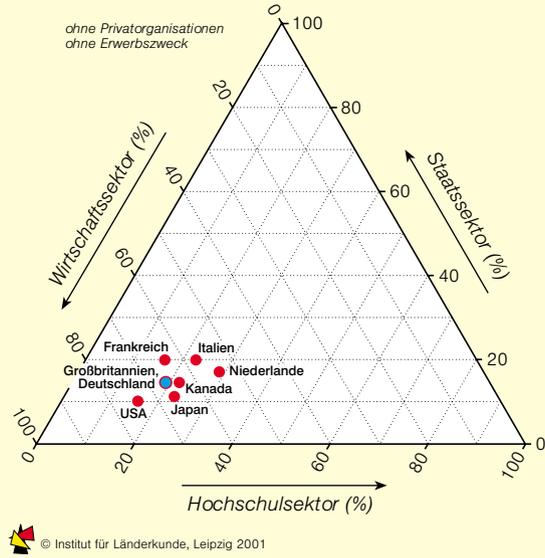


Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft

Rolf Sternberg

1 Ausgewählte Industrieländer FuE-Ausgaben nach durchführenden Sektoren 1996



Die Wirtschaft – d.h. Unternehmen und Gemeinschaftsforschungseinrichtungen der **Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AIF)** – bilden quantitativ den wichtigsten außeruniversitären Forschungs-

sektor. Auf sie entfallen jeweils ca. zwei Drittel der Durchführung, der Finanzierung und der Beschäftigten der in Deutschland betriebenen Forschung und Entwicklung (FuE) **3**, wobei ca. 90% der Aufwendungen für den Bereich Entwicklung eingesetzt werden. Gleichwohl ist der Anteil der Wirtschaft an der FuE in Deutschland gesunken, denn seit ca. zehn Jahren hat sie ihre FuE-Personalkapazitäten und -ausgaben permanent reduziert bzw. nur konstant gehalten. Ca. 2,7 Mio. Beschäftigte waren 1998 im **FuE-intensiven Sektor** des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland aktiv, knapp 45% der insgesamt 6,1 Mio. in der Industrie Beschäftigten, von denen ca. 290.000 Personen (**Vollzeitaquivalente**) tatsächlich in FuE beschäftigt waren (1997).

FuE-intensive Wirtschaftszweige – Definition und Indikatoren

Forschungsintensive Güter umfassen alle Güterbereiche, in denen überdurchschnittlich forschungsintensiv produziert wird (Maßstab: Mittelwert aller deutschen Güter). Der Bereich der höherwertigen Technik umfasst Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz von 3,5 bis 8,5%, z.B. Personenkraftwagen,

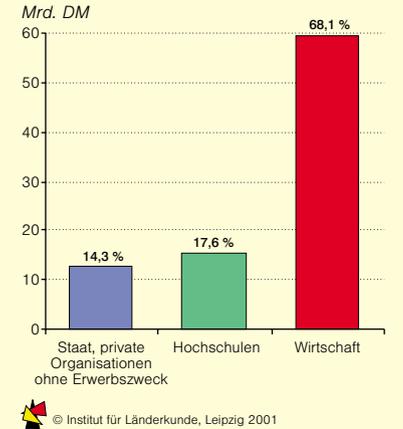
anorganische chemische Elemente, Büromaschinen, Schienenfahrzeuge, fotografische Apparate. Güter mit einem noch höheren Anteil der FuE zählen zur Spitzentechnik. Letztere unterliegen starker staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage und/oder Importschutz, wie z.B. Luftfahrzeuge, Mess- und Prüfgeräte, Motoren und Kraftmaschinen, radioaktive Stoffe oder optische Instrumente. Zu den spezifischen Stärken des deutschen Innovationssystems zählen Güter der höherwertigen Technik, während die Entwicklung von Produkten der Spitzentechnik in mehreren konkurrierenden Industrieländern stärker ausgeprägt ist. In einem komplizierten Prozess der Zuordnung von Produkten zu Wirtschaftszweigen lässt sich eine Liste von derzeit 52 FuE-intensiven Wirtschaftszweigen generieren (davon zehn aus der Spitzentechnik), die in jüngerer Vergangenheit auch um ein Äquivalent aus dem **tertiären Sektor** ergänzt wurde, in dem derzeit 53 sog. wissensintensive Dienstleistungsbereiche unterschieden werden.

Um die regionale und nationale Bedeutung FuE-intensiver Wirtschaftszweige zu quantifizieren, bieten sich diverse **In- und Outputindikatoren** an. Die Zahl der Beschäftigten insgesamt, der in FuE Beschäftigten und der FuE-Ausgaben, jeweils bezogen nur auf die FuE-intensiven Wirtschaftszweige, zählen zu den am häufigsten verwendeten Inputindikatoren, während die absolute und die relative Zahl der Patentanträge beim Deutschen oder besser beim Europäischen Patentamt zu den aussagekräftigsten Outputindikatoren zählen, da Industrieunternehmen Hauptnutznießer von Patentschutzrechten sind.

