

Ingo Liefner

Forschungspotenziale von Universitäten und Wirtschaft in Deutschland

„Scientific Wealth“ im interregionalen Vergleich

University Research and Industrial R&D in Germany

An Analysis of Regional Variations of “Scientific Wealth”

Kurzfassung

Theoretische Überlegungen lassen einen positiven regionalen Anschubeffekt von wissenschaftlicher Forschung und Lehre auf betriebliche Forschungsaktivitäten erwarten (Spillover-Effekt). Anhand der Indikatoren Grundmittel und DFG-Bewilligungen (Wissenschaft) sowie FuE-Aufwendungen und Patentanmeldungen (Wirtschaft) lässt sich der Zusammenhang zwischen beiden Bereichen statistisch nachzeichnen. Dennoch zeigt die Untersuchung auf unterschiedlichen Maßstabsebenen, dass das räumliche Verteilungsmuster betrieblicher Forschung in Deutschland nicht allein mit regionalen Spillover-Effekten erklärt werden kann.

Abstract

Theoretical considerations suggest that scientific research can stimulate industrial research and development activities on a regional level (spillover). This article uses public funding of scientific institutions, research grants, industrial spending on research and development, and patents as indicators to investigate the relation between science and industry statistically. However, the analyses show that the spatial distribution of industrial R&D activities in Germany cannot be explained by the existence of regional spillovers between science and industry alone.

1 Einführung

Die Erforschung von technologischem Wandel, Wissen und Innovation als Einflussfaktoren der Wirtschaftsentwicklung gehört seit etwa fünfzehn Jahren zu den zentralen Inhalten ökonomischer und wirtschaftsgeographischer Arbeiten. Die zahlreichen relevanten Beiträge lassen sich in ökonometrische Analysen von Spillover-Effekten zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie quantitativ-empirische Untersuchungen und Fallstudien zur Erfassung der Bedeutung von öffentlicher Forschung für die Wirtschaft einteilen (vgl. Salter und Martin 2001, S. 513). Hinzu kommen Untersuchungen, die die empirische Erfassung regionaler Innovationspotentiale oder Innovationssysteme zum Ziel haben (z.B. Fischer, Revilla Diez und Snickars

2001). Einzelne Beiträge konzentrieren sich auf die regional disaggregierte Untersuchung zentraler Indikatoren des technologischen Wandels (für Deutschland z.B. Gehrke und Legler 2001; Legler, Licht und Egel 2001; Greif 2001). Die letztgenannten Untersuchungen zeigen, dass die Innovationsanstrengungen der Wirtschaft in Deutschland regional sehr ungleich verteilt sind (vgl. Abschnitte 4 und 5).

In jüngster Zeit richtet sich das wissenschaftliche Interesse zunehmend auf öffentlich finanzierte Forschungsaktivitäten. Diese können als Voraussetzung für wirtschaftliche Innovationsprozesse und – zumindest im Fall anwendungsnaher Forschung – als

direkte Vorleistungen für privatwirtschaftliche FuE gesehen werden. Die zunehmende Erforschung der Leistungen des Wissenschaftssektors wird auch durch die verbesserte Verfügbarkeit geeigneter Indikatoren (z.B. Science Citation Index) gefördert (vgl. z.B. Kalaitzidakis, Mamuneas und Stengos 1999). Die regionale Ausstattung mit Wissenschaftseinrichtungen und die regionale Verfügbarkeit von deren Leistungen wird in der englischsprachigen Literatur als „Scientific Wealth“ bezeichnet (z.B. May 1997). Das räumliche Verteilungsmuster dieser Aktivitäten in Deutschland ist weniger deutlich ausgeprägt als das privater Forschungsaktivitäten (vgl. Abschnitte 4 und 5).

Im Folgenden werden ausgewählte Indikatoren für wissenschaftliche und unternehmerische FuE-Aktivitäten im Hinblick auf ihre räumliche Verteilung in Deutschland untersucht. Das Interesse gilt einerseits der Frage, ob auf unterschiedlichen regionalen Maßstabsebenen ein Zusammenhang zwischen Input und Output von Wissenschaft sowie betrieblicher Forschung erkennbar ist. Andererseits wird der mögliche Zusammenhang zwischen Wissenschaft und wirtschaftlichen Innovationsanstrengungen statistisch untersucht. Der Artikel gliedert sich in weitere fünf Teile. Zunächst erfolgen Anmerkungen zu relevanten Theorieansätzen und dem verwendeten Datenmaterial (Teile 2 und 3). Die Datenanalyse wird getrennt für großräumige und kleinräumige Zusammenhänge durchgeführt (Teile 4 und 5). Es schließt sich ein Fazit mit Handlungsempfehlungen an (Teil 6).

2 Wirkungen der Wissenschaft auf die Technologieentwicklung

Wissenschaft und Wirtschaft sind zunehmend miteinander verknüpft. Dies gilt sowohl für die Entwicklung sogenannter „wissensintensiver“ Produkte, z.B. Pharmazeutika und Flugzeuge, als auch für die Herstellung weniger wissensintensiver Produkte, z.B. durch den Einsatz spezialisierter Hard- und Software im Produktionsprozess. Die zunehmende Verwendung neuesten Wissens in der Wirtschaft und die stärkere Betonung der Anwendung von Wissen seitens der Wissenschaft haben die Integration dieser traditionell getrennten Bereiche massiv gefördert. Die regionalwirtschaftliche Theoriediskussion greift diese Veränderungen in verschiedenen theoretischen Ansätzen auf. Diese Theorieansätze betonen Wissen, verstanden als neue, durch Forschung gewonnene Erkenntnisse und deren Anwendungsmöglichkeiten, als entscheidenden Faktor für wirtschaftliches Wachstum in entwickelten Industrienationen (vgl. OECD 1996). Der oben genannte Begriff „Scientific Wealth“ impliziert eine posi-

tive, wohlfahrtssteigernde Wirkung wissenschaftlicher Anstrengungen. Für das Verständnis der Bedeutung von Wissen für die regionale Wirtschaftsentwicklung sind vor allem Überlegungen aus der neuen Wachstumstheorie, evolutionär-ökonomische Ansätze und Ansätze zur Erklärung regionaler Innovationsdynamik hilfreich.

– Die neue Wachstumstheorie bedient sich einer deduktiven, modelltheoretischen Argumentation. Gegenüber älteren Modellen des neoklassischen Typs zeichnet sie sich dadurch aus, dass technischer Fortschritt als eigenständige Determinante der Wirtschaftsentwicklung angesehen wird. Der Ansatz von Romer (1990) bildet die Wirkung von Investitionen in neues Wissen auf die Entwicklung der übrigen Wirtschaftssektoren ab. Es lässt sich zeigen, dass unter bestimmten restriktiven Annahmen die Investition in neues Wissen („Blaupausen“) positiv auf Wirtschaftsbereiche wirkt, die dieses Wissen nutzen. Darüber hinaus wird durch Investitionen in Blaupausen das Wachstum der gesamten Wirtschaft gesteigert (Romer 1990; Frenkel und Hemmer 1999). Die Ansätze der neuen Wachstumstheorie betrachten Wissen vereinfachend als personenunabhängig vorhandene und transferierbare Information (vgl. Salter und Martin 2001, S. 513).

– Im Gegensatz zur neuen Wachstumstheorie unterscheiden Theorieansätze der wissensbasierten Entwicklung zwischen Wissen, das in allgemein zugänglicher Form vorliegt und somit weltweit verfügbar ist („Codified Knowledge“) und Wissen, das nicht in allgemein zugänglicher oder verständlicher Form veröffentlicht und dementsprechend an die mit dem Wissen vertrauten Personen gebunden ist („Tacit Knowledge“ (Polanyi 1962)). „Codified Knowledge“ wird aufgrund weltweiter digitaler Vernetzung als ubiquitär verfügbar angesehen. „Tacit Knowledge“ ist dagegen personengebunden und somit nicht weltweit gleichermaßen zugänglich. Im Zuge immer kürzerer Produktlebenszyklen und zunehmender Wissensintensität von Produkten und Prozessen wird das Mobilisieren von „Tacit Knowledge“ zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor für entwickelte Industrienationen (Koschatzky 2001, S. 208–210).

– Konzepte inter- und intraregionaler Innovationsdynamik, v.a. die regionale Variante der Produktlebenszyklustheorie sowie Milieu- und Netzwerktheorien, betten die o.g. Kernaussagen in den regionalen Kontext ein. Von diesen Theorieansätzen betont das Konzept der regionalen Kompetenzzentren neben der qualitativen Bedeutung von neuem Wissen für die Wirtschaftsentwicklung gleichermaßen die Bedeutung der Quantität von Forschungsaktivitäten in Wissen-

schaft und Wirtschaft sowie regionsinterne Kooperation. Das Überschreiten einer „kritischen Masse“ an Forschungsaktivitäten in Wissenschafts- und Wirtschaftssektor einer Region gilt als entscheidende Voraussetzung, um als räumlicher Kristallisationskern für Innovationen zu fungieren. Nur diesen Regionen gelingt der Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit in wissensintensiven Produktbereichen. Andere Regionen fallen in Bezug auf Innovativität, wirtschaftliche Dynamik und Einkommensgenerierung zurück (Schätzl 2000).

Die drei genannten Theoriegruppen berücksichtigen gleichermaßen die Bedeutung von Wissen für die Wirtschaftsentwicklung. Die neue Wachstumstheorie betont dabei allein den generellen Zusammenhang zwischen Investitionen in neues Wissen und Wirtschaftsentwicklung. In den Theorien wissensbasierter Entwicklung gewinnt die regionale Dimension an Bedeutung, da die Mobilisierung und Weitergabe von „Tacit Knowledge“ durch Face-to-Face-Kontakte die räumliche Nähe zu Forschern voraussetzt. Das Konzept der Kompetenzzentren identifiziert Verdichtungsräume mit wissensintensiver wirtschaftlicher Basis und leistungsfähigen Wissenschaftseinrichtungen als Kernräume von Innovationen und wissensbasierter Wirtschaftsentwicklung.

