Staates im Sinne des Subsidiaritätsprinzips wieder zunichte machen.

c. Suboptimale Unternehmensgrößen kompensieren?

Zum dritten Argument, den Größenvorteilen amerikanischer Unternehmen: Unbestreitbar ist die Tatsache, daß die Vereinigten Staaten in der Welt-rangliste der umsatzstärksten Unternehmen häufiger vertreten sind als alle anderen Länder. Von den 25 größten Unternehmen der Welt stellen die Vereinigten Staaten sogar mehr als die Hälfte (Tabelle 24). Der Vorsprung hat allerdings im Verlauf der vergangenen zwanzig Jahre deutlich abgenommen. Nicht nur Japan und andere außereuropäische Länder sind auf dem Vormarsch, auch immer mehr europäische Unternehmen schieben sich in die Spitze hinein.

Der verbleibende Größenvorsprung amerikanischer Unternehmen könnte eine kompensierende europäische Technologiepolitik allerdings nur dann rechtfertigen, wenn aus den Größenunterschieden entscheidende Nachteile für die Forschung in europäischen Ländern resultieren. Dagegen spricht aber die Beobachtung, daß amerikanische Großunternehmen im

(1) Einige Maßnahmen der indirekt-spezifischen Förderung wenden sich ausschließlich an kleinere Unternehmen, so etwa das Personalkostenzuschußprogramm. Die indirekte Förderung, etwa über Sonderabschreibungen, steht allen Unternehmen offen. Sie stellt damit keine Bevorzugung kleinerer Unternehmen dar, sondern eher eine Minderung ihrer Benachteiligung bei der direkten Projektförderung.

Tabelle 24 - Regionale Verteilung der umsatzstärksten Unternehmen nach Größenklassen 1962, 1972 und 1982

Die jeweils ... umsatzstärksten Unternehmen	Jahr	Vereinigte Staaten	Japan	Europa	Übrige Länder
25	1962	20	-	5	-
	1972	16	2	7	-
	1982	14	2	7	2
50	1962	38	-	12	-
	1972	26	6	18	-
	1982	20	7	19	4
100	1962	67	2	31	-
	1972	53	9	38	-
	1982	43	13	37	7
483	1962	292	29	142	20
	1972	256	65	139	23
	1982	213	79	147	44

Quelle: Dunning, Pearce [1985, S. 96].

Durchschnitt keine höhere Forschungsintensität aufweisen als europäische Unternehmen (Tabelle 25). Die geringere Größe hält europäische Unternehmen offenbar nicht davon ab, sich ebenso aktiv an der Suche nach neuen Technologien zu beteiligen wie ihre amerikanische Konkurrenz.

Nun ließe sich einwenden, daß zwar nicht die Intensität, möglicherweise aber die Effizienz der Forschung in amerikanischen Großunternehmen höher sei als in den vergleichsweise kleinen europäischen Unternehmen. Wenn dies zuträfe, müßte es eine besonders ausgeprägte Dominanz amerikanischer Großunternehmen in forschungsintensiven Industriezweigen geben. Tatsächlich ist der Vorsprung amerikanischer Unternehmen gegenüber Europa bei Industriezweigen mit hoher Forschungsintensität nicht ausgeprägter als im Durchschnitt der Industrie, und auch hier ist er im Zeitverlauf zurückgegangen (vgl. Tabelle A10).

Die unterschiedlichen Unternehmensgrößen verschaffen den Vereinigten Staaten somit offenbar keinen spezifischen Wettbewerbsvorteil bei for-

Tabelle 25 - Forschungsintensität (a) von Großunternehmen nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Europa, Japan 1982

Wirtschaftszweig	Vereinigte Staaten	Europa	Japan
Insgesamt (b)	2,3	3,0	.
Luft- und Raumfahrzeugbau	4,4	10,7	.
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte	6,4	5,5	.
Elektrotechnik	3,4	6,7	4,6
Chemische Grundstoffindustrie	3,2	3,8	2,4
Pharmazie und chemische Verbrauchsgüter	4,8	7,6	9,4
Straßenfahrzeugbau	3,7	3,2	3,7
Maschinenbau	2,7	3,2	1,9
Gummiverarbeitung	2,4	2,4	.
Baustoffindustrie	1,8	1,7	.
Metallverarbeitung	0,8	1,1	0,9
Textil- und Bekleidungsindustrie	0,2	0,7	2,0
Papier- und Holzindustrie	0,8	0,8	0,4
Nahrungsmittelindustrie	0,7	1,1	2,5
Getränkeindustrie	0,9	0,1	.
Tabakverarbeitung	0,5	0,3	.
Mineralölverarbeitung	0,7	0,6	1,0
Übrige Wirtschaftszeige	2,2	1,2	.

(a) Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in vH des Umsatzes. -
(b) Ungewogener Durchschnitt der Angaben für die 427 umsatzstärksten Unternehmen der Welt in den genannten Wirtschaftszweigen.

Quelle: Dunning, Pearce [1985, S. 165].

schungsintensiven Produktionen. Eine kompensierende europäische Technologiepolitik erscheint daher entbehrlich.

d. Ein notwendiges Gegenprogramm zu SDI?

Das SDI-Programm der Vereinigten Staaten wird aus europäischer Sicht als gigantische Forschungssubvention gewertet, die der amerikanischen Industrie einen Vorsprung auch bei zivilen Technologien verschaffen würde. Tatsächlich ist der finanzielle Einsatz beträchtlich: Zu dem *SDI-Programm* im engeren Sinne, für das in den nächsten fünf Jahren rund 26 Mrd. Dollar veranschlagt sind, kommen das *VHSIC-Programm* zur Entwicklung von Höchstgeschwindigkeitschips, das *Software Technology Program* sowie das *Strategic Computing Program* hinzu, womit das Fördervolumen des gesamten SDI-Pakets von 1985 bis 1989 rund 40 Mrd. Dollar betragen wird.

Abgeschwächt werden die Impulse des SDI-Programms für die Entwicklung ziviler Technologien allerdings dadurch,

- daß die Forschungsergebnisse nicht ohne weiteres und nicht ohne zusätzliche Entwicklungskosten im zivilen Bereich nutzbar sein werden, denn im Rüstungsbereich dominiert die Suche nach der technisch besten Lösung, während im zivilen Bereich die kostengünstigste Lösung gefragt ist;
- daß die SDI-Ausgaben nicht ausschließlich der Entwicklung neuer Technologien dienen, denn in Teilbereichen geht es auch um die militärische Adaption bereits vorhandenen Wissens;
- daß die staatlichen Mittel privat aufgebrachte Mittel verdrängen, denn auch bei diesem Programm ist mit Mitnahmeeffekten zu rechnen;
- daß eine schubartige Erhöhung der Forschungsausgaben zu rasch sinkenden Grenzerträgen führen kann, denn zumindest kurzfristig ist das Potential an qualifizierten Forschern begrenzt.

Eine präzise Abschätzung des "spin-off" militärischer Forschung auf den zivilen Bereich ist kaum möglich. In der Wissenschaft dominiert eine eher skeptische Haltung (1), während aus dem Unternehmensbereich die Stim-

(1) Vgl. z.B. Griliches [1973]; Rothschild [1973]; Rettig, Wirt [1977]; Wilke, Wulf [1985]; Rosenberg [1986].

men überwiegen, die vom SDI-Programm starke Rückwirkungen auf die gesamte Breite des technischen Fortschritts erwarten [Handelsblatt, 1985].

Die Argumente für und wider den internationalen Subventionswettbewerb wurden im zweiten Kapitel ausführlich dargestellt. Zur Beurteilung des Eureka-Programms sind folgende Ergebnisse relevant:

- Eine europäische Gegensubvention zur Abwehr von SDI ist auf gar keinen Fall sinnvoll in Bereichen, bei denen amerikanische Unternehmen schon heute eine überlegene Marktposition halten, die durch Subventionen der amerikanischen Regierung noch verstärkt wird. So dürfte die von der EG-Kommission vorgeschlagene Förderung von Großcomputern, bei denen eine europäische Wettbewerbsfähigkeit erst geschaffen werden müßte, wie der Wettlauf zwischen Hase und Igel ausgehen, wobei leicht auszumachen ist, wem dabei die Rolle des Hasen zukommt.
- In Bereichen mit eindeutigen europäischen Wettbewerbsvorteilen, etwa bei der Optik, ist keine massive Subventionierung amerikanischer Unternehmen im Rahmen des SDI-Programms zu erwarten, denn die Kosten einer derartigen Politik wären für die Vereinigten Staaten um etliches höher als der Nutzen (vgl. S. 10 f.). Tatsächlich setzt die amerikanische Regierung hier auf eine Zusammenarbeit mit europäischen Unternehmen, von der beide Seiten nur profitieren können (1).
- Eine europäische Gegensubvention käme allenfalls in jenen Bereichen in Betracht, in denen a priori weder die Vereinigten Staaten noch die europäischen Länder einen Kostenvorteil besitzen, in denen Europa aber aufgrund bereits investierter Forschungsaufwendungen eine temporäre innovatorische Monopolstellung erlangt hat (vgl. S. 14). In der Praxis dürften derartige Fälle allerdings nur schwer identifizierbar sein. Die Gefahr ist groß, daß dieses Argument, wenn es erst einmal eingeführt ist, von zahlreichen protektionistischen Interessenvertretern als Einfallstor mißbraucht wird.

