

Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands Zusammenfassender Endbericht 1999

Gutachten im Auftrag des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Vorgelegt durch

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim
Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin
Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe
Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft,
Essen

Januar 2000

Dieser Bericht wurde im Rahmen der erweiterten Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung erstellt. Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Das BMBF hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss gehabt.

Kontakt und weitere Informationen:

Dr. Georg Licht

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
(ZEW)

L7,1

68161 Mannheim

Tel: +49 – (0)621 1235 194

Fax: +49 – (0)621 1235 170

Email: licht@zew.de

Dr. Harald Legler

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung
(NIW)

Schiffgraben 33

30127 Hannover

Tel.: +49 – (0)511 341392

Fax: +49 – (0)511 3180400

Email: legler@niw.de

Redaktion Dr. Harald Legler (NIW)
Dr. Georg Licht (ZEW)
Dipl. Volksw. Jürgen Egelin (ZEW)
Layout: Dipl. Hdl. Thomas Eckert (ZEW)

Inhaltsverzeichnis

DAS WICHTIGSTE IN KÜRZE.....	a
1 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK	1
2 VERÄNDERUNGEN WAGEN: ANSATZPUNKTE EINER POLITIK ZUR WEITERENTWICKLUNG DES DEUTSCHEN INNOVATIONSSYSTEMS.....	4
2.1 BILDUNG UND AUSBILDUNG	6
2.2 UNTERNEHMERISCHE FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG.....	8
2.3 ÖFFENTLICHE FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG	11
2.4 DYNAMIK IM UNTERNEHMENSBEREICH	14
3 TRENDS UND PERSPEKTIVEN ZUR LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND	16
3.1 AKTUELLE ENTWICKLUNGEN	16
3.1.1 <i>Erfindungstätigkeit.....</i>	16
3.1.2 <i>Input- und Outputindikatoren für Innovationsaktivitäten.....</i>	18
3.1.3 <i>Welthandelsposition bei FuE-intensiven Waren.....</i>	21
3.1.4 <i>Produktions- und Beschäftigungsentwicklung in FuE-intensiven Industrien.....</i>	23
3.1.5 <i>Beschäftigungsentwicklung in wissensintensiven Dienstleistungssektoren.....</i>	26
3.2 DIE MITTELFRISTIGEN PERSPEKTIVEN - TENDENZEN UND TRENDS IN DER FUE- UND INNOVATIONSTÄTIGKEIT IN DER PRIVATEN WIRTSCHAFT	28
3.2.1 <i>Entwicklung und Struktur der FuE-Aktivität der Wirtschaft</i>	29
3.2.2 <i>Sachinvestitionen und Produktionspotenzial FuE-intensiver Industrien.....</i>	32
3.3 DIE LANGFRISTIGE PERSPEKTIVE - BILDUNG, WEITERBILDUNG UND HUMANKAPITAL.....	32
3.3.1 <i>Zunehmender Qualifikationsbedarf</i>	33
3.3.2 <i>Investitionen in Bildung und Ausbildung.....</i>	34
3.3.3 <i>Der Ertrag von Bildung und Ausbildung</i>	37
4 ZUM AUFHOLPROZESS IN DEN NEUEN BUNDESLÄNDERN.....	41
4.1 ZUNEHMENDE INTERNATIONALISIERUNG	41
4.2 BESCHÄFTIGUNG UND PRODUKTION IN FORSCHUNGSINTENSIVEN INDUSTRIEN.....	42
4.3 WISSENSINTENSIVE DIENSTLEISTUNGEN UND GRÜNDUNGEN.....	42
4.4 QUALIFIKATIONSSTRUKTUREN	43
4.5 FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG.....	44
4.6 INNOVATIONEN UND PATENTE	46
4.7 FAZIT	46
5 INTERNATIONALISIERUNG VON FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG	48
5.1 INTERNATIONALISIERUNGSGRAD IM INTERNATIONALEN VERGLEICH	49
5.2 FUE AUSLÄNDISCHER UNTERNEHMEN IN DEUTSCHLAND	50
5.3 FUE DEUTSCHER UNTERNEHMEN IM AUSLAND.....	51
5.4 FAZIT	53
6 UNTERNEHMENSGRÜNDUNGEN UND INNOVATIONSAKTIVITÄTEN KLEINER UND MITTLERER UNTERNEHMEN	54
6.1 INNOVATIONSPOTENZIALE VON KLEINEN UND MITTLEREN UNTERNEHMEN	54
6.2 UNTERNEHMENSGRÜNDUNGEN UND WISSENSINTENSIVER STRUKTURWANDEL.....	59
6.3 BETEILIGUNGSKAPITALMARKT UND UNTERNEHMENSGRÜNDUNGEN	63

7 LEISTUNGSFÄHIGKEIT DES WISSENSCHAFTSSYSTEMS.....	68
7.1 WISSENSCHAFTLICHE PUBLIKATIONEN UND PATENTE	69
7.2 ZUR VERWERTUNGSRELEVANZ DER ERGEBNISSE DER FUE-TÄTIGKEIT DER TECHNOLOGISCHEN INFRASTRUKTUR	73
8 SPEZIALISIERUNGSVORTEILE DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT.....	77
8.1 TRENDS DER TECHNOLOGISCHEN STRUKTUR	77
8.2 AUßENHANDEL MIT FUE-INTENSIVEN WAREN	81
9 DIE REGIONALSTRUKTUR VON INNOVATIONSTÄTIGKEIT UND INNOVATIONSPOTENZIALEN	86
9.1 KONZEPTIONELLE GRUNDLAGEN	86
9.2 REGIONALE VERTEILUNG VON INNOVATIONSPOTENZIALEN	88
9.3 FAZIT	96
10 NACHHALTIGE WIRTSCHAFT UND UMWELTINNOVATIONEN: IMPULSE, HEMMNISSE, WETTBEWERBSPOSITION	98
10.1 UMWELTINNOVATIONEN UND IHRE BESONDERHEITEN	98
10.2 DEUTSCHLANDS SPEZIALISIERUNG IM UMWELTTECHNIKBEREICH	101
10.3 ELEMENTE EINER UMWELTORIENTIERTEN INNOVATIONSPOLITIK	103
B ANHANG	I
B-1 ÜBERSICHT.....	I
B-2 TABELLEN/GRAFIKEN.....	II
LITERATURVERZEICHNIS.....	XV
LISTE DER ÜBERSICHTEN UND TABELLEN	XIX
LISTE DER ABBILDUNGEN.....	XX
LISTE DER ABKÜRZUNGEN	XXIII
PROJEKTMITARBEITER	XXV
ANSPRECHPARTNER.....	XXVII

Das Wichtigste in Kürze

Wachstums- und Investitionsschwäche in Deutschland in den neunziger Jahren

Der weltweite wirtschaftliche Strukturwandel geht einher mit einer fortschreitenden „Wissensintensivierung“. Langfristig ist der „wissensbasierte technische Fortschritt“ die wesentliche Triebfeder für Wachstum und Wohlstand von Gesellschaften. Inwieweit sie daran partizipieren können, hängt entscheidend von ihrer technologischen Leistungsfähigkeit und damit von der Qualität ihrer Innovationssysteme ab.

Betrachtet man die Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts in den neunziger Jahren, ergeben sich einige Zweifel, ob das deutsche Innovationssystem den Herausforderungen der globalen Wissensgesellschaft gewachsen ist. Unter den zwanzig größten Industrienationen liegt Deutschland hinsichtlich des gesamtwirtschaftlichen Wachstums nur an vierter Stelle – deutlich hinter den Vereinigten Staaten, aber auch hinter Ländern wie Frankreich, Dänemark oder Belgien.

Ausgangsbasis und Entwicklungsdynamik

Noch gilt: Die **Ausgangsbasis** der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands ist gut: Deutschlands verfügt über ein hohes Wissenspotenzial, es gehört zu den Ländern mit dem höchsten Bestand an FuE-Kapazitäten und weist unter den großen Industrieländern die meisten Anmeldungen von weltmarktrelevanten Patenten pro Kopf auf. Deutsche Unternehmen verfügen im Durchschnitt über eine hohe Produktivität und ein hohes Innovationspotenzial.

Sorgen hingegen bereit die **mangelnde Dynamik**: Die Investitionen in die Zukunft – ausschlaggebend, um die genannten Positionen zu halten - ließen in den neunziger Jahren zu wünschen übrig. Auch die jüngste Belebung der FuE-Aktivitäten, der Investitionen und der Patentaktivitäten relativiert sich im internationalen Vergleich. In der Rangliste der Länder mit den höchsten Zukunftsinvestitionen ist Deutschland zurückgefallen.

Um nicht weiter an Boden zu verlieren sind **tiefgreifende strukturelle Reformen nötig**, welche es ermöglichen die Chancen der globalen Wissensgesellschaft besser zu nutzen und die wirtschaftliche Dynamik freizusetzen. Das deutsche Innovationssystem verfügt über ein hohes Potenzial auf fahrende Züge aufzuspringen. Diese Fähigkeit gilt es entschlossen zu nutzen, denn in der „neuen Ökonomie“ zählt vor allem die Schnelligkeit und die Flexibilität mit der neue Herausforderungen gemeistert werden.

Stärken und Kernkompetenzen

Traditionell liegt die **Stärke der deutschen Wirtschaft** in der schnellen Anwendung und breiten Diffusion neuer Technologien. Doch kürzer werdende Innovationszyklen stellen gerade diese Stärke in Frage. Hinzu kommt, dass in vielen Branchen neue Wettbewerber aus Schwellenländern – vor allem aus Südostasien – die Positionen deutscher Unternehmen gefährden. Technologisch können diese Wettbewerber mittlerweile gut mithalten und führen in den traditionellen deutschen Absatzmärkten einen scharfen Preiswettbewerb. Diesen kann die deutsche Wirtschaft, beheimatet in einem Hochlohnland, nicht bestehen. Sie muss ihre Chancen im Technologiewettbewerb suchen.

Die deutsche Wirtschaft hat ihre **Kernkompetenzen** eher in komplexen „reiferen Technologien“ wie dem Automobilbau und dem Maschinenbau. Sie darf sich jedoch nicht auf ihren technologischen Lorbeeren der Vergangenheit ausruhen. Die deutsche Wirtschaft tut sich

bisher eher schwer, grundlegend neue technologische Entwicklungslinien wie die Informations- und Kommunikationstechnologie oder die Biotechnologie frühzeitig aufzugreifen. Hier müssen Veränderungen eintreten. Sie muss künftig nicht nur im Wettlauf mit anderen Volkswirtschaften mithalten, sondern sie muss sich partielle Vorsprünge herausarbeiten und – wenigstens auf einigen Feldern – selbst die Rolle eines Technologieführers übernehmen.

Perspektiven

In der **kurzfristigen Perspektive** zeigt sich für die Zukunft ein tendenziell positives Bild. Die Zahl der Anmeldungen von weltmarktrelevanten Patenten steigt steil an, die Zahl der innovativen Unternehmen nimmt zu, die Produktivität der Wirtschaft steigt, der Umsatz mit neuen Produkten wächst und die Exporte in FuE-intensiven Wirtschaftszweigen nehmen kräftig zu. Die Erfahrung des letzten Jahres lehrt allerdings, dass bereits kleine, unerwartete Eintrübungen der Konjunktur die Perspektive ins Wanken bringen können.

Schon in der **mittel- und noch stärker in der langfristigen Perspektive** weist das deutsche Innovationssystem erkennbare Schwächen auf. So geht trotz des jüngsten Anstiegs bei den Ausgaben für Forschung und Entwicklung im internationalen Vergleich tendenziell Boden verloren. Auch bei den Investitionen und Ausgaben für Bildung und Ausbildung, gemessen am Anteil vom BIP, liegt Deutschland nur noch im Mittelfeld.

Vielfältige Herausforderungen für die Forschungs-, Innovations- und Bildungspolitik

Gute Leistungen in der Vergangenheit und Gegenwart dürfen nicht dazu führen, dass im Bemühen, das **Innovationssystem an neue Erfordernisse und Entwicklungen anzupassen**, nachgelassen wird. Ohne die traditionellen Stärken in der kompetenten Adoption und Umsetzung technologischer Neuerungen entlang vorgezeichneter Entwicklungspfade zu vernachlässigen, sollte das deutsche Innovationssystem sich deutlich stärker als bisher in Richtung echter technologischer Neuerungen orientieren.

Damit eine solche Neuorientierung mittel- und langfristig gelingt, müssen heute – auch und gerade von der Politik - die Weichen richtig gestellt werden. Wichtig ist hierbei vor allem, dass die politischen Aktivitäten nicht widersprüchlich sind und gegenläufige Wirkungen vermieden werden. Deshalb ist zu betonen, dass es sich bei der Innovationspolitik um eine **Querschnittsaufgabe** handelt, die alle relevanten Politikbereiche umfassen muss. Dynamische Weiterentwicklung und politisch unterstützte Beförderung des Strukturwandels bei gleichzeitig auf Strukturkonservierung und Bestandsschutz ausgerichteten wirtschaftspolitischen Signalen beinhalten die Gefahr von sich konterkarierenden Wirkungen.

Hinsichtlich der nötigen Weiterentwicklung des deutschen Innovationssystems muss sich die Politik orientieren auf

- die finanziellen und strukturellen Verbesserungen bei Bildung, Ausbildung und Weiterbildung,
- die Verbesserung der Bedingungen für unternehmerische Forschung, Entwicklung und Innovation sowie weitgehende Reformen im Bereich der öffentlichen Forschung,
- bessere Rahmenbedingungen für einen dynamischen Strukturwandel.

Bildung und Ausbildung

Die Ausgaben für Bildung und Ausbildung sind auch nach den jüngsten Ausweitungen der Planansätze angesichts der wachsenden Bedeutung des Wissens als zu gering einzuschätzen. Doch Geld ist nicht alles; zeitgemäße und flexiblere Strukturen aller Ausbildungsbereiche sind wesentliche Voraussetzungen für die technologische Wettbewerbsfähigkeit.

Eine Schlüsselrolle kommt hierbei den **Hochschulen** zu, wo eine tiefgreifende Strukturreform zügig vorangetrieben werden muss. Wichtige Elemente einer solchen Reform sind zu sehen

- im stärkeren Wettbewerb der Hochschulen um die besseren Ausbildungen,
- in Anreizen für Studenten zu effizientem und praxisorientiertem Studium,
- in einer weitgehenden Anpassung an international übliche und anerkannte Standards bei Abschlüssen und Hochschulkarrierpfaden sowie
- in flexiblen Studiengängen, die verschiedene Spezialisierungsgrade und inhaltliche (auch disziplinübergreifende) Kombinationen ermöglichen.

