

CARL FLORE

Zur Raumbedeutsamkeit der Forschungs- und Technologiepolitik

1. *Einige Anmerkungen zum Verhältnis von technologischer Entwicklung und räumlicher Organisation*

Bevor man sich mit der Frage der Raumbedeutsamkeit der staatlichen Forschungs- und Technologiepolitik auseinandersetzt, scheint ein allgemeiner Blick auf das Verhältnis von Technologie- und Raumentwicklung nützlich. Gleichwohl dürfen die Erwartungen an die endgültige Klärung dieser Problemstellung nicht sehr hoch angesetzt werden, da sich die raumwissenschaftliche Forschung in der Bundesrepublik Deutschland mit der Frage praktisch nicht befaßt hat. Angesichts dieses Tatbestandes mag es tröstlich erscheinen, daß auch in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung der technische Fortschritt in seiner Eigenschaft als Produktionsfaktor lediglich eine Restgröße und weitgehend Unbekannte darstellt.

Hinsichtlich des wechselseitigen Verhältnisses von technologischer Entwicklung und räumlicher Organisation des gesellschaftlichen Lebens bzw. speziell des Wirtschaftssystems muß man meines Erachtens zwei Aspekte voneinander unterscheiden, nämlich

- den Einfluß, den der wissenschaftlich-technische Fortschritt auf die Raumorganisation ausübt, und
- den Einfluß, den die räumliche Organisation auf die wesentlichen Linien und die Intensität des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, speziell auf die Entstehung, Umsetzung und Verbreitung desselben, ausübt.

Bekanntlich ist die Produktionsweise einer Gesellschaft ein Prozeß, der sich stetig verändert und weiterentwickelt. Mit diesen Veränderungen verändern sich auch die Produktivkräfte, also die materiell-technische Seite der Produktion. Den Anstoß zu dieser allgemeinen Veränderung der gesamten Produktionsweise sowie des ihr innewohnenden Standortsystems — Produktion und Standort der Produktion sind nicht voneinander zu trennen — gibt die Veränderung und Entwicklung der Produktivkräfte. Die materiell-technische Seite der Produktion ist nämlich das beweglichste und durchschlagendste Moment für die Produktion und ihr Standortsystem. Es sind also die Produktivkräfte selbst, die auf ihre eigene Lokalisierung einwirken, sie stellen aus sich selbst heraus ganz bestimmte technisch-ökonomische Anforderungen an den Ort ihrer optimalen Wirksamkeit. So stellt zum Beispiel ein hochmoderner integrierter Chemiekomplex allein aufgrund der zur Verfügung stehenden Technologie andere Standortanforderungen als ein Textilbetrieb zur Herstellung von Oberhemden. Mit der Produktivkraftentwicklung unmittelbar verbunden ist die wachsende Arbeitsteilung, die in ihrer räumlichen Dimension zu einer immer stärkeren örtlich-gebietlichen Aufspaltung der gesellschaftlichen Tätigkeiten und wachsenden Verflechtung im Raum führt. Die Konsequenz ist der ständig steigende gebietswirtschaftliche Aufwand, das heißt der Aufwand, den ein Betrieb oder ein Produkt, eine Einrichtung oder die gesamte Wirtschaft durch den Bedarf an örtlich gebundenen Produktionsbedingungen

verursacht. Der Qualität und Quantität der materiell-technischen Infrastruktursysteme kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

Der technisch-wissenschaftliche Fortschritt, das heißt die Entwicklung neuer und die Vervollkommnung vorhandener Arbeitsmittel, die Gestaltung neuartiger und Verbesserung bestehender technologischer Prozesse, die technische Vervollkommnung der Arbeitsgegenstände, die Verwendung neuer, ökonomisch effektiverer Materialien und die Einführung neuer bzw. weiterentwickelter Erzeugnisse, stellt nun die wesentliche Komponente der Entwicklung der Produktivkräfte dar.

Die so skizzierten räumlichen Auswirkungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts charakterisieren eher die tendenziell-historische Dimension. Zu den auch schon mittelfristig sichtbaren Begleiterscheinungen der wissenschaftlich-technischen Entwicklung sind für einen Raumplaner die Veränderungen in der Mobilitätscharakteristik der volkswirtschaftlichen Produktionsfaktoren von Bedeutung. *Opp*¹ hat hier bezüglich der Auswirkungen technologischer Neuerungen auf die Wanderungsrichtung und -intensität des Faktors Arbeit sowie der Auswirkungen von Verfahrens- und Produktinnovationen auf die räumliche Mobilität sachlicher Produktionsmittel erste Überlegungen angestellt. Aktueller ist jedoch noch der durch die Anwendung neuer Techniken induzierte Abbau von Arbeitsplätzen, also deren Wegrationalisierung; in bestimmten Regionen hat dieses Phänomen gerade in letzter Zeit die Regionalökonomie stark belastet (vgl. Textilindustrie). Denn in Phasen volkswirtschaftlicher Stagnation bzw. bei nur schwachem Produktionswachstum wird offenkundig, daß der arbeitssparende technische Fortschritt bei Kapitalmehraufwand den typischen Fall des technischen Fortschritts im marktwirtschaftlichen System darstellt.