(1) Das gern benutzte Argument vom "Ausverkauf europäischer Forschungsergebnisse" entbehrt jeder rationalen Grundlage. Ob der Verkauf von Forschungsergebnissen vernünftig ist oder nicht, hängt allein vom Preis ab.

Europäische Unternehmen, die ihre technologische Spitzenposition durch das SDI-Programm bedrängt sehen, sollten im eigenen Interesse die Zusammenarbeit mit dem Pentagon suchen. Da auch die amerikanische Regierung nicht über unbegrenzte Haushaltsmittel verfügt, mit denen es eigene Unternehmen an die europäische Wettbewerbsfähigkeit heransubventionieren kann, haben derartige Angebote gute Chancen, angenommen zu werden.

3. Fazit

Die vier genannten Argumente zur Rechtfertigung des Eureka-Programms erweisen sich insgesamt gesehen als recht brüchig:

- Die technologische Lücke zwischen den Vereinigten Staaten und Japan auf der einen und den europäischen Ländern auf der anderen Seite hat dort, wo sie existiert, andere Ursachen als eine unzureichende Subventionierung der Forschung in Europa. Eine Erhöhung der Subventionen ist kein erfolgversprechender Weg, diese Lücke zu schließen.
- Die beklagten Effizienzverluste durch überflüssige Parallelforschung in den einzelnen Ländern werden durch Eureka nur verlagert, denn europäische Unternehmen werden nun in die Parallelforschung zur amerikanischen Konkurrenz gedrängt.
- Die im Vergleich zu amerikanischen Unternehmen geringere Größe europäischer Unternehmen hat ihre Wurzeln in einer Zersplitterung der europäischen Absatzmärkte. Eine staatlich verordnete Kooperation in der Forschung wäre nicht mehr als ein Herumkurieren am Symptom. Für eine Ursachentherapie sind die Handelspolitik sowie die Beschaffungspolitik der öffentlichen Hand gefordert, nicht dagegen die Forschungspolitik.
- Als Gegenprogramm zu SDI ist Eureka nicht geeignet, denn
 - (i) in Bereichen, die nicht unter das SDI-Programm fallen, sind europäische Gegenmaßnahmen überflüssig;

- (ii) in Bereichen, bei denen die Vereinigten Staaten schon heute über eine überlegene technologische Position verfügen, sind Gegenmaßnahmen zwecklos;
- (iii) in Bereichen, die durch einen Vorsprung europäischer Technologien gekennzeichnet sind, ist eine Zusammenarbeit mit den Vereinigten Staaten die bessere Strategie.

Wenig aussichtsreich ist insbesondere die absehbare Konzentration des Eureka-Programms auf anwendungsorientierte Großprojekte [Klodt, 1986]. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre in diesem Bereich sind durchweg negativ. Im Rahmen einer gemeinsamen europäischen Technologiepolitik sollte sich die Beteiligung an Großprojekten auf die marktferne Grundlagenforschung beschränken. Hier kann die EG durchaus auf erreichte Erfolge verweisen, und hier hat das klassische Argument für eine Subventionierung der Forschung - die Kompensation externer Erträge - besonderes Gewicht (vgl. S. 7).

Nach diesen Kriterien können auch die bereits eingeleiteten Maßnahmen beurteilt werden. Zu den Beschlüssen der Konferenz von Hannover gehört eine Liste von zehn Projekten, die im Rahmen des Eureka-Programms durchgeführt werden sollen (Übersicht 5). Von diesen Projekten zählen bestenfalls drei zum Bereich der Grundlagenforschung, und zwar die drei letztgenannten. Das Projekt eines europäischen Forschungsnetzes könnte allerdings auch der marktnahen Forschung zugerechnet werden, denn der hier geplante internationale Verbund von Datenbanken trifft auf eine Nachfrage, die gerade in jüngster Zeit in zunehmendem Maße von privaten Anbietern erschlossen wird.

Die übrigen sieben Projekte zielen ganz eindeutig auf marktfähige Produkte ab, deren Erforschung und Entwicklung zu den Aufgaben privater Unternehmen gehören. Soweit hier eine internationale Kooperation zwischen Unternehmen sinnvoll und notwendig ist, dürfte sie auch ohne Mithilfe der Regierungen zustande kommen. Und da den erforderlichen

Übersicht 5 - Die zehn ersten Eureka-Projekte

Projekttitlel	Partner	Interessent
1. Europäischer Standard für Mikrocomputer	Frankreich, Vereinigtes Königreich, Italien	Türkei
2. Kompakter Vektorrechner	Frankreich, Norwegen	Italien
3. Herstellung amorpher Siliziums	Frankreich, Bundesrepublik	
4. Roboter für Textilverarbeitung	Frankreich, Portugal	Spanien, Türkei
5. Entwicklung und Herstellung von Filtermembranen	Frankreich, Dänemark	Niederlande
6. Eurolaser: Entwicklung von Hochleistungslasern für Materialbearbeitung und Produktionstechnik	Frankreich, Vereinigtes Königreich, Italien, Bundesrepublik	Belgien, Griechenland, Niederlande, Österreich, Schweiz, Spanien
7. Optoelektronische Sensoren für flexible Fertigung	Frankreich, Italien	Schweiz
8. Eurotrac: Transport und Umwandlung von Schadstoffen in der Troposphäre	Bundesrepublik, Finnland, Niederlande, Norwegen, Österreich, EG-Kommission	Dänemark, Italien, Schweden, Schweiz, Türkei
9. Euronet: Europäisches Forschungsnetz	Bundesrepublik, Frankreich, Finnland, Niederlande, Österreich, Schweden, Schweiz, EG-Kommission	Belgien, Griechenland, Vereinigtes Königreich Italien, Irland, Luxemburg, Norwegen, Portugal, Spanien, Türkei
10. Entwicklung eines Verfahrens zur Aids-Diagnose	Vereinigtes Königreich, Spanien	

Quelle: Europa-Archiv [1986].

Forschungsaufwendungen durchaus zu erwartende Innovationserträge gegenüberstehen, erscheint eine staatliche Subventionierung überflüssig. Bei den Motiven für die Subventionierung dieser Projekte dürften auch protektionistische Erwägungen eine Rolle spielen, etwa bei der Förderung für einen Roboter zur Textilverarbeitung, der dazu beitragen könnte, die Konkurrenz der Entwicklungsländer im Textilbereich durch einen defensiven technischen Fortschritt auszuschalten.

Auch die oben kritisierte Parallelforschung zum amerikanischen SDI-Programm (S. 95 ff.) findet sich in den Projekten wieder. So ist etwa das Projekt zur Entwicklung eines kompakten Vektorrechners direkt vergleichbar mit der Entwicklung von Computern der fünften Generation im Rahmen des SDI-Programms. Dabei ergeben sich aus der zivilen Ausrichtung der europäischen und der militärischen Ausrichtung der amerikanischen Forschung in diesem Fall kaum unterschiedliche technologische Anforderungen. Nach den Erfahrungen, die etwa in der Bundesrepublik oder im Vereinigten Königreich mit der Förderung von Großrechnern gemacht wurden (vgl. S. 81), ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß es diesmal gelingen wird, einen amerikanischen Vorsprung durch massive Subventionierung einzuholen.

Bei drei anderen Eureka-Projekten, die eng mit der SDI-Forschung zusammenhängen, dürfte es durchaus Unterschiede zwischen ziviler und militärischer Forschung geben, doch auch hier sind die Grenzen fließend. So läßt sich etwa amorphes Silizium, das der Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom dienen soll, sowohl in Fernmeldesatelliten als auch in militärischen Satelliten verwenden. Gewisse Überschneidungen dürften auch bei Hochenergielasern sowie bei optischen Sensoren bestehen, denn diese Technologiebereiche gehören zum Herzstück des SDI-Programms.