Auch in der **beruflichen Bildung** muss eine neue Flexibilität Einzug halten und nach Berufen differenzierte Ausbildungsstrukturen sowie wesentlich schnellere Anpassungen der Berufsbilder an neue Erfordernisse ermöglichen.

Forschung, Entwicklung und Innovation der Unternehmen

Im internationalen Vergleich ist die deutsche Wirtschaft im Hinblick auf die FuE-Intensivierung in den letzten Jahren zurückgefallen. Daher müssen die Bedingungen für unternehmerische FuE deutlich verbessert werden. Hierbei sind unbedingt die Marktsignale zu beachten, denn die massivsten Anreize für FuE werden durch die Herausforderungen des Marktes ausgelöst. Wettbewerbspolitik ist Innovationspolitik; je offener und liberalisierter ein Markt ist, desto besser können Nutzungspotenziale und Chancen entdeckt werden – der Telekommunikationsmarkt verdeutlicht dies eindrucksvoll.

Ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der FuE-Möglichkeiten durch Unternehmen kann in der beabsichtigten Steuerreform gesehen werden. Die Verbesserungen des Innenfinanzierungsspielraums der Unternehmen schafft Raum für die FuE-Intensivierung der Wirtschaft. Steuerpräferenzen für FuE-Ausgaben, die bereits in vielen Ländern gewährt werden, könnten die FuE-Neigung der Wirtschaft - insbesondere auch des Mittelstands - zusätzlich stimulieren.

Öffentliche Forschung und Entwicklung

Öffentlich finanzierte Wissenschaft und Forschung rechtfertigt sich nicht allein aus sich selbst heraus, oder durch ihre eigenständige Ziele. Sie müssen sich auch an der ökonomischen Umsetzung messen lassen. An diesem Kriterium müssen sich alle Einrichtungen der öffentlichen Forschung mehr als bisher orientieren. Korrekturen an überkommenen Ausrichtungen des Systems der öffentlichen Forschung, Wettbewerb zwischen den Einrichtungen sowie stetige Evaluationen der Qualität wie der Schwerpunkte der Forschung sind hierfür erforderlich.

Es sollte eine wichtige Aufgabe aller öffentlich beschäftigten Wissenschaftler sein, sich aktiv um den Transfer ihrer Forschungsergebnisse in Unternehmen zu bemühen. Hierfür erscheint der direkte Transfer durch Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft erheblich besser geeignet als das tradierte System institutionalisierter Transferstellen. Voraussetzung hierfür ist die schnelle und konsequente Umsetzung der in Angriff genommenen Reform des Dienstrechts und des Haushaltsrechts der öffentlichen Forschungseinrichtungen, die in ihrer gegenwärtigen Form für wissenschaftliche Institutionen immer weniger angemessen erscheinen.

Innovationshindernisse für Unternehmensgründer

Neue Unternehmen sind häufig die Vorreiter im Einsatz neuer Technologien. Im Erfolgsfall wachsen sie schnell; geht es schief, verschwinden sie ebenso schnell wieder aus dem Wirtschaftsleben. Gerade in dieser kreativen Dynamik liegen große Chancen. Eine innovationorientierte Wirtschaftspolitik muss daher Selbständigkeit und Unternehmensgründungen unterstützen - insbesondere auf neuen Technologiefeldern. Abbau bestehender Regulierungen und Deregulierung schaffen neue Märkte und Marktnischen für junge Unternehmen und beleben daher die Gründungsdynamik.

Neuen Unternehmen fehlen oft qualifizierte Mitarbeiter. Dies gilt insbesondere für junge, stark wachsende Technologieunternehmen. Die Mobilität erfahrener Manager ist gering. Hier können erfolgsorientierte Entlohnungsmodelle (Aktienoptionen) einen Betrag zur Abmilderung der Qualifikationsdefizite leisten und den Wechsel für erfahrene Manager attraktiver machen. Solche Instrumente bedürfen allerdings einer steuerrechtlichen Flankierung.

Trends und aktuelle Entwicklungen

Die deutsche Wirtschaft befindet sich derzeit auf einem flachen Wachstumspfad. Nach einer Konjunkturflaute in der ersten Jahreshälfte 1999 zeigt sich am aktuellen Rand neuer Schwung. Entsprechend optimistisch sind die Prognosen für das Jahr 2000. Die aktuelle Entwicklung ist jedoch bedeutsam, entscheidet doch der Schwung, mit dem eine Wirtschaft aus einer Talsohle kommt darüber, ob genügend Spielräume für Investitionen in Produkte und Herstellungsverfahren von morgen bestehen. Dieser Schwung beeinflusst somit auch wesentlich die künftige Position auf den Weltmärkten.

Strukturwandel zugunsten der FuE-intensiven Industrien

Die **FuE-intensiven Industriezweige** schnitten auch in der Flaute besser ab als die nicht FuE-intensiven Branchen der Industrie. Für 2000 wird in FuE-intensiven Industrien ein Produktionswachstum zwischen 3 Prozent und 5 Prozent erwartet (1999: 1 Prozent). Die nicht FuE-intensiven Industrien werden in diesem Jahr, nach einem Minus von 0,5 Prozent in letzten Jahr, voraussichtlich nur bei 2,5 Prozent bis 3 Prozent landen.

Die **Spitzentechnik** schneidet besser ab als die Wirtschaftszweige der **Höherwertigen Technik**. Dort macht sich zunehmend der Preiswettbewerb aus Ländern mit niedrigeren Arbeitskosten bemerkbar.

Die Entwicklung in den **neuen Ländern** ist in den 90er Jahren deutlich besser als in den alten Ländern. In den NBL hat sich im Zeitraum 1993-1998 die FuE-intensive Industrie (NBL: 7,7 Prozent; ABL: 3,9 Prozent) besser entwickelt als die nicht FuE-intensiven Industriezweige (NBL: 5,4 Prozent; ABL: 1,1 Prozent). Die Spitzentechnik zeigt dabei eine überdurchschnittliche Dynamik (NBL: 11,2 Prozent; ABL 4,9 Prozent). Allerdings ist der Anteil der FuE-intensiven Industrien an der gesamten Industrie in den NBL deutlich geringer als in den ABL.

Beschäftigungsentwicklung im FuE- und wissensintensiven Branchen schwach

Der Zuwachs an Produktion reichte allerdings nicht aus, zusätzliche Arbeitsplätze in der Industrie zu schaffen. Erst im letzten Jahr konnte der massive **Abbau der Beschäftigung in der Industrie** gestoppt werden. Zwar war der Abbau von industrieller Beschäftigung in der Spitzentechnik in den neunziger Jahren am stärksten, doch in der Industrie liegt nur in der Spitzentechnik die Beschäftigtenzahl in etwa in der Größenordnung der siebziger Jahre. Sowohl in der Höherwertigen Technik als auch den nicht FuE-intensiven Sektoren der Industrie liegt die Beschäftigung auf einem historischen Tiefststand.

Zusätzliche **Beschäftigung entsteht im Dienstleistungssektor**. Hier lässt sich eine ähnlich Dynamik wie in vielen anderen Ländern beobachten. Allerdings verdeckt der massive Beschäftigungsabbau bei Post und Bahn die positive Beschäftigungsentwicklung im wissensintensiven Bereich des Dienstleistungssektors; Insgesamt hat dieser nämlich ein geringeres Beschäftigungswachstum zu verzeichnen als der nicht wissensintensive Dienstleistungsbereich.

Welthandelsposition bei FuE-intensiven Gütern weiter verbessert

Der Zuwachs der Industrie wird durch die Auslandskonjunktur geprägt. Auf FuE-intensive Industriewaren entfallen wachsende Anteile des deutschen Exports. Im Zeitraum 1994-1997 **stiegen die Exporte FuE-intensiver Waren** jahresdurchschnittlich um 10 Prozent, die Exporte von nicht FuE-intensiven Waren lediglich um 8 Prozent. In der Spitzentechnik lag das Wachstum noch erheblich höher. Ähnliche Muster zeigen sich auch für die **neuen Ländern**, denen es in den letzten Jahren gelang ihre Exporte sprunghaft zu steigern. Die Exportquote den neuen Ländern liegt – mit der Ausnahme einiger weniger Branchen – jedoch noch deutlich unter dem Niveau der alten Länder.

1998 erzielten die FuE-intensiven Industrien knapp die Hälfte der Umsätze im Ausland. Die neuen Länder, deren Exportquote bei FuE-intensiven Industrien bereits 32 Prozent erreicht, liegen noch deutlich unter diesem gesamtdeutschen Durchschnittswert. Zudem stammen aus den neuen Ländern nur 3,5 Prozent des Auslandsumsatzes der FuE-intensiven Industrien.

Der Rückgang der **Welthandelsanteile** Deutschlands bei FuE-intensiven Gütern konnte jüngst gestoppt werden. Nach wie vor sind die Vereinigten Staaten der größte Exporteur FuE-intensiver Güter, gefolgt von den gleich auf liegenden Ländern Deutschland und Japan. Bei den FuE-intensiven Importen liegt Deutschland hinter den USA, auf die ein Viertel aller Importe FuE-intensiver Waren entfällt, an zweiter Stelle.

Nach wie vor liegt **Deutschlands besondere Stärke** in den Gütern, die anspruchsvolle und überdurchschnittlich hohe FuE-Anstrengungen ("Höherwertige Technik") erfordern. Man kann sie jedoch weniger dort ausmachen, wo extrem hohe FuE-Aufwendungen erforderlich sind ("Spitzentechnik"). Dies wird vor allem im Vergleich mit den USA und Japan deutlich. Denn Deutschlands Defizite in der Spitzentechnik rühren wesentlich aus dem Warenaustausch mit den USA und Japan her. Auf europäischer Ebene ist Deutschland hingegen vielfach selbst in der Spitzentechnik Technologieführer.

Die **Positionsverbesserung in der Spitzentechnik** ist vor allem dem durch die Deregulierung ausgelösten Aufschwung der *Telekommunikationsbranche* zu verdanken. **Eine fortschreitende Erosion** der Vorteile im Außenhandel ist dagegen bei *pharmazeutischen Wirkstoffen* zu verzeichnen. Bei der **Höherwertigen Technik** verbucht insbesondere der *Automobilbau* zunehmende Außenhandelsüberschüsse.

Geringe Dynamik beim Ausbau der Produktionskapazitäten

Seit Mitte der neunziger Jahre hat sich die Erweiterung der **Produktionskapazitäten der Industrie merklich verlangsamt** und kommt nur noch schleppend voran. Dies gilt in ähnlicher Weise für die FuE-intensiven als auch für den nicht FuE-intensiven Industriezweige. In die FuE-intensiven Wirtschaftszweigen ist dabei die Entwicklung etwas positiver einzuschätzen.

Die **Investitionen in Ausrüstungen und Sachanlagen** haben 1998 im FuE-intensiven Bereich erstmals wieder ein ähnliches Niveau erreicht wie vor der Rezession. Nahezu der ge-

samte **Zuwachs an Investitionen** in der Industrie entfällt auf den FuE-intensiven Bereich. In der mittelfristigen Betrachtung (1994-2000: 90 Prozent) wird dies besonders deutlich.

Für das laufende Jahr wird ein weiterer, wenn auch geringerer, Anstieg erwartet. In den nicht FuE-intensiven Sektoren liegen die Investitionen noch deutlich unter ihrem Niveau zu Beginn der neunziger Jahre. 1999 und auch 2000 wird voraussichtlich kein Investitions-wachstum in diesem Bereich zu verzeichnen sein.

Fortgesetzt hat sich auch die vergleichsweise hohe Investitionstätigkeit in den **neuen Län- dern**. Die Investition pro Beschäftigten liegen in der Industrie noch immer oberhalb des Ni- veau der alten Länder.

Verbreitung der Innovationstätigkeit nimmt zu

Ein steigender Anteil von Unternehmen führt in der Industrie und in den wissensintensiven Dienstleistungssektoren Innovationen durch. Der **steigende Anteil innovativer Unterneh- men** beruht zum einen darauf, dass zusätzliche Unternehmen Innovationen in Angriff ge- nommen haben, zum anderen aber auch darauf, dass nicht innovative Unternehmen schneller aus dem Markt ausscheiden als nicht innovative Unternehmen. Ohne Innovationen wird das Überleben für die Unternehmen immer schwieriger.

Auch die von den Unternehmen für Innovationen eingesetzten Mittel zeigen im Jahr 1998 einen erfreulichen Anstieg. Für 1999 wird allerdings keine weitere Zunahme der **Innovati- onsaufwendungen** der Industrie erwartet.

Bei der **Innovationsintensität** (Innovationsaufwendungen bezogen auf den Umsatz) liegt Deutschland nach Schweden auf dem zweiten Platz in Europa. Dies ist ein Beleg für **die hohe Innovationsbereitschaft** der deutschen Industrie und bestätigt die technologische Spitzenposition Deutschlands in Europa.

Die Innovationsintensität der **neuen Länder** liegt in der Industrie und im Dienstleistungs- sektor noch knapp oberhalb der Innovationsintensität in den alten Ländern.

Der Umsatz der Unternehmen mit **Produktinnovationen** (d.h. mit Produkten, die für das Unternehmen neu sind) ist seit 1994 deutlich gestiegen. Innovationen zielen nun wieder vermehrt auf neue und verbesserte Produkte. Dies ist bei einem zunehmenden internati- onalen Innovationswettbewerb auch unerlässlich.

Auch die Umsatzanteile mit **Marktneuheiten** und der Anteil der Unternehmen, die Marktneuheiten hervorbringen, sind gestiegen. Ein Großteil der Produktinnovationen hat eher den Charakter von graduellen Weiterentwicklungen, Produktdifferenzierungen und Imitationen; ihr hoher Anteil ist ein Zeichen für eine beschleunigte Diffusion technischen Wissens.

Trotz steigender FuE-Aufwendungen verliert Deutschland an Boden

Die **FuE-Aufwendungen** der Wirtschaft haben in den letzten Jahren auf einen Wachs- tumskurs zurückgefunden. Die vorläufigen Ergebnisse für 1998 deuten auf eine **Steigerung von 6,5-7 Prozent** der Gesamtaufwendungen der Unternehmen hin. Erste Trendmeldungen zur Entwicklung der FuE-Aufwendungen für 1999 lassen vermuten, dass die Steigerungsrate geringer ausfallen wird. Die Zunahme könnte sich dabei in der Größenordnung von ca. 4 Prozent bewegen.

Auch die **Beteiligung an FuE-Aktivitäten** zeigt insbesondere bei den kleinen und mittleren Unternehmen nach oben.