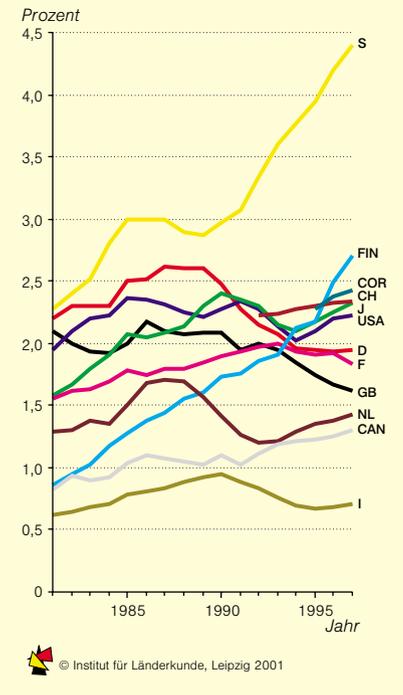
Die FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich

Die volkswirtschaftliche Relevanz industrieller FuE-Kapazitäten ist offensichtlich, denn deren Umfang besitzt einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Produktivität (BIP/Erwerbstätiger), was wiederum bedeutsam für die nationale (und regionale) Wettbewerbsfähigkeit ist **2**. Im internationalen Vergleich wurde Deutschlands Wirtschaft bei den relativen FuE-Ausgaben sowie bei den FuE-Personalkapazitäten in den letzten 20 Jahren von anderen Ländern **4** überholt: Der Anteil der FuE-Ausgaben der Wirtschaft an der Bruttowertschöpfung liegt nur noch bei 1,8% (1997). Die FuE-Gesamtaufwendungen des Wirtschaftssektors sind zwischen 1995 und 1997 um 11,5% auf 65,4 Mrd. DM gestiegen. Im internationalen Vergleich gehört Deutschland zwar zu den

3 Ausgaben für Forschung und Entwicklung 1999 nach Hauptbereichen



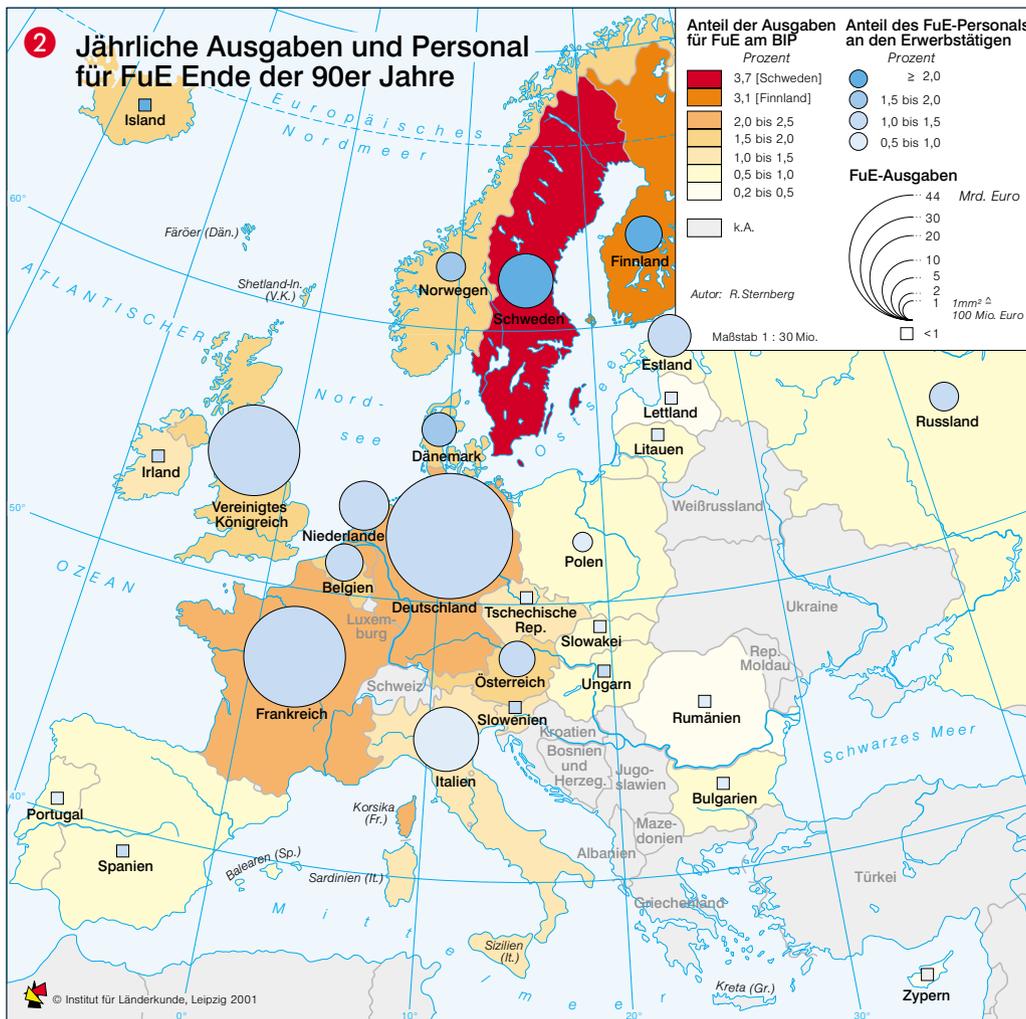
4 FuE-Intensität in der Wirtschaft ausgewählter OECD-Länder 1981-1997