Schließlich ist zu fragen, ob die geplanten Projekte nicht auch ohne das Eureka-Programm zustandegekommen wären. Zumindest das spanisch-britische Projekt zur Aids-Forschung, das erst in letzter Minute in den Eureka-Katalog aufgenommen wurde, wäre ohnehin durchgeführt worden.

Insgesamt verbleibt somit von den zehn Projekten allein das von deutscher Seite initiierte Eurotrac-Projekt, bei dem das Eureka-Programm eine zweckmäßige Koordinierung und Subventionierung der Forschung bewirkt hat.

Beachtung verdient dagegen der Vorschlag der EG-Kommission, im Zusammenhang mit Eureka auch die "Öffnung der öffentlichen Märkte" sowie die "Annahme internationaler Normen" [Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1985, S. 2] auf die Tagesordnung zu setzen. Besonders gravierende Mißstände gibt es hier im Bereich der Telekommunikation, wo Europa noch weit von einem gemeinsamen Markt entfernt ist [Zietz, 1985]. Dabei sind aber zuallererst die Handelspolitik sowie die Beschaffungspolitik der öffentlichen Hand gefordert, nicht dagegen die Technologiepolitik [Donges, 1985b].

VII. Zusammenfassung: Zehn Thesen zur Technologiepolitik

Die wichtigsten Ergebnisse der Analyse lassen sich in folgenden Thesen zusammenfassen:

These 1: Eine wachstums- und beschäftigungsorientierte Technologiepolitik erfordert eine Konzentration der Forschungssubventionen auf den Bereich der Grundlagenforschung (Kapitel II).

Die einzig überzeugende theoretische Rechtfertigung für Forschungsförderung ist die Existenz externer Erträge. Wenn der soziale Nutzen der Forschung substantiell über den privaten hinausgeht, ist eine kompensatorische Subventionierung sinnvoll. Diese Bedingung ist am ehesten bei Projekten der Grundlagenforschung erfüllt; hier sollte denn auch der Schwerpunkt der Forschungsförderung liegen. Bei der angewandten Forschung sowie erst recht bei der experimentellen Entwicklung ist es den Unternehmen dagegen sehr viel eher möglich, die Innovationserträge zu internalisieren. Eine Subventionierung der Forschung auch in diesen Bereichen kann rasch über das gesamtwirtschaftliche Optimum hinausführen und Allokationsverzerrungen zur Folge haben. Derartige Verzerrungen sind gleichbedeutend mit dem Verzicht auf mehr Wachstum und mehr Beschäftigung.

These 2: Die Technologiepolitik der Industrieländer wird den theoretisch begründeten Anforderungen nicht gerecht, denn sie setzt ihre Prioritäten eindeutig bei der Subventionierung marktnaher Forschungsprojekte (Kapitel III).

Die technologiepolitischen Strategien sind in allen Industrieländern recht ähnlich. Überall stehen die gleichen Branchen im Vordergrund, und überall konzentrieren sich die Forschungssubventionen nicht auf jene Branchen, die besonders viel in die Grundlagenforschung investieren,

sondern auf jene, bei denen die angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung dominieren. Die Technologiepolitik trägt damit wenig zur Kompensation externer Erträge bei. Statt dessen geht es ihr offenbar vorrangig um die protektionistische Begünstigung einzelner Industrien.

These 3: Die sektoralen Schwerpunkte des internationalen Subventionswettlaufs lassen sich mit den unterschiedlichen Kostenstrukturen forschungsintensiver Industrien erklären (Kapitel II).

Der Subventionswettlauf im Bereich der Technologiepolitik ist auf wenige Industrien konzentriert, die durch eine fixkostenintensive Produktion gekennzeichnet sind. Hier erscheint die Chance besonders groß, durch einen innovatorischen Vorsprung eine Monopolstellung auf den Weltmärkten zu erringen, denn ein derartiger Vorsprung kann in Kombination mit hohen Fixkosten als gravierende Marktzutrittsschranke wirken. Als Ertrag der Subventionierung winkt eine Monopolrente. Die Erfolgsaussichten einer derartigen Strategie sind jedoch gering, wenn mit Retorsionsmaßnahmen des Auslands zu rechnen ist.

These 4: Der internationale Subventionswettlauf läßt sich nur durch einen international koordinierten Subventionsabbau stoppen (Kapitel III).

Der Subventionswettlauf etwa im Bereich der Kernenergie oder im Bereich der Luft- und Raumfahrt hat mittlerweile ein Ausmaß erreicht, bei dem kaum noch erkennbar ist, welches Land die Angriffssubventionen und welches Land die Vergeltungssubventionen zahlt. Da sich jedes Land bei einem einseitigen Verzicht auf Subventionen Nachteile ausrechnet, sind internationale Verhandlungen nötig, um einen Wettlauf zu beenden, bei dem es nur noch Verlierer und keine Gewinner mehr gibt. Hier liegt die eigentliche Aufgabe einer internationalen Koordinierung der Technologiepolitik.

These 5: Hohe Forschungsausgaben des Staates sind kein Garant für eine hohe gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität. Je stärker sich der Staat engagiert, desto mehr Subventionen werden über Mitnahmeeffekte versickern (Kapitel III).

Es gehört zu den erklärten Zielen der praktizierten Technologiepolitik, die gesamtwirtschaftlichen Forschungsaufwendungen zu erhöhen. Statistisch läßt sich die positive Verknüpfung zwischen dem Staatsanteil an den Forschungsausgaben und der Forschungsintensität jedoch nicht belegen. Durch mehr Subventionen läßt sich eine höhere Forschungsintensität offenbar nicht erzwingen, denn die staatlichen Mittel dürften in starkem Maße als Substitut für privat finanzierte Mittel verwendet werden.

These 6: Die direkte Förderung industrieller Großprojekte hat sich als Fehlschlag erwiesen. Eine indirekte Förderung industrieller Forschungsarbeiten verspricht mehr Erfolg (Kapitel V).

Zahlreiche Fallbeispiele machen deutlich, daß die Chronik staatlich subventionierter Großprojekte eine Aufreihung von Mißerfolgen ist. Kosten- und Terminüberschreitungen von erheblichem Ausmaß sind die Regel; durchschlagende Markterfolge sind selten. Trotz dieser negativen Erfahrungen verschlingen Großprojekte nach wie vor den größten Teil der staatlichen Forschungssubventionen. Eine Neuorientierung der Technologiepolitik, die mehr auf indirekte Förderinstrumente und die Eigenverantwortung der Unternehmen setzt, scheint dringend geboten. In Japan ist eine derartige Politik weitgehend verwirklicht; in der Bundesrepublik sind erste Schritte in diese Richtung erkennbar.

These 7: Technologiepolitische Maßnahmen haben sich nicht als geeignet erwiesen, die internationale Wettbewerbsfähigkeit bei High-Tech-Gütern zu erhöhen (Kapitel III).

Die Weltmarkterfolge von Unternehmen mit hoher staatlicher Forschungsförderung sind unterdurchschnittlich. Nur dort, wo staatliches und pri-

vates Engagement in der Forschung zusammentreffen, sind günstige Marktpositionen bei Spitzentechnologien zu verzeichnen, doch die Erfolgsszurechnung ist hier schwierig. Eine statistische Überprüfung ergab keinen gesicherten Zusammenhang zwischen der Höhe der Forschungssubventionen und den Exportserfolgen. Damit hat die Technologiepolitik ein weiteres selbstgestecktes Ziel verfehlt.

These 8: Die Standortvorteile hochentwickelter Industrieländer im Welt-handel werden immer weniger von den Forschungsaktivitäten bestimmt (Kapitel IV).

Die Produktzyklus-Hypothese des internationalen Handels, nach der hochentwickelte Industrieländer über komparative Vorteile beim Export forschungsintensiver Güter verfügen, verliert bei einem zunehmenden internationalen Technologietransfer rasch an Bedeutung. Aufgrund des technologischen Schubs bei Informations- und Kommunikationstechnologien ist es heute sehr viel einfacher und billiger als früher, technologisch anspruchsvolle Produktionsbereiche in weniger entwickelte Länder auszulagern. Nach der Technologietransfer-Hypothese werden die komparativen Vorteile in der internationalen Arbeitsteilung zunehmend von der Human-kapitalintensität der Produktion und nicht mehr nur vom Forschungsaufwand bestimmt. Damit schwinden die Möglichkeiten, mit technologiepolitischen Maßnahmen die internationale Wettbewerbsfähigkeit eines Landes entscheidend zu beeinflussen.

These 9: Die neuen Muster der internationalen Arbeitsteilung stellen eher eine Herausforderung für die Bildungspolitik als für die Technologiepolitik dar (Kapitel IV).