Die empirische Überprüfung der Theorien im Rahmen der Spillover-Forschung hat die Existenz stimulierenden Wirkungen von öffentlicher Forschung auf private Technologieentwicklung anhand nationaler Statistiken nachgewiesen (z.B. Jaffe 1989, Acs, Audretsch und Feldman 1992, Anselin, Varga und Acs 1997 und 2000; Salter und Martin 2001). Auf kleinräumiger Maßstabsebene treten vermehrt methodische Probleme auf, den lokalen „Transport“ von Wissen aus Forschungseinrichtungen in die Wirtschaft statistisch nachzuweisen (vgl. Jaffe 1989, S. 957). Die Mehrheit der Autoren tendiert jedoch zu der Aussage, dass räumliche Nähe die Weitergabe von Wissen in die Wirtschaft erleichtert (z.B. Jaffe 1989, S. 957; Salter und Martin 2001, S. 518). Mehrere Untersuchungen von Spillover-Prozessen am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland nutzen die fortlaufend erhobenen Unternehmensdatenbestände des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung, ZEW (z.B. Beise und Stahl 1999, Engel und Fier 2000, Czarnitzki 2002). Analog zu den oben genannten Forschungsergebnissen stellen Beise und Stahl (1999, S. 405) einen Zusammenhang zwischen öffentlicher Forschung und unternehmerischen Innovationen fest. Allerdings bleibt die Frage der konkreten Bedeutung der räumlichen Nähe für technologische Spillover weiterhin nicht vollständig geklärt (Beise und Stahl 1999, S. 411 und 414).

Abgesehen von den Studien zur Spillover-Forschung und zur Erfassung regionaler Innovationspotenziale wird die Diskussion über Zusammenhänge zwischen Wissenschaft und Wirtschaft auf regionaler Ebene bislang von wenigen erfolgreichen regionalen Fallbeispielen geprägt, z.B. Silicon Valley, Silicon Hill, Boston (Mass.) oder Cambridge (GB) (z.B. Castells und Hall 1994, Echeverri-Carroll 1997). Demgegenüber stehen allerdings Beispiele von Regionen mit teilweise hochkarätigen Universitäten und Forschungseinrichtungen, die keinen nennenswerten Einfluss auf die regionale Wirtschaftsentwicklung nehmen (Feldman 1994, S. 69). Als Gründe für das Ausbleiben von Impulsen aus Universitäten werden Schwächen der vorhandenen industriellen Basis, zumeist das Fehlen forschungsintensiver Industriezweige, diskutiert (Feldman 1994, S. 69). Möglich ist ferner, dass die vorhandenen Branchen nicht auf universitäres Wissen aufbauen oder nicht mit der fachlichen Ausrichtung der öffentlichen Forschungseinrichtungen übereinstimmen. In diesen Fällen können industriespezifische Spillover-Effekte nicht zum Tragen kommen (Anselin, Varga und Acs 2000, S. 512; Revilla Diez 2000, S. 461). Schließlich ist denkbar, dass fehlende absorptive Kapazitäten auf Seiten der Industrie eine Wissensweitergabe verhindern (Salter und Martin 2001, S. 515 und 519). Defizite im intraregionalen Wissenstransfer können allerdings ebenso auf zu kleine oder primär überregional ausgerichtete Universitäten oder Forschungseinrichtungen zurückzuführen sein (Jaffe 1989, S. 967; Feldman 1994, S. 69).

3 Datenmaterial und Schritte der Datenanalyse

Die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie zwischen Input und Output öffentlicher und privater Forschungsaktivitäten am Beispiel Deutschlands basiert auf vier ausgewählten, statistisch gut verfügbaren Indikatoren (s.u.). Im Gegensatz zu ökonometrischen Untersuchungen, die theoretisch anhand der Zugrundelegung einer einfachen, für Forschung und Entwicklung evtl. ungeeigneten Produktionsfunktion zu kritisieren sind (vgl. Salter und Martin 2001, S. 513), stehen im Folgenden die Charakterisierung der Daten und einfache Zusammenhänge im Vordergrund.

– *Grundmittel für Lehre und Forschung:* Als „Grundmittel für Lehre und Forschung“ werden Aufwendungen der Bundesländer für die laufenden Ausgaben ihrer Wissenschaftseinrichtungen bezeichnet (BMBF 1998, S. 37). Sie beinhalten die Aufwendungen für Universitäten, Fachhochschulen sowie nicht-universitäre öffentliche Forschungseinrichtungen. Auf Grund der Größenverhältnisse von Universitäten und Fachhoch-

schulen sowie der Finanzierungsanteile von Bund und Ländern für die verschiedenen Wissenschaftseinrichtungen ist davon auszugehen, dass der Großteil der „Grundmittel“ den Universitäten zugute kommt. Die Grundmittel dienen in erster Linie der Deckung von Personalausgaben und laufenden Ausgaben. Sie können als Voraussetzung für die Arbeit der Universitäten angesehen werden und sind daher als Inputindikator einzustufen.

– *DFG-Bewilligungen an Universitäten:* Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert die Durchführung von Forschungsprojekten (DFG 2000, S. 26 und 27). Im Folgenden wird der Indikator DFG-Mittel jedoch nicht als Input-Indikator verstanden, denn der Mittelvergabe durch die DFG geht ein wissenschaftlicher Begutachtungsprozess voraus, in dem die Qualität des Forschungsvorhabens und die wissenschaftliche Eignung der Antragsteller bewertet werden. Somit zeigt die Einwerbung von DFG-Mitteln wissenschaftliche Leistungen an und dient hier als Leistungs- (Output-) indikator für die Forschung (vgl. Hornbostel 1997, S. 212). Prinzipiell ließe sich die Forschungsleistung der Hochschulen auch durch andere Indikatoren, z.B. Drittmittel weiterer Geldgeber oder Publikationen und Zitationen, abbilden. DFG-Mittel erhalten dennoch den Vorzug, da sie monetär beziffert werden können, große Akzeptanz als Leistungsindikator genießen und zumindest nicht stärker verzerrt sind als die genannten Alternativen (s.u.).

– *FuE-Aufwendungen:* Die Aufwendungen der privaten Wirtschaft für Forschung und Entwicklung (FuE) dienen in vielen Untersuchungen als Indikator für Forschungsleistungen der Privatwirtschaft (z.B. Legler, Licht und Egel 2001, S. 40 ff.). Sie dienen in dieser Untersuchung als Inputindikator für Forschungsaktivitäten der Wirtschaft.

– *Patente:* Die Anmeldung von Patenten beim Deutschen Patentamt zeigt die Entwicklung neuer Produkte oder Verfahren an. Die Anmeldung zum Patent kann somit als Abschluss der FuE-Aktivitäten in Bezug auf ein Produkt angesehen werden. Patente dienen in dieser Untersuchung als Output-(Leistungs-)indikator für Forschungsaktivitäten in der Wirtschaft. Gegen die Verwendung des Indikators sprechen zwar die nach Branchen und Betriebsgrößenklassen unterschiedlichen Patentierneigungen sowie die Tatsache, dass nicht jedes Patent wirtschaftlichen Erfolg nach sich ziehen muss. Die Einführung neuer Produkte wäre somit ein geeigneterer Indikator (vgl. Acs, Audretsch und Feldman 1992, S. 366). Dennoch erhält der Indikator Patente auf Grund seiner guten Verfügbarkeit und bisherigen Prominenz in Untersuchungen über Innovationsprozesse den Vorrang (vgl. Greif 2001, S. 142–143).

Die vier Indikatoren bilden Input und Output der universitären Forschungsaktivitäten (Grundmittel, DFG-Mittel) und der Forschungsaktivitäten der Wirtschaft (FuE-Aufwendungen, Patente) hinreichend ab. Sie erfassen damit die Kerngrößen des theoretisch zu erwartenden Zusammenhangs zwischen der Generierung neuen Wissens im Wissenschaftssektor und dessen stimulierender Wirkung auf Innovationen in der Wirtschaft. Auf Grund der Vielzahl möglicher Indikatoren für wissenschaftliche Leistung ist die Wahl des Indikators DFG-Mittel erläuterungsbedürftig. Für die Verwendung des Indikators spricht, dass Drittmittel, die wie im Fall der DFG-Mittel ausschließlich nach wissenschaftlichen Qualitätskriterien vergeben werden, im internationalen Vergleich die höchste Akzeptanz als Leistungsindikator erfahren (Liefner 2001, S. 245–251). Da DFG-Mittel mit etwa 35 % den größten Einzelposten unter den gesamten Drittmitteln ausmachen (WR 2000, S. 59), hält sich der Informationsverlust durch das Ausklammern von Drittmitteln anderer Geldgeber in Grenzen. Zudem zeigen Studien für die USA, dass die Verteilungsmuster unterschiedlicher Drittmittel sich ähneln (Jaffe 1989, S. 960). Entsprechendes wird hier auch für Deutschland angenommen. Mit dem Ziel größerer Übersichtlichkeit wird die Analyse zudem auf DFG-Bewilligungen an Hochschulen begrenzt. Zuweisungen an andere öffentliche Forschungseinrichtungen, z.B. Großforschungseinrichtungen, Bundesforschungsanstalten oder Institute der Max-Planck-Gesellschaft, werden nicht berücksichtigt. Die dadurch entstehenden Verzerrungen sind ebenfalls gering, da der Anteil der nicht-universitären Einrichtungen an den DFG-Bewilligungen lediglich bei 11,4 % liegt (DFG 2000, S. 37). Auch bestätigen vorliegende Untersuchungen die Tendenz, dass Hochschulen für unternehmerische Innovationen wichtiger sind als andere öffentliche Forschungseinrichtungen (z.B. Engel und Fier 2000, S. 18; Beise und Stahl, 1999, S. 417–418). Gegen die Alternative der Verwendung von Publikationsindikatoren (z.B. Veröffentlichungen und Zitationen im Science Citation Index) spricht ihre skeptische Beurteilung durch einige Wissenschaftsdisziplinen, z.B. Ingenieur- oder Sozialwissenschaften (Liefner 2001, S. 246 und 252). Die unterschiedlichen Publikationskulturen akademischer Fächer führen zu einer strukturellen Überrepräsentierung von naturwissenschaftlichen und medizinischen Fächern gegenüber solchen Disziplinen, die auf Grund der Bedeutung nationaler Rahmenbedingungen für ihre Forschung primär national publizieren (z.B. May 1997, S. 793; Hornbostel 1997, S. 239 und 240). Erschwerend kommt hinzu, dass Publikationen nicht monetär zu beziffern sind. Um den Umfang der statistischen Untersuchung nicht über Gebühr zu vergrößern, wird

