

- LAMARCHE, V. C. JR.: Holocene climatic variations inferred from treeline fluctuations in the White Mountains, California. *Quaternary Research* 3, 1973, pp. 632-660.
- LINDSAY, J. H.: Annual cycle of leaf water potential in *Picea engelmannii* and *Abies lasiocarpa* at timberline in Wyoming. *Arctic and Alpine Research* 3, 1971, pp. 131-138.
- LONG, W. A.: Recession of Easton and Deming Glaciers. *The Scientific Monthly* 64, 1953, pp. 241-247.
- : What's happening to our glaciers! *The Scientific Monthly* 81, 1955, pp. 57-64.
- LOWERY, R. F.: Ecology of subalpine zone tree clumps in the North Cascade Mountains of Washington. Ph.D. dissertation, University of Washington, Seattle, 1972, 137pp.
- MITCHELL, J. M. JR.: Recent secular changes of global temperature. *Annals of the New York Academy of Sciences* 95, 1961, pp. 235-250.
- PORTER, S. C.: Glaciological evidence of Holocene climatic change. In: WIGLEY, T. M. L., INGRAM, M. J., a. FARMER, G. (eds), *Climate and history*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981a, pp. 148-179.
- : Recent glacier variations and volcanic eruptions. *Nature* 291, 1981b, pp. 139-142.
- : Response of glaciers to late Quaternary climatic changes. American Quaternary Association, Program and abstracts, Seventh biennial conference, 1982, pp. 36-38.
- PORTER, S. C. a. DENTON, G. H.: Chronology of Neoglaciation in the North American Cordillera. *American Journal of Science* 265, 1967, pp. 177-210.
- RADDON, C.: Oral communication. Glacier Ranger Station, Washington, 1982.
- REITAN, C. H.: A climatic model of solar radiation and temperature change. *Quaternary Research* 4, 1974, pp. 25-38.
- SIGAFOS, R. S. a. HENDRICKS, E. L.: Recent activity of glaciers of Mount Rainier, Washington. U.S. Geological Survey Professional Paper 387-B, 1972, pp. B1-B24.
- STOKES, M. A. a. SMILEY, T. L.: An introduction to tree-ring dating. Chicago: University of Chicago Press, 1968, 68 pp.
- TROLL, C.: The upper timberlines in different climatic zones. *Arctic and Alpine Research* 5 (3, Pt. 2), 1973, pp. A3-A18.
- TUHKANEN, S.: Climatic parameters and indices in plant geography. *Acta Phytogeographica Suecica* 67, 1980, pp. 1-110.
- U.S. Weather Bureau: Annual reports, Washington.
- : Mount Baker station, Washington. Climatological summary: means and extremes for the period 1927-1951, and narrative climatological summary by E. L. PHILLIPS, no date.
- VALE, T. R.: Tree invasion of montane meadows in Oregon. *The American Midland Naturalist* 105, 1981, pp. 61-69.
- WARDLE, P.: Engelmann spruce (*Picea engelmannii* Engel.) at its upper limits on the Front Range, Colorado. *Ecology* 49, 1968, pp. 483-495.

DIE BEDEUTUNG VON INNOVATION UND DIFFUSION NEUER TECHNOLOGIEN FÜR DIE REGIONALPOLITIK

Mit 10 Abbildungen und 1 Tabelle

ERNST GIESE UND JOSEF NIPPER

Summary: The impact of innovation and diffusion of new technologies for regional policy in the Federal Republic of Germany

Regional policy in the Federal Republic of Germany has, above all, formerly concerned itself with the assumption of a high regional mobility of firms and capital. Attempts have been made with the help of regional development measures to direct this mobility readiness towards structurally weak, underdeveloped marginal areas of the Federal Republic of Germany. These attempts were still showing signs of success up to the beginning of the 70s, so that the results of earlier efficiency analyses as well as the development of the international division of labour led to the conclusion that a change in regional policy is essential in order to strengthen the competitiveness of the development areas so that a more comprehensive estimation than before will have to be established. This aims at using the capacity of the region to achieve its optimal development, especially for the strengthening of each area of production, and aims at the manufacture of what were originally called "intelligent products" and aims at the development of new technologies. Knowledge of requirements, influencing factors and the consequences of innovation

and diffusion processes is an essential basis for an adequate regional policy. In the Federal Republic of Germany, therefore, large numbers of regional policy makers are calling for a strategically new orientation of regional policy in the direction of a stronger, "innovation - orientated regional policy". Before carrying out the new regional policy, however, the question should be raised whether its basis is theoretically and above all empirically secured. This will be done in the investigation based upon the results to hand of innovation and diffusion research into technological innovations.

I

Die auf Arbeiten von MARX (1972, 1973, 1975) zurückgehende „Regionalpolitik des mittleren Weges“ hat die Raumordnungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland in den 70er Jahren in entscheidender Weise beeinflusst. Angesichts der in den letzten Jahren aufgetretenen wirtschaft-

lichen Probleme sind Zweifel an der Wirksamkeit dieser Regionalpolitik aufgekommen und der Ruf nach einer strategischen Neuorientierung der Regionalpolitik laut geworden.

Die Regionalpolitik beruht in der Bundesrepublik Deutschland vor allem auf der Annahme einer hohen regionalen Mobilität von Betrieben und Kapital. Diese Vorstellung kommt in der „Regionalpolitik des mittleren Weges“ deutlich zum Ausdruck, wenn gefordert wird, daß das Kapital zu den Arbeitskräften wandern soll, statt daß die Arbeit zum Kapital wandert (MARX 1975, S. 7).

Die relativ hohe regionale Mobilität der Betriebe bestand in der Bundesrepublik Deutschland aber nur bis Anfang der 70er Jahre. Auslöser und Motor dieser Mobilität war eine spezielle prosperierende Wirtschaftsentwicklung, genauer ein problemloses Wachstum industrieller Aktivitäten mit standardisierter Massenproduktion. Dieses Wachstum wurde eigentlich nur durch den Mangel an Arbeitskräften und Industriegelände in den traditionellen Verdichtungsgebieten behindert. Von daher gesehen bestand ein „natürlicher Druck“ für die Unternehmen, mobil zu sein. Diese Mobilitätsbereitschaft wurde und wird noch heute durch Fördermaßnahmen der Regionalpolitik (z. B. durch die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Regionalen Wirtschaftsstruktur“) unterstützt. Direkte und indirekte Subventionen sollen in bestimmten Zielregionen (sog. Fördergebiete, vgl. Abb. 7) die Betriebskosten senken und die Kapitalbildung erleichtern. Ein künstliches Kostengefälle zugunsten der Förderregionen soll standortbedingte Kostennachteile ausgleichen und darüber hinaus das Zielgebiet begünstigen, so daß sich Betriebe bevorzugt dort niederlassen, expandieren und Arbeitsplätze anbieten.

An dieser Stelle kann schon die Frage gestellt werden: Sind die zumindest quantitativen Erfolge bei der Industrieansiedlung in den 50er und 60er Jahren ein Erfolg der Regionalpolitik oder nicht stärker ein Effekt der besonderen Wirtschaftslage? – Abschließend kann diese Frage nicht beantwortet werden, Zweifel an der Effektivität dieser Regionalpolitik bleiben jedoch bestehen, vor allem wenn man sich die Ergebnisse dieser Regionalpolitik vor Augen hält:

1. Es werden vorrangig Zweigbetriebe, die schnell wieder geschlossen werden können, gegründet: von 1968 bis 1979 erfolgen 62% der Neuerrichtungen von Zweigbetrieben in Fördergebieten, bei den Stammbetrieben sind es nur 36%.
2. Neugründungen und Verlagerungen erfolgen insbesondere auch im Bereich der Nichtwachstumsindustrien.
3. Neugesiedelte Betriebe sind solche mit hohen Anteilen niedrig qualifizierter Arbeitskräfte und weitgehend standardisierten Produktionstechnologien.
4. Die Fördergebiete liegen deutlich hinter dem technologischen Stand der übrigen Gebiete zurück. Ein illustratives Beispiel hierfür ist die Einführung des Tufting-Verfahrens bei der Herstellung von Teppichböden. Es zeigt sich (Abb. 1), daß ein deutlicher time-lag zwischen Nichtfördergebieten und Fördergebieten besteht. Bis zu einer Adoptionsrate von 60% besteht eine zeitliche Verzögerung von vier und mehr Jahren zuungunsten der Förder-

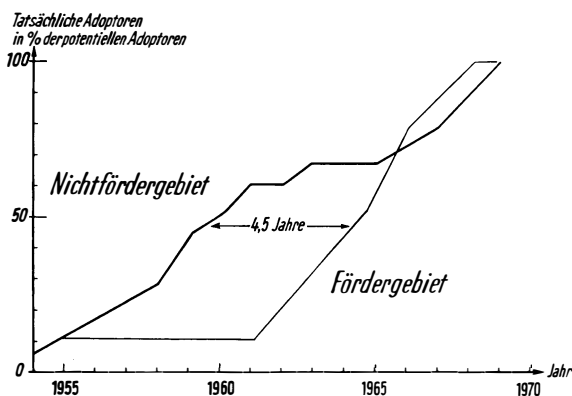


Abb. 1: Diffusion des Tufting-Verfahrens bei der Herstellung von Teppichböden im Förder- und Nichtfördergebiet der Bundesrepublik Deutschland

Quelle: Innovationsorientierte Regionalpolitik 1980, S. 24

Diffusion of Tufting-technology in the production of carpet floors in Assisted Regions and Non-Assisted Regions of the Federal Republic of Germany

gebiete. Dieses Nachhinken kann die Wettbewerbsfähigkeit eines Betriebes drastisch einschränken.