Deutschland gehört weltweit gesehen zu den führenden FuE-Standorten. Die **FuE- Intensität** hat sich – nach einem starken Einbruch - in der zweiten Hälfte der neunziger Jah-

re stabilisiert und ist jüngst auf einen schwachen Wachstumspfad eingeschwenkt. Bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt belaufen sich die FuE-Aufwendungen wie in den Vorjahren auf rund 2,3 Prozent.

Aber: Im internationalen Vergleich ist der Abstand zu den FuE-intensivsten Ländern gewachsen. Sowohl die Unternehmen der USA und Japans aber auch einiger kleinerer Länder Europas haben ihre FuE-Aufwendungen erheblich stärker ausgeweitet. Deutschland ist daher in der **Rangliste der FuE-intensivsten Länder** zurückgefallen und liegt jetzt hinter Schweden, Finnland, Korea, USA, Japan, Schweiz auf dem siebten Rang.

Besondere positiv hat sich das FuE-Engagement im *Automobilbereich* entwickelt. In der langfristigen Betrachtung hat vor allem die *pharmazeutische* FuE in Deutschland erheblich an Bedeutung eingebüßt. Die Gewichte der FuE-Aktivität verschieben sich in Deutschland hin zum Kraftwagenbau und verwandten Wirtschaftszweigen.

Unternehmen lassen zunehmend FuE-Aktivitäten auch von Dritten durchführen. Die **externen FuE-Aufwendungen** der Unternehmen sind in den letzten Jahren deutlich stärker gestiegen als die internen FuE-Aufwendungen. 1997 wurden ca. 10 Prozent der FuE-Aktivitäten „außer Haus“ durchgeführt. Der Anstieg der externen FuE geht primär auf eine stärkere Arbeitsteilung innerhalb der Industrie zurück. Der Anteil der wissenschaftlichen Einrichtungen an den externen FuE-Aufwendungen hat in den letzten Jahren abgenommen, obwohl auch hier ein Wachstum der FuE-Aufträge durch die Wirtschaft zu verzeichnen ist.

Die **regionale Verteilung von FuE-Kapazitäten** der Wirtschaft ist in Deutschland erheblich breiter als in den anderen europäischen Ländern. Gleichwohl haben sich regionale Konzentrationen herausgebildet, die hinsichtlich ihrer FuE-Intensitäten (Anteil des FuE-Personals an allen Beschäftigten des Verarbeitenden Gewerbes) in der Spitzengruppe der europäischen Regionen plaziert sind. Die FuE-Intensitäten hängen ganz wesentlich von dem Besatz mit EuE-intensiven Industrien ab und – besonders in Ostdeutschland – auch von dem mit wissensintensiven Dienstleistungsunternehmen.

Die Verteilung der öffentlichen FuE-Kapazitäten folgt anderen Mustern als die der privaten und bewirkt dadurch zum Teil eine Angleichung der Verteilung der gesamten FuE-Kapazitäten. Die eher multizentrische FuE-Verteilung in Deutschland kann als Vorteil im Zusammenhang mit Standortqualitäten und Technologiediffusion angesehen werden.

Internationalisierung von FuE auf dem Vormarsch

Wenn deutsche Unternehmen ihre Forschungskapazitäten deutlich ausgeweitet haben, dann vor allem im Ausland. Das beruhte allerdings nicht, wie häufig vermutet, auf schlechteren Forschungsbedingungen in der Heimat. Der größte Teil der Internationalisierung von Forschung und Entwicklung steht im Zusammenhang mit der Akquisition von Unternehmen im Ausland oder mit Kapazitätserweiterungen in bestehenden Betrieben. Die weltweite Markterschließung bleibt das vorrangige Ziel international tätiger Unternehmen. Die Internationalisierung von Forschung und Entwicklung ist in diesem Kontext ein Nebenprodukt grenzüberschreitender Direktinvestitionen.

Die **Attraktivität des Forschungsstandortes Deutschland** zeigt sich darin, dass die FuE-Intensität unter den amerikanischen Tochterunternehmen im Ausland in Deutschland am höchsten ist. Deutschland ist neben Großbritannien auch für japanische Unternehmen der wichtigste Forschungsstandort in Europa.

Im internationalen Vergleich der **FuE-Anteile ausländischer Unternehmen** an den gesamten inländischen FuE-Aufwendungen liegt Deutschland knapp vor den USA im Mittelfeld. Unter den großen Industrieländern zeigt Großbritannien deutlich höhere Anteile ausländi-

scher FuE im Inland, während Japan mit weitem Abstand den geringsten Internationalisierungsgrad der inländischen FuE aufweist.

Schrittmacher der Internationalisierung der deutschen Industrie von Produktion und FuE waren bisher Chemie- und Pharmaunternehmen. Sie geben im Ausland für Forschung und Entwicklung mehr als die Hälfte ihrer gesamten FuE-Aufwendungen aus. Zunehmende Anteile entfallen auch auf den Automobilbereich, der gleichzeitig auch im Inland seine FuE-Aktivitäten ausgeweitet hat.

Steiler Anstieg der weltmarktrelevanten Patente

Die **Anzahl der weltmarktrelevanten Patente** („Triadepatente“) ist seit 1994 stark angestiegen. Insbesondere am aktuellen Rand des Beobachtungszeitraums (1996, 1997) hat die Zahl stark zugelegt.

Seit 1993 kann Deutschland das von den USA angeschlagene **Wachstumstempo** bei weltmarktrelevanten Patenten mithalten. Allerdings konnte der Einbruch in der Patentaktivität zu Beginn der neunziger Jahre, der sich mit besonderer Schärfe im Vergleich zu den USA zeigt, nicht wett gemacht werden.

Trotzdem: Deutschland gehört – gemeinsam mit Japan und den USA - nach wie vor zu den **patentintensivsten Ländern der Welt** (Triadepatente pro Einwohner oder pro Erwerbsperson). Bezogen auf die Anmeldungen am Europäischen Patentamt wurde 1997 der bisherigen Rekordwert aus dem Jahre 1989 übertroffen.

In Deutschland zeichnet sich jüngster Zeit eine Verschiebung der Patentstruktur in Richtung forschungsintensiver Sektoren ab. Die Grundpositionen in der **internationalen technologischen Arbeitsteilung** sind aber recht robust: Spitzentechnik ist vor allem eine Domäne der Vereinigten Staaten, Japans und – seit kurzem – auch Schwedens. Deutschland, Frankreich, die Schweiz und Italien weisen eine Spezialisierung auf die Höherwertige Technik, meist in traditionellen Industrien wie dem Automobilbau, dem Maschinen- und Anlagenbau, auf.

Ein starkes Wachstum der weltweiten Patentanmeldungen insgesamt zeigt sich jedoch nicht nur im Bereich der Spitzentechnik, auch in einigen Feldern der Höherwertigen Technik nimmt die Patentaktivität stark zu. Daher ist Deutschland auch auf schnell **wachsenden Technologiefeldern** gut vertreten. So beispielsweise bei Kraftwagen, Schienenfahrzeugen und einzelnen Maschinenbauzweigen. Gemessen am allgemein hohen Patentaufkommen in Deutschland ist die Patentaktivität in anderen Wachstumsfeldern internationaler Patente wie Telekommunikation und Medizintechnik vergleichsweise schwach.

Die Patentspezialisierung Deutschlands ist bei **Querschnittstechnologien** spiegelbildlich zur Spezialisierung der USA. Deutschland besitzt überdurchschnittlich hohe Patentanteile im Umweltschutz (Polymerrecycling, Verbesserung der Wiederverwertbarkeit von Autos, biologische Wasserreinigung und Hausmüllbehandlung) sowie im Bereich Aluminium- und Magnesiumstrukturen. Komparative Nachteile bestehen in der Informationstechnik und der Telekommunikation (Breitbandkommunikation und intelligente Netzwerktechnologie, Flachbildschirme) sowie in der Biotechnologie (DNS Sequenzierung, genetisch modifizierte Pflanzen, Impfstoffe aus genetischer Produktion und rekombinante Medikamente). Hier spielen die USA – in einzelnen Teilbereichen auch Japan - die Rolle des Technologieführers.

Geringe Investitionen in Bildung und Ausbildung

Die **gesamtwirtschaftlichen Ausgaben** zum Auf- und Ausbau der „Wissensbasis“ (d.h. Ausgaben der Wirtschaft für die duale Ausbildung, Weiterbildung und FuE sowie die staatlichen Ausgaben für Bildung, Weiterbildung und FuE) lassen sich für Deutschland im Jahre

1998 auf 330 Mrd. DM und damit auf 8,7 Prozent des Bruttoinlandsprodukts veranschlagen. Der Anteil am Inlandsprodukt ist damit weiter gefallen.

Im **Langfristvergleich** haben die meisten Industrieländer ihre Investitionen in Bildung und Wissen deutlich gesteigert – und zwar schneller als das jeweilige Inlandsprodukt. In Westdeutschland ist das „Bildungsbudget“ in Relation zum Inlandsprodukt jedoch deutlich gesunken. Die relative Bedeutung des Bildungswesens für die öffentlichen Haushalte liegt in Deutschland mit knapp 10 Prozent weit unterhalb des OECD-Durchschnitts von 12,5 Prozent. Allerdings übernimmt in Deutschland auch die Wirtschaft im Rahmen der dualen Berufsausbildung vergleichsweise hohe Lasten.

Zunehmender Bedarf an Hochqualifizierten

Innovationen begünstigen auf dem Arbeitsmarkt besonders die Höherqualifizierten. Durch die mit Innovationen erzielten Produktivitätsfortschritte gehen gleichzeitig zahlreiche Arbeitsplätze für geringer Qualifizierte verloren. Auf dem Arbeitsmarkt findet darüber hinaus ein ständiger Generationswechsel statt: Weniger qualifizierte ältere Arbeitnehmer werden durch höher qualifizierte Jüngere ersetzt.

Ganz gleich, ob für jung oder alt, ob für gering oder hoch qualifiziert, **Bildung lohnt sich gleich doppelt**. Arbeitnehmer mit höherer Qualifikation verdienen mehr (pro Jahr der Ausbildung etwa 8 Prozent) und das Risiko, arbeitslos zu werden, ist bei Akademikern und Meistern etwa nur ein Drittel so hoch wie bei Arbeitnehmern ohne Bildungsabschluss. Die höchsten Erträge der Ausbildung – gemessen am erzielten Arbeitseinkommen und der für die Ausbildung aufgewendeten Zeit - erzielen Meister und Absolventen von Fachhochschulen.

Arbeitslosigkeit bei Hochqualifizierten

Das Risiko der Arbeitslosigkeit ist jedoch nicht in allen akademischen Berufen gleich hoch. Es ist bei Naturwissenschaftlern und Ingenieuren sowie bei Sprach- und Kulturwissenschaftlern überdurchschnittlich groß. Zudem hat sich die Arbeitsmarktlage für ältere Akademiker deutlich verschlechtert (insbesondere bei Ingenieuren). Der Wiedereinstieg in den Beruf nach einer Spanne der Arbeitslosigkeit ist für älteren Akademiker besonders schwierig; vor allem dann, wenn durch neuen Technologien altes Wissen und alte Kenntnisse entwertet werden. Mit regelmäßiger Weiterbildung im Sinne eines „lebenslangen Lernens“ und „Training-on-the-job“ müssen die Fähigkeiten und Fertigkeiten an die Herausforderungen technologischer Innovationen angepasst werden.

Auf der anderen Seite ist die vergleichsweise geringe Zahl von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren unter den jüngeren Erwerbspersonen bedenklich, zumal diese Zahl kurzfristig sogar noch abnehmen wird. Erste Engpässe zeigen sich vor allem in relativ jungen Segmenten der Informations- und Kommunikationstechnologie – ein gravierendes Innovationshindernis.

FuE- und Innovationstätigkeiten kleiner und mittlerer Unternehmen

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bilden das **Rückgrat der Innovationsfähigkeit** der deutschen Wirtschaft. Nach einer längeren Phase des Rückzugs aus FuE haben die KMU die FuE-Gesamtaufwendungen jedoch jüngst gesteigert.

Während Kleinbetriebe sich überwiegend auf Spitzentechnologien wie Information und Kommunikation sowie die Messtechnik konzentrieren, setzen mittlere und große Unternehmen ihre Forschungsschwerpunkte auf eher traditionelle Höherwertige Techniken wie Maschinen- und Fahrzeugbau.

Heute nehmen jedoch technologieorientierte Unternehmensgründungen sowie kleine und mittlere Unternehmen eine Führungsrolle bei der Umsetzung neuer Techniken und wissenschaftlicher Erkenntnisse in erfolgreiche Produkte und kostensenkende Produktionsprozesse ein.

In den **neuen Ländern** kommt den KMU eine zentrale Rolle im Innovationsprozess zu. Auf KMU (Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigte) entfallen in den NBL 65 Prozent der FuE-Aufwendungen (1997). In den alten Ländern sind es dagegen nur 16 Prozent.

Zu den wichtigsten **Innovationshemmnissen** gehören in KMU der Mangel an ausreichenden Finanzmitteln für Innovationen und – mit zunehmender Bedeutung – auch der Mangel an Fachpersonal. Auch lange Verwaltungsverfahren und einige rechtliche Rahmenbedingungen tragen - trotz einer Reihe von Verbesserungen in diesem Bereich - zu Verzögerungen oder gar zu Abbrüchen von Projekten bei.

Unternehmensgründungen in FuE-intensiven Wirtschaftszweigen

Die **Zahl der Unternehmensgründungen** hat in Deutschland in den neunziger Jahren tendenziell zugenommen, vor allem in der Spitzentechnik und in der Nachrichtenübermittlung (Internet und Telekommunikation). Parallel zu dieser Gründungswelle hat sich der Markt für Beteiligungskapital (Risikokapital) erheblich ausgedehnt, vor allem im Segment der Gründungs- und Frühphasenfinanzierung. Deutschland hat die noch vor wenigen Jahren als unüberwindbar erscheinende Lücke zu Ländern wie den Vereinigten Staaten und den Niederlanden deutlich verringert. In Europa zählt heute Deutschland zu den größten Märkten für Finanzierungen der Frühphase von Unternehmen. Das Finanzierungsvolumen am Beteiligungskapitalmarkt insgesamt ist von etwa 1,2 Milliarden DM im Jahr 1995 auf 5,8 Milliarden DM im Jahr 1999 gewachsen.