auch auf die zusätzliche Verwendung von Publikationsdaten verzichtet. Eine parallele Untersuchung mehrerer Indikatoren findet sich z.B. bei Gehrke und Legler (2001). Methodische Kritik bei der Verwendung des Indikators DFG-Mittel kann sich darauf richten, dass auch die Aktivität der Einwerbung von DFG-Mitteln mit Strukturmerkmalen der einwerbenden Hochschulen, z.B. Fächerstruktur und Charakteristika der Hochschullehrerschaft, zusammenhängt. Aus zwei Gründen wird von der Verwendung zusätzlicher Variablen, die die Intensität der Mitteleinwerbung erklären, abgesehen. Erstens steht im Folgenden nicht die Bewertung der Leistung einzelner Hochschulen, sondern die aggregierte Abbildung regionaler Mitteleinwerbung im Vordergrund. Für die angestrebten Aussagen ist nicht entscheidend, welche Faktoren die Mitteleinwerbung begünstigen oder hemmen. Zweitens bestehen zwar Unterschiede in der Einwerbeintensität unterschiedlicher Fächer, aber der rechnerische Effekt einer Berücksichtigung der Fächerstrukturen wäre gering, da die für unternehmerische Innovationen wichtigen technisch-naturwissenschaftlichen Fächer auch den größten Teil der Mittel auf sich vereinen (Beise und Stahl 1999, S. 408; DFG 2000, S. 34). Die Abbildung von Merkmalen der Hochschullehrerschaft (Altersstruktur, Forschungsinteressen, usw.) würde auf Grund der sich stellenden Probleme der Datenverfügbarkeit und -verarbeitung den Rahmen der folgenden Untersuchungen über Gebühr ausdehnen.

Die Datenanalyse gliedert sich in zwei Teile. Zunächst erfolgt die Untersuchung der oben genannten Hypothesen auf der Ebene von sechs Großregionen, anschließend auf der Ebene von Raumordnungsregionen. Die Aufteilung Deutschlands in sechs Großregionen hat zum Ziel, Regionen vergleichbarer Größe und Struktur zu schaffen. Sie dient zudem der Eliminierung statistischer Verzerrungen durch die Existenz von Stadtstaaten (vgl. Lammers 1994; Schätzl und Liefner 1998). Die Großregionen sind die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen und die Regionen Nord (Niedersachsen, Bremen, Hamburg, Schleswig-Holstein), Mitte-West (Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland) und Ost (Berlin, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Sachsen). Die Untersuchung auf kleinräumiger Maßstabsebene bedient sich der Raumordnungsregionen in der Abgrenzung des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung. Für die Auswahl dieser Analyseebene spricht, dass die Abgrenzung der Raumordnungsregionen funktionale räumliche Beziehungen zu berücksichtigen versucht (BBR 2001, S. 2). Damit ist implizit sichergestellt, dass sich Wissenschaft und Wirtschaft in räumlicher Nachbarschaft befinden

(s. dazu Gehrke und Legler 2001, S. 168–173, Anselin, Varga und Acs 1997, S. 434). Ferner sind die oben genannten Outputindikatoren auf dieser Analyseebene verfügbar, bzw. lassen sich Raumordnungsregionen zuordnen. Raumordnungsregionen, in denen keine Universitäten angesiedelt sind, werden bei einigen Auswertungen aus der Analyse ausgeklammert, um Nulleffekte bei der Berechnung von Zusammenhangsmaßen zu vermeiden (vgl. Anselin, Varga und Acs 1997, S. 429).

4 Verteilung und Zusammenhänge auf großräumiger Maßstabsebene

Tabelle 1 zeigt die Werte der Input-, Leistungs- und Produktivitätsindikatoren für den Universitätssektor an.

Tabelle 1
Ausstattung und Leistungen im Wissenschaftssektor

Großregion	Grundmittel pro Kopf in DM (1997) ¹	DFG-Mittel pro Kopf in DM (1997) ²	DFG-Mittel / Grundmittel ³
Baden-Württemberg	393	34	0,00852
Bayern	385	25	0,0651
Mitte-West	322	22	0,0670
Nordrhein-Westfalen	343	21	0,0624
Nord	341	26	0,0747
Ost	431	22	0,0514
Gesamt	372	24	0,0649

¹ Daten aus: WR 2000

² Daten aus: DFG 2000, jährlicher Durchschnitt aus dem Dreijahreszeitraum 1996–1998

³ Drittmittel (Spalte 3) geteilt durch Grundmittel (Spalte 2)

Bevölkerungszahlen aus: StatBA 2001

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 1 zeigt eine relativ homogene Ausstattung der Großregionen mit Grundmitteln für Lehre und Forschung. Das Verhältnis zwischen dem höchsten Wert (Region Ost) und dem niedrigsten Wert (Region Mitte-West) beträgt 100:75. Der relativ hohe Wert für Ostdeutschland zeigt, dass in den neuen Ländern und Berlin ein gemessen an der Bevölkerungszahl verhältnismäßig umfangreicher Universitätssektor aufgebaut und erhalten wird. Diese Feststellung trifft zum einen auf die Bundeshauptstadt Berlin mit ihren drei großen Universitäten zu. Zum anderen haben alle fünf ostdeutschen Flächenländer ihr eigenes diversifiziertes Hochschulnetz aufgebaut. Berücksichtigt man nur die westdeutschen Großregionen, beträgt die Relation zwischen höchster Pro-Kopf-Ausstattung mit Grundmitteln (Baden-Württemberg) und niedrigster (Region Mitte-West) 100:81. Damit sind die regionalen Dispa-

ritäten innerhalb Westdeutschlands in Bezug auf diesen Indikator relativ gering. Baden-Württemberg und Bayern weisen überdurchschnittliche Ausstattung mit Grundmitteln auf. Die Verteilungsunterschiede lassen sich am ehesten durch die traditionelle Ausstattung der Regionen mit Hochschulen und durch die langfristige öffentliche Wertschätzung von Wissenschaft erklären. Das BIP oder die Finanzkraft der Regionen scheint nicht zur Erklärung geeignet, da beispielsweise die Region Mitte-West ein überdurchschnittliches Pro-Kopf-Einkommen aufweist, in Bezug auf Grundmittel aber den letzten Platz einnimmt (vgl. dagegen Müller-Merbach 2001, S. 15).

Die Einwerbung von DFG-Mitteln variiert stärker als die Ausstattung mit Grundmitteln. Das Verhältnis zwischen einwerbestärkster Region (Baden-Württemberg) und einwerbeschwächster Region (Nordrhein-Westfalen) beträgt 100:62. Wiederum liegt Baden-Württemberg vorn. Mit einigem Abstand folgen die Region Nord und Bayern. Gemäß der Annahme, dass Grundmittel als „Input“ die Leistungsfähigkeit der Hochschulen erhöhen und somit die Grundlagen für die Einwerbung von DFG-Mitteln legen, sollte sich ein positiver Zusammenhang beider Größen ergeben. Dieser ist aus Tabelle 1 ersichtlich, aber nicht eindeutig. Zwar liegt Baden-Württemberg bei beiden Variablen vorn, was für einen verstärkenden Einfluss der Ausstattung auf die Leistung und damit ein komplementäres Verhältnis beider Größen spricht. Im Fall der Region Nord geht dagegen ein geringes Ausstattungsniveau mit relativ hoher Einwerbung von DFG-Mitteln einher. Dies spricht eher für eine zunehmende Substitution von knappen Grundmitteln durch DFG-Mittel (vgl. z.B. Elspaß 2001, S. 45–47).

Das Verhältnis von DFG-Mitteln zu Grundmitteln lässt sich als Produktivität der Region in Bezug auf universitäre Forschung auffassen. Hohe Werte weisen darauf hin, dass je Einheit Grundmittel eine relativ hohe Forschungsleistung realisiert wird, niedrige Werte zeigen tendenziell an, dass im Verhältnis zur Grundfinanzierung wenig Forschung betrieben wird. Die höchste Forschungsproduktivität der Grundmittel wird in Baden-Württemberg realisiert, die niedrigste in der Region Ost. Das Verhältnis beider Regionen beträgt 100:60. Der relativ schwache Wert Ostdeutschlands dürfte zumindest teilweise auf die noch im Aufbau befindlichen Forschungsstrukturen zurückzuführen sein, so dass der Wert mit Vorsicht zu interpretieren ist (vgl. z.B. Czarnitzki 2002, S. 7–9). Die am wenigsten produktive Region Westdeutschlands ist Nordrhein-Westfalen, das im Verhältnis 100:73 hinter Baden-Württemberg liegt. Neben Baden-Württemberg weist die Region Nord eine hohe Forschungsproduktivität der Grundmittel auf.

Das Verhältnis zwischen Grundmitteln und DFG-Mitteln kann als Maß für die Effektivität der Nutzung des staatlichen Inputs zu Forschungszwecken gedeutet werden. Aus diesem Wert ist allerdings nicht auf die Gesamtproduktivität der Universitäten einer Region zu schließen, da zum einen nicht sämtliche Forschung über DFG-Mittel finanziert wird und zum anderen der große Aufgabenbereich der Lehre unberücksichtigt bleibt. Der Vollständigkeit halber sei hier angemerkt, dass die Lehrproduktivität der Regionen gemessen am Verhältnis der Zahl der Studierenden und der Höhe der Grundmittel von der Forschungsproduktivität abweicht. Im Hinblick auf die kostengünstige Bereitstellung von Lehrleistungen liegt Nordrhein-Westfalen vor den Regionen Mitte-West und Nord. Dies deutet darauf hin, dass die im Vergleich zu Baden-Württemberg und Bayern relativ knappen Grundmittel in diesen Regionen vorrangig für die Lehre verwendet werden. Ob die kostengünstige Lehre auf effiziente Durchführung zurückzuführen ist oder mit schlechteren Studienbedingungen einhergeht, lässt sich durch die statistische Auswertung nicht klären.