5. Seit Beginn der 70er Jahre geht die Zahl der neugeschaffenen Arbeitsplätze durch neu angesiedelte Betriebe stetig zurück, während die Zahl der Stilllegungen zunimmt (Abb. 2). In der Bundesrepublik Deutschland kommen in den 50er Jahren auf 10 neugeschaffene industrielle Arbeitsplätze drei stillgelegte, in den 60er Jahren verschlechterte sich das Verhältnis auf 10:12. In den 70er Jah-

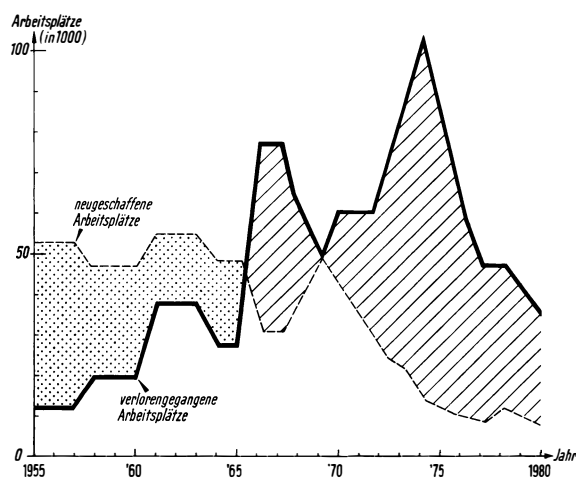


Abb. 2: Entwicklung der Arbeitsplätze im sekundären Produktionsbereich durch Neuansiedlungen bzw. Stilllegungen in der Bundesrepublik Deutschland seit 1955

Development of employment in the secondary sector by new foundations or closed-down enterprises respectively in the Federal Republic of Germany since 1955

ren hat sich das Verhältnis noch weiter verschlechtert: jetzt kommen auf 10 neuerrichtete Arbeitsplätze bereits 50 stillgelegte.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, daß durch die seit Mitte der 70er Jahre veränderte Wirtschaftslage in der Bundesrepublik Deutschland die Erfolge der Regionalpolitik geringer werden, wobei die Ursache vor allem darin zu sehen ist, daß sich infolge der wirtschaftlichen Entwicklung die generell schon geringe Mobilitätsbereitschaft der Betriebe wie auch die Kapitalmobilität verschlechtern. Das hat zur Folge: eine erfolgreiche Regionalpolitik muß stärker auf Kapazitäten der Region, wie Bestand an Unternehmen und Humankapital, zurückgreifen.

Neben dieser nationalökonomischen Betrachtung ist die Einbindung der entwickelten Länder in das internationale Wirtschaftssystem von Bedeutung für die nationale Wirtschaftsentwicklung und damit auch für die Ausrichtung der Regionalpolitik. So sind für den Rückgang der Beschäftigten des Industriesektors in den hochentwickelten Ländern auch die unter dem Stichwort „veränderte internationale Arbeitsteilung“ zusammengefaßten Gründe verantwortlich, wie steigende Lohn-, Rohstoff- und Umweltkosten in den Industrieländern im Gegensatz zu den Billiglohnländern. Dadurch ist vor allem ein Konkurrenzdruck zwischen Billiglohnländern und den nationalen Fördergebieten insbesondere bei standardisierten Produkten zu erwarten, die mit ausgereiften Technologien und unter hohem Einsatz gering qualifizierter Arbeitskräfte hergestellt werden.

Ausgehend von dieser Konstellation ist unbestreitbar, daß eine Änderung der Regionalpolitik notwendig ist, um die Wettbewerbsfähigkeit der Fördergebiete zu stärken, wobei ein umfassenderer Ansatz als bislang zugrundegelegt werden muß, der darauf abzielt, die Kapazitäten der Region optimaler zur Entwicklung der Region zu nutzen. Einbezogen werden muß dabei der Zusammenhang zwischen nationaler Wirtschaftsentwicklung und internationaler Arbeitsteilung. Er führt dazu, daß die standardisierte Produktion in Billiglohnländer abwandert und infolgedessen in den entwickelten Ländern die Wirtschaftsstruktur sich so entwickeln wird, daß ein stärkerer Anteil jener Produktionsbereiche vorhanden ist, die eher sog. intelligente (humankapitalintensive) Produkte herstellen oder neue Technologien entwickeln. Danach ergeben sich für eine Regionalpolitik, die versuchen will, die regionalen Kapazitäten optimaler zu nutzen, insbesondere zwei Punkte, die in enger Beziehung zueinander stehen und erhebliche Bedeutung haben:

1. Optimale Ausnutzung des Humankapitals der Region für die Region;
2. Kenntnisse über Voraussetzungen, Einflußfaktoren und Ablauf von Innovations- und Diffusionsprozessen.

Für die Regionalpolitik spielt der letzte Punkt in zweierlei Hinsicht eine Rolle. Folgende Fragen sollen das verdeutlichen:

1. Welche Faktoren haben auf die Entstehung bzw. Produktion von Innovationen Einfluß? – Inwieweit sind periphere Regionen in der Lage, innovativ zu sein? – Kann eine regionale Förderung einen Beitrag zu einer

vermehrten Innovationstätigkeit in den Regionen leisten?

2. Welche Faktoren haben auf die Diffusion von Innovationen Einfluß? – Sind von Seiten der Regionalpolitik Möglichkeiten vorhanden, die Diffusion so zu steuern, daß der time-lag der Diffusion von Innovationen in bestimmten Regionen gemildert werden kann?

Innovationen werden derzeit als Schlüssel für die Zukunft für all jene Volkswirtschaften angesehen, die wie die Bundesrepublik Deutschland exportorientiert und importabhängig sind (BRUGGER 1980, S. 174). Die in jüngerer Zeit verstärkt geforderte strategische Neuorientierung der Regionalpolitik zielt dementsprechend auf eine stärker „innovationsorientierte Regionalpolitik“. Diese wird von zahlreichen Regionalpolitikern als Rettungsring gepriesen. Sie soll das gefährdete Ziel der Bewahrung und Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und Leistungskraft der Volkswirtschaft verwirklichen helfen. Vor Durchführung der neuen Regionalpolitik sollte jedoch die Tragfähigkeit des neuen Konzepts geprüft werden. Getestet werden sollte, ob die innovationsorientierte Strategie eine theoretisch und vor allem empirisch hinreichend gesicherte Grundlegung besitzt. Dieses soll im folgenden auf Grund der bislang vorliegenden Ergebnisse der Innovations- und Diffusionsforschung geschehen.

II

Zunächst ist es notwendig, kurz die Bedeutung der Begriffe „Innovation“ und „Diffusion“ zu diskutieren und festzulegen, was darunter in dem hier dargestellten Kontext verstanden werden soll.

Bisher wurde Innovations- und Diffusionsforschung vor allem fachspezifisch betrieben. Das hat u. a. dazu geführt, daß alternative inhaltliche Bedeutungen der einzelnen Begriffe nebeneinander bestehen und jeweils auf die besonderen Fragestellungen des Faches ausgerichtet sind. So steht in der Geographie die räumliche Diffusion von Innovationen im Vordergrund des Interesses, während der Begriff „Innovation“ bislang wenig reflektiert wurde. Er wird in der Geographie vorwiegend objektbezogen und im Sinn einer erstmaligen Anwendung gebraucht (= Erst-Innovation). Die massenweise Anwendung der Neuerung wird unter dem Begriff Diffusion subsumiert.

In den Wirtschaftswissenschaften wurde der Innovationsbegriff insbesondere durch SCHUMPETER festgelegt. Er versteht unter einer Innovation die Aufstellung einer neuen Produktionsfunktion. SCHUMPETER (1961, S. 94) definiert: „Wenn wir nicht die Faktormengen, sondern die Form der Funktion verändern, dann haben wir eine Innovation“. Dieses kann durch die Produktion einer neuen Ware, durch die Schaffung einer neuen Organisationsform, durch die Fusion von Unternehmen oder durch die Erschließung eines neuen Marktes erfolgen.

Für eine in der Regionalpolitik brauchbare Begriffsbildung sind Sichtweisen der sozialwissenschaftlichen Forschung hilfreich, deren Interesse zur Zeit vor allem kognitiven Innovationen gilt, also der Entstehung und Übertragung neuer Ideen u. a. im technologischen Bereich. Wir

haben innerhalb der Soziologie mehrere Forschungsrichtungen zu unterscheiden. Die eine Forschungsrichtung konzentriert sich auf den Entstehungsprozeß von Innovationen, die andere beschäftigt sich mit dem Diffusionsprozeß und stellt den Übernahmeaspekt in den Vordergrund. Die dritte Richtung setzt sich mit den Auswirkungen insbesondere technologischer Innovationen auseinander. Gefragt wird nach den sozialen Kosten, die durch die Übernahme einer Innovation entstehen. Innerhalb der sozialwissenschaftlichen Diffusionsforschung ist die Fragestellung in den Mittelpunkt gerückt, in welcher Weise Informationsstrategien die Geschwindigkeit und den Grad der Verbreitung von Innovationen fördern können. „Ziel dieser Diffusionsforschungen ist es, die Barrieren im Kommunikationsfluß herauszufinden, die eine Übernahme verhindern“ (MÜLLER u. SCHIENSTOCK 1978, S. 267). Die sich auf das Entstehen von Innovationen konzentrierende Forschung beschäftigt sich mit den Entstehungsbedingungen und Prozeßabläufen, die zur Entwicklung von Innovationen führen. Innovation im technologischen Bereich wird als Prozeß der Erforschung (Erfindung), Entwicklung (eines Prototyps) und Anwendung einer neuen Technologie (im Sinn der Übernahme in die Produktion) verstanden (UHLMANN 1978, S. 41ff.). Wichtig in diesem Zusammenhang ist, daß Innovation als Prozeß angesehen wird, der in einzelne aufeinander bezogene Teilprozesse zerfällt (vgl. MYERS u. MARQUIS 1969, S. 1), in Teilprozesse also, an denen Regionalpolitik dann möglicherweise ansetzen kann.