forschungsreichsten Volkswirtschaften: Von den 1997 im OECD-Raum insgesamt aufgewendeten FuE-Mitteln in Höhe von knapp 500 Mrd. \$ (2,2% des Inlandsproduktes der Mitgliedsländer) entfallen 8,5% auf Deutschland (USA 43%, Japan 18%). In anderen großen Industrieländern (bes. USA und Japan) war der Anstieg der FuE-Ausgaben der Wirtschaft – nach dem überall erfolgten Einbruch Anfang der 1990er Jahre – aber stärker als in Deutschland.

Wandert die deutsche Forschung aus?

Eine Erscheinungsform der Globalisierung ist die stark gestiegene Internationalisierung von FuE der Wirtschaft im Sinne einer internationalen Optimie-

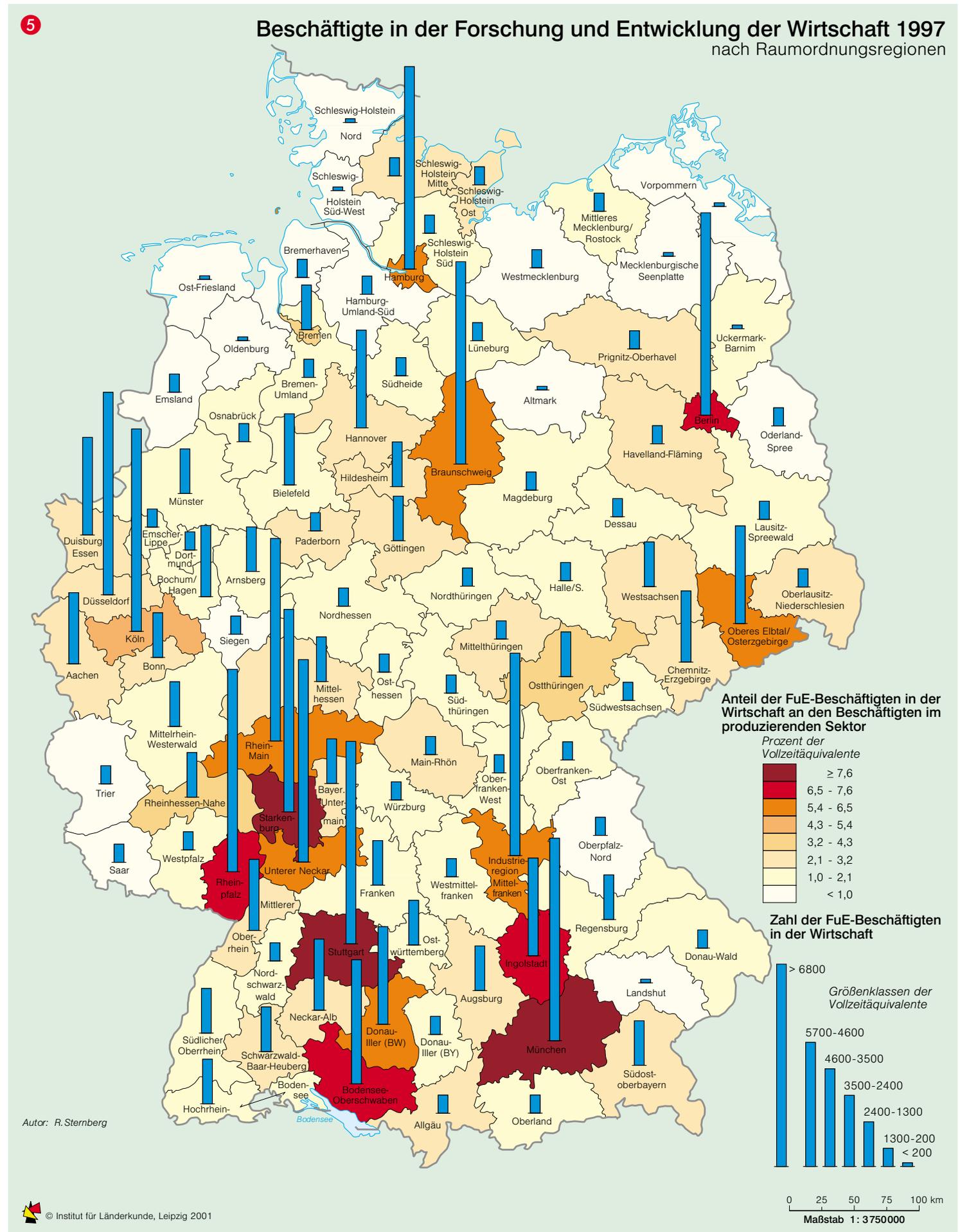


Beschäftigte in der Forschung und Entwicklung der Wirtschaft 1997 nach Raumordnungsregionen