Mit der Gründung neuer Unternehmen entstehen auch **neue Arbeitsplätze**. Im Verarbeitenden Gewerbe sind mit einer Unternehmensgründung im Durchschnitt 4 bis 5 neue Arbeitsplätze verbunden, bei den wissensintensiven Dienstleistungen dagegen nur 2 neue Arbeitsplätze. Auch im Hinblick auf das **Wachstum** schneiden Unternehmensgründungen aus FuE-intensiven Wirtschaftszweigen der Industrie oder des Dienstleistungssektors besser ab als Gründungen in nicht FuE-intensiven Wirtschaftszweigen.

In den **neuen Ländern** hat die hohe Gründungsdynamik der ersten Jahre nach der Wiedervereinigung merklich nachgelassen. In der Höherwertigen Technik hält der negative Trend auch weiterhin an. In der Spitzentechnik und der Telekommunikation zeigen sich aber eine ähnlich positive Entwicklung wie in den alten Ländern.

Zur Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems

Die **Relevanz der wissenschaftlichen Forschung** für die technologische Entwicklung und die Umsetzung in neue Produkte und Verfahren hat sich in den letzten Jahrzehnten auf breiter Front erhöht. Die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen, auf die sich Patentanmeldungen beziehen, hat in Deutschland - wie in anderen Ländern auch - deutlich zugenommen.

Deutschland verfügt über eine **vielfältige Forschungslandschaft**. Neben Universitäten sind insbesondere die Max-Planck-Gesellschaft (MPG), die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF), die Fraunhofer-Gesellschaft und die Wissensgemeinschaft Gottfried-Wilhelm-Leibnitz (WGL) als wichtige Forschungseinrichtungen zu nennen.

Unter den Forschungseinrichtungen weisen die Hochschulen und die MPG die **größte Publikationsintensität** auf. Am Ende der Rangliste liegt hier mit Abstand die FhG. Im Hinblick

auf die **Patentintensität** zeigen sich spiegelbildliche Verhältnisse: Dort liegt die FhG vorne. Darin drückt sich primär der Auftrag der einzelnen Forschungseinrichtungen aus.

Gemessen an den Patentanmeldungen hat sich die **Verwertungsrelevanz** der Forschungsergebnisse der öffentlichen Einrichtungen deutlich gesteigert. Besonders hohe Steigerungsraten erzielten in den neunziger Jahren die außeruniversitären Einrichtungen.

Das **Profil der wissenschaftlichen Ausrichtung** der deutschen Forschungslandschaft und der technologischen Ausrichtung der Industrie korrespondiert in weiten Teilen (Meß- und Regeltechnik, Polymere und Grundstoffchemie). Jedoch besteht in einigen Wachstumssektoren, in denen Deutschland bei den Patentanmeldungen nur relativ schwach vertreten ist, eine erhebliche wissenschaftliche Kompetenz (z.B. Optik, Datenverarbeitung, Medizintechnik).

Nachhaltige Wirtschaft und Umweltinnovationen

In der Umwelttechnik ist Deutschland auf dem **Weltmarkt gut platziert**. Nach den USA, die ihren Welthandelsanteil in den letzten Jahren kräftig ausgeweitet haben, ist Deutschland der zweitgrößte Exporteur von potenziellen Umweltschutzgütern.

Die Umwelttechnik korrespondiert mit Deutschlands traditionellen Stärken im technologischen Wettbewerb. Entsprechend hoch ist Deutschland auf **Umweltpatente spezialisiert** (insbesondere Lärmschutzes, Abfallbeseitigung und –aufbereitung, Wasserreinhaltung). Weniger ausgeprägt ist die Spezialisierung auf umweltrelevante Güter der Mess- und Regeltechnik.

Die **Dynamik bei umweltrelevanten Patentanmeldungen** hat in der ersten Hälfte der neunziger Jahren nachgelassen und ist, gemessen an der Patententwicklung insgesamt, in den letzten Jahren nur unterdurchschnittlich gestiegen.

Die **Gesetzgebung** ist eine der wichtigsten Triebfedern für Umweltinnovationen. Eine Stimulierung der Innovationsaktivität im Umweltbereich bringt doppelte Früchte – zum einen für die Umwelt und zum anderen für die technologische Leistungsfähigkeit.

1 Einleitung und Überblick

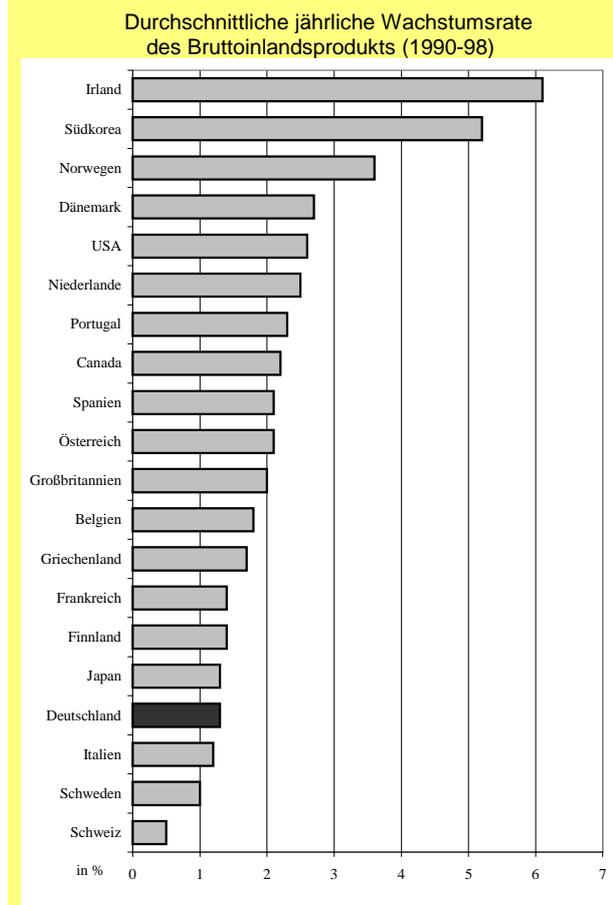
Der weltweite wirtschaftliche Strukturwandel geht einher mit einer fortschreitenden „Wissensintensivierung“ von Wirtschaft und Gesellschaft und einer zunehmenden Bedeutung von „Wissen als Produktionsfaktor“. In der langfristigen Perspektive ist der „wissensbasierte technische Fortschritt“ die wesentliche Triebfeder für Wachstum und Wohlstand. Inwieweit Gesellschaften daran teilhaben, hängt entscheidend von ihrer technologischen Leistungsfähigkeit und damit von der Qualität ihrer Innovationssysteme ab.

Konnte man bis weit in die achtziger Jahre hinein beobachten, dass sowohl Wachstum als auch Produktivitätsentwicklung in den OECD-Ländern konvergieren, so sind die neunziger Jahre eher von einem Auseinanderdriften der ökonomischen Entwicklung der entwickelten Volkswirtschaften geprägt. Die Wachstumsraten der OECD-Länder entwickeln sich zunehmend auseinander und liegen in aller Regel unter denen der beiden Vorgängerdekaden. Während einige Länder, wie Irland, Norwegen, Dänemark und die USA, von der Zunahme der weltwirtschaftlichen Arbeitsteilung profitieren konnten, verloren andere Volkswirtschaften deutlich an Boden. Dies ist um so erstaunlicher, da von einer immer weiteren Bereiche der nationalen Volkswirtschaften erfassenden Verflechtung der Weltwirtschaft eigentlich immer enger werdende Konvergenzpfade zu erwarten wären. Bezogen auf das gesamtwirtschaftliche Wachstum liegt Deutschland in den neunziger Jahren unter den OECD-Ländern auf einem der letzten Plätze (Abb. 1-1). Lediglich Schweden, die Schweiz und Italien stehen in ihrer Wachstumsbilanz noch schlechter da als die Bundesrepublik

Divergenzen in den Wachstumsraten bei zunehmender Verflechtung lenken den Blick auch auf die jeweiligen nationalen Innovationssysteme und deren institutionelle Rahmenbedingungen, denen eine zentrale Rolle für die mittel- und langfristigen Wachstumschancen zugeschrieben werden muss. Die zunehmende Bedeutung von Wissen und Innovationen für Wachstum und Produktivität machen gerade in den Zeiten der Globalisierung die jeweilige nationale Innovationspolitik wichtiger denn je für die Generierung, die Umsetzung und die Diffusion neuen Wissens.

Von den Investitionen in Wissen, Humankapital und Innovationen profitiert aber nicht nur das investierende sondern auch andere in- und ausländische Unternehmen. Die gesamtwirtschaftlichen Erträge übersteigen damit die einzelwirtschaftlichen. Hierdurch besteht die Gefahr zu geringer Niveaus an solchen Investitionen in die Zukunft. Hier ist die Innovati-

Abb. 1-1: Wachstum der OECD-Länder in den neunziger Jahren



Quelle: OECD (1999a) Berechnungen des ZEW.

onspolitik gefordert, zumindest in der Tendenz eine weitgehende Internalisierung der volkswirtschaftlichen Erträge in die privaten zu erreichen oder durch entsprechendes öffentliches Engagement die Anreize in dieser Richtung zu setzen. Innovationspolitik in diesem Sinne ist nicht auf einzelne Politikbereiche begrenzt, sondern umfasst alle politischen Felder, die Einfluss auf die individuellen Entscheidungen der ökonomischen Akteure für Investitionen in die Zukunft haben.

Die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften lässt sich nicht an einem einzelnen Indikator festmachen, sondern erfordert ein komplexes System von Indikatoren, um die Entwicklung in adäquater Weise abzubilden. Sie ändert sich nicht im Jahresrhythmus, vielmehr werden die Auswirkungen von schleichenden Veränderungen der technologischen Leistungsfähigkeit auf die gesamtwirtschaftlichen Ziele Wachstum, Einkommen und Beschäftigung erst mittel- und langfristig sichtbar. Dementsprechend ist bei der Betrachtung eine langfristige Perspektive geboten. Kontinuität zu in den vorangegangenen Jahren vorgelegten Arbeiten und Daten ist daher eine essentielle Voraussetzung für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit. Die jährlichen Berichte widmen sich einzelnen Aspekten zwar mit unterschiedlicher Intensität, die Analyse setzt aber jeweils auf die Vorjahresberichte auf und gewährleistet so die Kontinuität in der Berichterstattung.

Der diesjährige zusammenfassende Bericht gliedert sich in zehn Kapitel. In **Kapitel 2** werden die innovationspolitischen Implikationen des vorliegenden Befundes zur technologischen Leistungsfähigkeit dargelegt und erläutert. Sie behandeln wichtige Bereiche politischer Einflussmöglichkeiten auf die Fortentwicklung und Verbesserung des deutschen Innovationsystems. Die von den Gutachtern als wichtig angesehenen politischen Handlungsoptionen stehen am Anfang der Berichterstattung, damit sie die Aufmerksamkeit bei der Lektüre der Befunde jeweils auf deren Bedeutsamkeit für politisches Handeln lenken. Es handelt sich hierbei um ausgewählte Empfehlungen, die nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Die Darlegung aller von den Befunden tangierten Politikbereiche würde den Rahmen einer solchen Berichterstattung erheblich sprengen.

Die kurz-, mittel- und langfristige Entwicklung der zentralen Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit werden in **Kapitel 3** dargelegt. Aktuell wird die Entwicklung zentraler Inputfaktoren für Wachstum, mittelfristig die Strukturverschiebungen zu einer Wissensgesellschaft thematisiert. Dies umfasst die Entwicklung der Patent-, FuE-, Innovations- und Investitionstätigkeit, ebenso wie die Beschäftigungsperspektiven in wissensintensiven Wirtschaftszweigen. Diskutiert werden darüber hinaus die mittelfristige Entwicklung hinsichtlich des Qualifikationsbedarfs, die Investitionen in Aus- und Weiterbildung und insbesondere die zunehmende Internationalisierung im Bereich der Forschung und Entwicklung.

Kapitel 4 thematisiert den Aufholprozess in den neuen Ländern und präsentiert Analysen zur dortigen Entwicklung der wissensintensiven Wirtschaft. Festgestellt wird eine langsame Konvergenz der Entwicklung der Innovationsaktivitäten zwischen alten und neuen Ländern. Allerdings besteht nach wie vor noch ein erheblicher struktureller Aufholbedarf der neuen Länder auf ihrem Weg zu modernen Wirtschaftsstrukturen.

Die Internationalisierung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ist heute ein selbstverständlicher Teil der Internationalisierung der Wirtschaft. **Kapitel 5** präsentiert und diskutiert die Rolle Deutschlands als Heimat- und Gastland von FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stehen im Mittelpunkt des **Kapitels 6**. KMU und Neugründungen kommen im Strukturwandel zur wissensbasierten Wirtschaft eine wichtige Rolle zu. Daher werden Stand und jüngste Entwicklung der Innovationsaktivitäten von kleinen und mittleren Unternehmen sowie der Beitrag von Unternehmensgründungen in wissensintensiven Sektoren zum „Strukturwandel von unten“ untersucht. Beleuchtet wird zudem

der Beteiligungskapitalmarkt in der Bundesrepublik Deutschland, der nach einer rasanten Entwicklung in den letzten Jahren, eine merkbliche Bedeutung für die Finanzierung von Unternehmensgründungen und jungen Unternehmen in wichtigen Spitzentechnologiebereichen besitzt.

In der langfristigen Entwicklung rückt die Generierung neuen Wissens durch Wissenschaft und Wirtschaft stärker zusammen. Die Qualität und die Ausrichtung der öffentlichen Forschungslandschaft ist daher von wachsender Bedeutung. In **Kapitel 7** wird die ökonomische Verwertungsrelevanz der Forschungstätigkeit in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen beleuchtet und die Passfähigkeit der Spezialisierung von wissenschaftlicher und technologischer Entwicklung des deutschen Innovationssystems untersucht.

Daran anknüpfend wird in **Kapitel 8** thematisiert, inwieweit sich wissenschaftliche oder technologische Entwicklungen oder Erkenntnisse in wirtschaftlichem Erfolg auf den Weltmärkten niederschlagen. Die aktuellen Daten zur technologischen Spezialisierung und zu komparativen Vorteilen im Außenhandel mit FuE-intensiven Gütern geben über diese Zusammenhänge Auskunft.

Deutschland zeichnet sich durch eine regional breitgefächerte Forschungslandschaft aus. Die Analysen des **Kapitels 9** zu regionalen Innovationspotenzialen in Deutschland und zu prinzipiellen Unterschieden in der regionalen Ausrichtung und Streuung der Innovationsaktivitäten im europäischen Vergleich verdeutlichen, dass diese Aussage sowohl für die industrielle FuE, als auch für die öffentliche Forschung gilt. Dieser breiten Verteilung stehen allerdings großräumige Unterschiede in der Ausstattung mit technologieorientierten Wirtschaftszweigen gegenüber.