Als wirtschaftliche Akteure, mit denen es die Regionalpolitik zu tun hat, treten Unternehmer bzw. Unternehmen auf. Auf sie bezogen kann eine Innovation sowohl ein neues Produkt, das ein Unternehmen herstellt und vertreibt (= Produktionsinnovation) als auch ein neues Produktionsverfahren oder eine organisatorische Veränderung (= Prozeßinnovation) sein. Unter Berücksichtigung des Innovationsbegriffes der organisationssoziologischen Forschung scheint für eine Regionalpolitik, die auch auf eine Nutzung des Innovationspotentials ausgerichtet ist, folgende Definition geeignet zu sein:

Innovation ist die erstmalige Einführung bzw. Durchsetzung eines neuen Produktes am Markt durch einen Akteur, die erstmalige Anwendung eines neuen Produktionsverfahrens durch einen Akteur oder eine organisatorische Neuerung, die erstmals bei einem Akteur durchgeführt wird. Eine solche Innovation beruht dabei auf einer (oder mehreren) vorausgegangenen Invention, d. h. auf neuem Wissen, das bis zur Anwendungsreife (Prototyp) entwickelt wurde. Die Ausbreitung dieser Innovation auf andere wirtschaftliche Akteure wird als Diffusion bezeichnet.

Diese Definition unterscheidet somit deutlich zwei Prozeßphasen:

1. Erfindung und Entwicklung von Innovationen bis zur Anwendungsreife (= Produktion von Innovationen),
2. Ausbreitung von Innovationen (= wirtschaftliche Ausnutzung von Innovationen).

Im folgenden sollen diese Prozeßphasen im Hinblick auf ihren Zusammenhang mit der Regionalpolitik näher unter-

sucht werden, um so die Konsequenzen für entsprechende regionalpolitische Maßnahmen besser abschätzen zu können.

III

Für den Zusammenhang zwischen Produktion von Innovationen und Regionalentwicklung bzw. -politik sind zwei Fragen von Interesse:

1. Wie ist der Zusammenhang zwischen Innovationstätigkeit und Unternehmenscharakteristika, vor allem der Unternehmensgröße?
2. Welche Standorte sind für die Ausbildung von Innovationen prädestiniert?

Ein Problem stellt sich zunächst bei der Erfassung der Innovationstätigkeit von Unternehmen. In den bisherigen Untersuchungen hierzu werden sowohl Input- als auch Outputgrößen herangezogen. Generell ist hierzu anzumerken, daß diese Größen nur eine quantitative Erfassung der innovativen Tätigkeiten leisten können und keine Information über die Qualität und wirtschaftliche Bedeutung solcher Aktivitäten vermitteln.

Als Outputgröße wird im allgemeinen die Zahl der angemeldeten bzw. erteilten Patente gewählt. Die Einwände gegen diesen Indikator konzentrieren sich vor allem darauf, daß nicht alle Erfindungen patentiert werden. Nach SCHMOOKLER (1966) sind es insbesondere Großunternehmen, die oft aus rein praktischen Erwägungen sowie aus Konkurrenzgründen auf eine Patentierung verzichten. Als Inputgrößen werden die Zahl von Forschungs- und Entwicklungs-Einrichtungen (= FuE-Einrichtungen), der Forschungsaufwand in Geldeinheiten sowie die Zahl des beschäftigten FuE-Personals (Wissenschaftler, Ingenieure) herangezogen. Der Nachteil dieser Indikatoren ist vor allem darin zu sehen, daß hier unterstellt wird, Innovationen entstünden im Rahmen systematischer Forschung. Eine Reihe von Ideen, Erfindungen und Weiterentwicklungen entstehen jedoch außerhalb der Forschungs- und Entwicklungsabteilungen mehr zufällig als Nebenprodukt der eigentlichen Arbeit.

Wenn hier im folgenden hauptsächlich Inputgrößen als Indikatoren verwandt werden, dann deshalb, weil sie Ansatzpunkte sein könnten im Rahmen einer Regionalpolitik, die die Förderung von Innovationen stärker als bislang in ihre Betrachtungen einbezieht.

Welcher Zusammenhang besteht nun zwischen Innovationstätigkeit und Unternehmensgröße?

Nach der auf SCHUMPETER (1950, S. 135) zurückgehenden Aussage treiben vor allem Großunternehmen mit einer monopolähnlichen Machtstellung den wirtschaftlichen und technischen Wandel voran. Dieser Auffassung wird entgegengehalten, daß der wesentliche Impuls für innovative Aktivitäten im Wettbewerbsdruck liege und nicht in der Unternehmensgröße, und dieser durch ein Vorherrschen von Großunternehmen mit Monopolstellung aufgehoben werde.

MÜLLER und SCHIENSTOCK (1978, S. 234ff.) haben eine größere Zahl vorliegender empirischer Analysen zum Inno-

vationsverhalten von Unternehmen unterschiedlicher Größenklassen ausgewertet und kommen dabei zu dem Ergebnis, daß SCHUMPETERS These von der dominierenden Rolle der Großunternehmen für den wirtschaftlichen und technischen Fortschritt nicht aufrechterhalten werden kann. Zwischen der Innovationstätigkeit und der Unternehmensgröße könne, wenn überhaupt, allenfalls eine schwache Korrelation festgestellt werden. „Es gibt“, wie FREEMAN (1974, S. 202) feststellt, „Industrien, wo auch große Firmen nur wenig Forschung betreiben und andere, in denen auch relativ kleine Firmen einen erheblichen Anteil des Forschungsaufwandes tragen“. Zwar lassen sich eine Reihe von Innovationen feststellen, beispielsweise in der Chemischen Industrie, für deren Durchführung kleinen Unternehmen die Voraussetzungen fehlen. Diese Fälle reichen auf Grund der vorliegenden Ergebnisse empirischer Untersuchungen über die Innovationstätigkeit von Unternehmen nach Größenklassen nicht aus, um allgemeingültige Aussagen über das Innovationsverhalten der Unternehmen nach Größenklassen zu machen (MÜLLER u. SCHIENSTOCK 1978, S. 240 in Anlehnung an FREEMAN 1974, S. 202). So wie den Untersuchungsergebnissen nicht zu entnehmen ist, daß die Großunternehmen die Promotoren des Fortschritts sind, so wenig bestätigen die Untersuchungsergebnisse die Meinung derjenigen, die den kleinen und mittleren Betrieben die Rolle des technologischen Vorreiters zuschreiben wollen (z. B. HOPPMANN 1968, S. 157ff.; JEWKES, SAWERS u. STILLERMANN 1969; VON EINEM 1981, S. 19). Keinesfalls aber sind die Großunternehmen Hauptträger des technischen Fortschritts. Diese Aussage gilt insbesondere dann, wenn man die ökonomische Bedeutung der Erfindungen in die Beurteilung miteinbezieht. Unter den 51 Erfindungen, die von Sachverständigen als die bedeutendsten des 20. Jahrhunderts angesehen wurden, stammten nur 12 aus Großunternehmen, 28 dagegen aus Kleinbetrieben und von unabhängigen Erfindern, 11 Ideenträger konnten nicht ermittelt werden (JEWKES, SAWERS u. STILLERMANN 1969).

Nach KANTZENBACH (1970, S. 227) wird in den Forschungs- und Entwicklungslabors der Großunternehmen relativ wenig langfristig orientierte, komplexe Grundlagenforschung betrieben, die in der Regel mit hohen finanziellen Risiken verbunden ist. „Deutlich vorherrschend ist vielmehr die Weiterentwicklung und Verbesserung bekannter Produkte unter direkter kurzfristiger Absatzorientierung“. Die entscheidenden technologischen Durchbrüche werden dagegen des öfteren von Klein- und Mittelunternehmen eingeleitet und auch vorangetrieben (MÜLLER u. SCHIENSTOCK 1978, S. 242). Besonders erfolgreich im Innovationsbereich sind unter den Kleinbetrieben die sog. „science based firms“, sie stellen zumeist Betriebsneugründungen auf dem Gebiet der „high technology“ dar.

Wie ist die räumliche Verteilung der Standorte, an denen Innovationen entwickelt werden?

In einer Untersuchung über die Verteilung von FuE-Einrichtungen in den USA weist MALECKI (1979) auf zwei auffällige Erscheinungen hin:

1. auf die ausgesprochen ungleichmäßige räumliche Verteilung der FuE-Einrichtungen und

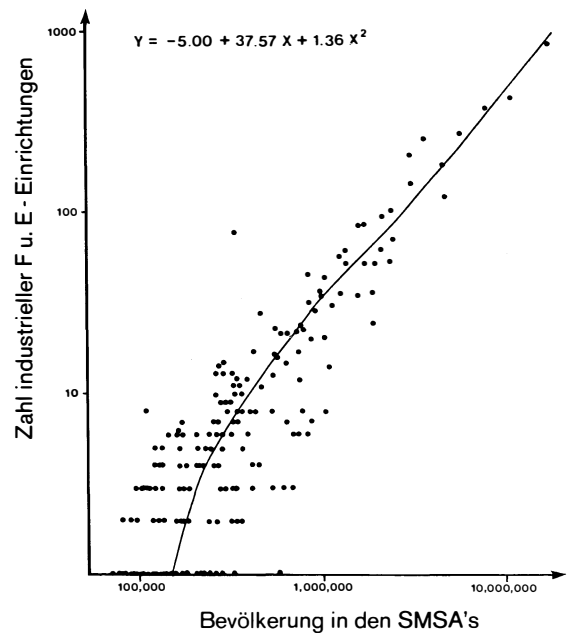


Abb. 3: Agglomeration industrieller Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in den USA

Quelle: E. J. MALECKI 1979

Agglomeration of industrial R & D laboratories in the U.S.A.