Beim zweiten Aspekt der Fragestellung, also dem Einfluß der räumlichen Organisation auf den wissenschaftlich-technischen Fortschritt, geht es um die räumlichen Einflußfaktoren für die differenzierte interregionale Entstehung, Durchsetzung und Verbreitung neuen technischen Wissens². Dabei scheint die räumliche Organisation der Produktion, die sich konkret in der regionalen Wirtschaftsstruktur (in der Einheit von Zweig- und Betriebsgrößenstruktur) äußert, das entscheidende Moment der Entstehung, Durchsetzung und Verteilung des technischen Wissens zu sein. Diese Schlußfolgerung ergibt sich aus der Bedeutung des Produktionsprozesses für das gesamte gesellschaftliche Leben in einer hochentwickelten Industriegesellschaft sowie aus der wachsenden zweiglichen und daraus folgend räumlichen Arbeitsteilung. Eine weitere, tendenziell mehr zu beachtende Komponente stellen die räumlichen Systeme im Bereich der staatlichen Bildungsinfrastruktur, hier speziell die Hochschulen, dar.

Wenn auch die Standorte der materiellen Produktion im allgemeinen das direkt bildende Element der Siedlungsstruktur sind, so beinhaltet diese wiederum unerläßliche Voraussetzungen für die Existenz und Fortentwicklung von Produktionsstandorten. Wirtschafts- und Siedlungsstruktur stehen also in einem gegenseitigen Verhältnis. Daraus folgt, daß auch Elemente der Siedlungsstruktur die Entstehung, Durchsetzung und Ausbreitung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts beeinflussen. Natürliche Standortvorteile, Flächenreserven, Infrastrukturquantitäten und -qualitäten, die Agglomeration von menschlichem und sachlichem Kapital selbst usw. spielen eine wichtige Rolle. Die polarisationstheoretischen Ansätze dürfen diesbezüglich die interessantesten wissenschaftlichen Anknüpfungspunkte formulieren³.

2. Zur gegenwärtigen Rolle des technischen Fortschritts und der Forschungs- und Technologieförderung

Über die eingangs mehr allgemein gehaltenen Bemerkungen zum Verhältnis von Technik- und Raumentwicklung hinaus begründet die aktuelle Diskussion um den sogenannten Strukturwandel der Volkswirtschaft und dessen regionale Implikationen, die sich heute vor allem in einer erhöhten Krisenanfälligkeit bestimmter Regionen bemerkbar machen, einen wichtigen Bedingungskomplex für den Zusammenhang von wissenschaftlich-technischer und räumlicher Entwicklung. Die Bundesregierung führt zum Beispiel aus: „Durch die weltwirtschaftliche Entwicklung steht die Bundesrepublik Deutschland mit ihrer hohen internationalen Verflechtung vor der Aufgabe, die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft und damit die Arbeitsplätze durch Modernisierung zu sichern“⁴. Im Rahmen einer solchen Modernisierungsstrategie im internationalen Maßstab, die letztlich der Garant eines hohen, stetigen Wirtschaftswachstums sein soll, kommt dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt offenbar eine erstrangige Bedeutung zu. Die diesen stimulierende Forschungs- und Technologienpolitik hat wiederum die Aufgabe, Verfahrens- und Produktinnovationen in Gang zu setzen, die qualitative Wettbewerbsvorteile ermöglichen, neue Produktionsbereiche zu erschließen und schließlich Alternativen in der Energie- und Rohstoffwirtschaft aufzuzeigen. Sie ist damit gleichzeitig ein strukturpolitisches Instrument, über das sich bewußt Entwicklungslinien im wissenschaftlich-technischen Fortschritt und deren Intensität beeinflussen lassen.

Was für die wechselseitige Abhängigkeit von Wirtschaftswachstum und technischem Fortschritt im internationalen Maßstab gilt, hat auch für die wechselseitige Abhängigkeit zwischen regionaler Wirtschaftsentwicklung und interregionaler Entstehung, Durchsetzung und Verteilung des tech-

1 Vgl. *Opp, Mathias*: Die räumliche Diffusion des technischen Fortschritts in einer wachsenden Wirtschaft. — Baden-Baden 1974. S. 133 ff.

2 Vgl. auch *Siebert, Horst*: Regionales Wirtschaftswachstum und interregionale Mobilität. — Tübingen 1970. S. 73 ff.

3 Vgl. *Buttler, Friedrich; Knut Gerlach; Peter Liepmann*: Grundlagen der Regionalökonomie. — Reinbeck 1977. S. 80 ff.

4 Fünfter Forschungsbericht der Bundesregierung. Hrsg. vom Bundesminister für Forschung und Technologie. — Bonn 1975. S. 10.

Tabelle 1: Personal in außeruniversitären Forschungseinrichtungen

	Personal insgesamt		Steigerung	
	1969	1975	absolut	Ø jährlich in %
1. Großforschungseinrichtungen	11 902	16 823	4 921	5,9
2. Staatsinstitute	12 324	16 981	4 657	5,5
3. Max-Planck-Gesellschaft und Fraunhofer-Gesellschaft	6 141	8 077	1 936	4,7
4. Wissenschaftliche Bibliotheken, Archive und Museen	4 912	6 801	1 889	5,6
5. Sonstige Forschungs- einrichtungen	3 521	4 018	497	2,2
1—6	38 800	52 700	13 900	5,2

Quelle: Faktenbericht 1977 zum Bundesbericht Forschung, S. 22—23.