Die Forschung von Forschungsstandorten, die eine wichtige Voraussetzung für den Kompetenzaufbau und -erhalt in den Unternehmen darstellt. Deshalb suchen sich zumindest die multinationalen Unternehmen wenige FuE-Standorte, die weltweit im betreffenden Technologiebereich führend sind. Ein deutsches Unternehmen, das seine Forschung bspw. in der Biotechnologie räumlich konzentrieren möchte, nutzt dafür einen weltweiten Suchraum. Das Resultat dieser Suche dürfte derzeit eher nicht in Deutschland liegen. Andererseits investieren ausländische Unternehmen z.B. in den Fahrzeugbau und in die Fertigungstechnik in Deutschland, da diese Wirtschaftszweige hierzulande als international wettbewerbsfähig gelten. Der Umfang der Auslandsforschung deutscher Unternehmen (20% der inländischen FuE-Aufwendungen oder 12 Mrd. DM in 1997) übersteigt gegenwärtig die Aktivitäten ausländischer Unternehmen in Deutschland, auf die 17% der FuE-Aufwendungen in Deutschland entfallen (11 Mrd. DM). Dennoch ist der Bereich Chemie/Pharmazie der einzige Sektor, in dem deutsche Unternehmen signifikant mehr FuE im Ausland betreiben als ausländische Unternehmen in Deutschland. Bei anhaltender Internationalisierung von Forschung und Produktion in vielen Branchen (Halbleitertechnologie, Telekommunikation, Fahrzeugbau) braucht Deutschland derzeit aber nicht zu befürchten, von einer Auslagerung der FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen aus Deutschland betroffen zu sein, denn der Forschungsstandort Deutschland ist umgekehrt für nicht wenige ausländische Unternehmen in bestimmten Sektoren sehr attraktiv.

Ein nationales Innovationssystem, viele regionale Innovationssysteme

Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen prägen, neben anderen Institutionen, das nationale Innovationssystem in Deutschland. Das deutsche Innovationsmuster ist durch „hochwertige Innovationen entlang vorgezeichneter Entwicklungslinien mit hoher Wertschöpfung in etablierten Industrien“ gekennzeichnet, was u.a. durch die enge und langfristige Zusammenarbeit von Unternehmen und staatlichen Forschungseinrichtungen ermöglicht wird (Technologie- und Wissenstransfer, BMBF 1999, S. 41f.). Radikale Innovationen in sehr jungen Technologiebereichen – heutzutage beispielsweise Biotechnologie oder Mikroprozessoren – waren dagegen bisher nicht die Stärken Deutschlands. Weniger offensichtlich sind die Unterschiede zwischen



dem deutschen und anderen Innovationssystemen, wenn man die Bedeutung der FuE-Ausgaben der drei durchführenden Sektoren international vergleicht ❶. Hier wie in den größeren Industriestaaten wird der höchste Anteil der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor geleistet (52-75%), der Staatssektor ist in Deutschland jedoch pro-

zentual um etwa die Hälfte stärker als in Japan und den USA.

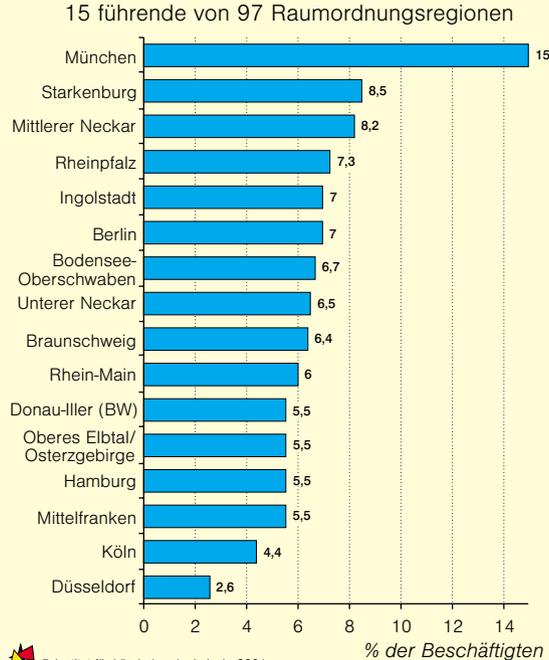
Die Beurteilung des nationalen Innovationssystems ist im Zusammenhang mit den regionalen Innovationssystemen zu sehen, von denen jedes einzelne die Akteure in der betreffenden Region beeinflussen kann. Da sich ein wesentlicher Teil der Forschung und der Inno-

vationen in Regionen und nicht national oder gar global abspielt, genießen regionale Innovationssysteme zu Recht wachsende Aufmerksamkeit in der wirtschaftsgeographischen Forschung, aber auch in der Forschungspolitik. Zwar wird in Zeiten der Globalisierung auch Forschung weltweit durchgeführt, und die rasante Verbreitung neuer →