Überdurchschnittliche Einkommen auf den Weltmärkten lassen sich nur bei jenen Produktionen erzielen, die von weniger entwickelten Ländern mit niedrigerem Lohnniveau nicht ohne weiteres nachgeahmt werden können. Da technisches Wissen international mobiler wird, konzentriert sich die Überlegenheit hochentwickelter Industrieländer auf Produktionen, die den Einsatz hochqualifizierter Arbeitskräfte erfordern. Die Akkumulation von

Humankapital wird damit für den Wohlstand eines Landes wichtiger als die Akkumulation von technischem Wissen. Eine gute Bildungspolitik ist daher eine lohnende Alternative zur Technologiepolitik.

These 10: Das Eureka-Programm scheint nicht geeignet, Europa technologisch voranzubringen (Kapitel VI).

Die bisherigen Verhandlungsergebnisse deuten darauf hin, daß im Rahmen des Eureka-Programms vorrangig die koordinierte Subventionierung marktnaher Großprojekte angestrebt wird. Aller Erfahrung nach ist eine derartige Strategie nicht geeignet, die technologische Leistungsfähigkeit der geförderten Unternehmen zu erhöhen. Eureka bietet aber die Chance, zum Abbau nicht-tarifärer Handelshemmnisse, die zwischen den europäischen Ländern etwa in Form von technischen Normen und Zulassungsvorschriften bestehen, und zu international offenen Ausschreibungen öffentlicher Aufträge zu kommen. Diese Chance sollte genutzt werden. Denn der technische Fortschritt gedeiht im frischen Wind des Wettbewerbs allemal besser als unter der Dunstglocke der Protektion.

Anhangtabellen

Tabelle A1 - Pro-Kopf-Einkommen, gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität und Staatsanteil an den Forschungsaufwendungen im internationalen Vergleich 1980

	Pro-Kopf-Einkommen (a)	Forschungsintensität (b)	Staatsanteil (c)
Vereinigte Staaten	100	100	49,9
Kanada	93	47	54,0
Norwegen	90	51	58,6
Bundesrepublik	86	99	41,6
Schweden	85	88	39,9
Frankreich	84	80	51,4
Schweiz	80	93	23,8
Dänemark	80	46	52,6
Australien	77	40	76,7
Belgien	76	59	31,0
Island	76	30	64,9
Japan	72	90	27,9
Niederlande	71	77	47,8
Finnland	71	46	43,6
Vereinigtes Königreich	65	95	49,8
Italien	58	35	45,5
Griechenland	49	8	71,5
Irland	41	31	56,5
Portugal	38	13	66,8

(a) Berechnet mit Kaufkraftparitäten; Vereinigte Staaten = 100. - (b) Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen in Relation zum Bruttoinlandsprodukt; Vereinigten Staaten = 100. - (c) Vom Staat finanzierte Forschungsaufwendungen in vH der gesamtwirtschaftlichen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen.

Quelle: Summers, Heston [1984]; OECD [f]; eigene Berechnungen.

Tabelle A2 - Forschungsintensive Waren

SITC rev. 1(a)	SITC rev. 2(b)	Kurzbezeichnung(c)
514	523	Andere anorganische Chemikalien
515	524	Radioaktive und ähnliche Stoffe
541	541	Medizinische und pharmazeutische Erzeugnisse
551	551(d)	Ätherische Öle u.a.
581	582, 583(d), 584, 585	Kunststoffe, Zelluloseäther und -ester
599.2	591	Insektizide, Fungizide
711	711, 712, 713, 714, 718	Kraftmaschinen und Kraftmaschinenausrüstungen
714	751, 752, 759(d)	Büromaschinen und automatische Datenverarbeitungsmaschinen
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 [1961]. - (b) UN [1975]. - (c) Angelehnt an Statistisches Bundesamt [1976]. - (d) Keine vollständige Übereinstimmung mit der entsprechenden Position der SITC rev. 1.		

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Tabelle A3 - Vergleich der Strukturen staatlicher Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach zwölf Forschungszielen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1975 und 1985 (a)

	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
Vereinigte Staaten	X	0,45	0,26	0,54*	0,26
Japan	0,45	X	0,56*	0,68*	0,75*
Bundesrepublik	0,50*	0,52*	X	0,76*	0,68
Frankreich	0,44	0,40	0,72*	X	0,78*
Vereinigtes Königreich	0,45	0,27	0,62*	0,87*	X
Nationale Strukturen 1975/1985	0,93*	0,92*	0,74*	0,94*	0,83*

(a) Rangkorrelationskoeffizienten. Oberhalb der Hauptdiagonalen Werte für 1985, unterhalb Werte für 1975. - * Signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 vH. Bei den Forschungszielen wurden die Aufwendungen für Verteidigung ausgeklammert.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Tabelle 5.

Tabelle A4 - Grundlagenforschung und staatliche Forschungssubventionen nach Wirtschaftszweigen: Bundesrepublik 1981 (vH)

Wirtschaftszweig	Anteil der Grundlagenforschung(a)	Anteil staatlicher Mittel(b)
Industrie insgesamt	5,6	12,3
Energieversorgung	0,1	18,0
Bergbau	4,7	53,3
Verarbeitendes Gewerbe	5,7	10,8
darunter:		
Chemische Industrie,		
Mineralölverarbeitung	6,9	4,2
Metallindustrie	1,6	20,5
Stahl-, Maschinen- und		
Fahrzeugbau	4,2	15,1
Elektrotechnik, Feinmechanik	7,6	11,2
Übrige Wirtschaftszweige	0,9	36,7

(a) Anteil der Aufwendungen für Grundlagenforschung an den gesamten Forschungsaufwendungen in Unternehmen. - (b) Vom Staat finanzierte Forschungsaufwendungen in vH der gesamten Forschungsaufwendungen der Unternehmen.

Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft [1985].

Tabelle A5 - Relative Spezialisierung (a) der privat finanzierten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen nach Wirtschaftszweigen: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1983

Wirtschaftszweig	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich (b)
Industrie insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Elektrotechnik	86,6	121,8	79,4	101,3	111,3
Chemische Industrie(c)	88,0	80,2	110,7	116,5	104,1
Luft- und Raumfahrzeugbau	133,9	0,3	30,6	167,7	164,5
Straßenfahrzeugbau	87,9	109,8	138,6	108,3	54,5
Eisen- und Stahlindustrie	50,0	215,0	80,0	85,0	60,0
NE-Metallindustrie	70,0	170,0	70,0	120,0	80,0
Metallwarenindustrie	77,8	111,1	155,6	77,8	77,8
Meß- und Regeltechnik	243,2	102,7	48,6	35,1	64,9
Maschinenbau(d)	127,0	86,1	119,7	62,0	106,6
Nahrungs- und Genussmittelindustrie	82,6	121,7	60,9	65,2	160,9
Textil- und Bekleidungsindustrie	50,0	200,0	83,3	116,7	83,3
Kunststoff- und Gummiverarbeitung	78,3	113,0	87,0	160,9	52,2
Steine, Feinkeramik, Glas	68,8	168,8	81,3	100,0	81,3
Papier- und Druckindustrie	200,0	112,5	62,5	50,0	87,5
Holzindustrie	133,3	166,7	166,7	33,3	33,3
Übrige Industriezweige	61,5	107,7	176,9	34,6	111,5

(a) Anteil der Industriezweige an den gesamten privat finanzierten Forschungsaufwendungen, normiert mit dem internationalen Durchschnitt des Industriezweigs. - (b) 1981. - (c) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (d) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Tabelle 9.