nisch-wissenschaftlichen Fortschritts Gültigkeit: Die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens und damit seine Existenz — sieht man einmal von bestimmten Fällen monopolisierter Märkte ab — hängt beim erreichten Stand der internationalen Arbeitsteilung und dem scharfen Konkurrenzdruck auf den Märkten nicht zuletzt von der Erschließung und Umsetzung neuer bzw. verbesserter Produkte und Verfahren ab. Je mehr sich also die Wirtschafts- bzw. Produktionsstruktur einer Region dadurch auszeichnet, daß die jeweiligen Unternehmen bzw. Betriebe an der wissenschaftlich-technischen Spitze ihrer Zweige arbeiten, um so eher sind tiefgreifende Struktureinbrüche und Wachstumsverluste tendenziell unwahrscheinlicher und ein attraktiver, qualitativ hochwertiger und stabiler Arbeitsmarkt zu erwarten. Der Anteil der Beschäftigten in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen sowie das Verhältnis von abhängigen Betrieben zu autonomen Betrieben (Problematik der Zweigbetriebe bzw. Subkontraktoren) stellen Kennziffern dar, die die diesbezügliche Dualisierung regionaler Arbeitsmärkte im großräumigen Maßstab im Ansatz abzubilden vermögen. Damit wird natürlich nicht behauptet, daß besonders „innovatorische“ Regionen ein überdurchschnittlich wachsendes Arbeitsplatzangebot zu verzeichnen haben, da, wie oben festgestellt, die eine Seite der Innovation, die Prozeßinnovation (Rationalisierung), eine wesentliche Verwertungslinie des wissenschaftlich-technischen Fortschritts darstellt. Dieser ist also aus regionaler Sicht zumindest kurzfristig nicht in jedem Falle positiv zu beurteilen.

In früheren gesellschaftlichen Entwicklungsphasen waren Invention und Innovation in erster Linie das Produkt einzelner Erfinder, Wissenschaftler und/oder Unternehmer, die das Risiko zur Umsetzung einer Produkt- oder Verfahrensidee auf sich nahmen. Mit zunehmender Vergesellschaftung der

Produktion, also wachsender Kapitalintensität und Kapitalakkumulation, wird die Entwicklung neuer Produkte und die Verbesserung fertigungstechnischer und fertigungsorganisatorischer Lösungen immer mehr zu einem komplexen Produktionsfaktor mit immenser ressourcenmäßiger Ausstattung (Produktivkraft wissenschaftlich-technischer Fortschritt). So betrug das Gesamtbudget Forschung und Entwicklung⁵ in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1977 immerhin 27,3 Mrd. DM⁶. Allein in der industriellen Forschung wurden 1975 14,5 Mrd. DM von den Unternehmen aufgewendet, und in den Forschungs- und Entwicklungs-Abteilungen der Industrie gab es 186 000 Arbeitsplätze, eine Zahl, die zum Beispiel der gesamte Wirtschaftszweig Bergbau über kurz oder lang aufweisen wird⁷.

In diesem Kontext nimmt die Staatstätigkeit eine bemerkenswerte Rolle ein, indem 1977 von dem Gesamtbudget Forschung und Entwicklung Bund und Länder (nur Bund) 48,5 % (26,7 %), also 13,25 Mrd. DM (7,3 Mrd. DM) aufbrachten. Wenngleich der Schwerpunkt staatlicher Forschungsförderung bei den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen liegt, dürfen die Zuwendungen des Bundes an Unternehmen der Wirtschaft von 3,3 Mrd. DM in 1977 keineswegs vernachlässigt werden. Man denke zum Vergleich einmal an die jährlichen Bundesmittel für die „Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ von zuletzt 334 Mill. DM. Gerade die-

5 Ausgaben für Forschung und Entwicklung ohne wissenschaftliche Lehre und Ausbildung in den Hochschulen, Hochschulkliniken und ähnliche F und E verwandte Tätigkeiten.

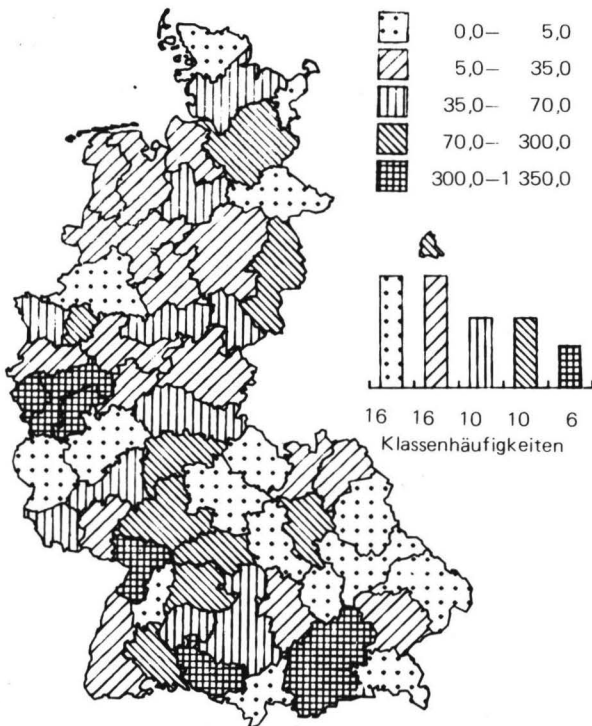
6 Vgl.: Faktenbericht 1977 zum Bundesbericht Forschung. Hrsg. vom Bundesminister für Forschung und Technologie. — Bonn 1977.