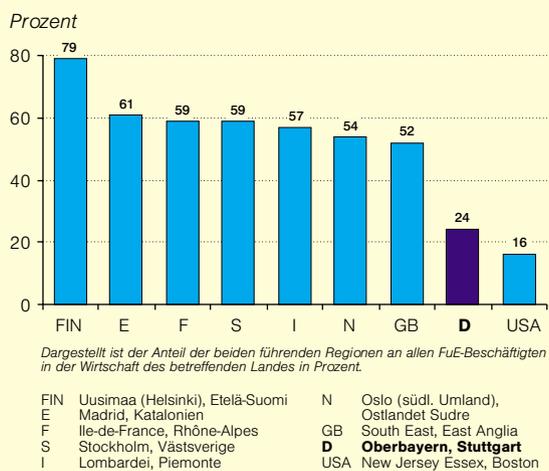
Entwicklersteam für Telefone und Handys bei Siemens

6 Anteil des FuE-Personals im produzierenden Gewerbe 1997
15 führende von 97 Raumordnungsregionen



© Institut für Länderkunde, Leipzig 2001

7 Räumliche Konzentration der industriellen Forschung und Entwicklung 1995
ausgewählte Länder



Dargestellt ist der Anteil der beiden führenden Regionen an allen FuE-Beschäftigten in der Wirtschaft des betreffenden Landes in Prozent.

FIN	Uusimaa (Helsinki), Etelä-Suomi	N	Oslo (südl. Umland), Ostlandet Sudre
E	Madrid, Katalonien	GB	South East, East Anglia
F	Ile-de-France, Rhône-Alpes	D	Oberbayern, Stuttgart
S	Stockholm, Västsverige	USA	New Jersey Essex, Boston
I	Lombardien, Piemonte		

© Institut für Länderkunde, Leipzig 2001

► **IuK-Technologien** hat die Notwendigkeit der räumlichen Nähe verringert, solange es allein um den Informationstransfer geht. Anders sieht es hingegen beim Transfer von Wissen aus: Hier können die Vorteile räumlicher Nähe zu einer Agglomeration von Institutionen, Forschern und Innovatoren im Sinne eines Clusters führen. Vor allem nicht-kodifizierbares Wissen (*tacit knowledge*) erfordert ► **face-to-face-Kontakte**, die sich durch IuK-Technologien nicht kompensieren lassen.

Eine der Stärken des deutschen Innovationssystem ist die Vielfalt unterschiedlicher regionaler Innovationssysteme. Öffentliche Forschungseinrichtungen tragen erheblich zur Ausprägung regionaler Innovationssysteme und damit des nationalen Innovationssystem bei. Ihr Standortmuster ist ein Ausdruck der staatlichen Forschungspolitik. Sie haben aber, im Gegensatz zu manchen der jüngeren Hochschulen, nicht als Instrument einer ausgleichsorientierten Regionalpolitik gedient. Die Standortverteilung der Mehrzahl der außeruniversitären Forschungseinrichtungen (► **Beitrag Sternberg, S. 88**) spiegelt eher die potenzialorientierte Verteilung der FuE-Einrichtungen der Wirtschaft wider. Ohne Zweifel haben aber auch politische Ursachen eine Rolle gespielt, wie z.B. die Einrichtung der Standorte mehrerer Forschungseinrichtungen der militärischen und zivilen Luftfahrt in Bayern als Folge des Wirkens des einstigen Verteidigungsministers F. J. Strauss (1956-62). Das Standortmuster insgesamt war lange Jahre sehr stabil und wies insgesamt ein Süd-Nord-Gefälle der Technologieintensität auf. Im Gefolge der Wiedervereinigung sind in Ostdeutschland zahlreiche Institutionen aufgebaut worden; der Anteil Ostdeutschlands an allen außeruniversitären Forschungseinrichtungen ist heute relativ hoch verglichen mit anderen Forschungsindikatoren.

AIF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (Köln); ihre Aufgabe ist die Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung, die in der Regel branchenorientiert und auf die Bedürfnisse der Kleinunternehmen ausgerichtet ist. Mitglieder sind 109 Forschungsvereinigungen mit 57 brancheneigenen Forschungsinstituten (1998).

face-to-face-Kontakte – persönliche Kontakte (von Angesicht zu Angesicht), im Gegensatz zu virtuellen Kontakten mit Hilfe von Medien

Forschung und Entwicklung (FuE) – die systematisch schöpferische Arbeit zur Erweiterung des Kenntnisstandes einschließlich der Erkenntnisse über den Menschen, die Kultur und die Gesellschaft sowie deren Verwendung mit dem Ziel, neue Anwendungsmöglichkeiten zu finden (OECD 1994)

industrielle FuE – nach international gebräuchlicher Definition charakterisiert als systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens, dabei jedoch begrenzt auf die Bereiche Natur-, Ingenieur-, medizinische und Agrarwissenschaften

FuE-intensive Güter bzw. Wirtschaftszweige – sind gekennzeichnet durch einen überdurchschnittlich hohen Anteil der FuE-Ausgaben am Umsatz und dienen als Indikator für die technologische Wettbewerbsfähigkeit der betreffenden Volks- oder Regionalwirtschaften.