Es lässt sich festhalten, dass Baden-Württemberg im Hinblick auf Ausstattung, Forschungsleistungen und -produktivität an erster Stelle unter den sechs Regionen liegt. Insgesamt sind die Disparitäten für Input und Leistung des Universitätssystems – zumindest unter den westdeutschen Großregionen – relativ moderat. Unter der Annahme einer insgesamt sehr knappen Ausstattung der deutschen Universitäten mit Finanzmitteln können diese Unterschiede jedoch relativ große Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen haben.

Tabelle 2 zeigt die Input-, Leistungs- und Produktivitätsindikatoren für die FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft der Großregionen.

Tabelle 2
Aufwendungen und Forschungsleistungen im Wirtschaftssektor

Großregion	Interne FuE-Aufwendungen in DM (1997) ¹	Patente je 100 000 Einw. (1998) ²	Patente/FuE-Aufwendungen ³
Baden-Württemberg	1 456	104	0,72 / Mio.DM
Bayern	1 057	97	0,92 / Mio.DM
Mitte-West	779	59	0,75 / Mio.DM
Nordrhein-Westfalen	487	54	1,10 / Mio.DM
Nord	453	36	0,80 / Mio.DM
Ost	305	24	0,78 / Mio.DM
Gesamt	689	58	0,84 / Mio.DM

¹ Aufwendungen der Wirtschaft für Forschung und Entwicklung; Daten aus: SV 1999

² Anmeldungen beim Deutschen Patentamt: DPMA 2000

³ Patente (Spalte 3) geteilt durch FuE-Aufwendungen (Spalte 2)

Bevölkerungszahlen aus: StatBA 2001

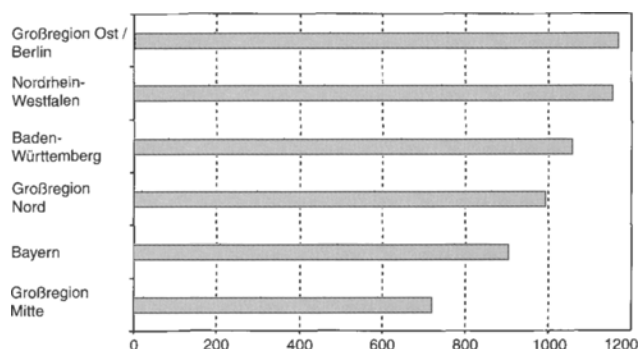
Quelle: eigene Berechnungen

Die großräumigen Disparitäten innerhalb Deutschlands im Hinblick auf Forschungsaktivitäten der Privatwirtschaft sind Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen (z.B. Gehrke und Legler 2001, Greif 2001), sodass an dieser Stelle auf detaillierte Erläuterungen verzichtet werden kann. Das Verhältnis zwischen dem Land mit den höchsten FuE-Aufwendungen und der Region mit den niedrigsten FuE-Aufwendungen (Region Ost, im Westen Region Nord) beträgt 100:21 (100:31). Innerhalb Westdeutschlands besteht ein markantes Süd-Nord-Gefälle und Ostdeutschland liegt nochmals beträchtlich hinter den westdeutschen Werten. Gleiches gilt für Patentanmeldungen. Die entsprechenden Relationen betragen 100:23 bzw. 100:35. Die Patentproduktivitäten (Patentanmeldungen im Verhältnis zu FuE-Aufwendungen) sind in den Großregionen relativ ähnlich. Dies spricht dafür, dass das Bild der Forschungsaktivitäten nicht zu sehr durch Einflüsse unterschiedlicher Branchenstrukturen oder Größenstrukturen verzerrt ist. Diese Daten verdeutlichen den Unterbesatz Ostdeutschlands mit forschungsinintensiven Industrien und belegen die erheblich höhere Forschungsintensität der Wirtschaft in Süddeutschland gegenüber West- und Norddeutschland. Für die Erklärung der höheren Forschungsintensität in Süddeutschland kommen verschiedene theoretische Ansätze in Betracht. So weist beispielsweise die Produktzyklushypothese auf den Einfluss des Alters der jeweiligen Industrien und Produkte auf die Wissens- und Forschungsintensität ihrer Regionen hin. Mithilfe dieser Theorie lassen sich der Aufstieg der durch junge Branchen geprägten Region München/Oberbayern und damit die Werte Bayerns erklären. Baden-Württemberg gehört dagegen zu den sehr früh industrialisierten Regionen Deutschlands und weist im Hinblick auf die Industriestruktur Ähnlichkeiten mit vielen Regionen West- und Norddeutschlands auf. Die ausgeprägte Forschungsintensität des Landes hat somit auch zu zahlreichen Untersuchungen – z. B. im Zusammenhang mit der Erforschung innovativer Milieus und Netzwerke – geführt (z.B. Cooke und Morgan 2000, S. 91–94). Der folgende Abschnitt soll klären, ob Zusammenhänge zwischen universitärer und unternehmerischer Forschung als weiterer erklärender Faktor in Frage kommen.

Eine großzügige Ausstattung mit Grundmitteln führt zu einem hohen Leistungspotenzial von Universitäten in Lehre und Forschung. Aus diesem Potenzial erwachsen – laut theoretischer Argumentation – Vorteile für die Durchführung betrieblicher Forschung. Diese Vorteile ergeben sich beispielsweise durch die Möglichkeiten direkter Kooperation zwischen Universitäten und Wirtschaft und damit verbundenem Wissenstransfer. Aus Tabelle 1 und 2 lassen sich auf Ebene der westdeutschen Großregionen Zusammenhänge zwischen Grundmitteln für Lehre und Forschung und internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft sowie zwischen Grundmitteln und Patenten ablesen. Dieser Befund ist mit der Vorreiterrolle Baden-Württembergs und der ebenfalls starken Position Bayerns verbunden. Während die Grundmittelausstattung die historisch gewachsenen Strukturen des Hochschulsystems und die politische Wertschätzung von Forschung und Lehre widerspiegelt, zeigt die Einwerbung von DFG-Mitteln tatsächliche Forschungsaktivitäten an. Die Einwerbung von DFG-Mitteln scheint ebenfalls mit hohen internen FuE-Aufwendungen und Patentanmeldungen einherzugehen. Dies lässt einen Zusammenhang zwischen universitärer Ausstattung und Forschungsleistung sowie Aktivitäten und Leistungen privatwirtschaftlicher Forschung vermuten. Unbeantwortet bleibt dabei die Frage, ob eine einseitige positive Beeinflussung der Wirtschaft durch die Wissenschaft stattfindet oder ob sich beide Bereiche gegenseitig beeinflussen. Weitgehend auszuschließen ist, dass die höhere Wirtschaftsleistung Süddeutschlands über höheres Steueraufkommen dem Universitätssektor nützt und die Beeinflussung somit rückwärtsgerichtet ist. Dieser Effekt wird durch den Länderfinanzausgleich weitgehend minimiert. Denkbar ist allerdings, dass universitäre wie betriebliche Forschung regional – vor allem in Baden-Württemberg – eine höhere politische und gesellschaftliche Wertschätzung genießen, besser ausgestattet sind und zu besseren Ergebnissen führen. Kritisch ist in jedem Fall anzumerken, dass die FuE-Aktivitäten der Wirtschaft regional deutlich stärker variieren als die der Universitäten (vgl. Gehrke und Legler 2001, S. 182). Für die Erklärung der Disparitäten wirtschaftlicher FuE-Aktivitäten sind somit wissenschaftsexterne Determinanten (z.B. Industriestruktur, Alter der dominierenden Branchen, langfristige Leitlinien der Wirtschaftspolitik usw.) entscheidend.

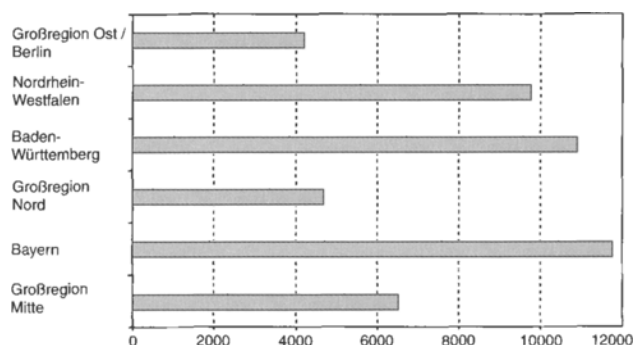
Die Abbildungen 1 und 2 veranschaulichen die Regionalverteilung der universitären und privatwirtschaftlichen Forschungsleistungen.