2. auf die große Bedeutung der Nähe von universitären Einrichtungen mit starken Forschungsaktivitäten für eine überproportionale Ansiedlung von FuE-Einrichtungen. Im einzelnen seien hier folgende Ergebnisse der Untersuchung von MALECKI (1979) hervorgehoben:

- In den Standard Metropolitan Statistical Areas (=SMSA's) sind im Vergleich zu ihren Bevölkerungsanteilen überproportional viele FuE-Einrichtungen der Privatindustrie konzentriert. 87,9% dieser FuE-Einrichtungen sind in den 177 SMSA's angesiedelt, hier wohnen aber nur 68,8% der Bevölkerung.
- Der Zusammenhang zwischen der Zahl solcher Einrichtungen und der Bevölkerungszahl dieser SMSA's ist außerordentlich eng ($R^2 = 0,963$), aber nicht-linear (Abb. 3), d. h. große Städte haben einen überdurchschnittlichen Anteil an FuE-Einrichtungen verglichen mit ihrem Bevölkerungsanteil. So haben die zehn SMSA's mit den meisten FuE-Einrichtungen 43% der US-Bevölkerung, aber 59,3% der FuE-Einrichtungen.
- Die Verteilung des FuE-Personals zeigt eine ähnliche Konzentrationstendenz. (Unter FuE-Personal werden neben den Beschäftigten in FuE-Einrichtungen der Privatindustrie auch diejenigen staatlicher und universitärer Einrichtungen erfaßt.)
- Die Konzentration von FuE-Einrichtungen und FuE-Personal ist nicht deckungsgleich. Nur 10 SMSA's haben hinsichtlich beider Dimensionen überdurchschnittliche Anteile (relativ zur Bevölkerungszahl). Von diesen

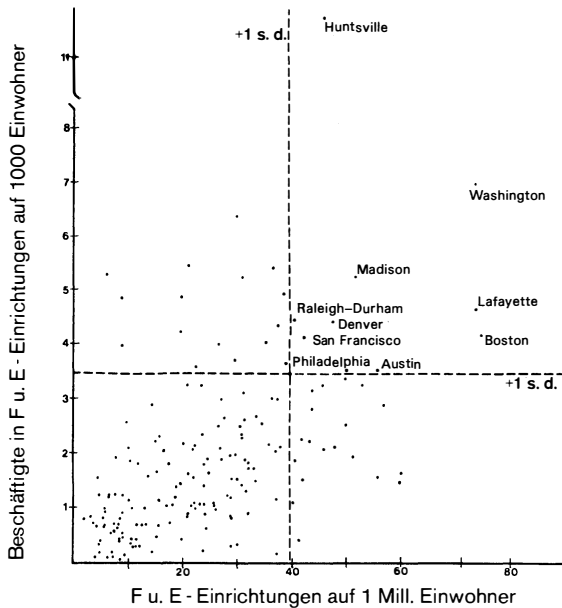


Abb. 4: Agglomeration von Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in den USA nach Konzentration der Beschäftigten und der Einrichtungen

Quelle: E. J. MALECKI 1979

Relative R & D agglomeration, laboratories and employees in the U.S.A.

SMSA's haben sechs große Forschungsuniversitäten (Austin, Lafayette, Madison, Raleigh-Durham, San Francisco-Oakland-San José, Boston-Lawrence-Lowell) und zwei sind ausgesprochene Schwerpunkte der Verwaltung (Huntsville, Washington) (Abb. 4).

- Generell sind FuE-Einrichtungen wie auch FuE-Personal sehr einseitig auf den Nordosten konzentriert, also auf die älteren industriellen Zentren. Darüber hinaus befinden sich kleinere räumliche Schwerpunkte in Kalifornien und Texas. Diese sind allerdings für die wirtschaftliche Entwicklung insofern von erheblicher Bedeutung, da sie Zentren der Mikroelektronik und Flugtechnik sind (Abb. 5).
- Durchgeführte multiple Regressionen zeigen deutlich die Bedeutung universitärer Einrichtungen mit hohem Forschungsstandard als Standortfaktor auf. Es sind dabei allerdings auch Indizien dafür vorhanden, daß nur die ausgesprochen großen Forschungsuniversitäten Bedeutung für die Ansiedlung von FuE-Einrichtungen haben.

Das ausgeprägteste Beispiel hierfür ist z. Z. wohl das sog. „Silicon Valley“ zwischen Palo Alto und San José (Kalifornien). Vor einem Jahrzehnt noch fruchtbares Obst-, Wein- und Weideland, ist es heute das Zentrum der Mikroelektronik mit mehr als 1000 Betrieben, rund 225 000 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von 42 Milliarden Dollar. Diese Entwicklung im „Silicon Valley“ ist in unmittelbarem Zusammenhang mit der Stanford Universität zu sehen, die ihren Standort in Palo Alto hat und eine der besten natur-

wissenschaftlichen Lehr- und Forschungsstätten in den USA ist.

Ein zweites prägnantes Beispiel ist die Region Boston im US-Bundesstaat Massachusetts (VON EINEM 1981). Die Ausgangssituation ist hier zwar grundlegend anders. Die heutigen Entwicklungstendenzen auf Grund des Einflusses großer Universitäten gehen jedoch in eine ähnliche Richtung. Massachusetts durchläuft z. Z. einen tiefgreifenden Strukturwandel: auf der einen Seite geht es mit den alten Industriezweigen Textil, Schuhe und Papier seit etwa 30 Jahren bergab, auf der anderen Seite entstanden Hunderte neuer Firmen in high-technology Branchen. Am bekanntesten ist die Computerindustrie, aber der Trend beschränkt sich keineswegs auf diese Wachstumsbranche, sondern er umfaßt ebenso Entwicklungen in den Sektoren Instrumentenbau und Nachrichtentechnik, Chemie, Biologie, Medizin, Laser-Physik, Marktforschung und Management-Consulting, Planung und sozialwissenschaftliche Politikberatung, spezialisierte Ingenieurbüros und Anwaltspraxen. Allen gemeinsam ist, daß sie Forschungsergebnisse verwerten, die zunächst in den Laboratorien und Forschungsbüros der sieben großen Universitäten der Region Boston erdacht und erprobt wurden, bevor ehemalige Assistenten, Dozenten und Studenten das Konzept in selbst gegründeten Kleinunternehmen zu marktfähigen neuen Produkten oder Dienstleistungen weiterentwickelten.

Diese Beispiele wie vor allem auch die Untersuchungsergebnisse von MALECKI (1979) lassen im Hinblick auf Regionalentwicklung bzw. -politik zwei Folgerungen zu:

1. Die vorhandene Konzentration wachstumsinduzierender Industrien wird durch die Konzentration von FuE-Einrichtungen kumulativ verstärkt.
2. Eine Dezentralisierung kann vor allem durch zwei Maßnahmen erreicht werden:
 - durch Ansiedlung qualitativ ausgezeichneter Forschungs- und Lehrinstitute natur- bzw. ingenieurwissenschaftlicher Ausrichtung. Diese Institute müssen sowohl mit finanziellen Mitteln als auch mit wissen-

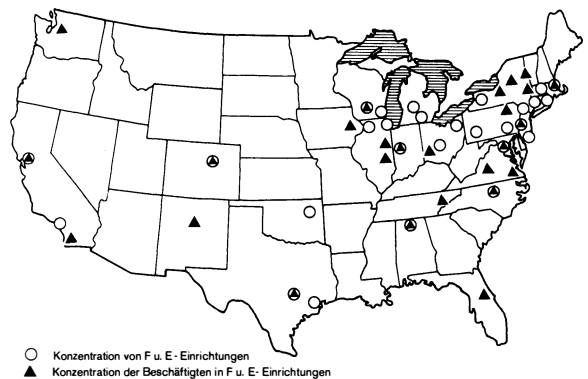


Abb. 5: Standorte der Forschungsschwerpunkte in den USA

Quelle: E. J. MALECKI 1979

Location of research complexes in the U.S.A.



Abb. 6: Regionale Verteilung der Forschungseinrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland einschließlich West-Berlin 1978
Quelle: Atlas zur Raumentwicklung, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde u. Raumordnung, Bonn ca. 1981, Karte 2.07.1
Location of research institutes in the Federal Republic of Germany 1978

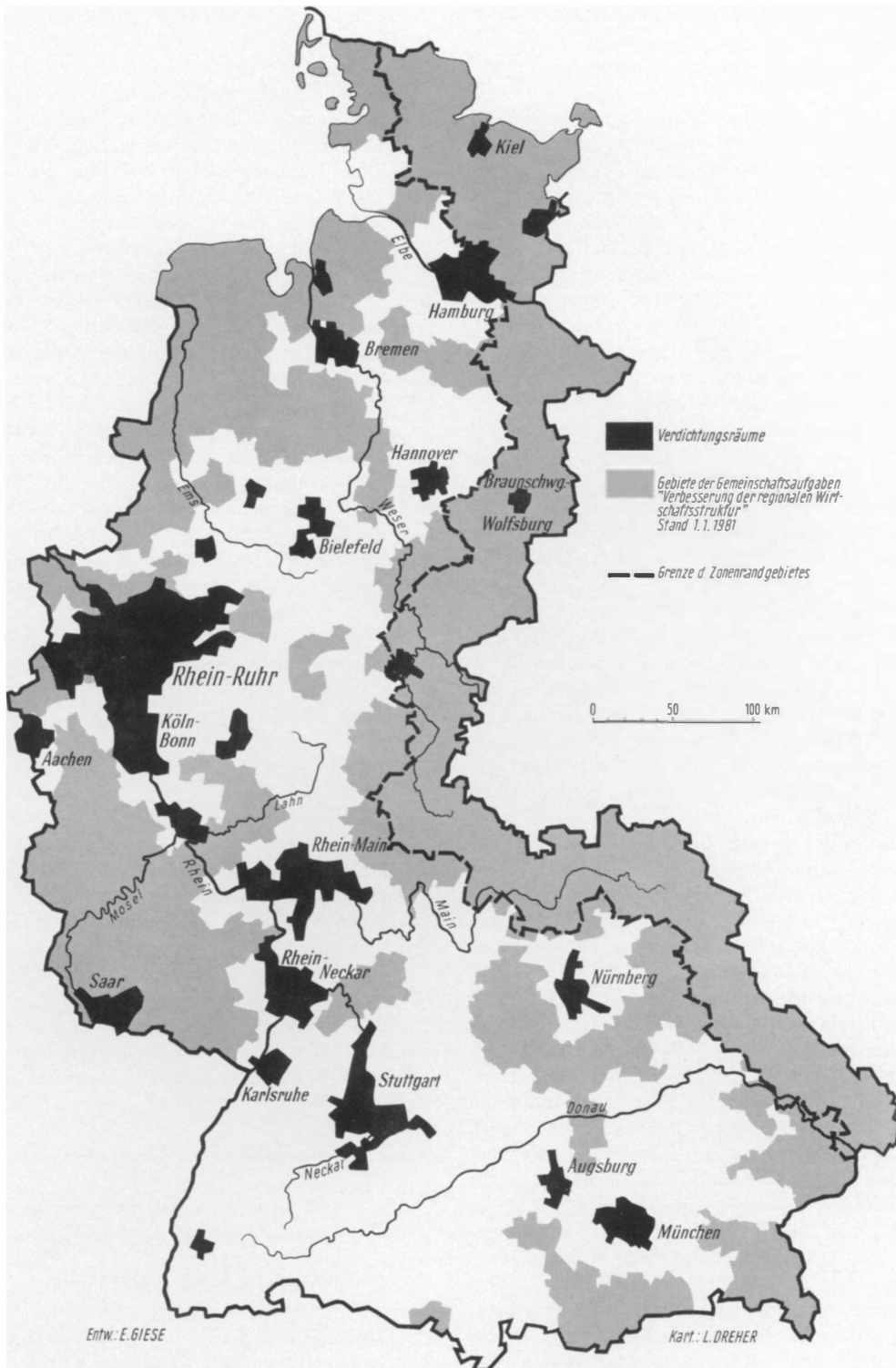


Abb. 7: Verdichtungsräume und Fördergebiete in der Bundesrepublik Deutschland 1981

Quellen: Alexander Weltatlas, Stuttgart 1982, S. 136; Drucksache des Deutschen Bundestages 9/697 vom 28. 7. 1981, Karte 1
Metropolitan Areas and Assisted Regions in the Federal Republic of Germany 1981

schaftlichem Personal überdurchschnittlich ausgestattet sein;

- durch eine starke Konzentration staatlicher Verwaltung.