Input- und Output-Indikatoren – statistische Kennwerte für Aufwendungen

(Input) und Ergebnisse (Output)

IuK-Technologien – Informations- und Kommunikationstechnologien

nationales/regionales Innovations-system – enthält alle Innovationen, Regeln, Anreize und Rahmenbedingungen in ihren Wirkungen und Wechselwirkungen, die innerhalb eines Staates bzw. einer Region das Innovationsverhalten von Akteuren bestimmen, z.B. das Humankapital, das Aus- und Weiterbildungssystem, die Infrastruktur, die Kredit- und Kapitalmärkte, die staatliche Regulierung und Nachfrage nach innovativen Gütern und Dienstleistungen sowie die Marktpotenziale (vgl. BMBF 1999).

NUTS-2-Region – *franz.* Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques; EU-Bezeichnung für statistische Raumeinheiten auf vier Maßstabsebenen (NUTS-0 bis NUTS-3); die Ebene 2 bezeichnet in Deutschland die Regierungsbezirke bzw. – wo keine Regierungsbezirke ausgewiesen sind – Länder.

tertiärer Sektor – Wirtschaftsbereich der Dienstleistung; wird vom primären Sektor der Produktion von landwirtschaftlichen Gütern und Rohstoffen sowie dem sekundären Sektor der verarbeitenden Industrie unterschieden.

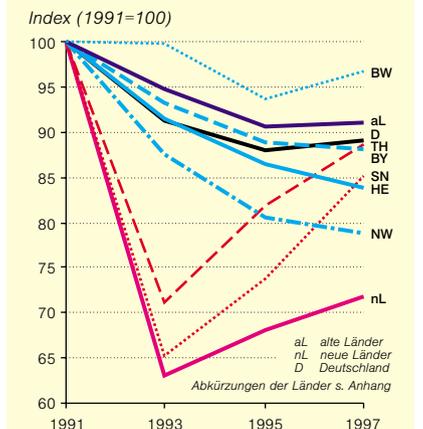
Vollzeitäquivalent – Bemessungseinheit für die Vollzeitbeschäftigung einer Arbeitskraft in einem bestimmten Zeitraum; dient dazu, die Arbeitskraft der nur teilweise in FuE Beschäftigten auf die Arbeitszeit einer voll in FuE beschäftigten Person umzurechnen.

Die regionale Verteilung FuE-intensiver Wirtschaftszweige

Wie im internationalen Maßstab orientiert sich die Privatforschung auch innerhalb Deutschlands an den Forschungscompetenzen der Regionen, denn Wettbewerbsfähigkeit und Produktivität der Unternehmen hängen zunehmend vom auch lokal verfügbaren raschen Zugang zu neuem Wissen ab. 1997 entfielen 94% der FuE-Ausgaben und 91% des FuE-Personals auf die alten Länder inkl. Berlin-West. Baden-Württemberg und Bayern vereinigen gemeinsam allein 49% bzw. 46% der FuE-Ausgaben bzw. des FuE-Personals in Deutschlands Wirtschaft. Der bundesweite Rückgang der FuE-Beschäftigung während der 1990er Jahre hat sich in Ostdeutschland stärker ausgewirkt als im Westen, seit wenigen Jahren verringert sich der Abstand aber zumindest **8**. Bei tieferer Untergliederung nach Raumordnungsregionen zeigt sich ein differenzierteres Bild (vgl. **5**). Bei der Anzahl der FuE-Beschäftigten stehen gemäß dem Größeneffekt verschiedene Großstädte (München, Berlin, Hamburg, Köln/Düsseldorf, Frankfurt a.M., Stuttgart) an der Spitze. Erst in Kombi-

nation mit den FuE-Intensitäten wird deutlich, dass die Raumordnungsregionen München und Stuttgart als wichtigste deutsche Forschungsregionen nicht nur bei der öffentlichen, sondern auch bei der von der Wirtschaft durchgeführten Forschung herausragen. Die

8 FuE-Personal in der Wirtschaft 1991-1997
ausgewählte alte und neue Länder



© Institut für Länderkunde, Leipzig 2001

Karte zeigt zudem, dass noch immer ein Süd-Nord-Gefälle hinsichtlich der Forschung in der Wirtschaft existiert. Vor 1990 war dies bereits in den alten Ländern so, nun gilt es auch für das wiedervereinigte Deutschland. Ost-West-Unterschiede sind hingegen geringer als erwartet. Gravierende regionale Unterschiede hinsichtlich der FuE-Intensitäten existieren zwischen den siedlungsstrukturellen Regionstypen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (Typisierung 1996). Hoch verdichtete Agglomerationsräume und noch stärker Agglomerationsräume mit herausragenden Zentren weisen Werte auf, die fast um die Hälfte über dem bundesweiten Durchschnittswert von 3,5% FuE-Beschäftigten an allen Beschäftigten (1997) liegen.