Abbildung 1
Einwerbung von DFG-Mitteln nach Großregionen 1996–1998
(in Mio. DM)



Quelle: DFG 2000; eigene Darstellung

Abbildung 2
Patentanmeldungen nach Großregionen 1998



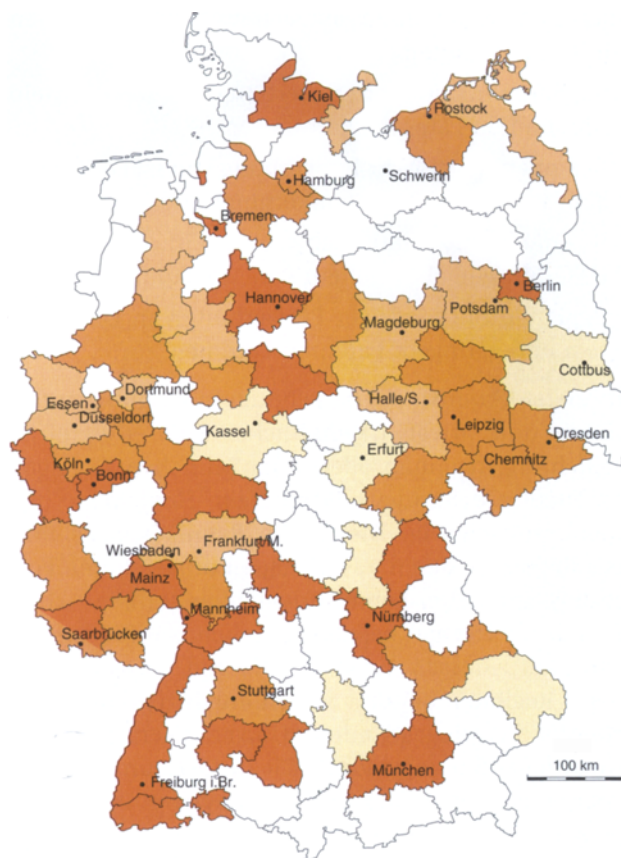
Quelle: DPMA 2000, eigene Darstellung

5 Verteilung und Zusammenhänge auf kleinräumiger Maßstabsebene

Tabelle 3 (siehe S. 78) ordnet allen Raumordnungsregionen Patente und DFG-Bewilligungen dort ansässiger Universitäten zu. Bisherige Untersuchungen auf Ebene von Raumordnungsregionen haben Inputindikatoren der Wissenschaft mit unternehmerischen FuE-Aktivitäten korreliert (Gehrke und Legler 2001, S. 172). Die Verwendung von DFG-Mitteln bietet die Möglichkeit, universitäre Forschungsaktivitäten besser abzubilden. Analog werden Patente als Leistungsindikator unternehmerischer FuE herangezogen.

Die absolute Verteilung der DFG-Mittel auf die Regionen bildet die Verteilung der Forschungszentren im deutschen Universitätssystem ab. Die mit Abstand größten Schwerpunkte finden sich in Berlin und München. Neben diesen räumlich eng begrenzten Zentren lassen sich weitere Regionen identifizieren, in denen sich das Potenzial benachbarter Raumordnungsregionen großräumig ergänzt (z.B. Köln–Aachen–Bonn, Heidelberg (68)–Karlsruhe (70); Stuttgart–Tübingen (75); Hannover–Braunschweig–Göttingen). Diesen Schwerpunkten stehen vierzig Raumordnungsregionen ohne (DFG-aktive) Universitäten gegenüber. Abbildung 3 veranschaulicht diese Verteilungsunterschiede. In der Pro-Kopf-Bilanz der Einwerbung von DFG-Mitteln (Karte 1, Abb. 3, S. 77) liegen Raumordnungsregionen mit leistungsfähigen Universitäten und

Karte 1
DFG-Mittel pro Kopf in den Raumordnungsregionen



DFG-Mittel (in DM) pro Einwohner

- Keine Universität*
- unter 25
- 25-50
- 51-100
- 101-300

* Nur Daten aus dem DFG Report 2000 berücksichtigt

Quelle: DFG 2000; eigene Darstellung

relativ geringer Bevölkerungszahl (z.B. Würzburg, Göttingen, Tübingen) neben den oben genannten Forschungsschwerpunkten vorne.

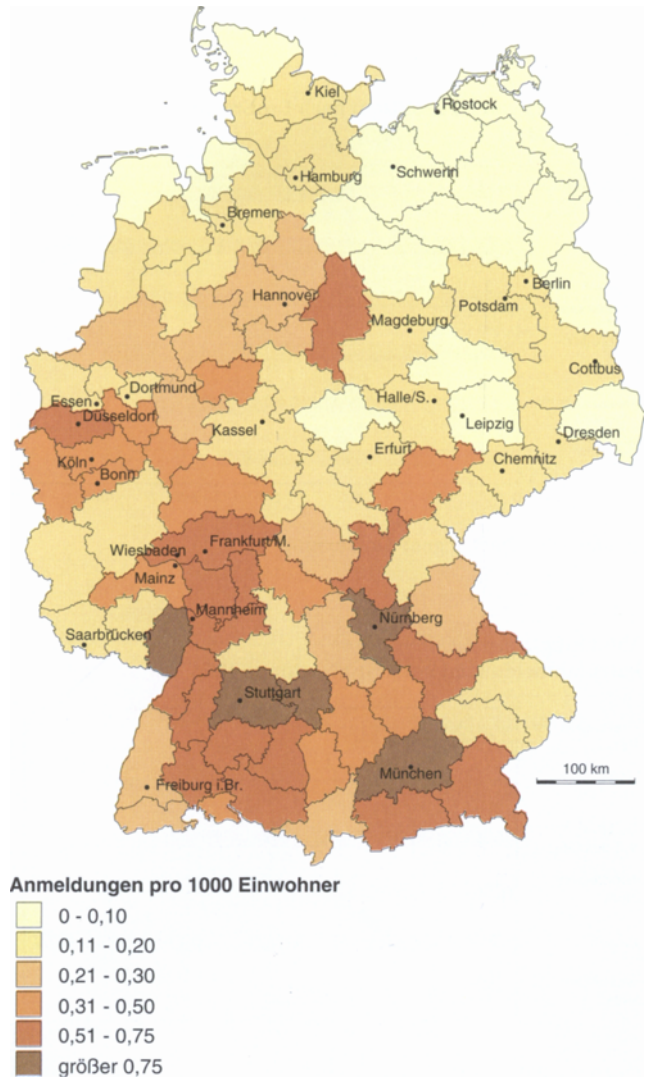
Die absolute Verteilung der Patente auf die Raumordnungsregionen zeigt Spitzenwerte in den Regionen Stuttgart und München. Es folgen Regionen wie Düsseldorf, Rhein-Main und Erlangen-Nürnberg (86), bei denen es sich um wissenschafts- und FuE-aktive Verdichtungsräume handelt. Hinzu kommen aber auch etablierte Industrieräume ohne eigene universitäre Basis (z.B. Südostoberbayern, Bodensee-Oberschwaben). Diesen Verdichtungsregionen stehen weite Gebiete Ost- und Norddeutschlands mit wenigen Patentanmeldungen gegenüber. Die räumliche Verteilung der Patente je Einwohner weicht kaum von der absoluten Verteilung ab, d.h. der Basiseffekt bevölkerungsschwacher Raumordnungsregionen reicht nicht aus, Stuttgart und München von den Spitzenplätzen zu verdrängen (Karte 2, Abb. 4).

Aus der Analyse der regionalen Verteilung von DFG-Mitteln und Patenten lassen sich grob vier Kategorien von Regionen unterscheiden:

1. Regionen mit starker Einwerbung von DFG-Mitteln und hohem Patentaufkommen
2. Regionen mit starker Einwerbung von DFG-Mitteln, aber niedrigem Patentaufkommen
3. Regionen mit relativ schwacher Einwerbung von DFG-Mitteln, aber hohem Patentaufkommen
4. Regionen mit niedriger Einwerbung von DFG-Mitteln und geringem Patentaufkommen

Zur ersten Raumkategorie gehören in Grundlagenforschung und privatwirtschaftlicher FuE erfolgreiche Verdichtungsregionen, allen voran München. Es folgen Regionen wie Stuttgart, Mannheim-Heidelberg (68) oder Braunschweig. Die zweite Raumkategorie umfasst Regionen, deren ausgeprägten universitären Forschungsaktivitäten keine vergleichbar starken Aktivitäten der Wirtschaft gegenüberstehen, z.B. Göttingen, Bonn, Mittelhessen, Freiburg (77) und Würzburg. Bei diesen Regionen handelt es sich durchweg um Standorte großer, früh gegründeter Universitäten außerhalb industrieller Ballungsräume. Die dritte Raumkategorie umfasst Regionen, die durch innovative Wirtschaft, weniger aber durch universitäre Leistungen geprägt sind, z.B. Düsseldorf, Frankfurt. Die meisten Regionen der vierten Raumkategorie wurden in diese Untersuchung nicht mit einbezogen, da sie keine Universitätsstandorte sind. Es handelt sich bei ihnen zumeist um ländliche Gebiete. Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass sich auch unter den Raumordnungsregionen ohne Universitäten FuE-aktive Räume befinden.

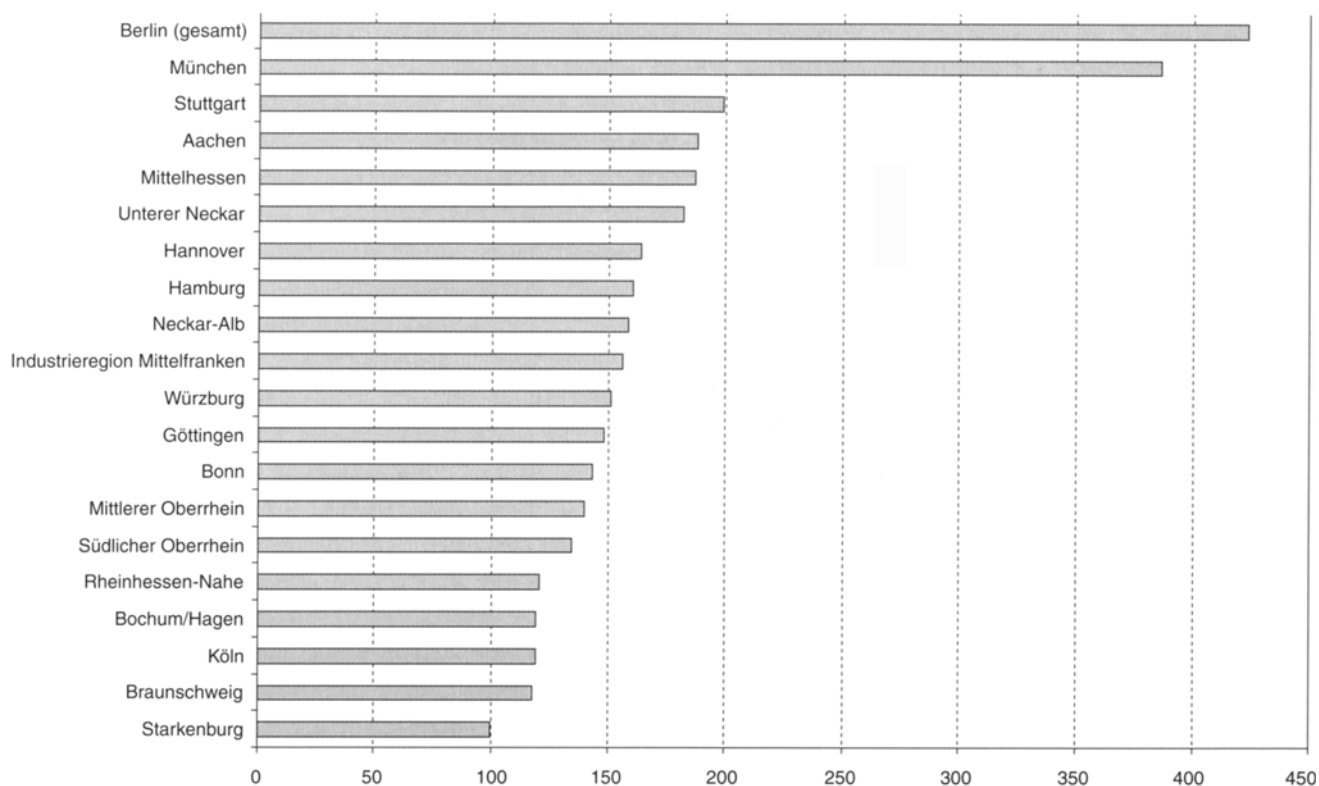
Karte 2
Patentanmeldungen pro Kopf durch die Wirtschaft in den Raumordnungsregionen 1998