MALECKI'S Ergebnisse unterstützen diese Aussage. Von den 10 SMSA's sind die meisten erst in jüngerer Zeit in die Gruppe der stärksten Konzentrationen aufgerückt.

Die von MALECKI herausgestellten Zusammenhänge scheinen auch für die Bundesrepublik Deutschland zuzutreffen (vgl. Tab. 1 sowie Abb. 6 u. 7). Der größte Teil der Forschungseinrichtungen konzentriert sich auf die großen Verdichtungsräume. In den 17 Verdichtungsräumen der Bundesrepublik Deutschland (vgl. Tab. 1) liegen 78,7% der staatlich geförderten Forschungseinrichtungen (67,1% der universitären, 83,7% der nicht-universitären). Hier leben aber nur 41,7% der Bevölkerung. Die sieben größten Verdichtungsräume mit jeweils mehr als einer Million Einwohner vereinigen auf sich allein 60,1% der staatlich geförderten Forschungseinrichtungen.

Außerhalb der Verdichtungsräume gibt es nur wenige Forschungseinrichtungen. So fällt besonders auf, daß in den randlichen Gebieten der Bundesrepublik Deutschland, speziell in den Fördergebieten, selbst in kleineren Großstädten kaum Forschungseinrichtungen vorhanden sind. 21% der staatlich geförderten Forschungseinrichtungen liegen in Fördergebieten. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß in den Fördergebieten vier Verdichtungsräume (West-Berlin, Saar, Braunschweig-Wolfsburg und Kiel) und Göttingen als alte traditionelle Universitätsstadt mit vielen Forschungseinrichtungen liegen, so daß unter Ausklammerung dieser fünf Orte in den Fördergebieten nur 4,1% der Forschungseinrichtungen angesiedelt sind.

Entsprechend der dargestellten Verteilung der Forschungseinrichtungen konzentrieren sich die Beschäftigten in den staatlich geförderten Forschungseinrichtungen sowie die Ausgaben für die Forschungsförderung auf die Verdichtungsräume und alten traditionellen Hochschulorte (vgl. *Atlas zur Raumentwicklung*, Karte 2.07.2 und Karte 2.07.3). Die höchsten jährlichen Forschungsausgaben im Zeitraum 1976-1978 entfielen auf München, West-Berlin, den Rhein-Neckar-Raum mit Mannheim, Ludwigshafen, Heidelberg und Karlsruhe, Stuttgart-Tübingen, Bonn-Köln, Aachen, das Ruhr-Gebiet, das Rhein-Main-Gebiet mit Frankfurt und Offenbach sowie auf Hamburg (in dieser Reihenfolge). Gleich welchen Indikator man zur Einschätzung der Innovationstätigkeit bzw. Innovationsfähigkeit wählt, für die Bundesrepublik Deutschland ergibt sich immer wieder die gleiche räumliche Konstellation: die großen Verdichtungsräume und alten Universitätsstädte treten als Forschungsschwerpunkte hervor, während die randlichen Gebiete unter Einbeziehung selbst großer Städte wie Augsburg, Regensburg, Schweinfurth, Ulm, Koblenz, Trier, Fulda, Kassel, Siegen, Paderborn, Oldenburg, Bremerhaven, Wilhelmshaven, Emden und Lübeck kaum Forschungseinrichtungen aufweisen und entsprechend auch nur eine geringe Forschungsförderung erfahren.

Vergleicht man die Konzentration der Forschungseinrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland mit der

räumlichen Verteilung der Unternehmen, insbesondere mit der der Großunternehmen (vgl. Tab. 1, Spalten 4 u. 10), die den größten Anteil privater Forschungsaufwendungen leisten, so fällt die hohe Standortkoinzidenz zwischen beiden Einrichtungen auf. Nur zwei der in Tabelle 1 aufgeführten 17 Verdichtungsräume (Aachen und Kiel) besitzen keine Großunternehmen mit mehr als 1 Mill. Umsatz im Jahr 1977. 90,1% der Großunternehmen liegen in den Verdichtungsräumen. Bei den Forschungseinrichtungen waren es 78,7%. Auf die drei größten Agglomerationen (Rhein-Ruhr, Rhein-Main und Hamburg) entfallen bereits über 62% der Großunternehmen, auf die sieben Verdichtungsräume mit mehr als 1 Million Einwohner entfallen 77,5% der Großunternehmen gegenüber 60,1% der Forschungseinrichtungen. Mit anderen Worten: Großunternehmen treten noch stärker auf Verdichtungsräume konzentriert auf als Forschungseinrichtungen. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß bei Großunternehmen Produktionsstandort und Firmensitz oft räumlich divergieren und in den Spalten 9 und 10 der Tabelle 1 nicht immer der Produktionsstandort, sondern nur der Verwaltungssitz erfaßt werden konnte. Verwaltungssitze der Konzerne befinden sich naturgemäß aber vornehmlich an den Börsen- und Bankenstandorten wie Frankfurt, München, Hamburg und Düsseldorf. Ungeachtet der vorzunehmenden Relativierung der Angaben in Spalte 9 und 10 der Tabelle 1 kann über eine starke Standortkoinzidenz zwischen Großunternehmen und Forschungseinrichtungen auf dem räumlichen Aggregationsniveau von Verdichtungsräumen nicht hinweggesehen werden.

Dieser Zusammenhang suggeriert eine unmittelbare Beziehung zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen, die sich aber bereits aufzulösen beginnt, wenn man das räumliche Aggregationsniveau der Verdichtungsräume verläßt und die Standortkoinzidenz auf dem niederen räumlichen Aggregationsniveau der in den Verdichtungsräumen zusammengefaßten 125 administrativen Einheiten (kreisfreie Städte, etc.) prüft. Dann ergeben sich nur

zu 27% gemeinsame Standorte von Großunternehmen und Forschungseinrichtungen,

zu 20% Unternehmensstandorte ohne Forschung und

zu 53% Forschungsstandorte ohne Großunternehmen.

Bei den 46 administrativen Einheiten der Solitärstädte und kleineren Agglomerationen größer als 50 000 Einwohner treten nur

10% Koinzidenzen von Großunternehmen und Forschung,

20% Unternehmensstandorte ohne Forschung und

70% Forschungsstandorte ohne Großunternehmen auf.

Auch wenn diese Angaben zum Teil durch Irrationalitäten administrativer Abgrenzungen verzerrt werden, ist diesen Zahlen zu entnehmen, daß Forschungseinrichtungen und Großunternehmen innerhalb der Verdichtungsräume nicht unmittelbar nebeneinander liegen, sondern zumeist komplementär auf die administrativen Einheiten verteilt sind.

Bedeutsamer als dieses Ergebnis der kleinräumigen Analyse ist, daß ein Großteil der beobachteten „Koinzidenzen“

Tabelle 1: Verteilung von Forschungseinrichtungen und Großunternehmen auf Verdichtungsräume und Städte mit mehr als 50 000 Einwohnern in der Bundesrepublik Deutschland 1977/78

Distribution of research institutes and large-scale enterprises on Metropolitan Areas and towns > 50 000 inhabitants in the Federal Republic of Germany 1977/78