Das Ranking der Raumordnungsregionen nach den beiden genannten Indikatoren zeigt die Spitzenstellung Münchens sehr deutlich, denn es belegt bei

beiden Indikatoren den 1. Rang **6**, bei den FuE-Intensitäten sogar mit einem übergroßen Vorsprung vor der zweitplatzierten Raumordnungsregion Starkenburg (15% gegenüber 8,5% Anteil des FuE-Personals an allen Beschäftigten im produzierenden Sektor). München ist unbestritten die herausragende deutsche Hightech-Region mit breiter technologischer Spezialisierung, in der mehrere Technologiebereiche stark vertreten sind, so dass keine krisenanfällige Monostruktur vorliegt. Selbst auf europäischer Maßstabsebene erreicht lediglich Paris (► NUTS-2-Region Ile-de-France) dieses Niveau.

Ein Outputindikator der Forschungsaktivität ist das Patentverhalten. In Deutschland entfällt der deutlich größte Teil der Patentanmeldungen beim Deutschen Patentamt auf Unternehmen der Wirtschaft (gut ¾ der Anmeldungen 1992-1994, vgl. GREIF 1998), ganze 2,3% der Patente werden von den au-

Die Konzernzentrale der Bayerischen Motorenwerke AG (BMW) im Vierzylinder-Hochhaus in München.