Tabelle A6 - Zuordnung der Warengruppen der Außenhandelsstatistik zu den Wirtschaftszweigen

Wirtschaftszweig	ISIC(a)	SITC rev. 2(b)	SITC rev. 1(c)
Landwirtschaft	1	001, 025, 034, 035, 036, 037, 041, 042, 043, 044, 045, 054, 057, 121, 212, 222, 223, 232, 247, 292	001, 025, 031, 032, 041, 042, 043, 044, 045, 051, 052, 054, 121, 212, 221, 231.1, 242, 292
Bergbau	2	271, 273, 274, 277, 278, 281, 286, 287, 322, 323, 333, 341	271, 273, 274, 275, 276, 281, 283, 286, 321, 331, 341
Elektrotechnik	383 (ohne 3832)	716, 771, 772, 773, 775, 778	722, 723, 725, 729.1, 729.2, 729.7
Elektronische Geräte	3832	761, 762, 763, 764, 774, 776	724, 726, 729.3, 729.4, 729.5, 729.6, 729.9, 891.1
Chemische Grundstoffe	351	266, 267, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 522, 523, 524, 531, 532, 562, 582, 583, 584, 585, 591, 598, 882	266, 512, 513, 514, 515, 531, 532, 561, 581, 599.2, 599.6, 599.7, 599.9, 862
Übrige Chemische Industrie	352 (ohne 3522)	533, 551, 553, 554, 572	533, 551, 553, 554, 571
Pharmazie	3522	541	541
Mineralölverarbeitung	353, 354	334, 335	332, 521
Luftfahrzeugbau	3845	714, 792	711.4, 711.6, 734
Straßenfahrzeugbau	3843	713, 781, 782, 783, 784, 786	711.5, 732.1, 732.2, 732.3, 732.4, 732.5, 732.6, 732.7, 732.8, 733.3
Schiffbau	3841	793	735
Übriger Fahrzeugbau	3842, 3844, 3849	785, 791	731, 732.9, 733.1, 733.4
Eisen- und Stahlindustrie	371	671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679	671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679
NE-Metallindustrie	372	681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689	681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689
Metallverarbeitung	381	282, 288, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 699, 711, 812	282, 284, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 711.1, 711.2, 812
Meß- und Regeltechnik	3851	872, 874	861.7, 861.9
Büromaschinen, Computer	3825	751, 752, 759	714

noch Tabelle A6

Wirtschaftszweig	ISIC(a)	SITC rev. 2(b)	SITC rev. 1(c)
Maschinenbau	382 (ohne 3825)	712, 718, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 736, 737, 741, 742, 743, 744, 745, 749, 873, 951	711.3, 711.7, 711.8, 712, 715, 717, 718, 719, 861.8, 951
Nahrungs- und Genußmittel-industrie	31	011, 012, 014, 022, 023, 024, 046, 047, 048, 056, 058, 061, 062, 071, 072, 073, 074, 075, 081, 091, 098, 111, 112, 122, 211, 291, 411, 423, 424, 431, 592	011, 012, 013, 022, 023, 024, 046, 047, 048, 053, 055, 061, 062, 071, 072, 073, 074, 075, 081, 091, 099, 111, 112, 122, 211, 291, 411, 421, 422, 431, 599.5
Textil- und Bekleidungs-industrie	32	261, 263, 264, 265, 268, 269, 611, 612, 613, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 831, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 851	261, 262, 263, 264, 265, 267, 611, 612, 613, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 831, 841, 842, 851
Gummiverarbeitung	355	233, 621, 625, 628	231.2, 231.3, 231.4, 621, 629
Kunststoffver-arbeitung	356	893	893
Steine, Fein-keramik, Glas	36	661, 662, 663, 664, 665, 666	661, 662, 663, 664, 665, 666
Papier- und Druckindustrie	34	251, 641, 642, 892	251, 641, 642, 892
Holzindustrie	33	244, 245, 246, 248, 633, 634, 635, 821	241, 243, 244, 631, 632, 633, 821
Optische Industrie	3852	871, 881, 884	861.1, 861.2, 861.3, 861.4, 861.5, 861.6
Uhrenindustrie	3853	885	864
Übrige Verarbei-tende Industrie	39	289, 667, 894, 895, 897, 898, 899, 961, 971	285, 667, 891.2, 891.4, 891.8, 891.9, 894, 895, 897, 899, 961
Energie- und Was-serversorgung	4	351	351
Dienstleistungen	6-9	883, 869, 911, 931, 941	863, 896, 911, 931, 941

(a) UN [1986]. - (b) UN [1975]. - (c) UN [1971].

Quelle: UN [1961; 1968; 1971; 1975].

Tabelle A7 - Weltmarktanteil bei forschungsintensiven Waren (a): Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1970-1982 (vH)

	Vereinigte Staaten	Japan	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich
1970	28,0	10,1	17,5	7,1	9,4
1975	25,0	10,8	17,8	8,1	10,0
1980	23,0	13,4	16,8	8,7	8,7
1982	26,4	14,0	15,8	8,2	9,7
(a) Zur Warenabgrenzung vgl. Tabelle A2.					

Quelle: OECD [k]; eigene Berechnungen.

Tabelle A8 - Branchenstruktur der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen (a): Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1971-1983

	Jahr	Elektro- technik	Chemische Industrie (b)	Luftfahr- zeugbau	Straßen- fahrzeug- bau	Meß- und Regel- technik	Maschinen- bau (c)
Vereinigte Staaten	1971	24,9	13,3	27,7	10,0	4,2	10,6
	1973	23,9	12,7	24,6	11,7	4,7	12,4
	1975	21,8	14,6	24,4	10,0	5,0	13,6
	1977	20,5	14,4	24,5	11,5	5,1	13,7
	1979	21,6	14,4	22,5	12,0	5,6	14,0
	1981	20,7	14,5	24,0	9,6	7,2	13,7
	1983	22,5	15,3	22,6	8,8	7,2	13,8
Japan	1971	25,1	25,4	.	11,4	2,5	12,5
	1973	26,3	21,0	.	13,4	2,6	9,6
	1975	24,1	22,1	.	12,8	2,3	9,5
	1977	23,3	21,5	.	14,0	3,0	11,7
	1979	25,2	21,1	0,0	15,3	3,2	10,8
	1981	26,4	19,5	0,0	15,5	3,8	10,6
	1983	28,9	19,3	0,0	14,3	3,7	11,7
Bundes- republik	1971	26,5	26,8	11,5	15,2	1,8	11,3
	1973	29,0	27,2	10,0	12,4	2,1	12,0
	1975	29,9	29,2	9,5	11,6	2,1	11,8
	1977	28,4	29,1	7,8	12,8	1,8	13,5
	1979	27,6	24,2	6,4	13,8	2,1	16,2
	1981	25,8	24,9	6,6	14,9	2,1	15,2
	1983	21,6	24,2	5,2	16,1	1,8	15,5
Frankreich	1971	22,6	18,3	22,5	10,6	1,6	11,8
	1973	22,5	19,4	21,0	11,9	1,3	11,8
	1975	34,9	25,9	27,3	14,4	1,9	3,1
	1977	24,4	19,7	20,0	12,2	1,4	9,4
	1979	25,1	19,5	19,4	13,6	1,2	8,9
	1981	26,6	20,3	18,9	12,3	1,4	8,9
	1983	25,7	23,3	20,1	11,5	1,2	7,5
Vereinigtes Königreich	1972	22,0	17,9	27,3	7,6	2,7	8,6
	1975	21,9	19,7	23,9	7,3	1,8	10,2
	1978	26,6	19,9	20,2	6,2	1,6	12,0
	1981	33,3	17,4	21,5	5,1	1,7	11,1

(a) Anteil der jeweiligen Branche an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der Verarbeitenden Industrie. - (b) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (c) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: OECD [d].

Tabelle A9 - Kennziffern zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit (a) ausgewählter Wirtschaftszweige: Vereinigte Staaten, Japan, Bundesrepublik, Frankreich, Vereinigtes Königreich 1971-1983

	Jahr	Elektro- technik	Chemische Industrie (b)	Luftfahr- zeugbau	Straßen- fahrzeug- bau	Meß- und Regel- technik	Maschinen- bau (c)
Vereinigte Staaten	1971	16,1	31,1	226,2	- 44,0	44,5	106,8
	1973	10,9	11,1	183,0	- 37,5	23,7	93,2
	1975	9,3	- 35,3	196,2	- 32,9	16,9	89,7
	1977	15,1	- 21,7	217,9	- 32,9	13,5	97,5
	1979	9,2	54,5	193,2	- 35,2	- 18,3	81,9
	1981	- 30,0	9,6	366,6	- 43,5	42,8	86,5
	1983	- 24,7	7,2	172,7	- 62,9	53,2	74,3
Japan	1971	49,9	-130,7	-360,0	182,0	15,2	- 81,3
	1973	66,1	-109,0	-240,5	183,6	29,8	- 26,3
	1975	28,0	-125,0	-337,3	154,4	- 6,8	- 34,7
	1977	43,5	-143,9	-252,8	174,4	19,4	- 15,8
	1979	53,3	-137,8	-303,3	192,2	38,7	23,0
	1981	138,0	-145,3	-294,1	296,8	44,4	84,6
	1983	142,4	-139,9	-311,4	286,5	36,4	97,5
Bundes- republik	1971	26,6	- 7,7	-149,0	71,5	24,3	61,7
	1973	12,5	- 25,6	- 96,9	71,0	9,4	71,0
	1975	8,9	- 40,6	- 99,7	61,5	- 7,5	73,2
	1977	11,8	- 35,5	- 65,6	61,1	- 1,3	70,1
	1979	13,6	- 38,9	- 66,2	67,3	- 7,4	60,1
	1981	8,7	- 25,6	- 63,1	96,4	8,6	64,5
	1983	9,1	- 17,6	- 47,7	91,8	-200,9	66,0
Frankreich	1971	2,1	- 8,6	5,9	54,9	- 36,7	- 20,2
	1973	3,4	1,4	- 27,2	51,5	- 33,2	- 20,3
	1975	7,3	- 9,1	5,5	58,0	- 41,5	- 2,9
	1977	2,4	- 4,8	36,4	45,5	- 41,9	1,4
	1979	6,2	1,1	33,3	50,1	- 47,3	- 2,2
	1981	- 12,4	- 12,5	1,0	258,4	- 35,5	- 16,0
	1983	233,4	- 12,8	34,4	19,5	- 23,6	- 15,9
Vereinigtes Königreich	1972	- 7,6	0,1	27,8	47,7	- 8,9	32,7
	1975	10,5	6,7	32,5	54,9	- 21,8	29,0
	1978	11,6	18,6	10,1	9,0	- 21,7	25,7
	1981	- 1,9	31,5	-174,2	13,9	1,2	45,7
	1983	-223,9	54,4	81,2	-246,0	24,5	40,5