Ein wichtiger Bereich zukunftsorientierter technologischer Leistungsfähigkeit liegt in der Fähigkeit die ökologischen Probleme wirtschaftlicher Tätigkeit kompetent zu lösen. Die Anreize und Rahmenbedingungen für Umweltinnovationen werden in **Kapitel 10** behandelt. Auf dem Weltmarkt für Umweltschutzgüter ist Deutschland einer der wesentlichen Anbieter, diese Marktposition wird durch komparative technologische Vorteile unterstützt.

2 Veränderungen wagen: Ansatzpunkte einer Politik zur Weiterentwicklung des deutschen Innovationssystems

Innovations- und Leistungsfähigkeit eines Landes sind immer zukunftsorientiert zu vermitteln und zu bewerten. Gute Leistungen in Vergangenheit und Gegenwart dürfen nicht dazu führen, dass im Bemühen, das Innovationssystem an neue Erfordernisse und Herausforderungen durch die weltweite Dynamik der ökonomischen und technologischen Entwicklung anzupassen, nachgelassen wird. Die deutsche Wirtschaft muss nicht nur im Konzert der anderen technologiestarken Volkswirtschaften mithalten können, sie muss imstande sein, zumindest auf einigen Feldern Vorsprünge herauszuarbeiten und damit partiell die Rolle eines Technologieführers zu übernehmen.

Die traditionelle **Stärke** des deutschen Innovationssystems liegt nach wie vor darin

- grundlegende technologische Neuerungen und sich abzeichnende Entwicklungslinien kompetent aufzugreifen und auf die eigenen Verhältnisse angepasst, schnell in systematische Verbesserungen umzusetzen,
- die so entstehenden Weiterentwicklungen in kurzer Zeit breit diffundieren zu lassen und in einer Vielzahl von Sektoren traditioneller deutscher Stärke zu integrieren und als anspruchsvolle Technologien anzuwenden.

Die hierbei zum Tragen kommenden Elemente des deutschen Innovationssystems wie

- erhebliche fachliche Breite unterschiedlichster Industriezweige,
- im Europavergleich regional einzigartig breit verteilte Forschungskapazitäten,
- ein auf eine breite, qualitativ hochwertige Wissensbasis ausgerichtetes Bildungssystem

prädestinieren die deutschen Unternehmen für eine „**fast-follower**“-Strategie in sich abzeichnenden neuen Marktfeldern. Denn **grundlegende** technologische Neuerungen, und daraus resultierende Vorleistungs- und Kapitalgüter haben zu großen Teilen ihren Ursprung in anderen hochentwickelten Volkswirtschaften. Die Europäische Kommission nennt dies das „Wissenschaftsparadoxon“: Hohe Produktivität auf dem Sektor der Wissenschaft kombiniert mit geringer Produktivität in der Umsetzung in ökonomisch relevanten Output von technologischen Spitzenleistungen.

Innovationssystem und Marktstrategien bedingen und stabilisieren sich gegenseitig

Die Elemente und Merkmale des Innovationssystems sind in ihrer Ausgestaltung aber auch **Ergebnis** der nach dem zweiten Weltkrieg für den Aufholprozess sinnvollerweise eingeschlagenen und bis heute beibehaltenen Strategie, Wettbewerbsvorteile und Marktanteile vornehmlich durch eine technologieintensive systematische Verbesserung entlang **vorgezeichneter** Entwicklungslinien zu erobern. Über den Erfolg erfahren die Strukturen des Systems bis heute immer wieder positive Signale und Bestätigungen, die sie festigen und stärken. Die auf Breite abzielenden Elemente des Innovationssystems und die Stärke gerade in etablierten Technologiefeldern bedingen und stabilisieren sich gegenseitig.

Dieses sich selbst verstärkende System hat **Verfestigungen** erfahren, welche die bewährten Stärken und Vorteile durch immer kürzere Verwertungszeiten des Wissens und abnehmende Lebenszyklen von Technologien und Produkten starken Belastungen aussetzt. Hinzu kommt, dass gerade in einigen Bereichen der Höherwertigen Technologie neue Wettbewerber aus neu industriell entwickelten Ländern – namentlich aus dem ostasiatischen Raum – mit eben solchen fast-follower-Strategien auf den Plan treten. Die Unternehmen dieser Länder können technologisch in diesen Bereichen inzwischen gut mithalten und bringen als Niedriglohnländer auch einen zunehmenden Preiswettbewerb in die internationalen Märkte

traditioneller deutscher Stärke. Einen Preiswettbewerb kann die deutsche Wirtschaft – beheimatet in einem Hochlohnland – nicht erfolgreich führen, sie muss verstärkt auf einen technologischen Wettbewerb setzen. Dieser müsste zunehmend durch einen Vorstoß der Unternehmen in die Felder echter technologischer Neuerungen und neuer Märkte erfolgen. Der leichte Rückgang der Spezialisierungsnachteile der deutsche Industrie im spitzentechnischen Bereich in den letzten Jahren – sowohl die Patent- als auch die Außenhandelspezialisierungen zeigen dies an – kann als erstes Indiz für solche Veränderungsversuche gewertet werden. Er beruht in erheblichem Maße auf veränderten Rahmenbedingungen auf einzelnen Märkten namentlich der Deregulierung im Telekommunikationsbereich und der Novellierungen im Gentechnikgesetz. Die in Deutschland vorhandenen Humanressourcen, die finanziellen Mittel und die zunehmend globale Orientierung deutscher Unternehmen sowohl auf den Märkten als auch bei Forschung und Entwicklung lassen auf Technologieführerschaft bei jungen technologischen Entwicklungslinien zielende Erweiterungen des deutschen Innovationssystems durchaus denkbar erscheinen.

Gegenwärtig ist allerdings nicht erkennbar, dass die deutsche Wirtschaft verstärkte Bemühungen – weder dem Niveau noch der Geschwindigkeit nach - in Angriff nimmt, einen Anpassungsprozess in diese Richtung in Gang zu setzen. Die Gründe hierfür sind auch in den gewachsenen Strukturen des deutschen Innovationssystems zu suchen. Sie wirken der notwendigen Flexibilität für einen solchen Übergang auf hochrisikoreiche neue Märkte entgegen. Hierbei haben insbesondere

- die in vielen Bereichen sehr langfristig orientierte Finanzierung der Unternehmen, insbesondere großer Teile des Fremdkapitals und auch des Eigenkapitals,
- die starke Ausrichtung auf branchen- und berufsbezogenes Wissen und die vornehmlich auf die Vermittlung von Fachwissen ausgerichtete Ausbildung,
- die eher korporatistische Struktur der Wirtschaft und des gesamten Innovationssystems und nicht zuletzt auch
- die teilweise sehr stark auf Strukturkonservierung und Bestandsschutz ausgerichtete Wirtschaftspolitik

einen eher dämpfenden Einfluss auf die Offenheit des Systems für notwendige Veränderungen und Neuerungen. Das deutsche Innovationssystem sollte zukünftig den Unternehmen neben den bisher herrschenden hervorragenden Bedingungen für eine anspruchsvolle Technologieadaptation auch zunehmend herausragende Bedingungen für echte Technologie-neuentwicklungen bieten.

Herausforderungen für die Politik

Nun kann eine Veränderung der Orientierung eines solch komplexen, interdependenten und historisch gewachsenen Gebildes wie eines nationalen Innovationssystems nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt politisch administriert werden. Hierbei handelt es sich um einen sich langsam entwickelnden Prozess. Gleichwohl unterliegen wichtige Bereiche und Felder, die auf einen solchen Prozess wirken – die geradezu die **Vorraussetzungen für den Erfolg** schaffen müssen – dem Einfluss der Politik. Hier sind vornehmlich zu nennen:

1. Der Bereich Bildung und Ausbildung.
2. Die Bedingungen und Anreize für unternehmerische Forschung und Entwicklung.
3. Der Bereich der gesamten öffentlichen Forschung und Entwicklung.
4. Die Rahmenbedingungen für die Dynamik im Unternehmensbereich und den Strukturwandel.

Die richtigen Weichenstellungen in diesen Feldern staatlichen Einflusses sind heute **dringend erforderlich**, wenn in längerer Frist notwendige Akzentverschiebungen und Veränderungen im deutschen Innovationssystem erzielt werden sollen. Die politischen Signale müssen so gesetzt werden, dass sie deutliche Impulse für diese Veränderungen geben **ohne** die Verbesserung der traditionellen Stärken und Vorteile zu vernachlässigen.

2.1 Bildung und Ausbildung

Die **heutigen** Investitionen in Humankapital sowie die Entscheidungen über die „Produktionsstrukturen“ und die Inhalte der Wissensbildung, entscheiden über die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands, die Wettbewerbsfähigkeit seiner Unternehmen und damit letztlich über die Einkommens- und Beschäftigungsmöglichkeiten in Deutschland **morgen**.

Obwohl in den Haushaltsansätzen neuerdings der Wille zur Ausweitung der **Investitionen** der öffentlichen Hände in den Bildungsbereich zu erkennen ist, muss der Anteil des BIP und auch der Anteil der öffentlichen Haushalte, der in das zukünftige Wissen investiert wird, unter den Bedingungen zunehmender Wissensbedeutung noch als **zu gering** angesehen werden. In diesem Bereich sind mutigere Schwerpunktsetzungen wünschenswert. Aber nicht nur in der finanziellen Ausstattung des Bildungsbereichs, sondern mindestens genauso wichtig in seiner zeitgemäßen und flexiblen Struktur, ist eine wesentliche Voraussetzung für mittel- und langfristige Wettbewerbsfähigkeit in einer wissensintensiven und sich schnell verändernden Welt zu sehen.

Hochschulstrukturreform zügig vorantreiben

Die stetig zunehmende Nachfrage nach Arbeitskräften mit akademischer Ausbildung, getrieben vom qualifikatorischen Strukturwandel in der Wissensgesellschaft, weisen den **Hochschulen** eine Schlüsselrolle für die volkswirtschaftliche Wissensbasis zu. Es ist erforderlich eine **tiefgreifende Strukturreform** des Hochschulsystems voranzutreiben und so in wichtigen Bereichen notwendige Verbesserungen zu erzielen.

Hierbei ist eine Stärkung des **Wettbewerbs zwischen den Hochschulen** anzustreben, die sich in ihrem Bemühen um gute und verwertbare Ausbildung unter effizienten Bedingungen ständig überprüfbar aneinander messen lassen sollten. Für einen solchen Wettbewerb ist ein anreizkompatibles Hochschulfinanzierungssystem eine notwendige Voraussetzung (z.B. durch Globalhaushalte, Kopplung des Budgets an die Erfüllung von Leistungsstandards, Möglichkeit zur Bildung von Rücklagen). **Anreize** für Studierende sollten zu zielgerichtetem effizientem Studium und einer Verkürzung der Studienzeiten anregen, um eine merkliche Erhöhung der Praxisrelevanz und der Qualität des Studiums und die notwendige Senkung des im internationalen Vergleich sehr hohen Berufseintrittsalters von Akademikern in Deutschland zu bewirken.

Die Ansätze zu einer weitergehenden **Anpassung an internationale Standards** sollten zügig weiterverfolgt und ausgebaut werden (beispielsweise durch international übliche Abschlüsse oder Karrierepfade im Hochschulbereich). Hierin liegt eine wesentliche Voraussetzung für Wettbewerb des Humankapitals unter den Bedingungen zunehmender Internationalisierung der Wirtschaft. Die nach der Novellierung des Hochschulrahmengesetzes von Bund und Ländern eingeleiteten Reformen weisen in die richtige Richtung, greifen bisher aber noch deutlich zu kurz.

Weiterhin muss den immer wichtigeren Spezialisierungen und interdisziplinären Anforderungen besser Rechnung getragen werden. Unter diesen Gesichtspunkten müssen vorhandene Studiengänge überprüft und neue Studiengänge entwickelt werden. Ein Weg, die neuen Anforderungen in der Struktur des Studiums zu verankern, kann in einem sehr kurzen,

breit angelegten **Basisstudium**, ergänzt durch verschiedene **Spezialisierungsmodule**, die in unterschiedlicher Zahl und Zusammensetzung – auch disziplinübergreifend – kombiniert werden können, gesehen werden. Hier sollte auch die Möglichkeit extremer Spezialisierung zugelassen werden, um echten **Leistungseliten** weitgehende Entwicklungsmöglichkeiten zu bieten.

Ein hoher Wissensstand zahlt sich nicht nur volkswirtschaftlich aus, sondern schlägt sich auch individuell als sogenannte „Bildungsrendite“ in Form höherer Einkommen nieder. Eine stärkere **private Beteiligung** an den privat rentablen Investitionen in Wissen sollte in Erwägung gezogen werden. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass nicht eventuelle Liquiditätsrestriktionen bei der Bildungsfinanzierung wünschenswerte Qualifizierungen verhindern.

Berufliche Bildung flexibler gestalten

Ein Herzstück des deutschen Bildungssystems ist der Bereich der **beruflichen Ausbildung**. Die breite und solide Facharbeiterausbildung begründet nicht unwesentlich die Erfolge der deutschen Wirtschaft bis in die heutige Zeit. Die tendenziell rückläufige Ausbildungsbereitschaft der Wirtschaft deutet aber darauf hin, dass die Investitionen in die berufliche Ausbildung sich für die Firmen nicht mehr in früherem Maße lohnen, die Verwertbarkeit der durch Ausbildung erworbenen Qualifikationen somit auch für die Ausgebildeten in Frage gestellt wird. Das verdeutlicht die Notwendigkeit, die berufliche Bildung an neue Erfordernisse und Veränderungen anzupassen.

Insbesondere eine **zunehmende Flexibilität**, sowohl in zeitlicher als auch in struktureller Hinsicht, ist geboten, um auch die durch eine Berufsausbildung zu erlangenden Optionen auszuweiten. Es ist durchaus die Frage, ob tatsächlich alle Berufe, mit ihren sehr heterogenen und unterschiedlich komplexen Anforderungen, eine Ausbildungszeit in gleicher Länge erfordern. Das Herausbilden berufsdifferenzierender unterschiedlicher Strukturen ist sehr gut vorstellbar und kann zu grundsätzlich erheblich **verkürzten Ausbildungszeiten** führen. Die Möglichkeit modular kombinierbarer Elemente in der Berufsausbildung kann zu besser an die individuellen Fähigkeiten angepassten Qualifikationen verhelfen und hätte eine deutliche **Flexibilisierung verfestigter Berufsbilder** und deren Weiterentwicklung zur Folge. Dies entschärft auch das immer wieder zu beobachtende Problem, dass standardisierte Ausbildungsberufe nicht schnell genug an die aktuellen Erfordernisse angepasst werden. Die Arbeitsgemeinschaft Aus- und Weiterbildung im Rahmen des Bündnisses für Arbeit bietet der Politik ein Forum, um aktiv auf diesbezügliche Reformen hinzuwirken.