7 Vgl.: BDI-Mitteilungen. (1977) H. 12, S. 2.

Karte 1

Forschungs- und Technologieförderung

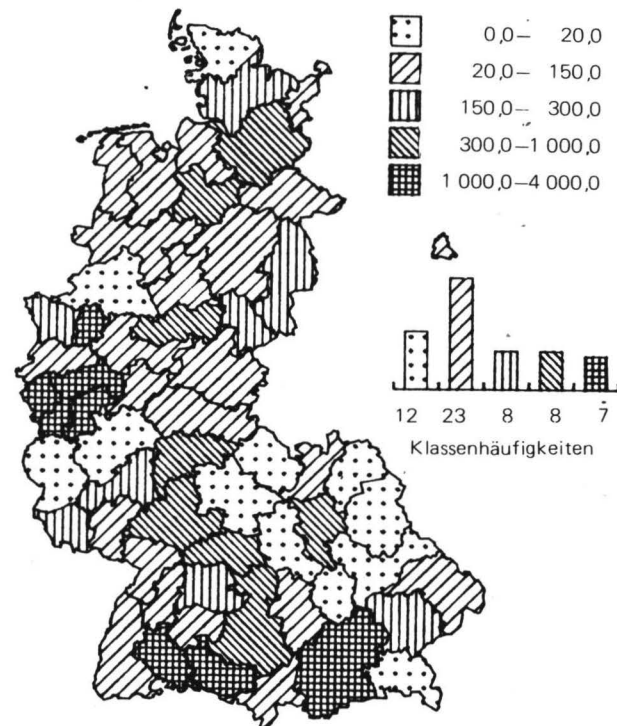
Förderbeträge insgesamt (in DM)
1974 bis 1976 je Kopf der Wohn-
bevölkerung 1975



Karte 2

Forschungs- und Technologieförderung

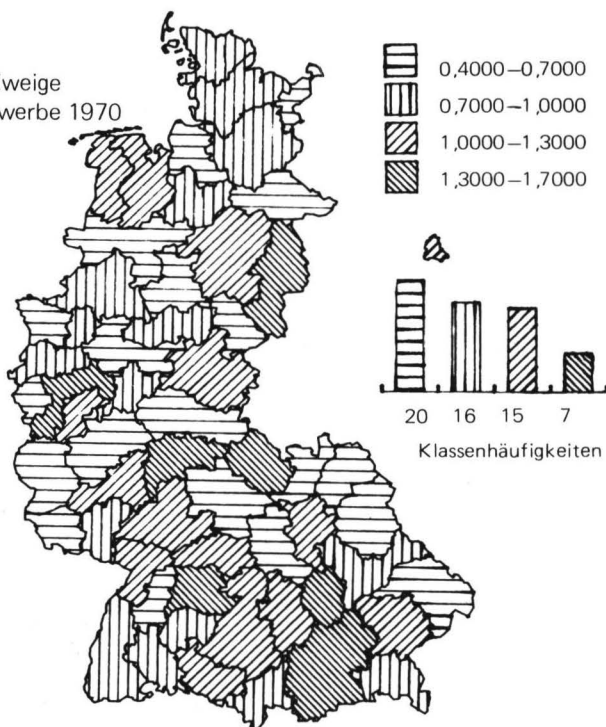
Förderbeträge Wirtschaft (in DM)
1974 bis 1976 je Industriebeschäftigten
im Juni 1976



Kartengrundlage: BfLR-Bereiche 1976, Maßstab 1 : 9 000 000
hergestellt mit EDV-Unterstützung

Karte 3

Lokalisationsquotient
forschungsintensiver Zweige
im Verarbeitenden Gewerbe 1970



ser Finanzstrom an die Wirtschaft hat aus raumordnungspolitischer Sicht erhebliche Bedeutung, wenn man berücksichtigt, daß der Finanzierungsanteil der öffentlichen Hand bei den F- und E-Gesamtaufwendungen der Wirtschaft bei etwa 16 % liegt⁸, und angenommen wird, daß in einer Vielzahl von Fällen eine Komplementarität öffentlicher und privater Mittel gegeben ist.

3. Einige Überlegungen über räumliche Wirkungslinien der Forschungs- und Technologiepolitik

Fragt man nach der Raumwirksamkeit oder auch nur Raumbedeutsamkeit der Forschungs- und Technologiepolitik des Bundes (und der Länder), so sollte man drei Wirkungsfelder analytisch unterscheiden:

- a) die direkte Raumwirksamkeit über die Standortpolitik bei staatlichen Einrichtungen, wobei in erster Linie die Großforschungseinrichtungen und die bundeseigenen Forschungseinrichtungen zu nennen sind;
- b) die direkte Raumwirksamkeit über die Entstehung von Einkommen der bei F- und E-Projekten Beschäftigten;
- c) Die indirekte Raumwirksamkeit über die Umsetzung des „erzeugten“ technischen Fortschritts (Produkt- bzw. Verfahrensinnovation) in die Breite der Produktion.