| Städtische Räume Rang nach Einwohnerzahl | Einwohnerzahlen 1981/82 (in Mill.) ¹⁾ | Spalte 1 in Prozent der Gesamtsumme | Anzahl der Forschungs- einrichtungen 1978 ²⁾ | Spalte 3 in % der Gesamtsumme | Anzahl der nicht-univer- sitären Forschungsein- richtungen 1978 ²⁾ | Spalte 5 in % der Gesamtsumme | Anzahl der Hochschul- Forschungseinrich- tungen 1978 ²⁾ | Spalte 7 in % der Gesamtsumme | Anzahl der Großunter- nehmen (>1 Million DM Umsatz 1977) ³⁾ | Spalte 9 in % der Gesamtsumme |
|--|---|--|--|----------------------------------|---|----------------------------------|--|----------------------------------|--|----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A) FORSCHUNGSSTANDORTE | | | | | | | | | | |
| a) VERDICHTUNGSRÄUME ⁴⁾ | 25,7 | 41,7 | 544 | 78,7 | 405 | 83,7 | 139 | 67,1 | 163 | 90,1 |
| 1. Rhein-Ruhr | 10,0 | 16,2 | 121 | 17,5 | 93 | 19,2 | 28 | 13,5 | 66 | 36,5 |
| davon | | | | | | | | | | |
| 1.1. Ruhr(Duisburg-Hamm) | 5,5 | 8,9 | 47 | 6,8 | 33 | 6,8 | 14 | 6,8 | 36 | 19,9 |
| 1.2. Köln-Bonn | 1,7 | 2,8 | 53 | 7,7 | 46 | 9,5 | 7 | 3,4 | 16 | 8,8 |
| 2. Rhein-Main | 2,2 | 3,6 | 63 | 9,1 | 47 | 9,7 | 16 | 7,7 | 22 | 12,2 |
| 3. Hamburg | 2,0 | 3,2 | 31 | 4,5 | 23 | 4,8 | 8 | 3,9 | 25 | 13,8 |
| 4. West-Berlin | 1,9 | 3,1 | 61 | 8,8 | 51 | 10,5 | 10 | 4,8 | 5 | 2,8 |
| 5. Stuttgart | 1,9 | 3,1 | 48 | 6,9 | 33 | 6,8 | 15 | 7,2 | 5 | 2,8 |
| 6. München | 1,4 | 2,3 | 60 | 8,7 | 53 | 11,0 | 7 | 3,4 | 13 | 7,2 |
| 7. Rhein-Neckar | 1,0 | 1,6 | 32 | 4,6 | 19 | 3,9 | 13 | 6,3 | 4 | 2,2 |
| 8. Nürnberg | 0,8 | 1,3 | 8 | 1,2 | 6 | 1,2 | 2 | 1,0 | 3 | 1,7 |
| 9. Hannover | 0,7 | 1,1 | 26 | 3,8 | 19 | 3,9 | 7 | 3,4 | 7 | 3,9 |
| 10. Bremen | 0,7 | 1,1 | 14 | 2,0 | 8 | 1,7 | 6 | 2,9 | 2 | 1,1 |
| 11. Saar | 0,7 | 1,1 | 8 | 1,2 | 3 | 0,6 | 5 | 2,4 | 3 | 1,7 |
| 12. Braunschweig-Wolfsburg | 0,6 | 1,0 | 20 | 2,9 | 16 | 3,3 | 4 | 1,9 | 4 | 2,2 |
| 13. Bielefeld | 0,6 | 1,0 | 12 | 1,7 | 7 | 1,4 | 5 | 2,4 | 1 | 0,6 |
| 14. Aachen | 0,5 | 0,8 | 13 | 1,9 | 8 | 1,7 | 5 | 2,4 | - | - |
| 15. Karlsruhe | 0,3 | 0,5 | 16 | 2,3 | 11 | 2,3 | 5 | 2,4 | 2 | 1,1 |
| 16. Kiel | 0,3 | 0,5 | 10 | 1,4 | 7 | 1,4 | 3 | 1,4 | - | - |
| 17. Augsburg | 0,3 | 0,5 | 1 | 0,1 | - | - | 1 | 0,5 | 1 | 0,6 |
| b) 40 SOLITÄRSTÄDTE und klei- nere AGGLOMERATIONEN >50 000 Einwohner ⁵⁾ | 4,2 | 6,8 | 115 | 16,6 | 58 | 12,0 | 57 | 27,5 | 16 | 8,8 |
| c) Teilsomme (a + b) | 29,9 | 48,5 | 659 | 95,4 | 463 | 95,7 | 196 | 95,0 | 180 | 99,4 |
| davon in Fördergebieten ⁶⁾ | 5,0 | 8,1 | 145 | 21,0 | 101 | 20,9 | 44 | 21,3 | 12 | 6,6 |
| 1. West-Berlin | 1,9 | 3,1 | 61 | 8,8 | 51 | 10,5 | 10 | 4,8 | 5 | 2,8 |
| 2. Drei andere Verdichtungs- räume ⁷⁾ | 1,6 | 2,6 | 38 | 5,5 | 26 | 5,4 | 12 | 5,8 | 5 | 2,8 |
| 3. Göttingen | 0,1 | 0,2 | 18 | 2,6 | 16 | 3,3 | 2 | 1,0 | - | - |
| 4. Vierzehn andere Solitärstädte | 1,4 | 2,3 | 28 | 4,1 | 8 | 1,7 | 20 | 9,7 | 2 | 1,1 |
| d) SOLITÄRORTE < 50 000 Einw. | 0,4 | 0,6 | 32 | 4,6 | 21 | 4,3 | 11 | 5,3 | 1 | 1,1 |
| B) SIEDLUNGEN OHNE FORSCHUNGSSTÄTTEN | 31,4 | 50,9 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| C) GESAMTSUMME (A+B) | 61,7 | 100 | 691 | 100 | 484 | 100 | 207 | 100 | 181 | 100 |

¹⁾ nach: Stat. Jb. deutsch. Gem. 1982, S. 24-80; Alexander-Weltatlas. Stuttgart 1982, S. 136.²⁾ nach: Atlas zur Raumentwicklung, Teil 2 (Bildung). Bonn ca. 1981, Blatt 2.07.1.³⁾ nach: E. SCHMACKE (Hrsg.): Die großen 500. Deutschlands führende Unternehmen und ihr Management. Neuwied 1977, S. 1-16. Holdings und Handelsunternehmen sind nicht berücksichtigt.⁴⁾ nach: Alexander-Weltatlas. Stuttgart 1982, S. 136.⁵⁾ In 16 weiteren Orten mit mehr als 50 000 Einwohnern gibt es weder Forschungseinrichtungen noch Großunternehmen.⁶⁾ nach: Drucksache des Deutschen Bundestages 9/697 vom 28. 07. 1981, Karte 1.⁷⁾ Saar, Braunschweig-Wolfsburg und Kiel.

nur scheinbare sind. Die Branchenzugehörigkeit der Großunternehmen am Orte widerspricht weitgehend der fachlichen Ausrichtung der Forschungsinstitutionen. Eine unmittelbare Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschung am Orte gibt es wohl nur in bestimmten Wirtschaftsbereichen. Sie ist offenbar mehr kurz- bzw. mittelfristiger Natur, so daß die Zusammenarbeit für keinen von beiden zum Standortfaktor wird. Selbst renommierte technische Hochschulen wie Aachen oder Karlsruhe haben keine Großunternehmen zur Ansiedlung stimulieren können. Vielleicht ist der kurz- oder mittelfristige Partnerwechsel zwischen Forschung und Betrieb selbst ein Innovationsfaktor. Langfristige Zusammenarbeit scheint jedenfalls nur da möglich, wo der Staat das Innovationsrisiko fast vollständig absichert, dann kann auf Konkurrenz verzichtet werden.

Das relativ gut ausgebaute Informations- und Kommunikationsnetz sowie die kleinen Entfernungen zwischen den Einrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland scheinen die Ursache dafür zu sein, daß die Standortverbindung von Betrieb und Forschungseinrichtung kein Zwang ist. Die Verbindung zwischen Wissenschaft und Unternehmen ist in der Bundesrepublik Deutschland offensichtlich weniger forschungsbezogen als angenommen wird. Forschung betreiben die Großunternehmen weitgehend selbst. Als Kopula relevanter scheint die Lehre zu sein: Universität und subventionierte außerbetriebliche Forschung qualifizieren Arbeitskräfte, die einigen Branchen, vor allem im Dienstleistungsbereich, zum Standortfaktor werden, allerdings selten zum dominierenden.

Eine unmittelbare Standortverknüpfung zwischen Forschung und Wirtschaft läßt sich dagegen in einigen nicht-technischen Branchen nachweisen, beispielsweise in der Kulturindustrie. Verlage, Kunst, Rundfunk usw. sind fast ausschließlich auf Universitätsstandorte konzentriert.

IV

Die Ausbreitung technologischer Innovationen über Raum und Zeit ergibt sich vor allem aus dem Innovationsverhalten der Unternehmen. Deren Entscheidung für oder wider eine Neuerung wird vor allem durch drei Faktorenkomplexe beeinflusst:

1. Innovationsspezifische Charakteristika:

Für die Unternehmen werden sie als relative Vorteile bzw. Kostenersparnisse interessant. Im einzelnen spielen hier vor allem die notwendigen Investitionen, der relative Profit gegenüber der alten Technologie und derjenige gegenüber konkurrierenden Unternehmen eine Rolle, wobei im letzteren Fall vor allem die Änderungsrate des Profits maßgebend ist.

2. Branchen- und unternehmensspezifische Charakteristika:

Als branchenspezifische Charakteristika, die vor allem auch auf die Profitrate Einfluß haben, sind zwei Komplexe auszumachen:

- die Konkurrenzsituation zwischen den Unternehmen;
- der Verwendungszweck der Innovation (steht in Beziehung zu 1).

Hier sind drei Möglichkeiten denkbar: Innovationen als

- Ergänzung bestehender Technologien in der Produktion;
- Ersatz für auszusondernde alte Technologien;
- Verdrängung funktionierender Technologien.

Wichtige unternehmensspezifische Charakteristika sind vor allem:

- die Unternehmensgröße: Generell läßt sich feststellen, daß große Unternehmen weitaus besser in der Lage sind, die Risiken und Kosten einer Innovation zu tragen;
- die Innovationsbereitschaft des Managements: Die bisherigen Untersuchungen kommen überwiegend zu dem Schluß, daß diese Merkmale in kleineren und mittleren Betrieben stärker ausgeprägt sind, um so ihre Position zu festigen und sich zu vergrößern (z. B. NABSETH u. RAY 1974, WAITE 1973);
- das Informationslevel des Unternehmens über die Innovation. Hierfür ist u. a. der Bildungsstand des Managements von erheblicher Bedeutung.

3. Kommunikative Strukturen:

Hier sind bisher wenig gesicherte Erkenntnisse vorhanden. Das Modell eines rein nachbarschaftlich-hierarchischen Informationstransfers ist nicht mehr haltbar. Hierauf wird im folgenden in besonderem Maße eingegangen.