Quelle: Greif 2000; eigene Darstellung

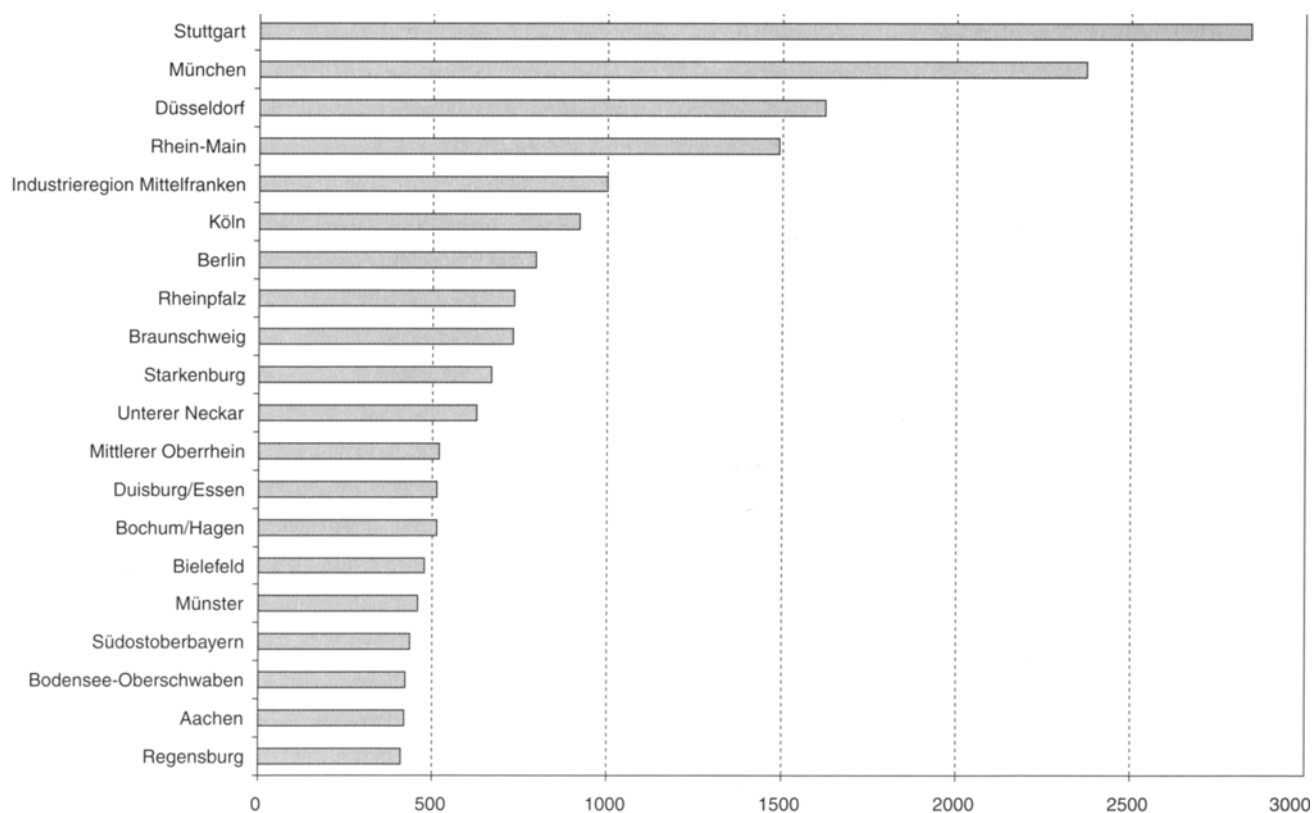
Dies betrifft z.B. das Umland großer Agglomerationen und mehrere innovative Regionen Süddeutschlands, v.a. Baden-Württembergs (66, 71, 73, 79, 82). Von den diskutierten Regionstypen sind lediglich die Zentren der ersten Kategorie als regionale Kompetenzzentren im Sinne der anfangs diskutierten Theorieansätze einzustufen. Nur sie verfügen über ein gleichermaßen herausragendes absolutes und relatives Potenzial in Wissenschaft und Wirtschaft.

Abbildung 3
Verteilung der DFG-Mittel auf die 20 führenden Raumordnungsregionen



Quelle: DFG 2000; eigene Darstellung

Abbildung 4
Wirtschaftspatente in den 20 führenden Raumordnungsregionen



Quelle: 1998; Greif 2000; eigene Darstellung

Tabelle 3
DFG-Mittel und Patente nach Raumordnungsregionen

Raumordnungsregion	ID	Einwohner in 1 000 1998 ¹	DFG-Mittel (Summe der jährlichen Mittel 1996–1998) in Mio. DM ²	DFG-Mittel pro Einwohner in DM ³	Patentanmeldungen der Wirtschaft 1998 ⁴	Patentanmeldungen der Wirtschaft pro 100 000 Einwohner ⁵
Schleswig-Holstein Nord	01	442,4	0	0,00	27	6,19
Schleswig-Holstein Süd-West	02	271,7	0	0,00	28	10,31
Schleswig-Holstein Mitte	03	714,7	79,8	111,66	133	18,64
Schleswig-Holstein Ost	04	414,2	19,3	0,047	72	17,33
Schleswig-Holstein Süd	05	923,1	0	0,00	214	23,22
Hamburg	06	1700,1	160,2	94,23	384	22,56
Westmecklenburg	07	513,9	0	0,00	26	4,98
Mittleres Mecklenburg/Rostock	08	435,7	27,3	62,66	33	7,64
Vorpommern	09	517,1	13,9	26,88	23	4,37
Mecklenburgische Seenplatte	10	332	0	0,00	12	3,73
Bremen	11	543,3	69	127,00	80	14,69
Ost-Friesland	12	638,8	0	0,00	43	6,72
Bremerhaven	13	421,2	0	0,00	34	8,10
Hamburg-Umland-Süd	14	573,6	35,3	61,54	100	17,47
Bremen-Umland	15	525,1	0	0,00	113	21,48
Oldenburg	16	525,7	21,6	41,09	69	13,18
Emsland	17	427	0	0,00	46	10,82
Osnabrück	18	638,4	30,6	47,93	140	21,99
Hannover	19	1402,1	163,9	116,90	374	26,69
Südheide	20	319,2	0	0,00	81	25,34
Lüneburg	21	311,5	0	0,00	30	9,47
Braunschweig	22	1164,5	117,3	100,73	730	62,67
Hildesheim	23	455,9	0	0,00	123	26,91
Göttingen	24	587,7	147,8	251,49	130	22,05
Prignitz-Oberhavel	25	397,4	0	0,00	34	8,48
Uckermark-Barnim	26	319,7	0	0,00	28	8,79
Oderland-Spree	27	455,3	0	0,00	28	6,13
Lausitz-Spreewald	28	710,6	11,2	15,76	72	10,15
Havelland-Fläming	29	707,4	27,5	38,87	131	18,49
Berlin	30	3398,8	423,9	124,72	794	23,35
Altmark	31	246,1	0	0,00	13	5,08
Magdeburg	32	983,8	38,1	38,73	99	10,09
Dessau	33	558,9	28,8	51,53	37	6,57
Halle/S.	34	885,7	28,8	32,52	96	10,81
Münster	35	1534	97,5	63,56	459	29,95
Bielefeld	36	1600,7	73,7	46,04	477	29,77
Paderborn	37	440,6	31,2	70,81	138	31,25
Arnsberg	38	588,3	0	0,00	161	27,38
Dortmund	39	1200,7	58,7	48,89	220	18,36
Emscher-Lippe	40	1066,5	0	0,00	230	21,54
Duisburg/Essen	41	2290,5	98,5	43,00	515	22,50
Düsseldorf	42	2978,7	98,8	33,17	1623	54,49
Bochum/Hagen	43	1588	119	74,94	514	32,37
Köln	44	2133	118,8	55,70	920	43,14
Aachen	45	1245,4	188,2	151,12	422	33,92
Bonn	46	871	143	164,18	283	32,50
Siegen	47	438,1	24,4	55,70	184	41,95