Ad a:

Aus naheliegenden Überlegungen kann neben dem Tatbestand der Flächenbeanspruchung zunächst einmal die Raumwirksamkeit der Standortverteilung staatlicher F- und E-Einrichtungen hinsichtlich des regionalen Arbeitsmarktes konstatiert werden. Hier gelten die Argumente, die auch schon im Rahmen der Diskussion um Behördenstandorte in der Raumordnung vorgetragen wurden⁹. Staatliche Forschungseinrichtungen bieten zweifelsohne vergleichsweise krisenfeste Arbeitsplätze, die zur Beschäftigungsvielfalt in der Region beitragen. Das Qualifikationsniveau ist in der Regel überdurchschnittlich, so daß schließlich auch gewisse Hoffnungen hinsichtlich der Absorption des hochqualifizierten Arbeitskräftepotentials (besonders abwanderungsgefährdet in schwach strukturierten Gebieten) berechtigt sind. Auch die Funktion derartiger Arbeitsstätten für die berufliche Ausbildung von Jugendlichen darf nicht übersehen werden. Die nachstehende Tabelle 1 zeigt dabei, daß der staatlich betriebene bzw. gestützte außeruniversitäre Forschungsbereich sowohl über ein beachtliches Arbeitsplatzpotential verfügt als auch zu den wenigen Wachstumsbranchen unserer Volkswirtschaft zu zählen ist. Leider ist jedoch auch hier wie überhaupt bei der Frage der Behördenstandorte zu beklagen, daß bei der Verteilung des Wachstums dieses „Wirtschafts-

zweiges“ offensichtlich keine raumordnungspolitischen Koordinierungsinstrumente greifen bzw. solche noch gar nicht entwickelt sind. Die räumlichen Schwerpunkte der außeruniversitären Forschungseinrichtungen liegen eindeutig in den Verdichtungsräumen Hamburg, Berlin, Köln/Bonn, Frankfurt und München. Daneben sind noch die Standorte Kiel, Braunschweig, Hannover, Essen/Dortmund, Mannheim-Ludwigshafen und Karlsruhe zu nennen. Standorte in erwerbsstrukturell schwachen Regionen sind die Ausnahme¹⁰.

Neben der Wirkungslinie betreffend das regionale Arbeitsplatzangebot muß der Infrastrukturcharakter bestimmter außeruniversitärer Forschungseinrichtungen betont werden, der darin besteht, daß diese für die Regionalökonomie produktionsrelevant sein können. Ein solcher Fall ist dann gegeben, wenn in den Forschungseinrichtungen Güter und Dienste hergestellt werden, die im Rahmen regionaler Produktionsprozesse Verwendung finden. Hierzu zählen zweifelsohne auch Beratungsdienste. Der Spezialfall wäre, daß Forschungseinrichtungen in ihrem Gefolge spezialisierte und durch Koppelung verbundene Produktionen auch räumlich anziehen. Aber auch die umgekehrte Richtung der Austauschbeziehungen ist von Bedeutung dadurch, daß die staatliche Einrichtung über laufende Ausgaben (vor allem Personalausgaben) und einmalige Investitionen als Nachfrager nach Gütern und Diensten aus der Region auftritt.

Auf den empirischen Nachweis der Relevanz dieses Faktors sei an dieser Stelle verzichtet, da prinzipiell auf analoge Studien zur raumwirtschaftlichen Bedeutung von Hochschulen verwiesen werden kann¹¹. Selbstverständlich werden derartige Effekte erst ab einer bestimmten Größe der Einrichtungen überhaupt bedeutsam, so daß unter dieser Einschränkung vor allem die Großforschungseinrichtungen ins Blickfeld geraten; deren Mobilität ist aber aufgrund der teilweise hohen Anlageintensität äußerst gering einzuschätzen, so daß die Frage der Raumwirksamkeit zur Zeit in erster Linie analytisch interessant ist.

Ad b:

Soweit das Bundesministerium für Forschung und Technologie Vorhaben als Einzelvorhaben, indirekt über Projektträger sowie als institutionelle Förderungen finanziert, entsteht ein regionaler Einkommenseffekt, der sich über Multiplikatoreffekte fortzusetzen vermag. Dem Einkommenseffekt entspricht dann natürlich ein abgeleiteter Arbeitsplatzeffekt. Die regionale Mittelverteilung der BMFT-Forschungsförderung für die Jahre 1974 bis 1976 läßt sich nun relativ leicht anhand der diesbezüglichen Förderkataloge des Bundesministeriums für Forschung und Technologie untersuchen, wobei prinzipiell zwischen den Bereichen „Wirtschaft“, „Hochschule“ und „Sonstige“ (vor allem institutionelle Förderung)

8 Vgl.: BDI-Mitteilungen, a.a.O., S. 2.

9 Vgl. Dupke, S.; K. Ganser: Behördenstandorte als Instrument der Raumordnung. In: Informationen zur Raumentwicklung. (1975) H. 1, S. 15 ff.