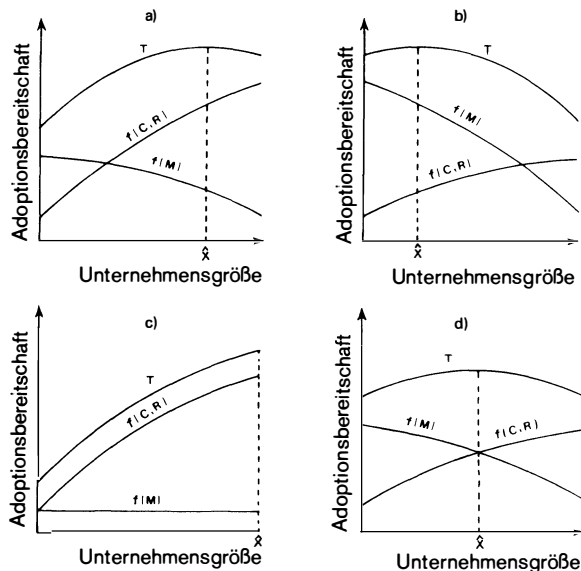
Die meisten Untersuchungen zur Diffusion neuer Technologien beschäftigen sich nicht mit räumlichen Aspekten. Die bis heute hierzu erfolgte Forschung läßt jedoch den Schluß zu, daß die bisher in der Diffusionsforschung vorherrschenden Vorstellungen nachbarschaftlicher und/oder hierarchischer Innovationsausbreitung nicht ausreichen und in vielen Fällen nicht zutreffen. Speziell wird davon ausgegangen, daß die Diffusion von Innovationen in entwickelten Volkswirtschaften weitgehend hierarchisch, d. h. von Zentren höchster Ordnung zu Zentren niedrigerer Ordnung verläuft und somit auf der Existenz eines hierarchischen CHRISTALLERSCHEN Städtensystems beruht. Diese Vorstellung, die immer wieder in der Literatur vertreten wird (z. B. von BÖVENTER 1979, S. 274/275; BRUGGER 1980, S. 181), wird von PRED (1973, 1975, 1976) unter anderem in Frage gestellt. Die wichtigsten Ergebnisse seiner Studie über die interurbane Übertragung von Wachstum am Beispiel US-amerikanischer SMSA's der Westküste (1976) lassen sich in drei Aussagen zusammenfassen:

1. Bei den Austauschbeziehungen innerhalb multilokaler Organisationen sind deutliche Abweichungen zum zentralörtlichen System (hierarchischer Effekt der Diffusion) festzustellen. Auch sind die Verbindungen zum Hinterland (spread-Effekte, nachbarschaftlicher Effekt der Diffusion) relativ gering ausgeprägt im Vergleich zu Verbindungen mit anderen Stadtregionen.
2. Es sind starke Verbindungen zu anderen SMSA's festzustellen, also zu Orten „gleicher“ zentralörtlicher Stufe.
3. Kleinere Städte, die nicht im Hinterland liegen, sind ein bedeutendes Element im Rahmen intraorganisationeller Systeme.

Nach den von PRED ermittelten Ergebnissen muß man davon ausgehen, daß die räumliche Ausbreitung von Innovationen nach einem hierarchisch-nachbarschaftlichen Modell nur unter ganz außergewöhnlichen Bedingungen erfolgt. Die Annahme, daß der technische Fortschritt die Städtehierarchie herunter, d. h. von zentralen in abgelegene Regionen weitgereicht wird (VON BÖVENTER 1979, S. 274/275), kann in dieser allgemeinen Form selbst auf entwickelte Volkswirtschaften eingeschränkt nicht aufrecht erhalten werden.

Diesen Tatbestand bezieht auch das Diffusionsmodell von MALECKI (1977) mit ein, das den Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Adoption und der Unternehmensgröße zum einen sowie der Stadtgröße zum anderen beschreibt. Dieses Modell basiert auf innovations- und unternehmensspezifischen Charakteristika als variablen Größen. Es berücksichtigt die Kosten der Innovation, das Innovationsrisiko sowie die Innovationsbereitschaft bzw. Innovationsneigung der Unternehmen. Wie zuvor schon ausgeführt stehen alle drei Komponenten in Zusammenhang mit der Unternehmensgröße, die so als Stellvertreter-Variable benutzt werden kann.

In einem ersten Schritt wird der Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Adoption und der Unternehmensgröße



- C: Kosten
 R: Innovationsrisiko
 M: Management "Aggressivness" und "Innovativeness"
 T: Gesamteffekt von C, R und M
 \hat{x} : Unternehmensgröße mit höchster Adoptionsbereitschaft

Abb. 8: Darstellung des Zusammenhangs von Unternehmensgröße und Adoptionsbereitschaft einer Innovation

Quelle: L. A. BROWN 1981

Conceptual representations of firm size effects on propensity to adopt innovations

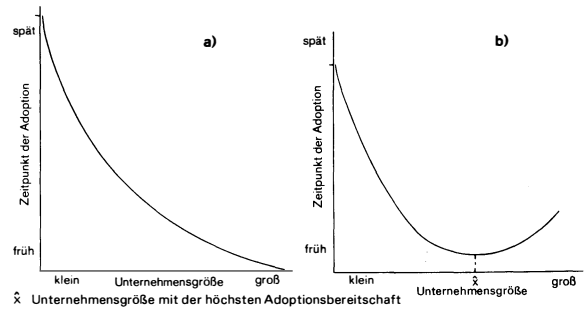


Abb. 9: Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Zeitpunkt der Adoption

Quelle: E. J. MALECKI 1977

Relationship between firm size and date of adoption

diskutiert. Sind Kosten und Risiko die dominierenden Faktoren einer Innovation, so ist es wahrscheinlich, daß ein großes Unternehmen die Innovation adoptiert (Abb. 8c). Im Falle, daß Kosten und Risiko erträglich sind und die Innovationsbereitschaft eine größere Rolle spielt, haben jetzt je nach dem Verhältnis zwischen den beiden Faktorenkomplexen kleinere Betriebe eine größere Chance zur Adoption (Abb. 8a, d, b), wobei die in Abb. 8d beschriebene Situation, in der mittlere Betriebe die größten Chancen haben, dann wohl am häufigsten auftritt. Überträgt man diesen Sachverhalt auf den Zeitpunkt der Adoption, so stellt sich der Zusammenhang mit der Unternehmensgröße für die beiden unterschiedlichen Ausgangssituationen folgendermaßen dar (Abb. 9): Werden nur Kosten und Risiko der Innovation berücksichtigt, dann wird der Zeitpunkt der Adoption sich nach der Unternehmensgröße richten (Abb. 9a). Spielt die Innovationsbereitschaft eine Rolle, dann werden zunächst mittlere Betriebe die Innovation aufnehmen. Klein- und Großbetriebe folgen zu einem späteren Zeitpunkt (Abb. 9 b).

In der Realität zeigt sich, daß die Form des Zusammenhangs von Innovation zu Innovation verschieden ist. So stellt VON EINEM (1981) fest, daß nur die Hälfte aller technologischen Innovationen dieses Jahrhunderts zunächst von Großbetrieben (> 1000 Beschäftigte) verwertet wurde. Das schützenslose Weben wurde in der Anfangsphase vor allem von kleineren Betrieben angewandt. Gegenwärtig wird die Solarzellentechnologie fast ausschließlich von kleineren Unternehmen getragen. Der Einsatz von Spezialpressen in der Papierindustrie seit Anfang der 60er Jahre wurde zunächst ausschließlich in Großbetrieben durchgeführt. Hingegen vollzog sich die Einführung des Oxygen-Stahl-Verfahrens in Europa unabhängig von der Unternehmensgröße.

Wie vollzieht sich nun die Ausbreitung über den Raum?

Generell läßt sich feststellen, daß die Zahl der Unternehmen, die Variationsbreite in der Unternehmensgröße wie auch die Größe der größten Unternehmen mit wachsender Größe einer Stadtregion zunehmen. Ein ähnlicher Zusammenhang wird auch häufig für die Konkurrenz- sowie Informationssituation vermutet. Ausgehend von diesen Über-

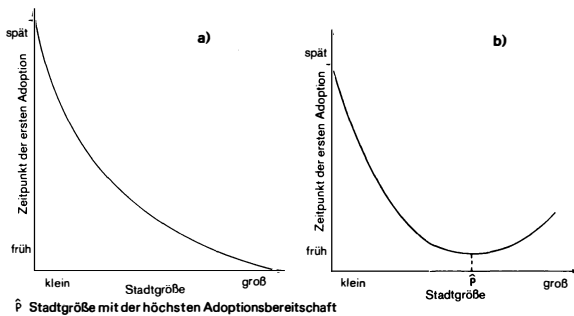


Abb. 10: Zusammenhang zwischen Stadtgröße und Zeitpunkt der Adoption

Quelle: L. A. BROWN 1981

Relationship between city size and date of initial adoption

legungen ist es wahrscheinlicher, daß Neuerungen in großen Stadtregionen eher adaptiert werden als in kleinen Stadtregionen, da sie sowohl mehr Unternehmen jeder Größenordnung als auch höhere Konkurrenz- und Informationslevel aufweisen, d. h. die Diffusion verläuft rein hierarchisch innerhalb des Städtesystems ab (Abb. 10a), wie ja auch von BÖVENTER (1979) vermutet. Andererseits zeigen die schon zitierten Arbeiten PREDS (1975, 1976), daß zwischenbetriebliche Kommunikationssysteme nicht unbedingt hierarchisch organisiert sind. Hinzu kommen zwei weitere Gesichtspunkte, die der vorangegangenen Schlußfolgerung entgegenstehen:

- Große Unternehmen mit eher konservativem Managementverhalten sind überproportional in großen Städten angesiedelt (EVANS 1973).
- Generell sind Unternehmen jeder Größe, die in großen Städten siedeln, stärker darauf aus, Risiko und Ungewißheit zu minimieren (WEBBER 1972).

Wenn nun ein solches allgemeines konservatives, risikomeidendes Verhalten auch die Reaktion hinsichtlich der Adoption von Innovationen beeinflusst, dann sind innovative Unternehmen mehr und eher in kleineren Städten zu erwarten (Abb. 10b). MAŁECKI zeigt, daß die Einführung computerunterstützter Kontenführung in den Banken Iowas in der Form eines solchen nicht-hierarchischen Prozesses abläuft, und zwar sowohl hinsichtlich der Bankengröße als auch im Hinblick auf die räumliche Ausbreitung innerhalb des Siedlungssystems. Ein weiteres Beispiel im tertiären Sektor stellt die Einführung elektronischer Registrierkassen in Supermärkten und Kaufhäusern dar. Für den sekundären Sektor führt MANSFIELD (1968) mehrere Innovationen in der nordamerikanischen Stahlindustrie an, die zunächst von Unternehmen mittlerer Größe in Stadtregionen mittlerer Größe adoptiert wurden.