Fortsetzung →

Fortsetzung von Tabelle 3 →

Nordhessen	48	922,6	22,9	24,82	153	16,57
Mittelhessen	49	1061	187,2	176,44	408	38,48
Osthessen	50	348,5	0	0,00	70	19,97
Rhein-Main	51	2674,2	88,1	32,94	1491	55,74
Starkenburger	52	1028,9	99,9	97,09	667	64,86
Nordthüringen	53	432,4	0	0,00	34	7,77
Mittelthüringen	54	711,5	16	22,49	92	12,94
Südthüringen	55	530,3	0	0,00	82	15,39
Ostthüringen	56	788,5	59,1	74,95	157	19,86
West Sachsen	57	1098,7	58,1	52,88	103	9,37
Oberes Elbtal/Osterzgebirge	58	1022,1	92,8	90,79	222	21,75
Oberlausitz-Niederschlesien	59	713,9	0	0,00	62	8,70
Chemnitz-Erzgebirge	60	988,7	86	86,98	142	14,39
Südwestsachsen	61	666,1	0	0,00	79	11,79
Mittelrhein-Westerwald	62	1264,9	0	0,00	266	21,01
Trier	63	510,5	25,8	50,54	62	12,09
Rheinhessen-Nahe	64	827	120,4	145,59	307	37,13
Westpfalz	65	556	49,4	88,85	101	18,08
Rheinpfalz	66	866,5	0	0,00	732	84,51
Saar	67	1074,2	67,5	62,84	171	15,88
Unterer Neckar	68	1116,4	181,9	162,93	627	56,17
Franken	69	861	0	0,00	387	44,98
Mittlerer Oberrhein	70	964,5	139,7	144,84	519	53,81
Nordschwarzwald	71	585,2	0	0,00	333	56,87
Stuttgart	72	2587,1	198,9	76,88	2846	110,00
Ostwürttemberg	73	450,1	0	0,00	368	81,67
Donau-Iller (BW)	74	479,3	60,7	126,64	246	51,28
Neckar-Alb	75	673,6	158,3	235,01	341	50,68
Schwarzwald-Baar-Heuberg	76	480,7	0	0,00	308	64,09
Südlicher Oberrhein	77	990,9	134	135,23	297	29,97
Hochrhein-Bodensee	78	642,8	72,7	113,10	244	37,97
Bodensee-Oberschwaben	79	594,4	0	0,00	425	71,50
Bayerischer Untermain	80	370,1	0	0,00	179	48,34
Würzburg	81	503,9	150,8	299,27	216	42,91
Main-Rhön	82	455,4	0	0,00	307	67,46
Oberfranken-West	83	603,7	7,7	12,75	335	55,51
Oberfranken-Ost	84	510,1	52,9	103,71	88	17,17
Oberpfalz-Nord	85	517,4	0	0,00	140	26,96
Industrieregion Mittelfranken	86	1265	156	123,32	999	78,96
Westmittelfranken	87	413,5	0	0	112	27,16
Augsburg	88	829,9	14,3	17,23	287	34,59
Ingolstadt	89	426,6	0	0,00	211	49,46
Regensburg	90	659,5	57,5	87,19	412	62,46
Donau-Wald	91	651,8	5,1	7,82	150	22,97
Landshut	92	403,4	0	0,00	94	23,38
München	93	2387,4	386,4	161,85	2369	99,22
Donau-Iller (BY)	94	451,6	0	0,00	188	41,72
Allgäu	95	455,2	0	0,00	136	29,83
Oberland	96	413,8	0	0,00	235	56,89
Südostoberbayern	97	768,2	0	0,00	438	56,99

¹ BBR 2001² DFG 2000³ Berechnung aus Spalte 3 und Spalte⁴ Greif 2000⁵ Berechnung aus Spalte 3 und Spalte 5

Die Analyse des Zusammenhangs zwischen universitärer und privatwirtschaftlicher Forschung in Abschnitt 4 hatte einen Zusammenhang beider Größen vermuten lassen. Dieses Ergebnis lässt sich auch auf kleinräumiger Betrachtungsebene nachvollziehen (vgl. Tab. 4).

Tabelle 4 gibt die Zusammenhänge zwischen DFG-Mitteln und Patentanmeldungen, jeweils absolut und pro Kopf, an. Die Darstellung unterscheidet Gesamt- und Westdeutschland sowie die Gesamtheit der Raumordnungsregionen und Raumordnungsregionen mit Universitäten. Zusätzlich zu den Korrelationskoeffizienten nach Pearson sind die Werte für partielle Korrelationen unter Konstanthaltung des Einflusses der Einwohner-Arbeitsplatz-Dichte angegeben. Die Einwohner-Arbeitsplatz-Dichte (Summe der Einwohner und Arbeitsplätze je Quadratkilometer) gilt als relativ aussagekräftige Verdichtungsmesszahl. Somit wird der statistische Einfluss von Agglomerationseffekten, die als möglicher verzerrender Einflussfaktor in Betracht kommen, weitgehend minimiert (vgl. z.B. Engel und Fier 2002, S. 12).

Die Tabelle zeigt teilweise hochsignifikante statistische Zusammenhänge. Besonders hervorzuheben ist der Effekt der absoluten Höhe der DFG-Mittel, d.h. der Masse der regional ausgeführten universitären Forschungsaktivitäten. Diese gehen mit ausgeprägten Patentaktivitäten einher, selbst bei rechnerischer Kontrolle des Agglomerationseffekts. Ebenfalls bemerkenswert ist die Korrelation der hohen absoluten Einwerbung von DFG-Mitteln und der Patentaktivität pro Kopf bei Beschränkung auf ROR mit Universitäten. Hier ist ein stimulierender Effekt der universitären Forschung auf unternehmerische FuE wahrscheinlich. Zusammenhänge zwischen relativer wissenschaftlicher Forschungsintensität (DFG-Mittel pro Kopf) und Patentaktivitäten sind erwartungsgemäß nicht eindeu-

tig. Es gibt keinen Einfluss auf absolute Menge der unternehmerischen Forschungsaktivitäten. Dies könnte u.a. in der Tatsache begründet liegen, dass einige Regionen mit hoher relativer DFG-Einwerbung (z.B. Marburg, Göttingen) über keine ausgeprägte industrielle Basis verfügen.

Die Berechnung zeigt, dass universitäre und private Forschung räumlich ähnlichen Verteilungsmustern folgen und gemeinsame regionale Schwerpunkte bilden. Aber wiederum ist nicht eindeutig, ob es sich um einseitige oder wechselseitige Zusammenhänge handelt (vgl. Gehrke und Legler 2001, S. 171). Ebenso ist nicht mit Sicherheit auszuschließen, dass die Zusammenhänge lediglich auf zufällige Standortentscheidungen von Universitäten und Industrien zurückzuführen sind und eher in Stadt-Land-Gegensatz oder dem Ergebnis historischer Entwicklungen als einem kausalen Zusammenhang begründet sind. Die Tatsache, dass der rechnerische Ausschluss des Einflussfaktors „Agglomeration“ die Ergebnisse kaum verändert, verdeutlicht allerdings, dass raumstrukturellen Erklärungsfaktoren zumindest keine dominierende Bedeutung zukommt. Umso plausibler ist es, eine Begründung für o.g. Zusammenhänge in regionalen Spillover-Effekten zu sehen.

Tabelle 4 zeigt signifikante, aber nicht wirklich starke Zusammenhänge an. Der höchste erreichte Korrelationskoeffizient (0,624) entspricht einem Bestimmtheitsmaß von lediglich 39 %, d.h. die Verteilung der wissenschaftlichen Forschungsleistung erklärt maximal 39 % der Verteilung der unternehmerischen FuE-Leistungen. Dies verdeutlicht auch, dass die Verstärkung privatwirtschaftlicher durch universitäre Forschung keinesfalls zwingend eintritt. Nur relativ wenige Regionen sind in beiden Feldern gleichermaßen aktiv. In ihrem Fall ist von einem regionsinternen Wissenstransfer von der Wissenschaft zur Wirtschaft

Tabelle 4
Zusammenhänge auf Ebene von Raumordnungsregionen (ROR)

	DFG-Mittel absolutkorreliert mit...				DFG-Mittel pro Einwohnerkorreliert mit...			
	Patenten absolut		Patenten pro EW		Patenten absolut		Patenten pro EW	
	r_{xy}^1	r_{part}^2	r_{xy}^1	r_{part}^2	r_{xy}^1	r_{part}^2	r_{xy}^1	r_{part}^2
Deutschland, alle ROR	0,613**	0,548**	0,353**	0,381**	0,251*	0,186	0,223*	0,211*
Dtld., ROR mit Univ.	0,598**	0,559**	0,512**	0,592**	0,088	0,069	0,316*	0,314*
Westdtld., alle ROR	0,624**	0,576**	0,362**	0,376**	0,187	0,141	0,136	0,132
West, ROR mit Univ.	0,620**	0,598**	0,583**	0,598**	-0,029	-0,010	0,186	0,187

¹ Korrelationskoeffizient nach Pearson

² partielle Korrelation unter Ausschluss des Einflusses der Einwohner-Arbeitsplatz-Dichte

* signifikant mit mindestens 95% Wahrscheinlichkeit (zweiseitig)

** signifikant mit mindestens 99% Wahrscheinlichkeit (zweiseitig)

Quelle: BBR 2001, DFG 2000, DPMA 2000; eigene Berechnungen

– oder zumindest von dem Potenzial hierzu – auszugehen. Viele andere Regionen weisen komparative Stärken in Wissenschaft oder Wirtschaft auf. Der Wissenstransfer muss in diesen Fällen regionsübergreifend verlaufen, z.B. durch „Codified Knowledge“ oder durch räumlich mobile Absolventen der Universitäten.

6 Fazit

Die einleitenden Anmerkungen zur Theoriediskussion postulierten (1) einen positiven Effekt von Wissenschaft (universitäre Forschung) auf Innovationen in der Wirtschaft (privatwirtschaftliche FuE) und (2) einen positiven Einfluss von Aufwendungen für Forschung (Input) auf Leistungen und Ergebnisse (Output) in Wissenschaft und Wirtschaft.

Der vermutete Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Wirtschaft konnte anhand der vier gewählten Indikatoren statistisch nachgezeichnet werden. Dies gilt sowohl für die Ebene von Großregionen als auch für Raumordnungsregionen. Dabei ist allerdings deutlich geworden, dass der positive Einfluss nicht zwingend eintritt; universitäre Forschung ist kein hinreichender Faktor, um industrielle FuE zu induzieren. Der Zusammenhang zwischen Input und Leistung ließ sich ebenfalls statistisch belegen. Im Fall wirtschaftlicher FuE-Aktivitäten ist der Effekt wesentlich eindeutiger als bei universitärer Forschung. Dies ist vor allem dadurch zu erklären, dass DFG-geförderte Forschung nur einen Teilausschnitt der Aktivitäten von Universitäten repräsentiert.