(a) RCA-Werte (Erläuterung im Text, S. 52). - (b) Einschließlich Mineralölverarbeitung. - (c) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: OECD [k]; eigene Berechnungen.

Tabelle A10 - Geographische Verteilung der größten Unternehmen (a) nach Wirtschaftszweigen 1962, 1972 und 1982

Wirtschaftszweig	Welt	Vereinigte Staaten	Japan	EG (b)	Bundesrepublik	Frankreich	Vereinigtes Königreich	Italien	Übrige Länder
Industrie insgesamt (c)									
1962	483	292	29	128	34	26	53(d)	7	34
1972	483	256	65	120	31(e)	25	48(d,f)	7	42
1982	483	213	79	118	29	24	49(d)	8(g)	73
Industrien mit hoher Forschungsintensität (h)									
1962	158	94	13	42	10	11	17	3	9
1972	169	91	25	42	11(e)	10	13	4	11
1982	177	86	34	42	12	10	12	4	15
Industrien mit mittlerer Forschungsintensität (i)									
1962	155	84	9	50	19	11	14	2	12
1972	134	59	20	39	14	10	10(f)	1	16
1982	120	42	20	39	12	9	12	3(g)	19
Industrien mit niedriger Forschungsintensität (k)									
1962	123	85	6	22	1	1	18(l)	1	10
1972	119	72	16	23	1	2	19(l)	1	8
1982	102	51	16	24	1	3	20(l)	-	11
Elektrotechnik (m)									
1962	51	27	7	13	2	3	6	1	4
1972	49	25	9	10	2	2	4	1	5
1982	53	26	10	10	2	2	4	1	7
Chemische Industrie									
1962	52	36	-	12	5	3	3	1	4
1972	65	37	7	17	5(e)	4	4	1	4
1982	68	37	9	16	5	4	3	1	6
Straßenfahrzeugbau									
1962	39	18	6	14	3	4	6	1	1
1972	39	16	8	12	4	3	3	2	3
1982	36	9	13	11	4	2	3	2	3

(a) Die 483 umsatzstärksten Unternehmen der Welt. - (b) Die Angaben für die EG beziehen sich für alle Jahre auf die EG der Neun. - (c) Einschließlich Unternehmen der Mineralölverarbeitung und der übrigen Industrie, die in der sektoralen Untergliederung nicht enthalten sind. - (d) Einschließlich zweier niederländisch-britischer Unternehmen. - (e) Einschließlich eines belgisch-deutschen Unternehmens. - (f) Einschließlich eines britisch-italienischen Unternehmens. - (g) Einschließlich eines schweizerisch-italienischen Unternehmens. - (h) Luftfahrzeugbau; Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräte; Elektrotechnik; Meß- und Regeltechnik; Chemische Industrie; Straßenfahrzeugbau. - (i) Maschinenbau; Schiffbau; Schienenfahrzeugbau; Gummiverarbeitung; Baustoffindustrie; Metallverarbeitung. - (k) Textil-, Bekleidungs-, Lederindustrie; Papier-, Druck-, Holzindustrie; Nahrungs- und Genussmittelindustrie. - (l) Einschließlich eines niederländisch-britischen Unternehmens. - (m) Einschließlich Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten.

Quelle: Dunning, Pearce [1985, S. 254 ff.].

Literaturverzeichnis

- AEROSPACE INDUSTRIES, Facts and Figures 1984/85. Washington 1984.
- ARROW, Kenneth, "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention". In: NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH (Ed.), The Rate and Direction of Inventive Activity. Princeton 1962, S. 609-625.
- BAIN, Joe S., Barriers to New Competition. Cambridge 1956.
- BALASSA, Bela, "Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage". The Manchester School of Economic and Social Studies, Vol. 33, 1965, S. 99-123.
- BERG, Hartmut, Gerhard MAMMEN, "Alternative Strategien staatlicher Technologieförderung: Eine Analyse der Projekte 'Concorde' und 'Airbus'". Jahrbuch für Sozialwissenschaften, Vol. 32, 1981, S. 346-379.
- BILD DER WISSENSCHAFT [1981a], Juni 1981, S.38-48, "Der größte Schnelle Brüter der Welt".
- [1981b], Juni 1981, S. 52-56, "Gespräch mit Forschungsminister Andreas von Bülow".
- BÖRNSEN, Ole, Hans H. GLISMANN, Ernst-Jürgen HORN, Der Technologietransfer der USA und der Bundesrepublik. Kieler Studien, 192, Tübingen 1985.
- BROWN, Kenneth M. (Ed.), The R&D Tax Credit. Washington 1984.
- BUNDESHAUSHALTSPLAN, Bonn, lfd. Jgg.
- BUNDESMINISTER FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT (BMBW), Zweites Datenverarbeitungsprogramm der Bundesregierung. Bonn 1971.
- BUNDESMINISTER FÜR FORSCHUNG UND TECHNOLOGIE (BMFT) [a], Bundesbericht Forschung 1984. Bonn 1984.
- [b], Fakten zur Forschung in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn 1986.
- [c], Förderungskatalog. Bonn, lfd. Jgg.
- [d], Zur friedlichen Nutzung der Kernenergie. Bonn 1978.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT (BMWi), Daten zur Entwicklung der Energiewirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn, lfd. Jgg.
- CAIRNCROSS, Alec, "Government and Innovation". In: George D. N. WORSWICK (Ed.), Uses of Economics. Oxford 1972, S. 1-20.

- CATTERALL, J. A., "Innovation Policy in the United Kingdom and Main Problems to be Solved within the Next Few Years". In: George F. STUART, Uwe KNUTZE (Eds.), Six Countries Programme on Aspects of Government Policies Towards Technological Innovation in Industry. Karlsruhe 1982, S. 97-112.
- DEMSETZ, Harold, "Information and Efficiency. Another Viewpoint". The Journal of Law and Economics, Vol. 12, 1969, S. 1-22.
- DEUTSCHE BUNDESBANK, Entwicklung des Patent- und Lizenzverkehrs mit dem Ausland in den Jahren 1984 und 1985. Monatsberichte, Vol. 38, Mai 1986, S. 29-44
- DONGES, Juergen B. [1985a], Trotz des Exportbooms besteht Anpassungs- und Investitionsbedarf bei den deutschen Unternehmen. Institut für Weltwirtschaft, Kieler Diskussionsbeiträge, 108, April 1985.
- [1985b], "Marktnischen aufspüren und ausfüllen". Blick durch die Wirtschaft, 13. Dezember 1985.
- DRATH, P., Michael GIBBONS, R. JOHNSTON, "The Super-Computer Project. A Case Study of the Interaction of Science, Government and Industry in the U.K.". Research Policy, Vol. 6, 1977, S. 2-34.
- DUNNING, John H., Robert D. PEARCE, The World's Largest Industrial Enterprises, 1962-1983. Aldershot 1985.
- THE ECONOMIST, 1. Juni 1985, "The Big Six - A Survey of the World's Aircraft Industry".
- ELIASSON, Gunnar, "The Micro-Foundations of Industrial Policies". In: Alexis JACQUEMIN (Ed.), European Industry: Public Policy and Corporate Strategy. Oxford 1984, S. 295-326.
- EUROPA-ARCHIV, Vol. 40, 1985, Folge 22, S. D622-D630, "Mitteilung der Kommission über die Europäische Technologiegemeinschaft".
- , Vol. 41, 1986, Folge 2, S. D39-D44, "Kommuniqué der Zweiten EUREKA-Ministerkonferenz in Hannover am 5. und 6. November 1985".
- FINANCIAL TIMES, 29. Oktober 1985, "Treasury asked to back fund for Eureka work".
- FRANKFURTER ALLGEMEINE ZEITUNG, 11. Juli 1985, "Hohe Kosten stellen Nimrod-System in Frage".
- FRANKFURTER RUNDSCHAU, 3. April 1986, "Ein 'Durchgehen' der Kettenreaktion ist systembedingt unmöglich".
- GIDDY, Ian H., "The Demise of the Product Cycle Model in International Business Theory". The Columbia Journal of World Business, Vol. 13, 1978, S. 90-97.