V

Insgesamt zeigen die hier aufgezeigten Ergebnisse ein uneinheitliches, ja zum Teil widersprüchliches Bild. Es bestätigt sich die Aussage von UHLMANN (1978), daß die Forschung von einer allgemeinen gesicherten Theorie des

Innovations- und Diffusionsgeschehens noch weit entfernt ist. Die Ergebnisse der bisherigen Forschungsarbeiten sind zu bruchstückhaft, als daß sie sich zu einem geschlossenen Bild des Innovations- und Diffusionsprozesses zusammenfügen lassen. Das bedeutet natürlich, daß Aussagen über künftige Entwicklungen oder Auswirkungen innovationsorientierter regionalpolitischer Maßnahmen zum gegebenen Zeitpunkt nicht sehr exakt sein können.

Unter Berücksichtigung dieses Tatbestandes lassen die Ausführungen dieser Arbeit folgende Aussagen zu:

1. Standorte zur Produktion von Innovationen und damit auch die Ausgangspunkte von Diffusionen sind vor allem die Ballungsräume. In Anlehnung an wachstumspoltheoretische Vorstellungen von PERROUX (1969) werden Ballungsräume in der regionalpolitischen Diskussion schon seit längerer Zeit als Schrittmacher der wirtschaftlichen Entwicklung des Raumes angesehen. Die Aufarbeitung bzw. Verarbeitung der vor allem von BOUDEVILLE (1966, 1968), FRIEDMANN (1972), LASUEN (1969, 1973) u. a. weiterentwickelten regionalisierten Wachstumspoltheorie ist zumindest im deutschsprachigen Bereich unzulänglich erfolgt. Insbesondere fanden innovations- und diffusionstheoretische Vorstellungen bei der Umsetzung der Theorie (zum Beispiel im Rahmen der „Regionalpolitik des mittleren Weges“) zu wenig Beachtung. Wie bereits SCHUMPETER und später PERROUX betonen, hebt FRIEDMANN (1972) besonders hervor, daß den Innovationen im Entwicklungsprozeß die entscheidende Rolle zukommt.
2. Die Träger der Innovationstätigkeit sind nicht ausschließlich Großunternehmen. Mittlere und kleinere Unternehmen sind maßgeblich beteiligt.
3. Als wesentlicher Standortfaktor erweist sich die Nähe von qualitativ hervorragenden Forschungsinstituten und -universitäten, zum einen als Reservoir für die benötigten spezifischen Arbeitskräfte, zum anderen als Quelle für Informationen über neue Entwicklungen.
4. Die Diffusion von Innovationen zeigt ein sehr uneinheitliches Bild und ist von Innovation zu Innovation verschieden. Neben streng hierarchisch-nachbarschaftlichen Diffusionsabläufen sind eine Vielzahl von Diffusionsprozessen dadurch ausgezeichnet, daß zuerst Unternehmen mittlerer Größe als Adoptoren in Städten mittlerer Größe auftreten.

Für die Regionalpolitik bedeutet das:

1. Regionalpolitische Maßnahmen, die unmittelbar am Innovations- bzw. Diffusionsprozeß ansetzen (z. B. finanzielle Förderung), können durchaus Erfolg haben, wenn sie sehr genau die spezifischen Charakteristika der einzelnen Innovation berücksichtigen. Eine nicht innovationsspezifische Förderung dagegen birgt die Gefahr in sich, daß die Gegensätze noch verschärft werden. Ein Problem ist hier zudem in der Bürokratisierung der Regionalplanung zu sehen, so daß Zweifel am notwendigen flexiblen Handeln bestehen.
2. Neben der Risikominderung ist ein qualitativ gutes Management eine wichtige Voraussetzung für eine frühzeitige, erfolgreiche Adoption. In Zusammenhang mit

der Verfügbarkeit qualitativ guter Arbeitskräfte sowohl bei der Produktion von Innovationen wie auch der Anwendung neuer Technologien erhält eine regionalisierte Bildungs- und Forschungspolitik große Bedeutung.

3. Regionalpolitische Maßnahmen, die sich am Innovations- und Diffusionsprozess orientieren, sind langfristig anzulegen.
4. Regionalpolitische Maßnahmen dieser Art bergen die Gefahr in sich, daß sie zu einer starken Umstrukturierung und auch Verminderung der Arbeitsplätze beitragen.

Insgesamt ergibt sich, daß eine einseitige Ausrichtung auf eine „innovationsorientierte“ Regionalpolitik problematisch ist. Als Teil einer umfassenderen Politik ist sie jedoch notwendig und möglich.

Literatur

- Alexander-Weltatlas*. Stuttgart 1982.
- Atlas zur Raumentwicklung*. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung. Teil 2: Bildung. Bonn ca. 1981.
- Ausgeglichene Funktionsräume*. Grundlagen für eine Regionalpolitik des mittleren Weges. Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Forschungs- und Sitzungsberichte, Bd. 94. Hannover 1975.
- VON BÖVENTER, E.: Standortentscheidung und Raumstruktur. Veröffentlichung der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Abhandlungen, Bd. 76. Hannover 1979.
- BOUDEVILLE, J. R.: Problems of regional economic planning. Edinburgh 1966.
- : Les notions d'espace et d'intégration. In: BOUDEVILLE, J. R.: L'espace et le pôle de croissance. Paris, 1968, S. 23-40.
- BROWN, L. A.: Innovations diffusion: a new perspective. London/New York 1981.
- BRUGGER, E. A.: Innovationsorientierte Regionalpolitik. Notizen zu einer neuen Strategie. In: Geographische Zeitschrift 68, 1980, S. 173-198.
- VON EINEM, E.: Hilfe für Baby-Firmen. In: Die Zeit, Nr. 24 vom 5. Juni 1981, S. 19.
- EVANS, A. W.: The location of the headquarters of industrial companies. In: Urban Studies 10, 1973, S. 387-395.
- FREEMAN, C.: The Economics of Industrial Innovation. Harmondsworth 1974.
- FRIEDMANN, J. R. P.: A general theory of polarized development. In: HANSEN, N. M.: Growth centers in regional economic development. New York, 1972, S. 82-107.
- GRILICHES, Z. a. HURWICZ, L. (eds.): Patents, Invention, and Economic Change. Data and selected essays by JACOB SCHMOOKLER. Cambridge, Mass. 1972.
- HOPPMANN, E.: Warum Wettbewerbspolitik? In: Die Aussprache 1968.
- Innovationsorientierte Regionalpolitik*. Schriftenreihe „Raumordnung“ des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Bonn 1980.
- JEWKES, J., SAVERS, D. u. STILLERMANN, R.: The Source of Invention, 2. Aufl. Edinburgh 1969.
- KANTZENBACH, E.: Innovation und Unternehmensgröße. In: HATZOLD, O. (Hrsg.): Innovation in der Wirtschaft. München 1970.
- LASUEN, J. R.: On growth poles. In: Urban Studies 6, 1969, S. 137-161.
- : Urbanisation and development, the temporal interaction between geographical and sectoral clusters. In: Urban Studies 10, 1973, S. 163-188.
- MALECKI, E. J.: Firms and innovation diffusion: examples from banking. In: Environment and Planning A 1977, S. 1291-1305.
- : Agglomeration and intra-firm linkage in R & D location in the United States. In: TESHG 1979, S. 322-331.
- MANSFIELD, E.: Industrial research and technological innovation: an econometric analysis. New York 1968.
- MARX, D.: Zur regionalpolitischen Konzeption ausgeglichener Funktionsräume. In: Berichte zur Raumforschung und Landesplanung, Heft 3, 1972.
- : Überlegungen zur regionalpolitischen Konzeption ausgeglichener Funktionsräume. In: Raumforschung und Raumordnung 31, 1973.
- : Zur Konzeption ausgeglichener Funktionsräume als Grundlage einer Regionalpolitik des mittleren Weges. In: Ausgeglichene Funktionsräume. Grundlagen für eine Regionalpolitik des mittleren Weges. Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Forschungs- und Sitzungsberichte, Bd. 94. Hannover 1975, S. 1-18.
- MONHEIM, H.: Der Beitrag der staatlichen Forschungsförderung zur Regionalentwicklung. In: Raumforschung und Raumordnung 36, 1978.
- MÜLLER, V. u. SCHIENSTOCK, G.: Der Innovationsprozeß in westeuropäischen Industrieländern. Bd. 1: Sozialwissenschaftliche Innovationstheorien. Schriftenreihe des IFO-Instituts für Wirtschaftsforschung, Nr. 98. Berlin-München 1978.
- MYERS, S. a. MARQUIS, D. G.: Successful Commercial Innovation. Washington 1969.
- NABSETH, L. a. RAY, G. F. (eds.): The diffusion of new industrial processes. Cambridge University Press 1974.
- PRED, A. R.: The growth and development of systems of cities in advanced economies. In: PRED, A. a. TÖRNQVIST, G. (eds.): System of cities and information flows. Lund Studies in Geography, Ser. B, 38, 1973, S. 9-82.
- : Diffusion, organizational spatial structure, and citysystem development. In: Economic Geography 51, 1975, S. 252-268.
- : The intraurban transmission of growth in advanced economies: Empirical findings versus regional-planning assumption. Regional Studies 10, 1976, S. 151-171.
- PERRoux, F.: Notes sur la notion des pôles de croissance. In: L'économie de XXème siècle, 3. Aufl. Paris 1969.
- SCHMACKE, E. (Hrsg.): Die großen 500. Deutschlands führende Unternehmen und ihr Management. Neuwied 1977.
- SCHMOOKLER, J.: Invention and economic growth. Cambridge, Mass. 1966.
- SCHUMPETER, J. A.: Konjunktur-Zyklen, Bd. 1. Göttingen 1961, Übers. von Business Cycles, New York 1939.
- UHLMANN, L.: Der Innovationsprozeß in westeuropäischen Industrieländern. Bd. 2: Der Ablauf industrieller Innovationsprozesse. Schriftenreihe des IFO-Instituts für Wirtschaftsforschung, Nr. 98, Berlin-München 1978.
- WEBBER, M. J.: The impact of uncertainty on location. Cambridge, Mass. 1972.