Generell ist deutlich geworden, dass die in Deutschland bestehenden West-Ost- und Süd-Nord-Gefälle im Hinblick auf FuE-Aktivitäten der Wirtschaft nicht durch regionale Unterschiede in den staatlichen Investitionen in Wissenschaft („Scientific Wealth“) zu begründen sind. Zum einen ist die Forschung der Wirtschaft räumlich stärker konzentriert als wissenschaftliche Forschung, zum anderen sind wirtschaftliche FuE-Aktivitäten nicht an die regionsinterne Durchführung universitärer Forschung gebunden.

Ein Teil der Ergebnisse, insbesondere die herausragenden Positionen einiger Regionen Süddeutschlands bei Wissenschaft und betriebliche FuE sowie der Zusammenhang zwischen Input-Output-Relationen wissenschaftlicher und privater Forschung, spricht allerdings für die Existenz forschungsfreudiger Regionen und eine Anstoßfunktion universitärer Forschung. Vor allem Baden-Württemberg scheint sich gegenüber vielen anderen Regionen Deutschlands durch eine höhere Wertschätzung von Forschung auszuzeichnen, die zu hohen Aufwendungen und effizienter Durchführung führt.

Weitere Ergebnisse der Analyse führen zu Handlungsempfehlungen für wirtschafts- und wissenschaftspolitische Entscheidungsträger. Die Quantität der universitären Forschungsleistungen korreliert mit der Patentierneigung der Wirtschaft. Nur wenige Regionen in Deutschlands weisen allerdings ein gleichermaßen starkes Potenzial in Wissenschaft und Wirtschaft auf, sodass der Zusammenhang zu regionsinternen Vorteilen führen kann. Die Bedeutung dieser wenigen Kompetenzzentren für die Innovativität und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft wird sich – laut theoretischer Argumentation und vorliegender Ergebnisse – zukünftig noch verstärken (vgl. Feldman 1994, S. 70). Eine innovationsorientierte Wissenschafts- und Wirtschaftspolitik sollte daher versuchen, das Potenzial dieser Kompetenzzentren weiter zu stärken. Skepsis ist dagegen bei regionalpolitischen Strategien angezeigt, die die Wirtschaft peripherer Regionen durch die Ansiedlung von Universitäten zu stärken suchen. Zum einen zeichnen sich längst nicht alle Universitäten durch Aktivitäten in der (DFG-geförderten) Forschung aus. Unter den Universitäten mit hohen DFG-Mitteleinwerbungen finden sich vorrangig ältere, etablierte und relativ große Einrichtungen (DFG 2000, S. 73–75). Zum anderen führen universitäre Forschungen nicht per se zu Innovationen der regionalen Wirtschaft, geschweige denn zur Entwicklung einer FuE-intensiven regionalen Wirtschaftsstruktur. Hochschulansiedlungen sind daher als Instrument einer regionalen Technologie- und Innovationspolitik nur sehr bedingt geeignet.

Anmerkung

Herrn Dr. M. Kiese, Hannover, und anonymen Gutachtern danke ich für weiterführende Hinweise zu früheren Versionen des Manuskripts. Herrn Henning Kroll, Hannover, danke ich für die Ausführung mehrerer Berechnungen sowie die Erstellung von Karten und Abbildungen.

Literatur

- Acs, Z.J.; Audretsch, D.B.; Feldman, M.P. (1992): Real Effects of Academic Research: Comment. In: *The American Economic Review*, Bd. 82, Nr. 1, S. 363–367
- Anselin, L.; Varga, A.; Acs, Z. (1997): Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations. In: *Journal of Urban Economics*, Bd. 42, Nr. 3, S. 422–448
- Anselin, L.; Varga, A.; Acs, Z. (2000): Geographical Spillovers and University Research: A Spatial Econometric Perspective. In: *Growth and Change*, Bd. 31, Nr. 4, S. 501–515
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (2001): Aktuelle Daten zur Entwicklung der Städte, Kreise und Gemeinden, Ausgabe 2000. Berichte Bd. 8. – Bonn

- Beise, M.; Stahl, H. (1999): Public research and industrial innovations in Germany. In: *Research Policy* 28, S. 397–422
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) (1998): *Faktenbericht 1998*. – Bonn
- Castells, M.; Hall, P. (1994): *Technopoles of the World. The making of 21st Century Industrial Complexes*. – London
- Cooke, P.; Morgan, K. (2000): *The associational economy: firms, regions, and innovation*. – Oxford
- Czarnitzki, D. (2002): *Research and Development: Financial Constraints and the Role of Public Funding for Small and Medium-sized Enterprises*. ZEW Discussion Paper 02–74. – Mannheim
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2000): *DFG-Bewilligungen an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen 1996 bis 1998*. – Bonn
- Deutsches Patent- und Markenamt (DPMA) (2000): *Jahresbericht 2000*. – München
- Echeverri-Carroll, E.L. (1997): *Japanese Style Networks and Innovations in High-Technology Firms in Texas*. – Austin
- Engel, D.; Fier, A. (2000): *Does R&D-Infrastructure Attract High-Tech Start-Ups?* ZEW Discussion Paper 00–30. Mannheim
- Elspaß, P.A. (2001): *Die Bedeutung der EU-Technologiepolitik für Hochschulen*. Supranationale Forschungsförderung am Beispiel Niedersachsen. – Wiesbaden
- Feldman, M.P. (1994): *The University and Economic Development: The Case of Johns Hopkins University and Baltimore*. In: *Economic Development Quarterly*, Bd. 8, Nr. 1, S. 67–76
- Fischer, M.M.; Revilla Diez, J.; Snickars, F. (2001): *Metropolitan Innovation Systems: Theory and Evidence from three metropolitan regions in Europe*. – Berlin
- Frenkel, M.; Hemmer, H.-R. (1999): *Grundlagen der Wachstumstheorie*. – München
- Gehrke, B.; Legler, H. (2001): *Innovationspotenziale deutscher Regionen im europäischen Vergleich*. – Berlin
- Greif, S. (2000): *Patentanmeldungen nach Raumordnungsregionen 1998. Sonderauswertung im Rahmen der Studie „Regionale Verteilung von Innovations- und Technologiepotentialen in Deutschland und Europa“* (BMBF), Tabellenanhang. – München
- Greif, S. (2001): *Patentgeographie. Die räumlich Struktur der Erfindungstätigkeit in Deutschland*. In: *Raumforschung und Raumordnung*, Nr. 2–3, S. 142–153
- Hornbostel, S. (1997): *Wissenschaftsindikatoren. Bewertungen in der Wissenschaft*. – Opladen
- Jaffe, A.B. (1989): *Real Effects of Academic Research*. In: *The American Economic Review*, Bd. 79, NR. 5, S. 957–970
- Kalaitzidakis, P.; Mamuneas, T.P.; Stengos, T. (1999): *European Economics: An analysis based on publications in the core journals*. In: *European Economic Review*, Bd. 43, S. 1150–1168
- Koschatzky, K. (2001): *Räumliche Aspekte im Innovationsprozess. Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftsgeographie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung*. *Wirtschaftsgeographie*, Bd. 19. – Münster
- Lammers, K. (1994): *Regionale Struktur- und Wachstumsunterschiede in der Bundesrepublik – Wo steht Ostdeutschland?* In: *Die Weltwirtschaft*, S. 177–193
- Legler, H.; Licht, G.; Egel, J. (2001): *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands: Zusammenfassender Endbericht 2000; Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Vorgelegt durch Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung Mannheim*. (Hrsg.: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Öffentlichkeitsarbeit.). – Bonn
- Liefner, I. (2001): *Leistungsorientierte Ressourcensteuerung in Hochschulsystemen. Ein internationaler Vergleich. Abhandlungen zu Bildungsforschung und Bildungsrecht 9*. – Berlin
- May, (1997): *The Scientific Wealth of Nations*. In: *Science*, Bd. 275, Nr. 5301, S. 793–796
- Müller-Merbach, H. (2001): *Hochschulfinanzen im Ländervergleich. Laufende Grundmittel im Vergleich zu Finanz- und Wirtschaftskraft der Bundesländer*. In: *Forschung und Lehre*, Nr. 5, S. 13–16
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1996): *The Knowledge-Based Economy*. – Paris
- Polanyi, M. (1962): *Personal knowledge: towards a post-critical philosophy*. – London
- Revilla Diez, J. (2000): *The Importance of Public Research Institutes in Innovative Networks – Empirical Results from the Metropolitan Innovation Systems Barcelona, Stockholm and Vienna*. In: *European Planning Studies*, Bd. 8, Nr. 4, S. 451–463
- Romer, P.K. (1990): *Endogenous Technological Change*. In: *Journal of Political Economy*, Bd. 98, S. 71–102
- Salter, A.J.; Martin, B.R. (2001): *The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review*. In: *Research Policy*, Bd. 30, S. 509–532
- Schätzl, L. (2000): *Steuerbarkeit globaler wirtschaftlicher Prozesse durch räumliche Planung?* In: *ARL, Urban 21 (Forschungs- und Sitzungsberichte)*, Hannover, S. 31–39
- Schätzl, L.; Liefner, I. (1998): *Regionale Disparitäten und Raumgestaltung*. In: *Kulke, E. (Hrsg.): Wirtschaftsgeographie Deutschlands*, S. 267–306
- Statistisches Bundesamt (StatBA) (2001): *Statistisches Jahrbuch 2001*. – Wiesbaden
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (SV) (2000): *FuE-Datenreport 1999*. – Essen
- Wissenschaftsrat (WR) (2000): *Drittmittel und Grundmittel der Hochschulen 1993 bis 1998*. Drs. 4717/00. – Köln

Dr. Ingo Liefner
Theodorstraße 13
30159 Hannover
E-Mail: liefner@wigeo.uni-hannover.de