10 Vgl.: Faktenbericht 1977 zum Bundesbericht Forschung, a.a.O., S. 65 ff.

11 Vgl. Heft 3/4 (1977) der Informationen zur Raumentwicklung: „Raumordnung und Gemeinschaftsaufgabe Hochschulbau“.

Übersicht 1

KONSUM	= Konsumeignung	= 0,82
IMPORT	= Importneigung der Konsumausgaben für Rohmaterialien, Vorleistungen und Endverbrauchsgüter	= 0,45
STEUIN	= indirekte Steuerlast der Konsumgüter	= 0,08
STEUDI	= Quote direkter Steuern und Abgaben	= 0,22
WERTRE	= Wertschöpfungsanteil der Regierungsausgaben in der Region	= 0,90
REGIN	= Quote der in der Region verbleibenden Ausgaben	= 0,80
VORREG	= Anteil in der Region bezogener Vorleistungen der in der Region verbleibenden Ausgaben	= 0,80
MITTEL	= Mittel der BMFT-Projektförderung	regionsspezifischer Betrag
INDEX	= Regionales Lohnniveau bezogen auf das Lohnniveau im Bundesgebiet insgesamt	regionsspezifischer Index

unterschieden werden kann (vgl. auch Karten 1 und 2). Im folgenden seien daher einige Ergebnisse von Modellrechnungen anhand des Multiplikatorkonzeptes (Ein-Regionen-Modell)¹² vorgestellt, die über die Entstehung jährlicher Einkommen den Arbeitsplatzeffekt abzubilden versuchen. Dabei gilt die Annahme, daß durch ein jährliches Regionaleinkommen von 60 000 DM ein Arbeitsplatz gebunden ist. Es wurde bei den Modellrechnungen vom Durchschnitt der BMFT-Projektförderung der Jahre 1974 bis 1976 ausgegangen, ohne sektorspezifische Modelle (zum Beispiel „Wirtschaft“ und „Hochschulen“) unterscheiden zu wollen. Regionales

Analyseaggregat sind die 58 kreisscharfen BFLR-Bereiche¹³. Der Übersicht 1 sind die einzelnen Parameter der Modellrechnung zu entnehmen.

Die folgenden Modelle, die hier nicht weiter diskutiert werden sollen, wurden daraufhin gebildet (vgl. Übersicht 2).

Wie sich der nachstehenden Tabelle 2 entnehmen läßt, konzentrieren sich die Fördermittel der BMFT-Projektförderung¹⁴ (2,797 Mrd. DM im Dreijahresdurchschnitt) und damit der über die Multiplikatorrechnungen abgeleitete jähr-

12 Vgl. Ortmann, Friedrich: Überlegungen zur regionalpolitischen Anwendbarkeit des Multiplikatorkonzeptes. — Tübingen 1973.

13 Vgl. Kroner, Günter: Programmregionen der Bundesraumordnung und Regionale Arbeitsmärkte. In: Informationen zur Raumentwicklung (1976) H. 12, S. 729 ff.

14 Ohne Regionalisierung der institutionellen Förderung an DFVLR, GSF, GMD, MPG, FHG.

Übersicht 2

Modell A

$$\text{Arbeitsplätze}_R = \frac{\text{Mittel}_R}{(1 - \text{KONSUM} + \text{IMPORT})} \times \frac{1}{60\,000 \times \text{INDEX}_R}$$

Modell B

$$\text{Arbeitsplätze}_R = \frac{\text{MITTEL}_R \times \text{WERTRE}}{1 - \text{KONSUM} \times (1 - \text{IMPORT}) \times (1 - \text{STEUIN}) \times (1 - \text{STEUDI})} \times \frac{1}{60\,000 \times \text{INDEX}_R}$$

Modell C

$$\text{Arbeitsplätze}_R = \frac{\text{MITTEL}_R \times \text{REGIN} \times \text{WERTRE} \times (1 - \text{STEUDI}) \times (1 + \text{VORREG})}{1 - \text{KONSUM} \times (1 - \text{IMPORT}) \times (1 - \text{STEUIN}) \times (1 - \text{STEUDI})} \times \frac{1}{60\,000 \times \text{INDEX}_R}$$

Modell D

$$\text{Arbeitsplätze}_R = \frac{\text{MITTEL}_R \times \text{REGIN} \times \text{WERTRE} \times (1 - \text{STEUDI}) \times (1 + \text{VORREG})}{1 - (\text{KONSUM} - \text{IMPORT}) \times (1 - (\text{STEUDI} + \text{STEUIN}))} \times \frac{1}{60\,000 \times \text{INDEX}_R}$$

Tabelle 2: Jährlicher Arbeitsplatzeffekt der BMFT-Projektförderung 1974-1976 insgesamt

Förderraum	Modell			
	A	B	C	D
04 Hamburg	6 400	5 365	6 026	5 501
06 Oldenburg (Oldenburg)-Wilhelmshaven	109	91	103	94
09 Lüneburg-Uelzen	7	6	6	6
12 Braunschweig	1 123	942	1 058	965
17 Essen-Bochum	3 124	2 619	2 942	2 685
21 Aachen	8 973	7 522	8 449	7 712
22 Köln	9 253	7 757	8 712	7 952
23 Bonn	3 670	3 076	3 455	3 154
25 Kassel-Bad Hersfeld	109	91	103	94
27 Frankfurt-Offenbach	3 748	3 142	3 529	3 221
31 Kaiserslautern	78	66	74	67
33 Mannheim-Darmstadt-Ludwigshafen	6 068	5 087	5 713	5 215
34 Karlsruhe	8 739	7 326	8 229	7 511
42 Ravensburg	1 684	1 412	1 586	1 447
43 Würzburg-Aschaffenburg	30	25	28	26
46 Bayreuth-Hof	47	39	44	40
48 Nürnberg-Fürth-Erlangen	1 678	1 407	1 580	1 442
52 Regensburg	3	3	3	3
54 München	10 465	8 773	9 853	8 994
56 Passau-Straubing	8	7	8	7
Bundesgebiet	77 668	65 109	73 131	66 752