Eine zunehmend wichtiger werdende Aufgabe erwächst der **berufsschulischen Bildung**. Neben der deutlichen Betonung des nichtspezifischen Wissens sollte hier schwerpunktmäßig die Fähigkeit zur **ständigen Weiterqualifikation** vermittelt werden – es muss das „Lernen gelernt“ und auch gelehrt werden. Die Fähigkeit zur lebenslangen Erneuerung und Auffrischung des eigenen Wissens ist in einer wissensbasierten Gesellschaft essentiell und muss schon in der Erstausbildung ihren entsprechenden Platz finden.

Deutliche Anreize für Weiterbildung setzen

Diese Notwendigkeit weist auch im fortschreitenden Berufsleben der **Weiterbildung** einen hohen Stellenwert zu. Dieses wird immer dringlicher, da die immer kürzer werdenden Verwendungszeiten einmal erlernten Wissens eine ständige Erneuerung und Weiterentwicklung der Qualifikationen verlangen. Durch Investition in Weiterbildung verschaffen sich zum einen die Arbeitnehmer individuelle Vorteile im Wettbewerb um Aufstiegsmöglichkeiten und Einkommen, zum anderen verbessern die Unternehmen durch eine Erhöhung des Wissensstandes in der Firma und die sich dadurch erweiternden Anwendungsmöglichkeiten ihre

Wettbewerbspositionen auf ihren Märkten. Die kontinuierliche Weiterbildung hat einen noch zu geringen Stellenwert.

Damit für beide Seiten – Unternehmen wie Arbeitskräfte – ein **hinreichender Anreiz** für eine Ausweitung der Weiterbildungsaktivitäten besteht, müssen die „Renditen“ der Weiterbildung tatsächlich für beide spürbar sein. Die Arbeitnehmer sollten nicht durch eine zu starke vertragliche Bindung an das Unternehmen der Möglichkeit beraubt werden, die zusätzliche Qualifikation auch für zusätzliches Einkommen zu verwenden (und sei es durch einen Wechsel des Arbeitgebers). Auf der anderen Seite muss sich die Qualifizierung der Arbeitskräfte für das darin investierende Unternehmen auch lohnen, der zusätzliche Ertrag aus dieser Qualifikation sich auch in der Verbesserung der Unternehmensposition auszahlen. Gegenwärtig existieren verschiedene Formen von Verträgen, die eine Rückzahlung investierter Weiterbildungskosten an das Unternehmen beinhalten, wenn die weiterqualifizierten Arbeitnehmer innerhalb einer bestimmten Frist das Unternehmen verlassen. Solche Möglichkeiten stellen einen wichtigen Anreiz für Firmen dar in Weiterbildung zu investieren. Von ihnen wird allerdings noch sehr verhalten Gebrauch gemacht, hier ist eine deutliche Verbesserung dieser Möglichkeiten wünschenswert. Sie gewinnen auch deshalb erheblich an Bedeutung, weil sich in einigen Gebieten ein spürbarer Mangel an Spezialisten und Fachkräften abzeichnet.

Weiterhin ist vorstellbar, dass neben Sachinvestitionen auch **Weiterbildungsinvestitionen** (oder Erstausbildungsinvestitionen) mit einer bestimmten Zielrichtung oder unter bestimmten Bedingungen **gefördert** werden, da gerade heutige individuell zu entscheidende Investitionen in Humankapital die zukünftigen volkswirtschaftlichen Wachstumschancen erheblich beeinflussen. In diesem Kontext ist die jüngst geschaffene Möglichkeit, bei der Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur auch Neuinvestitionen in Humankapital durch Lohnkostenzuschüsse zu fördern, ein Schritt in die richtige Richtung.

Wünschenswert ist eine **Integration der Hochschulen** in das System der Weiterbildung. Eine derartige Einbindung stellt auch einen wesentlichen Beitrag zum Wissens- und Technologietransfer „über die Köpfe“ des direkt erreichten Unternehmenspersonals dar. Hier sind insbesondere die Bereiche der Natur- und Ingenieurwissenschaften angesprochen, denn dort sind die Möglichkeiten kommerziell betriebener Weiterbildung begrenzt. Damit eine solche Integration tatsächlich erfolgreich gelingen kann, müssen allerdings die Anreize für Hochschulangehörige derart ausgestaltet sein, dass sie solche Aufgaben auch wahrnehmen. In der eingeleiteten Reform des Dienstrechts sollte auch dieser Gesichtspunkt Beachtung finden. Gleichzeitig gilt es, das Subsidiaritätsprinzip zu beachten, damit private Anbieter von Weiterbildung nicht durch das Angebot der Hochschulen diskriminiert werden.

Mit besonderen und sich in der Tendenz eher noch zuspitzenden Arbeitsmarktproblemen sind niedrig Qualifizierte und Personen ohne Berufsausbildung konfrontiert. In diesem Segment der Qualifikationspalette ist eine besondere Notwendigkeit zur (Weiter-) Qualifikation vorhanden. Die Aus- und Weiterbildung von niedrig Qualifizierten ist eine **wichtige staatlich Aufgabe**, die verstärkt in Angriff genommen werden sollte.

2.2 Unternehmerische Forschung und Entwicklung

Eine bedeutende Voraussetzung für die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft ist ein ausreichendes Volumen an **FuE in den privaten Unternehmen**. Die Anstrengungen der deutschen Wirtschaft für FuE können im internationalen Vergleich noch immer **nicht als befriedigend** bezeichnet werden, obwohl hier in jüngerer Zeit Verbesserungen festzustellen sind. Der Umfang, in dem Unternehmen Aufwendungen für FuE tätigen, die Erwartungen der einzelnen Firmen hinsichtlich der Erträge ihrer Forschungsanstrengungen, oder auch die Notwendigkeiten, die Unternehmen für FuE sehen, um überhaupt am Markt überleben zu

können, werden ganz wesentlich von den Anreizen und den Rahmenbedingungen beeinflusst unter denen private FuE im Rahmen eines Innovationssystems stattfindet. Diese unterliegen ganz wesentlich dem Einfluss der Politik.

Unternehmenssteuerreform stimuliert private FuE

In diesem Kontext ist zu berücksichtigen, dass in Deutschland die Unternehmensgewinne im internationalen Vergleich bislang extrem hoch besteuert werden. Bezüglich der Höhe der steuerlichen Belastung von FuE-Ausgaben nimmt Deutschland nach einer Statistik der OECD den vorletzten Platz in der Rangliste der OECD-Länder ein. Die von der Bundesregierung im Dezember vorgestellten Pläne für die **Reform der Unternehmensbesteuerung** können als ein **entscheidender Schritt** in die richtige Richtung gewertet werden. Die Verbesserung der Innenfinanzierungsmöglichkeiten der Unternehmen wird – so ist zu hoffen – insbesondere auch den Aufwendungen für FuE zugute kommen, da FuE-Aufwendungen in aller Regel auf diesem Wege finanziert werden. Gerade für die **kleinen und mittleren Unternehmen** wird mit der Senkung der Steuersätze eine wesentliche Verbesserung ihrer Finanzierungsmöglichkeiten für Innovationen in die Wege geleitet, da sie wegen der personalintensiveren Struktur ihrer FuE-Aktivitäten weniger von den Gegenfinanzierungsmaßnahmen durch die Senkung der Abschreibungssätze betroffen sind.

Konsequente Wettbewerbspolitik fördert Innovationen

Die Anreize für FuE-Aktivitäten und Innovationen werden ganz entscheidend davon geprägt, wie offen, wie kompetitiv, wie wenig reguliert die Wirtschaft ist. Liberalisierung, Deregulierung (oder Re-Regulierung) stimulieren nicht nur den Preiswettbewerb auf den Märkten sondern in hohem Maße auch den Innovationswettbewerb, **Wettbewerbspolitik ist Innovationspolitik**.

Der Bereich der Telekommunikation ist ein Beispiel dafür, zu welcher Innovationsdynamik und in Folge zu welchen internationalen Wettbewerbsvorteilen Länder aus einer frühen Liberalisierung kommen können. Die nordischen Länder (Schweden, Finnland, Dänemark) haben als erste Wettbewerb in diesem Bereich eingeführt. Durch die so ermöglichte frühe breite Nutzung wurden die lokalen Unternehmen angeregt, in FuE für Mobilfunktechnik und in den Kompetenzaufbau für große Mobilfunknetze zu investieren. So wurden völlig neue Marktsegmente und Nutzerkreise entdeckt – zu einer Zeit, als in den anderen Ländern noch sehr geringe Marktgrößen prognostiziert wurden. Noch in den 80er Jahren gingen fast alle Experten davon aus, dass nicht hinreichend viele Frequenzen zur Verfügung stünden, um Mobilfunk für alle zu ermöglichen. Die sich durch den Wettbewerb entwickelnde Marktdynamik hatte aber eine unvorhersehbare nachfrageinduzierte Innovationsdynamik entfaltet, die neue technische Realisationen zur Folge hatte und die langfristigen Marktperspektiven radikal änderte. Während heute die anderen Länder nachziehen, sind in den nordischen Ländern bereits neue Datenkommunikationsdienstleistungen im Aufbau begriffen – es wird gar eine Ablösung der Festnetztelefonie durch den Mobilfunk für möglich gehalten.

Dieses Beispiel verdeutlicht eindrucksvoll, dass Innovationspolitik immer nur unterstützend wirken, nie aber Technologien am Markt durchsetzen kann. Die Vorteile einer technischen Überlegenheit können sich nur dann international in Exporterfolge ummünzen, wenn ein deregulierter und freier Markt die Nutzungspotenziale entdecken und auswählen kann. Ein solcher Markt ist auch ein präferierter Markt für internationale FuE. Unter diesem Gesichtspunkt ist es außerordentlich zu begrüßen, dass Deutschland hinsichtlich der **Liberalisierung des Energiemarktes** international eine Vorreiterrolle einnimmt. Dieser Schritt lässt gewaltigen Innovationsschub für die Bereiche Energiedienstleistungen, Durchleitungstechnologien, Netzbetriebung und effiziente Erzeugung erhoffen.

Umweltinnovationen brauchen staatliche Impulse

Eine Ausnahme bildet in diesem Zusammenhang allerdings die Innovationstätigkeit in den Bereichen der **Umwelttechnologien**. Wegen der „doppelten“ Wirkung von externen Effekten¹ sind die privaten Aneignungsbedingungen aus den Ergebnissen solcher Innovationen außerordentlich beschränkt. Die eigentliche Wirkung von Markt und Wettbewerb ist somit zum Teil außer Kraft gesetzt und kann sich nicht voll entfalten. Für Umweltinnovationen haben sich Regulierungen deshalb – im Gegensatz zu anderen Bereichen – als förderlich für das Innovationsverhalten erwiesen. Eine umweltorientierte Innovationspolitik darf diese Zusammenhänge nicht außer Acht lassen und muss durch **glaubwürdige langfristige Umweltzielvorgaben**, durch eine Instrumentenwahl, die Innovationen in diesen Bereichen auch privat rentabel macht und durch entsprechende Regulierung Innovationsimpulse setzen und die Bedingungen für potenzielle Umweltinnovatoren berechenbar gestalten. Hierbei ist allerdings darauf zu achten, dass die aus Umweltinnovationsgesichtspunkten gewählten Regulierungen und gesetzlichen Vorgaben nicht durch zu starke innovationsfeindliche Effekte auf andere Bereiche in ihrer Innovationswirkung überkompensiert werden.

Bei der Förderung privater FuE die Marktsignale beachten

Neben der entscheidenden wettbewerblichen Komponente ist eine **Förderung privater FuE** von Seiten des Staates durchaus wünschenswert, da durch die spillover-Effekte von Innovationen externe Effekte ins Spiel kommen, die bei allein marktmäßiger Lösung unter Umständen zu einer „Unterversorgung“ mit privater FuE führen. Die Stimulierung privater FuE in Form der **indirekten Förderung** hat den Vorteil, dass die Richtungen und Ziele der Technologieentwicklung enger an die Marktsignale angekoppelt sind. Andererseits ist es gerade dadurch schwer, reine „Mitnahmeeffekte“ von einer erfolgreichen Stimulierung von FuE-Aktivitäten zu trennen.

Deutschland ist gegenwärtig eines der wenigen großen OECD-Länder ohne steuerliche Präferenz für FuE-Aufwendungen (z.B. in Form eines tax-credits). Besondere Präferenzen für kleine und mittlere Unternehmen wie in Frankreich oder die jüngst eingeführte Regelung in Großbritannien könnten hier über die mit der Steuerreform verbundenen stimulierenden Effekte hinaus zusätzlich zu einer Stärkung der Wettbewerbskraft beitragen. Es sollte daher intensiv diskutiert werden, ob auch nach Realisierung der geplanten Unternehmenssteuerreform ein weiterer **Nachholbedarf** besteht, dessen Kompensation dazu geeignet ist, Deutschland in der OECD-Rangliste **zur steuerlichen Belastung von FuE** – zusätzlich zu der mit der Unternehmenssteuerreform ohnehin verbesserten Ranglistenposition weiter nach oben rücken zu lassen.

Die indirekte Forschungsförderung beschränkt sich nicht nur auf die steuerliche FuE-Förderung. Allerdings muss konstatiert werden, dass die indirekte Forschungsförderung, die primär auf die Förderung von kleinen und mittleren Unternehmen abzielt, mittelfristig – und bis heute – zu sehr an Gewicht verloren hat. Die wünschenswerte Stimulierung von KMU zur Teilnahme an den jüngst ausgeweiteten Programmen der direkten Forschungsförderung kann jedoch diesen Bedeutungsrückgang nicht kompensieren. Dies gilt insbesondere für diejenigen KMU, deren Innovationsaktivitäten sich auf Technologie- und Marktnischen orientieren. Gleichwohl sollte die stärkere Öffnung der Programme der direkten Forschungsförderung

¹ Zum einen werden externe Effekte über spill-over-Wirkungen durch das Innovationsprojekt selbst wirksam, zum anderen kommt hinzu, dass Umweltverbesserungen allen zugute kommen und deshalb auch die durch die Innovationen erzielten neuen Produkte oder neuen Verfahren externe Effekte ausstrahlen.

rung für KMU angestrebt werden und auch eine schnelle Diffusion von Projektergebnissen, von denen die KMU profitieren können, aktiv gefördert werden.