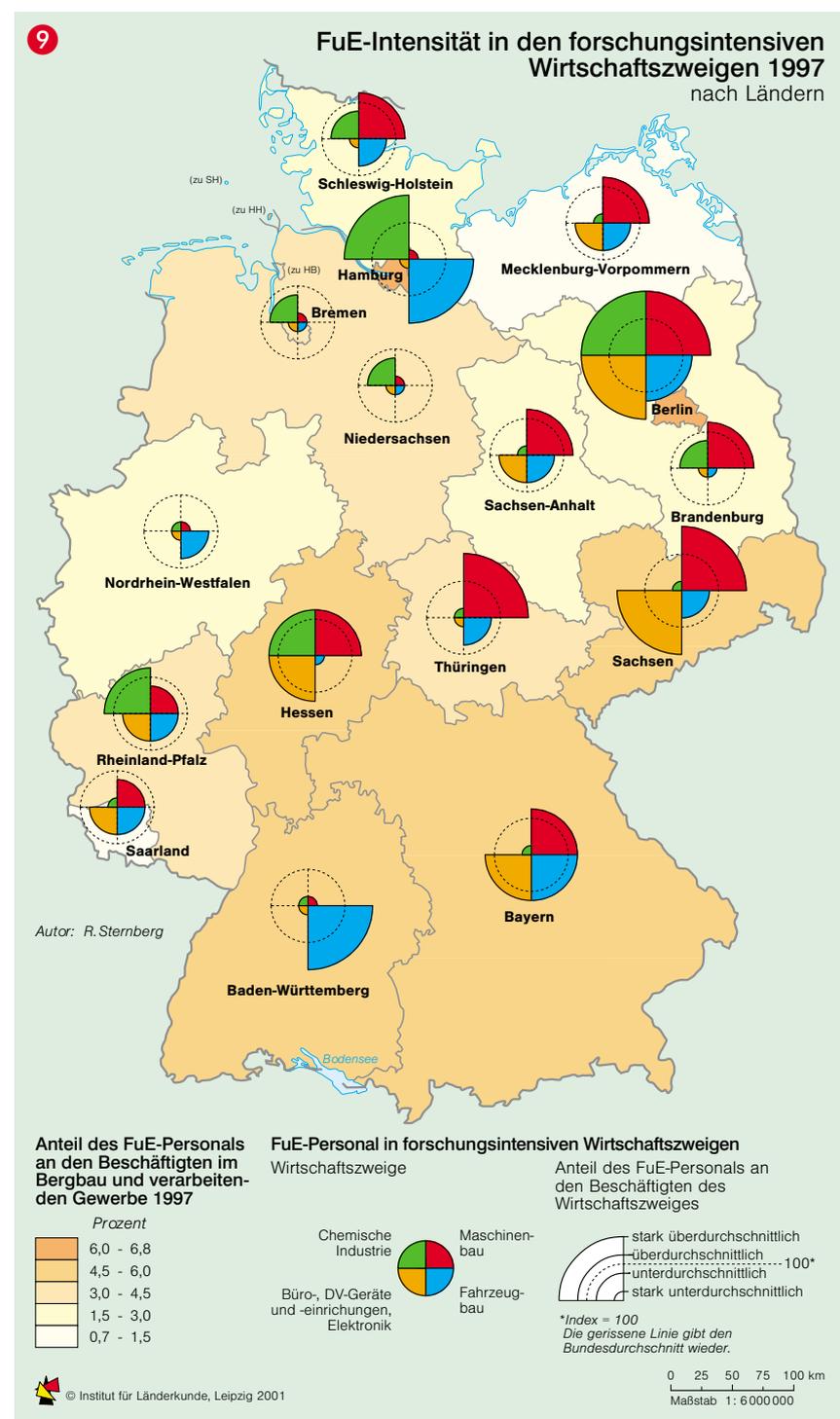


ßeruniversitären Forschungseinrichtungen angemeldet. Der Rest entfällt auf freie Erfinder (inkl. Hochschullehrer). Bei den jährlich knapp 31 Tsd. Patentanmeldungen beim Deutschen Patentamt steht – nach Auswertung der Erfindersitze im Durchschnitt der Jahre 1992-1994 – auf Ebene der 225 Arbeitsmarktreionen Stuttgart an der Spitze (2103 Anmeldungen/Jahr, 9% aller Patentanmeldungen aus der Wirtschaft), gefolgt von München und Frankfurt a.M. Die bereits an anderer Stelle konstatierte Spitzenposition Münchens bei FuE der Wirtschaft lässt sich auch mittels der Patentanträge beim Europäischen Patentamt belegen, das strengere Erteilungskriterien ansetzt als das Deutsche Patentamt. Die NUTS-2-Region Oberbayern (inkl. München) steht mit 4,2% der aus der EU heraus beantragten Patente 1996 an der Spitze der 445 OST-Regionen (Mischung aus NUTS-2- und NUTS-3-Regionen), die das französische Magazin *Observatoire des Sciences et des Techniques* analysiert hat.

Die Ursachen für das Regionalmuster der Forschung in der deutschen Wirtschaft werden in Wissenschaft und Politik kontrovers diskutiert. Ohne Zweifel hat der Staat etwa durch Standortentscheidungen zugunsten von öffentlichen Forschungs- und Bildungseinrichtungen in der Vergangenheit auch das räumliche Forschungsverhalten der Wirtschaft beeinflusst (Bsp. München) – und tut dies aktuell auch in den neuen Ländern. Aber auch die Sektoralstruktur der Wirtschaft, die Verflechtungen zwischen Dienstleistungen und verarbeitendem Gewerbe sowie die Qualität regionaler Bildungs- und Ausbildungskapazitäten liefern plausible Erklärungen.

FuE-Intensitäten (z.B. Sachsen), während insbesondere Nordrhein-Westfalen zu den Verliererländern im innerdeutschen Standortwettbewerb um FuE-Kapazitäten der Wirtschaft zählt, was sich auch in der sektoralen Spezialisierung äußert. Während Bayern und Berlin, ähnlich wie die klar dominierende Region München, über eine ausgeglichene Struktur der FuE-intensiven Industrien verfügen, sind andere Länder durch eine sehr starke Spezialisierung auf eine der hier genannten FuE-intensiven Industrien gekennzeichnet: Fahrzeugbau in Baden-Württemberg, Chemische Industrie in Hessen und Rheinland-Pfalz und Maschinenbau in Sachsen-Anhalt und Thüringen.

Die regionale Verteilung von privaten FuE-Aktivitäten ist auch Ursache und Wirkung technologie-, wirtschafts- und bildungspolitischer Maßnahmen. Genannt sei exemplarisch die in die neuesten Strategien des BMBF zur Sicherung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland eingegangene Debatte um regionale/sektorale Kompetenzzentren (fußend u.a. auf Michael Porters Cluster-Konzept und der Theorie der innovativen Milieus). Aus innovationspolitischer Sicht interessiert etwa die Frage, ob sich die nationale Technologiepolitik und die Technologiepolitiken der 16 Länder stärker als bislang der regionalen Konsequenzen ihrer Aktivitäten (z.B. Projektförderung der Wirtschaft) bewusst werden und Synergien durch koordinierte Maßnahmen erzielen können und wollen, z.B. indem sie nicht ausschließlich eine wachstumsorientierte Technologiepolitik betreiben, sondern auch eine ausgleichsorientierte. ♦



Technologische Spezialisierung der deutschen Regionen

Verglichen mit anderen Industrieländern weist Deutschland eine relativ ausgeglichene Raumstruktur bei FuE-Aktivitäten der Wirtschaft auf **7**. Diese polyzentrische Struktur bietet unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten eher Vor- als Nachteile. Ebenso positiv sehen die meisten Beobachter die Tatsache, dass das Ausmaß der technologischen Spezialisierung der deutschen Regionen eher moderat ist. Bei Betrachtung der relativen FuE-Intensitäten der Bundesländer in ausgewählten FuE-intensiven Wirtschaftszweigen fällt auf, dass die meisten Länder in wenigstens einem FuE-intensiven Wirtschaftszweig einen über dem Bundesdurchschnitt liegenden FuE-Anteil aufweisen **9**. Bayern, Hessen und Berlin gelingt dies in drei der vier ausgewählten Sektoren. Die neuen Länder haben aufgeholt und erreichen partiell hohe