- GIERSCH, Herbert, "Wie Wissen und Wirtschaft wachsen". List Forum, Vol. 11, 1981/82, H. 3, S. 143-162.
- GRABOWSKY, Henry G., John M. VERNON, "The Pharmaceutical Industry". In: Richard R. NELSON (Ed.), Government and Technical Progress. A Cross- Industry Analysis. New York 1982, S. 283-360.
- GRIES, Werner, "Die Eigenbeteiligung der Wirtschaft bei den Forschungsprojekten wurde gesteigert". Handelsblatt, 23. Juni 1986.
- GRILICHES, Zvi, "Research Expenditures and Growth Accounting". In: Bruce R. WILLIAMS (Ed.), Science and Technology in Economic Growth. London 1973, S. 59-95.
- , "Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970's". The American Economic Review, Vol. 76, 1986, S. 141-154.
- GUTBERLET, Kurt-Ludwig, Alternative Strategien der Forschungsförderung. Kieler Studien, 184, Tübingen 1984.
- HANDELSBLATT, 21. August 1985, "Der Schub für die zivile Technologie wird heute vielfach eher unterschätzt".
- HEIDRICH, U., "Urheberrechtsschutz für Computerprogramme anerkannt". Blick durch die Wirtschaft, 27. April 1983.
- HEITGER, Bernhard, Strukturelle Anpassungsprobleme der westdeutschen Metallverarbeitung. Kieler Studien, 158, Tübingen 1979.
- HELPMAN, Elhanan, "A Simple Theory of International Trade with Multi-national Corporations". Journal of Political Economy, Vol. 92, 1984, S. 451-471.
- HENDERSON, James M., Richard E. QUANDT, Mikroökonomische Theorie. Eine mathematische Darstellung. 3. Aufl., München 1973.
- HENDERSON, P. D., "Two British Errors: Their Probable Size and Some Probable Lessons". Oxford Economic Papers, Vol. 29, 1977, S. 159-205.
- HERDMANN, Ute, Frank D. WEISS, "Wirkungen von Subventionen und Quoten - Das Beispiel der EG-Stahlindustrie". Die Weltwirtschaft, 1985, H. 1, S. 101-113.
- HIEMENZ, Ulrich, Frank D. WEISS, Das internationale Subventionskarussell. Dabeisein oder Abspringen? Institut für Weltwirtschaft, Kieler Diskussionsbeiträge, 98, März 1984.
- HIRSCH, Seev, "Hypotheses Regarding Trade Between Developing and Industrial Countries". In: Herbert GIERSCH (Ed.), The International Division of Labour. Problems and Perspectives. International Symposium, July 1973. Tübingen 1974, S. 65-82.
- , Rich Man's, Poor Man's, and Every Man's Goods. Aspects of Industrialization. Kieler Studien, 148, Tübingen 1977.

- HIRSCH, Seev, Iian BIJAOUI, "R&D Intensity and Export Performance: A Micro View". Weltwirtschaftliches Archiv, Vol. 121, 1985, S. 238-251.
- HORN, Ernst-Jürgen, "Technological Balance of Payments and International Competitiveness. The Case of the Federal Republic of Germany". Research Policy, Vol. 12, 1983, S. 91-103.
- IMPULSE, 1986, Nr. 10, S. 67-71, "Mißwirtschaft mit Steuergeldern: Die zehn teuersten Pannen bei der Forschungsförderung".
- INSTITUT FINANZEN UND STEUERN, Steuerrechtliche Investitions- und Forschungsförderung in Japan. Bonn 1980.
- JAPAN EXTERNAL TRADE ORGANIZATION (JETRO), International Quantitative Comparison of Japanese Industrial Technology. Tokio 1983, unveröff. Manuskript.
- JOHNSON, Harry G., The New Mercantilism. Oxford 1974.
- KATZ, Barbara Goody, Almarin PHILLIPS, "The Computer Industry". In: Richard R. NELSON (Ed.), Government and Technical Progress. New York 1983, S. 162-232.
- KECK, Otto, "Government Policy and Technical Choice in the West German Reactor Programme". Research Policy, Vol. 9, 1980, S. 302-356.
- , Policy Making in a Nuclear Program. Lexington 1981.
- , Der Schnelle Brüter. Frankfurt 1984.
- KIERA, Hans-Georg, "Zur Bedeutung des Lizenzverkehrs der Bundesrepublik mit dem Ausland". Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Mitteilungen, Vol. 28, 1977, H. 1, S. 63-84.
- KINCADE, William, "Kein Frieden in den Sternen". Die Zeit, 13. September 1985.
- KLODT, Henning, Produktivitätsschwäche in der deutschen Wirtschaft. Kieler Studien, 186, Tübingen 1984.
- , "Technologiepolitik: Nicht päppeln - auf eigene Füße stellen". Wirtschaftswoche, Vol. 40, 1986, Nr. 51, S. 84-87.
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, Memorandum für eine Technologiegemeinschaft. KOM (85) 350, Brüssel, 25. Juni 1985.
- KRUGMAN, Paul, "A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income". Journal of Political Economy, Vol. 87, 1979, S. 253-266.
- , "The 'New Theories' of International Trade and the Multinational Enterprise". In: Charles P. KINDLEBERGER, David B. AUDRETSCH (Eds.), The Multinational Corporation in the 1980's. Cambridge, Mass., 1983, S. 57-73.

- LEONTIEF, Wassily, "Factor Proportions and the Structure of American Trade. Further Theoretical and Empirical Analysis". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 38, 1956, S. 386-407.
- LICHTENBERG, Frank R., "The Relationship between Federal Contract R&D and Company R&D". *The American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. 74, 1984, S. 73-78.
- MANAGER-MAGAZIN, Vol. 17, 1987, Nr. 1, S. 38-45, "Ein Kostgänger der Nation".
- MANSFIELD, Edwin, "Rates of Return from Industrial Research and Development". *The American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. 55, 1965, S. 310-322.
- , "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing". *The American Economic Review*, Vol. 70, 1980, S. 863-873.
- , "Federal Support of R&D Activities in the Private Sector". In: Edwin MANSFIELD et al. (Eds.), *Technology Transfer, Productivity, and Economic Policy*. New York 1982, S. 179-207.
- MCGRAW-HILL PUBLICATIONS COMPANY, *Survey of Business' Plans for Research and Development Expenditures*. New York, lfd. Jgg.
- MILLER, Roberta, B., *Indicators of Productivity in Science and Technology. Beitrag zur Science and Technology Indicators Conference der OECD*, 15. - 19. September 1980. Paris 1980, unveröff. Manuskript.
- MONOPOLKOMMISSION, *Fortschritte bei der Konzentrationserfassung. Hauptgutachten 1980/81*. Baden-Baden 1982.
- MOWERY, David C., Nathan ROSENBERG, "The Commercial Aircraft Industry". In: Richard R. NELSON (Ed.), *Government and Technical Progress. A Cross-Industry Analysis*. New York 1982, S. 101-161.
- MULLER, Wolfgang D., Rüdiger HOSSNER (Hrsg.), *Jahrbuch der Atomwirtschaft*, Vol. 15, Düsseldorf 1984.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, *Research and Development in Industry*. Washington, lfd. Jgg.
- NELSON, Richard R., "R&D, Knowledge, and Externalities. An Approach to the Puzzle of Disparate Productivity-Growth Rates among Manufacturing Industries". *Economic Growth and Resources. Proceedings of the Fifth World Congress of the International Economic Association, held in Tokyo, Japan*, Vol. 3: Natural Resources. London 1980, S. 146-161.
- , [1983a] (Ed.), *Government and Technical Progress. A Cross-Industry Analysis*. New York 1983.
- [1983b], "Industrial Innovation Policy: Lessons from American History". *Science*, Vol. 219, 1983, S. 814-818.