Die Formen **direkter Förderung** bieten sich an, um abgegrenzte Technologiefelder gezielt zu entwickeln und zu stimulieren. Ein Bezug zum Marktgeschehen ist jedoch auch bei der direkten Förderung anzustreben, hat doch die OECD jüngst darauf verwiesen, dass die positiven Anreize einer direkten Förderung – auch bei den am Förderprogramm teilnehmenden Unternehmen - verpuffen, wenn die Förderung an den Innovationszielen der Unternehmen und ihren technologischen Entwicklungslinien vorbeigeht. Für Vorhaben der direkten Förderung ist eine Verstärkung der „marktanalogen“ Projektauswahl anzuraten. Die Auswahl in **Form eines Wettbewerbs**, wie sie beispielsweise bei „Bio-Regio“, „Inno-Regio“ oder auch den „Kompetenzzentren Medizintechnik“ vorgenommen wurde, ist ein gut geeignetes innovationspolitisches Instrument für die Projektauswahl bei direkter Förderung.

Als Ergänzung zur stärkeren Integration der KMU in die direkte Projektförderung bietet sich das Instrument der **indirekt-spezifischen Förderung** an, von dem aber seit Mitte der neunziger Jahre zunehmend weniger Gebrauch gemacht wird. Nach Auslaufen der Programme wie beispielsweise zur Fertigungstechnik und zur Photovoltaik kommt diesem stärker umsetzungs- und KMU-orientierten Instrument nur noch eine geringe Bedeutung zu. Gerade vor dem Hintergrund der Zielsetzung, die Innovationsbasis von KMU zu stärken, wäre es angebracht, im Einzelfall zu prüfen, ob nicht Maßnahmen der indirekt-spezifischen Förderung einzelne Maßnahmen der direkten Forschungsförderung sinnvoll ergänzen könnten.

Personalaustausch zwischen Wirtschaft und Wissenschaft fördern

Eine weitere entscheidende Komponente für die technologische Leistungsfähigkeit liegt in der **Absorptionsfähigkeit der Unternehmen**. Technisches Wissen aus Forschungseinrichtungen aufnehmen, von Partnern aus der Wirtschaft im Rahmen von Kooperationen erwerben und dann im eigenen Unternehmen in Lösungen umsetzen sind sehr wichtige Fähigkeiten für die unternehmerische Innovationsfähigkeit. Dieser Austausch findet häufig über die Köpfe statt. Eine Politik der Stärkung und Verbesserung der Absorptionsfähigkeit sollte bei einer Verbesserung der Durchlässigkeit von qualifizierten Köpfen zwischen öffentlichem Wissenschaftsbereich und Unternehmensbereich ansetzen. Eine erheblich größere Mobilität in beide Richtungen ist hier erstrebenswert. Gerade eine solche Mobilität erfordert ein entsprechend ausgestattetes reformiertes Dienstrecht im Wissenschaftsbereich.

Personalaustausch ist angesichts der zu befürchtenden Akademikerknappheit in den ingenieur- und einigen naturwissenschaftlichen Disziplinen in den kommenden Jahren auch deshalb vermehrt zu fördern, da die Gefahr absehbar ist, dass weder Hochschulen ausreichenden wissenschaftlichen Nachwuchs rekrutieren können, noch die Wirtschaft ihren steigenden Bedarf an mit neuem Wissen ausgestatteten Hochschulabgängern befriedigen kann.

Eine erhöhte Mobilität des Personals wirkt dann der Tendenz entgegen, in Zeiten knapper Arbeitskräfte diese besonders eng an den Betrieb zu binden. Zudem lassen sich durch eine Erhöhung des (temporären) Personalaustausch die Effektivität der Entwicklungsvorhaben steigern und manche negative Konsequenzen der Knappheit von Hochqualifizierten abmildern.

2.3 Öffentliche Forschung und Entwicklung

Neben den Aktivitäten der Wirtschaft im Bereich Forschung und Entwicklung verfügt Deutschland über ein breites Wissenschafts- und Forschungspotenzial im Bereich der Grundlagenforschung und der angewandten Spitzenforschung. Die Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sind regional breit verteilt und haben neben ihrer

bildungs- und forschungspolitischen auch jeweils erhebliche regionalpolitische Bedeutung. Entscheidend für eine vorsichtige Neuorientierung des deutschen Innovationssystems hin zu zumindest partieller Technologieführerschaft durch Entwicklungen in völlig neuen Technologiebereichen wird es auch sein, inwieweit die **Akzentverschiebungen im Bereich der öffentlichen Forschung** gelingen, und inwieweit wissenschaftliche Ergebnisse effizient in den Unternehmensbereich transferiert werden können. Wissenschaft und Forschung rechtfertigen sich nicht allein aus sich selbst heraus und durch ihre eigenständigen Ziele. Sie müssen sich auch an der ökonomischen Umsetzung messen lassen. Im Bereich der Verwertungsrelevanz der Ergebnisse außeruniversitärer Forschung zeigt sich – auch unter Berücksichtigung der jeweiligen spezifischen Aufgabenstellungen – ein deutlicher Unterschied zwischen den verschiedenen Einrichtungen.

Einrichtungen an neue Entwicklungen anpassen

Vor diesem Hintergrund ist die Mission einer jeweiligen Institution stetig neu zu definieren und deren Effektivität weiterzuentwickeln. Regelmäßige Evaluationen sind dabei ein geeignetes Instrument. So hat die jüngst abgeschlossene Evaluation der Fraunhofer-Gesellschaft einige wichtige Hinweise für die **Weiterentwicklung** in der angewandten staatlichen Forschung gegeben. Dabei geht es zum einen um Anpassungen des von den Einrichtungen abgedeckten „Technologieportfolios“ (beispielsweise einer Verstärkung im Bereich der Kommunikationstechnologien oder der Life Sciences), zum anderen aber auch um Veränderungen der Organisationsstrukturen z.B. durch die Verstärkung der Kooperation zwischen den Institutionen der außeruniversitären Forschung, der Kooperation der außeruniversitären Forschung mit den Hochschulen und der Kooperation zwischen der außeruniversitären Forschung und Unternehmen, insbesondere den KMU.

Andererseits gilt aber auch, dass historisch überholte Missionen prinzipiell korrigierbar sein müssen, da ansonsten FuE-Mittel des Staates in zu großem Umfang in kostenintensiven Einrichtungen gebunden sind, ohne zielführende Wirkung zu erzielen. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Aufgabenstellungen der Großforschungseinrichtungen kritisch zu hinterfragen. Die laufende Evaluation der HGF wird sich dieser Aufgabe vorbehaltlos stellen müssen.

Der bereits eingeschlagene Weg, den **Wettbewerb zwischen den Einrichtungen** der öffentlichen Forschungsinfrastruktur zu stärken, ist konsequent weiterzugehen. Dabei sind die unterschiedlichen Finanzierungsmodelle der einzelnen Einrichtung zu beachten.

Ähnlich wie im Bereich der Hochschulen besteht auch ein hoher Reformbedarf in den Institutionen der öffentlichen FuE-Infrastruktur, der sich allerdings je nach Einrichtungstyp unterschiedlich darstellt. Übergreifend ist jedoch allen Institutionen gemein, dass das **bisherige Dienstrecht für wissenschaftliche Institutionen immer weniger angemessen** erscheint. Entsprechend zu begrüßen ist daher die in Angriff genommene Reform des Dienstrechts. Eine Expertenkommission wird dazu in Kürze entsprechende Vorschläge unterbreiten. Die Vorschläge sind dabei insbesondere auf ihre Anreizkompatibilität zu prüfen. Denn auch für den einzelnen Wissenschaftler müssen sich seine Leistungen im Bereich der Forschung, Entwicklung und des Technologie- und Wissenstransfers „lohnen“. Gerade die oben eingeforderte Erhöhung der Mobilität von Hochqualifizierten zwischen dem öffentlichen und dem privaten (FuE-)System kann entscheidende Impulse aus einer Reform des Dienstrechts erhalten.

Regionale Verteilung der Innovationspotenziale nicht weiter ausbauen

Ausgehend von den jetzigen Gegebenheiten erscheint eine weitere regionale Verteilung von Forschungskompetenz und Wissenszentren nicht wünschenswert. Bei der regionalen

Lozierung von Forschungseinrichtungen sollten **primär innovationspolitische Ziele** und nur untergeordnet regionalpolitische Ziele den Ausschlag geben. In diesem Zusammenhang sollte insbesondere der temporäre Charakter der staatlichen Unterstützung von (regionalen) Kompetenzzentren in Erinnerung gerufen werden. Sich verändernde Aufgabenstellungen oder neue forschungspolitische Herausforderungen können dazu führen, dass auch einzelne Forschungseinrichtungen in Frage gestellt werden müssen.

Kooperationen zwischen öffentlicher und privater Forschung fördern

Dem **Wissens- und Technologietransfer** von öffentlichen Forschungseinrichtungen zu den Unternehmen kommt bei der Neuorientierung des Innovationssystems eine zentrale Bedeutung zu. Die Forschungsleistungen der Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen haben für die Innovationsfähigkeit an Bedeutung gewonnen, da im Unternehmenssektor das Gewicht stärker auf den anwendungs- und umsetzungsrelevanten FuE-Arbeiten liegt und sich in einigen Bereichen wissenschaftliche Grundlagenforschung und technologische Umsetzung in neue Produkte und Verfahren angenähert haben. Die Verbesserung der Kooperation von Wirtschaft und Wissenschaft wird nicht zuletzt auch durch die Verkürzung der Innovationszyklen wichtiger.

Die Zugangsmöglichkeiten in Deutschland zu technischem Wissen für technologieorientierte Unternehmen sind in weiten Bereichen als gut zu bezeichnen – sie sind aber noch erheblich ausbaufähig. Dies gilt auch angesichts eines **dicht geknüpften Netzes von Technologietransfer- und Innovationsberatungsstellen**, das sich maßgeblich aus öffentlichen Mitteln finanziert. Trotzdem fällt vielen Unternehmen der Zugang zum Wissen der öffentlichen FuE-Einrichtungen schwer. Das existierende System ist daher zu hinterfragen, auf seine Effektivität hin zu überprüfen und gegebenenfalls konzeptionell neu auszurichten. Denn dieses traditionelle Modell des Wissenstransfers beruht auf der Annahme eines einseitigen Transfers von Spin-off-Erfindungen, d.h. der nachträglichen Verwertung von wissenschaftlichen Ergebnissen, die ursprünglich aufgrund anderer Motive erzielt wurden. Dieses Modell beschreibt aber die vielfältigen, wechselseitigen Wissensströme im Zusammenspiel von Wirtschaft und Wissenschaft nur sehr unzureichend.

Es ist angeraten den Wissens- und Technologietransfer erheblich stärker auf **direkte, wechselseitige Kooperationen** zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen auszurichten. Denn vielfach wird auf das noch vorhandene Potenzial an Unternehmen verwiesen, die am Aufbau von Kooperationen mit der Wissenschaft interessiert sind. Zudem existiert in vielen Fällen auch auf Seiten der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen ein ungenutztes Potenzial von Forschungsergebnissen, das prinzipiell zur Verwertung geeignet ist, aber nicht umgesetzt wird. Besonders erfolgversprechend erscheint der direkte Transfer zwischen Wissenschaftlern aus den öffentlichen FuE-Institutionen und Unternehmen, dem gegenüber einer intermediären Lösung (beispielsweise über Transferstellen) der Vorzug zu geben ist.

Die Stimulierung des Wissens- und Technologietransfers geht daher weiter als der Aufbau und Unterhalt eines Netzes an Technologietransfereinrichtungen. Der direkte Transfer von Forschungsergebnissen sollte auch für öffentlich beschäftigte Wissenschaftler oder Forscher zu den originären Aufgaben gehören. Den zentralen Ansatzpunkt für die Innovationspolitik bilden dabei die **Anreize für wissenschaftliche Einrichtungen und ihre Beschäftigten** zur Integration der ökonomischen Verwertung von Erfindungen und Know-how in ihr Zielsystem. Die Innovationspolitik sollte bei der Stärkung der Anreize eine Schrittmacherfunktion einnehmen. Restringierende Regeln des Dienstrechts (z.B. Besserstellungsverbot) wirken aus innovationspolitischer Sicht deutlich kontraproduktiv. Weitere Ansatzpunkte reichen dabei von der Reform des Arbeitnehmererfinderrechts, des Hochschullehrerprivi-

legs bei der Verwertung von Dienstleistungen, der Einführung einer Neuheitsschonfrist bei Anmeldungen am europäischen Patentamt bis hin zu einer stärkeren Beteiligung der Wissenschaftler und ihrer Arbeitgeber an den Verwertungserlösen.

Neben diesen strukturellen Reformen stehen der Innovationspolitik eine Reihe weiterer Instrumente im Rahmen der direkten Projektförderung zur Verfügung. Gerade die für unerfahrene KMU schwer zu überschauende Vielfalt an Fördermöglichkeiten erschwert die Akzeptanz der existierenden Programme. Die weitere Bündelung der Fördermöglichkeiten beispielsweise im Rahmen von **Leitprojekten** ist ein möglicher Ansatzpunkt zur Verbesserung der Integration von KMU in dieses System – auch gerade mit der Blickrichtung auf eine Verstärkung des Wissens- und Technologietransfer. Häufig jedoch übersteigt die Teilnahme an anspruchsvollen Leitprojekten die Möglichkeiten kleiner und mittlerer Unternehmen. Daher ist darauf zu achten, dass die Projektergebnisse möglichst frühzeitig – d.h. auch Zwischenergebnisse – der einschlägigen Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Besser auf die Förderung der Kooperation von KMU und der Wissenschaft zugeschnitten ist das Instrument der Verbundprojekte. Die stärkere Betonung einer **klaren und raschen Verwertungsstrategie** bei der Prüfung und Auswahl von Projektanträgen erhöht die Anreize zur Kooperation sowohl für die Wissenschaft als auch für die KMU. Auch die Gewährung exklusiver Verwertungsrechte an den Ergebnisse der kooperativen Forschung durch die beteiligten Unternehmen, erhöht die Anreize von KMU zur Zusammenarbeit mit der Wissenschaft. Der dabei auftretende Zielkonflikt zwischen exklusiver privatwirtschaftlicher Verwertung und öffentlicher Projektfinanzierung macht es allerdings erforderlich, dass die Ausschussmöglichkeit gegenüber Dritten nur temporär möglich ist und gleichzeitig an die rasche Verwertung der Forschungsergebnisse geknüpft ist.