liche Arbeitsplatzeffekt mehr oder weniger auf die Verdichtungsräume mit starken Verdichtungskernen. Daneben fallen insbesondere noch die Räume auf, die Standorte von Großforschungseinrichtungen bzw. Technischen Hochschulen sind (Aachen, Braunschweig, Karlsruhe). Betrachtet man den errechneten Arbeitsplatzeffekt für alle Regionen des Bundesgebietes — die Modellrechnungen mit Ein-Regionen-Multiplikatormodellen unterschätzen diesen —, so wird deutlich, daß allein von den Finanzmitteln der direkten Projektförderung ein nicht zu vernachlässigender Effekt auf das gesamtwirtschaftliche Arbeitsplatzangebot ausgeht (je nach Modellvariante 65 000 bis 78 000 Arbeitsplätze).

Eine interessante Variante ergibt sich dann, wenn man einmal von der Komplementarität der Forschungsförderung des Bundes an die Wirtschaft und der eigenfinanzierten Industrieforschung ausgeht, wobei die bereits genannte Anteilsquote der öffentlichen Finanzierung vom 0,16 unterstellt sei. Die Tabelle 3 bringt eine derartige Modellrechnung zum Ausdruck, indem die Multiplikatorenmodelle unter diesen Hypothesen auf die lediglich der Wirtschaft zufließenden Mittel angewandt wurden. Die industriellen Forschungsschwerpunkte im Raum werden dabei deutlich mit den Re-

gionen (17) Essen-Bochum, (22) Köln und (54) München abgebildet. In weiteren Positionen folgen andere Verdichtungsräume wie (23) Bonn, (27) Frankfurt-Offenbach und (33) Mannheim-Ludwigshafen. Insgesamt weist die Analyse der Verteilung der Fördermittel eine relativ scharfe Polarisierung zwischen Verdichtungsräumen und ländlich/peripheren und/oder wirtschaftlich schwach strukturierten Regionen auf.

Ad c:

Das dritte Wirkungsfeld der staatlichen Forschungs- und Technologiepolitik stellt ohne Zweifel den kompliziertesten Forschungstatbestand dar, da es hier um die Kette: Forschungs- und Technologiepolitik, Innovationsprozeß, räumliche Organisation des gesellschaftlichen Lebens (bzw. räumliche Organisation des Wirtschaftssystems) geht. Zur Aufklärung der damit verbundenen Fragen bedarf es vor allem historischer Analysen, die diesen Prozeß (gegebenenfalls unter Vernachlässigung des ersten Gliedes) aufdecken bzw. Szena-

Tabelle 3: *Jährlicher Arbeitsplatzeffekt der BMFT-Projektförderung 1974–1976 an die Wirtschaft (bei einer Komplementarität des staatlichen und privaten Mittelaufwandes)*

Förderraum	Modell			
	A	B	C	D
04 Hamburg	7 662	6 423	7 214	6 585
06 Oldenburg (Oldenburg)-Wilhelmshaven	294	246	277	253
09 Lüneburg-Uelzen	40	34	38	34
12 Braunschweig	2 471	2 072	2 327	2 124
17 Essen-Bochum	18 606	15 597	17 519	15 991
21 Aachen	9 313	7 807	8 769	8 004
22 Köln	46 632	39 092	43 908	40 078
23 Bonn	13 734	11 513	12 931	11 803
25 Kassel-Bad Hersfeld	624	523	587	536
27 Frankfurt-Offenbach	14 573	12 216	13 721	12 524
31 Kaiserslautern	89	74	83	76
33 Mannheim-Darmstadt-Ludwigshafen	13 826	11 590	13 018	11 883
34 Karlsruhe	852	715	803	733
42 Ravensburg	10 499	8 801	9 886	9 023
43 Würzburg-Aschaffenburg	54	45	51	46
46 Bayreuth-Hof	55	46	52	48
48 Nürnberg-Fürth-Erlangen	7 137	5 983	6 720	6 134
52 Regensburg	0	0	0	0
54 München	42 573	35 689	40 086	36 590
56 Passau-Straubing	51	43	48	44
Bundesgebiet	232 220	194 672	218 655	199 582

rien, die ihn spekulativ in die Zukunft denken¹⁵. Bei der vorliegenden Problemstellung der Umsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in die Breite der Produktion sollte man meines Erachtens zwei Aspekte unterscheiden:

- (1) Forschungs- und Technologiepolitik schlägt sich unmittelbar über initiierte Innovationsprozesse in der Veränderung materiell-technischer Systeme nieder; über die Lokalisation der so erzeugten bzw. veränderten Objekte und Systeme wird die Forschungs- und Technologiepolitik schließlich raumwirksam. Ein markantes Beispiel hierfür ist die Kernenergie, durch deren Förderung der großtechnische Einsatz erst möglich wurde. Denn die Lokalisierung von Kernkraftwerken und deren komplementärer Infrastruktur hat dauerhafte und nachhaltige Auswirkungen auf andere räumliche Systeme. Dies beginnt bei der Flächenbeanspruchung am Standort selbst