- NELSON, Richard R., High-Technology Policies. A Five-Nation Comparison. Washington 1984.
- , Sidney G. WINTER, An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, Mass., 1982.
- NEU, Axel D., "Anpassungen des Energieverbrauchs in den Industrieländern". Die Weltwirtschaft, 1985, H. 1, S. 160-178.
- NORTON, R. D., "Industrial Policy and American Renewal". The Journal of Economic Literature, Vol. 24, 1986, S. 1-40.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) [a], Innovation Policy: Trends and Perspectives. Paris 1982.
- [b], International Trade in High Technology Products: An Empirical Approach, DSTI/SPR/83.13, Part 2. Paris 1983.
- [c], The Measurement of Scientific and Technical Activities. 'Frascati Manual' 1980. Paris 1981.
- [d], Science and Technology Indicators. Basic Statistical Series, Vol. B, Gross National Expenditure on R&D 1963-1979. Paris 1982.
- [e], Science and Technology Indicators. Basic Statistical Series, Vol. D, Research and Development in the Business Enterprise Sector. Paris 1983.
- [f], Science and Technology Indicators. Basic Statistical Series. Recent Results. Selected S&T Indicators 1981-1986. Paris 1985.
- [g], Science and Technology Indicators. Resources Devoted to R&D. Paris 1984.
- [h], Science Resources Newsletter. Vol. 8. Paris 1984.
- [i], Statistics on Multinational Enterprises, DSTI/IND9/ 85.10. Paris 1985.
- [k], Trade by Commodities, Ser. C. Paris, lfd. Jgg.
- PALDA, Kristian S., Industrial Innovation: Its Place in the Public Policy Agenda. Vancouver 1984.
- PAVITT, Keith, W. WALKER, "Government Policies Towards Industrial Innovation. A Review". Research Policy, Vol. 5, 1976, S. 11-97.
- PRESSE- UND INFORMATIONSAMT DER BUNDESREGIERUNG, "Hilfsmaßnahmen der Bundesregierung für VFW-Fokker". Bulletin 133, Bonn, 29. Dezember 1977.
- PROGNOS AG, Das Forschungs- und Technologiesystem in Japan. Teil 1: Institutionen und Programme zur Forschungsförderung in Japan. Basel 1983.

- RETTIG, Richard A., John G. Wirt, "On Escaping the 'Moon Shot' Metaphor". In: Joseph HABERER (Ed.), Science and Technology Policy. Lexington 1977, S. 33-36.
- RIPKE, Michael, Renate FORST, International vergleichende Untersuchung zu Verfahrensfragen bei der staatlichen Förderung von Forschung und Entwicklung. Arbeitsgemeinschaft Planungsforschung, Heidelberg 1983.
- ROSENBERG, Nathan, Civilian 'Spillovers' from Military R&D Spending: The American Experience since World War II. Paper prepared for the Conference on Technical Cooperation and International Competitiveness, 2-4 April 1986, Lucca, Italien, unveröff. Manuskript.
- RÖTHLINGSHOFER, Karl Chr., Rolf-Ulrich SPRENGER, Effizienz der indirekten steuerlichen Forschungsförderung. Berlin 1977.
- ROTHSCHILD, Kurt W., "Military Expenditures, Exports and Growth". Kyklos, 1973, Vol. 26, S. 804-814.
- SCHERER, Frederic M., "Government Research and Development Programs". In: Robert DORFMAN (Ed.), Measuring Benefits of Government Investments. Washington 1965, S. 12-57.
- , Industrial Market Structure and Economic Performance. Chicago 1970.
- , "Stand und Perspektiven der Industrieökonomik". In: Gottfried BOMBACH, Bernhard GAHLEN, Alfred E. OTT (Hrsg.), Industrieökonomik. Theorie und Empirie. Schriftenreihe des Wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Ottobeuren, 14, Tübingen 1985, S. 3-19.
- SCHNEE, Jerome E., "Development Costs. Determinants and Overruns". The Journal of Business, Vol. 45, 1972, S. 347-374.
- SCHMIDT, Klaus-Dieter, Arbeitsmarkt und Bildungspolitik. Kieler Studien, 187, Tübingen 1984.
- , et al, Im Strukturwandel vorangekommen? Institut für Weltwirtschaft, Kieler Diskussionsbeiträge, 122, Mai 1986.
- SCHULTE-HILLEN, Jürgen, Die Luft- und Raumfahrtspolitik der Bundesrepublik Deutschland. Göttingen 1975.
- SCHUMACHER, Dieter, Perspektiven einer internationalen Forschungspolitik. Problemskizze am Beispiel der Europäischen Gemeinschaften. Göttingen 1975.
- SEITZ, Konrad, "Die Wirtschaft muß die Chance nutzen". Handelsblatt, 28./29. Juni 1985.
- SHARP, Margaret (Ed.) Europe and the New Technologies. London 1985.
- SOLDATOS, P., The British Breeder Reactor in the Context of a Long-Term Energy Model. University of Birmingham, Ser. B, Discussion Paper, 43, Birmingham 1977.

- SPENCER, Barbara J., James A. BRANDER, "International R&D Rivalry and Industrial Strategy". *The Review of Economic Studies*, Vol. 50, 1983, S. 707-722.
- STATISTICS BUREAU, Prime Minister's Office, Report on the Survey of Research and Development 1983. Tokio 1984.
- SATISTISCHES BUNDESAMT, Internationales Warenverzeichnis für Außenhandel (SITC 2). Stuttgart 1976.
- STAUDT, Erich, Innovation durch Technologiepolitik? Berichte aus der Angewandten Innovationsforschung, 40, Duisburg 1984.
- STIFTERVERBAND FÜR DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFT, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. Essen, lfd. Jgg.
- STILLE, Frank, "Forschung und Technologiepolitik". In: DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG, Abschwächung der Wachstumsimpulse. Materialband 2 zur Strukturberichterstattung 1980. Berlin 1981, S. 425-456.
- SUMMERS, Robert, Alan HESTON, "Improved International Comparisons of Real Product and Its Composition, 1950-1980". *The Review of Income and Wealth*, Vol. 30, 1984, S. 207-262.
- UNITED NATIONS (UN), Standard International Trade Classification. Revised, Statistical Papers, Ser. M, No. 34, New York 1961.
- , International Standard Industrial Classification of All Economic Activities. Statistical Papers, Ser. M, No. 4, New York 1986.
- , Classification of Commodities by Industrial Origin. Statistical Papers, Ser. M, No. 43, Rev. 1, New York 1971.
- , Standard International Trade Classification. Revision 2. Statistical Papers, Ser. M, No. 34, Rev. 2, New York 1975.
- , Transnational Corporations in World Development. Third Survey. New York 1983.
- VDI-Nachrichten, "Gemeinsam am Start in die Lüfte", 15. August 1980.
- VERNON, Raymond, "International Investment and International Trade in the Product Cycle". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 80, 1966, S. 190-207.
- , "The Product Cycle Hypothesis in a New International Environment". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 41, 1979, S. 255-267.
- , "Technology's Effects on International Trade: A Look Ahead". In: Herbert GIERSCH (Ed.), *Emerging Technologies*. Symposium 1981, Tübingen 1982, S. 145-166.

- VERNON, Raymond, William H. DAVIDSON, *Foreign Production of Technology-Intensive Products by U.S.-based Multinational Enterprises*. Boston 1979.
- WEISS, Frank D., "Importrestriktionen der Bundesrepublik Deutschland". *Die Weltwirtschaft*, 1985, H. 1, S. 88-100.
- WILKE, Peter, Herbert WULF, "Technologieschub durch Weltraumrüstung? Über den fraglichen zivilen Nutzen der Weltraumrüstung". *Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut des DGB, Mitteilungen*, 1985, H. 9, S. 528-535.
- WILLIAMS, Bruce R. (Ed.), *Science and Technology in Economic Growth*. London 1973.
- WIRTSCHAFTSWOCHE, 11. Oktober 1985, "Interview: Fortschritt im Verbund".
- WONDER, Edward F., "Decision-Making and Reorganization of the British Nuclear Power Industry". *Research Policy*, Vol. 5, 1976, S. 240-268.
- WORSWICK, George D. N. (Ed.), *Uses of Economics*. Oxford 1972.
- ZEPPERNICK, Ralf, "Mehr Staat oder mehr Markt?". *Hamburger Jahrbuch für Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik*, Vol. 30, 1985, S. 69-84.
- ZIETZ, Joachim, "Nicht-tarifäre Handelshemmnisse in der EG - Das Beispiel der Telekommunikation". *Die Weltwirtschaft*, 1985, H. 2, S. 149-165.
- ZYSMAN, John, *Political Strategies for Industrial Order. State Power and Industry in France*. Berkeley 1977.