und der Organisation des Energieverteilungsnetzes und geht über die Beanspruchung der natürlichen Ressourcen bis hin zu den Veränderungen in den Standortbedingungen für vor- und nachgelagerte Produktionsprozesse. Speziell die Herausbildung energieintensiver Produktionskomplexe verdient Beachtung (vgl. Entwicklung an der Unterelbe). Generell ist festzuhalten, daß großen Energieverbräuchen auf nuklearer Basis eine starke Konzentration der Bevölkerung auf wenige große Agglomerationen entspricht¹⁶. Ein unter Raumwirksamkeitsgesichtspunkten in Zukunft besonders bedeutsamer Bereich wird vermutlich die Förderung der Verkehrs- und Kommunikationstechnologien sein. Die Implementationen der hier geförderten Technologien tangieren das Raum-Zeit-Verhalten der Bevölkerung und der Produzenten — ein ureigener Gegenstandsbereich der Raumplanung —, so daß Änderungen in den Aktivitätsmustern

15 In diesem Zusammenhang sei auf das MFPRS-Projekt 1977.15 „Quantifizierung und räumliche Konkretisierung langfristiger raumrelevanter Entwicklungstendenzen (Technologieszenarien)“ im Rahmen der Ressortforschung des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau verwiesen.

16 Vgl. aus der Schriftenreihe „Raumordnung“ des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau das Heft Nr. 06 011: Auswirkungen von Entwicklungen im Energiesektor auf die Raum- und Siedlungsstruktur. — Bonn 1977.

sowie in der Standortwahl von Haushalten und Betrieben wahrscheinlich sind, über die an dieser Stelle aber nicht weiter spekuliert werden soll.

- (2) Der zweite Aspekt betrifft die Frage der räumlichen Diffusion technologischer Neuerungen, also den Vollzug über Produkt- und Verfahrensinnovationen, die für die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der gewerblichen Betriebe bzw. Zweige im nationalen und internationalen Maßstab existenziell sind. Damit gelangt man automatisch zu der Frage nach den Bedingungen für die Innovations- und Anpassungsfähigkeit der Wirtschaft. Mit anderen Worten: Die Umsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in die Breite der Produktion ist abhängig von regionsspezifischen Merkmalen der Produktionsstruktur. Je stärker in einer Region forschungsintensive Betriebe und Zweige vertreten sind, desto höher ist nicht nur die (nachweisbare) Wahrscheinlichkeit des Abrufs von Mitteln der Forschungs- und Technologieförderung, sondern auch die Wahrscheinlichkeit, daß sich hochwertige und wettbewerbsfähige Produktionsstrukturen herausbilden. Trifft die Hypothese zu, daß die Innovations- und Anpassungsfähigkeit der regionalen Wirtschaftsstruktur ein zentraler Engpaßfaktor für die weitere regionale Wirtschaftsentwicklung ist, kann die Analyse der Ausgangsbedingungen in der Wirtschaftsstruktur wichtige Hinweise auf eine tendenzielle Dualisierung bzw. Polarisierung regionaler Arbeitsmärkte im Hinblick auf eben diese Innovations- und Anpassungsfähigkeit und mithin auch auf die interregionalen Entwicklungstendenzen im wissenschaftlich-technischen Niveau geben.

Daher soll abschließend ein Blick auf die regionale Verteilung der forschungsintensiven Wirtschaftszweige (Chemie,

Elektrotechnik, Maschinenbau einschl. Büromaschinen, Straßenfahrzeugbau, Luftfahrzeugbau) geworfen werden¹⁷.

Der Lokalisationsquotient¹⁸ forschungsintensiver Zweige in Karte 3 offenbart dabei eine relativ starke regionale Dualisierung (Minimum: 0,428 in (07) Bremerhaven, Maximum: 1,397 in (27) Frankfurt-Offenbach). Die Verdichtungsräume Köln/Bonn, Rhein-Main, Mannheim/Ludwigshafen, Stuttgart, Nürnberg/Fürth, München und Berlin als die bevorzugten Orte ökonomischer Entwicklung zeigen eine beachtliche Überrepräsentation forschungsintensiver Wirtschaftszweige. Dagegen sind mit wenigen Ausnahmen die ländlich-peripheren und/oder wirtschaftlich schwach strukturierten Regionen des Bundesgebietes durch unterdurchschnittliche Anteile gekennzeichnet. Im übrigen sei nur am Rande erwähnt, daß die Überrepräsentation forschungsintensiver Wirtschaftszweige tendenziell dort anzutreffen ist, wo die gewerbliche Wirtschaftsstruktur möglichst diversifiziert (vgl. Spezialisierungskoeffizient) ist (Korrelation von 0,454 bei 0,1 % Signifikanzniveau). Dieser erste, unvollständige und hier nicht weiter ausgebauten Ansatz zur Abbildung der Forschungs- und Wissenschaftsintensität und folglich Innovations- und Anpassungsfähigkeit regionaler Wirtschaftsstrukturen gibt offensichtlich zu erkennen, daß in der Untersuchung der regionalen Polarisierung der wissenschaftlich-technischen Entwicklung ein wichtiges und ergiebiges Forschungsfeld für die raumwissenschaftliche Forschung und damit auch für die Raumordnungspolitik liegt.

17 Datenquelle ist die Arbeitsstättenzählung 1970.

18 Bei der Berechnung des Lokalisationsquotienten wurden die Beschäftigten in den forschungsintensiven Zweigen jeweils an den Gesamtbeschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe normiert.