Ergebnisse der Grundlagenforschung durchlaufen bis zur Verwertung häufig einen wissenschaftlichen Transformationsprozess, bevor sie einer ökonomischen Verwertung zugeführt werden können. Dabei kann die Ausnutzung der relativen Stärken unterschiedlicher Forschungsinstitutionen den Transfer beschleunigen oder auch erst ermöglichen. Aus dieser Perspektive ist auch die Förderung innerwissenschaftlicher Kooperationen ein erster Schritt zur Verwertung. Die Bereitstellung von Sondermitteln für Kooperationsprojekte an die HGF ist prinzipiell ein Schritt in die richtige Richtung, zielt jedoch durch die Beschränkung auf kooperative Projekte mit anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen und Hochschulen erheblich zu kurz. Es ist wünschenswert, die **Förderung kooperativer Forschung sehr gezielt auch auf Kooperationen mit privaten Unternehmen auszudehnen**.

Im Rahmen der Strategie der Förderung des direkten Transfers sind die Förderung der Mobilität von Forschern aus öffentlichen und privaten FuE-Einrichtungen und Unternehmen und die (Aus-)Gründung von Unternehmen wirkungsvolle Mechanismen neue verwertungsrelevante Forschungsergebnisse zu stimulieren und der ökonomischen Verwertung zuzuführen. Mobilitätshemmende Elemente in den Entgeltsystemen, den Alterssicherungssystemen oder den Karrieremöglichkeiten sind daher auch aus der Perspektive des Wissens- und Technologietransfers auf den Prüfstand zu stellen.

2.4 Dynamik im Unternehmensbereich

Die Dynamik im Unternehmenssektor, verursacht durch den Markteintritt neuer Firmen und den Marktaustritt gescheiterter Unternehmen, hat erhebliche Wirkungen für die Erneuerungsfähigkeit einer Wirtschaft und die Geschwindigkeit, mit der sie den Strukturwandel durchläuft und sich im internationalen Wettbewerb Vorteile verschafft. **Neue Unternehmen** – insbesondere Firmen aus den wissens- oder technologieintensiven Bereichen – sind **häufig Vorreiter** im Einsatz neuer Technologien. Durch sie werden die Marktchancen von neuen

Entwicklungen getestet, die Anpassungen an die Nachfragewünsche vollzogen und neue Dienstleistungen versucht. Im Erfolgsfall führen schnelle Wachstumsprozesse die Firmen zu beträchtlicher Größe, im Fall negativer Marktsignale verschwinden die Firmen schnell wieder von der Bildfläche. In dieser oft kreativen Dynamik liegen große Chancen für die Innovationsfähigkeit einer Wirtschaft. Es ist eine wichtige Aufgabe der innovationsorientierten Wirtschaftspolitik Selbständigkeit und Gründungen zu unterstützen.

Ausbildung zur Selbständigkeit

Die **Selbständigkeit als ebenso selbstverständliche Form der Erwerbstätigkeit** wie die abhängige Beschäftigung sollte auf allen Ebenen von Bildung und Ausbildung fest verankert sein. Besonders an den Hochschulen sollte sowohl in den technisch-naturwissenschaftlichen als auch in den wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen die Vorbereitung auf eine mögliche Selbständigkeit fest in den Curricula verankert werden. Gründung und Selbständigkeit müssen gängige Themen an Universitäten und Fachhochschulen werden. Auf dem Weg dahin sind durch den „Exist“-Wettbewerb erste wichtige Schritte vollzogen worden, die Selbständigkeitsoption attraktiver zu machen. Eine hohe Wettbewerbsintensität und geringe formale Zugangsschranken (etwa in Form überholter „ständischer“ Ordnungen) sind wichtige Voraussetzungen für eine hohe Gründungsdynamik.

Risikoreiche Tätigkeiten belohnen

Ein wesentlicher knapper Faktor für neue Unternehmen ist die **zu geringe Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal** und Humankapital, insbesondere für kleine Firmen mit einem hohen Risiko des Scheiterns. Die in Deutschland auch strukturell gefestigte Fixierung auf lange Beschäftigungsperioden in großen Unternehmen wirkt sich hier einschränkend aus. Hier sollten die Wettbewerbsbedingungen kleiner Firmen, insbesondere aber von Unternehmensgründungen, auf dem Arbeitsmarkt deutlich verbessert werden. Kurzfristig kann dies über die weitere Ermöglichung von anreiz- oder erfolgsbasierten Entlohnungsmodellen (wie z.B. Stock-options) erfolgen. Damit diese Modelle tatsächlich die Möglichkeiten für junge Unternehmen auf den Hochqualifiziertensegmenten des Arbeitsmarktes merklich verbessern helfen, bedürfen sie einer Flankierung von steuerrechtlicher Seite.

Beteiligungen weiter attraktiv machen

Die sprunghafte Entwicklung des **Wagniskapitalmarktes** in den letzten beiden Jahren hat dazu geführt, dass die Finanzierungsmöglichkeiten für technologieintensive Unternehmensgründungen in der Spitzentechnologie sich merklich verbessert haben. Auch Förderprogramme des Bundes waren maßgeblich an dieser Entwicklung beteiligt. Die jüngste Entwicklung hat einen Spielraum eröffnet, die Konditionen der entsprechenden Förderprogramme zu überprüfen. Änderungen sollten allerdings mit Augenmaß durchgeführt werden, da nicht absehbar ist, ob der momentane Expansionspfad des Beteiligungskapitalmarkts auch in Zukunft anhalten wird. Die bislang vorliegende Konzeption zur Unternehmenssteuerreform lässt erwarten, dass durch die Steuerfreiheit von Veräußerungsgewinnen der Beteiligungskapitalmarkt in Deutschland weiter stimuliert wird. Auch kann erwartet werden, dass die ausländischen Investitionen in deutsche Wagniskapitalfonds zunehmen werden und so die weitere Expansion des Wagniskapitalmarkts auch von der Finanzierungsseite her unterstützt wird.

3 Trends und Perspektiven zur Leistungsfähigkeit der Bundesrepublik Deutschland

3.1 Aktuelle Entwicklungen

Die deutsche Wirtschaft befindet sich auf einem Wachstumspfad, der recht flach verläuft und kurzzeitig den Eindruck erweckt hat, als ob er früher als gedacht abbrechen würde. Nach einer Konjunkturdelle, die auch an den FuE-intensiven Wirtschaftszweigen der Industrie und der wissensintensiven Dienstleistungswirtschaft nicht spurlos vorüberging, hat die deutsche Wirtschaft in der zweiten Jahreshälfte wieder an Schwung gewonnen. Entsprechend optimistisch sind die Prognosen, insbesondere bei den wissensintensiven Wirtschaftszweigen für das nächste Jahr. Die Grundlinien des längerfristigen weltwirtschaftlichen Strukturwandels zugunsten einer weiteren Wissensintensivierung und Tertiarisierung der Wirtschaft haben sich auch in der Phase der vorübergehenden Abschwächung gezeigt. Deshalb stellen sich die Fragen, mit welchem Elan die deutsche Wirtschaft den weltweiten Trends folgt und ob die aktuelle Situation sowie die Verhaltensweisen eher auf Zurückhaltung schließen lassen.

Die derzeitige Phase ist kritisch, denn letztlich entscheidet der Schwung, mit dem sich eine Wirtschaft aus stagnativen Tendenzen erholt, mit darüber, welche Möglichkeiten geschaffen werden, um in die Zukunft investieren zu können. Wird das technologische Potenzial hinreichend ausgeschöpft? Wird es umgesetzt in weltmarktreife **Erfindungen** und **Innovationen** und damit letztlich in **Produktion** für den Inlands- und Auslandsmarkt sowie in **Beschäftigung**?

3.1.1 Erfindungstätigkeit

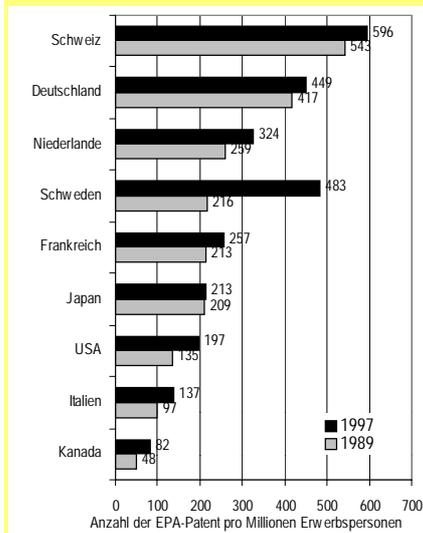
Weltmarktreife Patente² gelten als „Frühindikator“, als Indiz für Expansionsmöglichkeiten auf innovativen Märkten. Da Angaben über Patentanmeldungen einfach verfügbar sind und eine enge zeitliche Verknüpfung zur Erfindungstätigkeit aufweisen, sind sie ein häufig verwendeter Indikator zur Messung der technologischen Stärke von Volkswirtschaften.

Hohe Patentneigung in Deutschland

Deutschland ist relativ betrachtet traditionell unter den **großen Volkswirtschaften** das patentstärkste Land, gemessen an den Erwerbspersonen, der Bevölkerung oder dem Inlandprodukt, und nimmt 1997 zusammen mit Japan vor den USA einen Spitzenplatz ein (Tab. A-1). Die führende Position Deutschlands unter den größten europäischen Volkswirtschaften ist unangefochten. Die Triadepatentintensität Frankreichs und Großbritanniens ist etwa halb so hoch wie die Deutschlands. Geht man davon aus, dass internationaler Patentschutz oftmals gesucht wird, um die Exportchancen zu erhöhen und eine Imitation der entsprechenden Produkte zu verhindern, dann bietet es sich an, die Zahl der Triadepatente auf das Exportvolumen zu beziehen. Danach liegt Deutschland auf einer mittleren Position. Diese bedeutet gleichzeitig aber auch, dass es Deutschland im Vergleich zu Japan und den USA ge-

² Berücksichtigt werden hier die „Triadepatente“, die zusätzlich zum Inland in mindestens zwei Auslandsmärkten der Triaderegionen USA-Europa-Japan angemeldet werden. Sie repräsentieren in der Regel Erfindungen mit hoher technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Gleichzeitig spiegeln sie die internationale Ausrichtung der anmeldenden Unternehmen wider. Zudem „eliminieren“ dieses Vorgehen Verzerrungen, die aus Unterschieden im jeweiligen nationalen Patentrecht resultieren. Ein internationaler Vergleich auf der Basis der Triadepatente spiegelt daher die technologische Position besser wider als Vergleiche, die auf Anmeldung bei den nationalen Patentämtern beruhen.

Abb. 3-1: *Patentaufkommen am Europäischen Patentamt pro Millionen Erwerbspersonen*



Die Verwendung von EPA-Patenten überschätzt aufgrund des „Heimvorteils“ die technologische Stärke der europäischen Länder.

Quelle: EPAT; Berechnung des FhG-ISI (Tab. A-2).

lingt, mit einer begrenzten Zahl von Triadepatenten ein überproportional hohes Ausfuhrvolumen zu realisieren.³

Auch einige **kleinere Länder** weisen hohe Patentintensitäten auf (Abb. 3-1 und Tab. A-2). Auf Platz eins am europäischen Patentamt liegt die Schweiz, gefolgt von Schweden. Dann folgen Deutschland, die Niederlande, Frankreich und Japan. Gerade kleinere Länder zeigen starke Zuwächse. Auch wenn dies weltwirtschaftlich betrachtet weniger gewichtig ist, so deutet es doch auf deren gestiegene Leistungsfähigkeit hin. Bemerkenswert ist insbesondere die stetige Zunahme der Patentanmeldungen aus Schweden.

Beschleunigung der Patentierung

In der zweiten Hälfte der 80er Jahre konnte vor allem Japan stark zulegen; seit 1990 bewegt es sich in etwa synchron mit Deutschland. Eine stetige Verbesserung ihrer Position weisen die USA auf, während Deutschland und Japan in der zweiten Hälfte der 90er Jahre das Niveau der 80er Jahre wieder erreichen konnten. Denn Anfang der 90er Jahre hatte sich das deutsche Engagement bei den Triadepatentämtern rückläufig entwickelt,

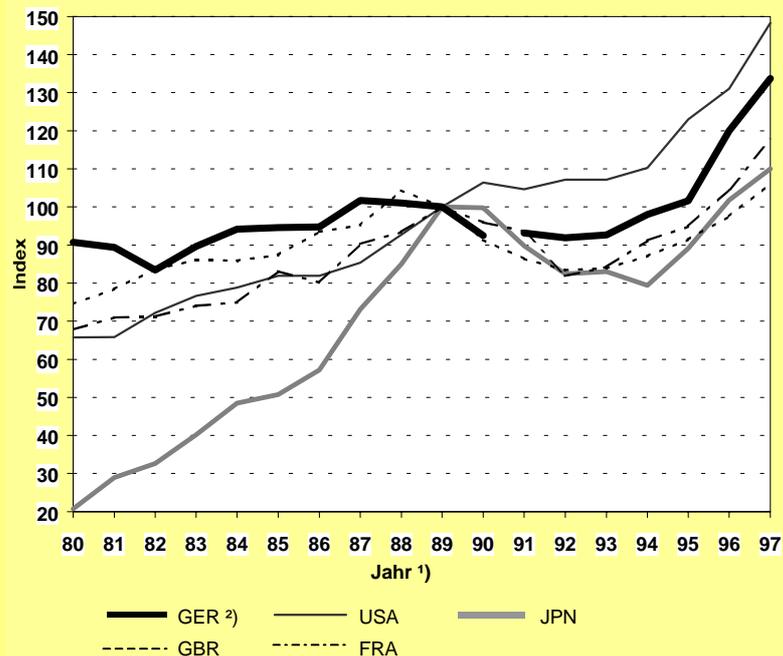
trotz der Ausweitung der Potenziale durch die Wiedervereinigung. Zu dieser Entwicklung hat auch die temporäre „Binnenorientierung“ der deutschen Wirtschaft im Zuge der Wiedervereinigung einen Teil beigetragen. Der recht steile Aufstieg in den letzten Jahren hängt, abgesehen von einer wieder stärkeren Außenorientierung der westdeutschen Wirtschaft, auch damit zusammen, dass ostdeutsche Erfinder aktiver geworden sind und ihre Orientierung auf internationale Märkte zugenommen hat.

Das internationale Aufkommen an weltmarktrelevanten Patenten hat eine Berg- und Tal-fahrt hinter sich. Es ist in den 80er Jahren kontinuierlich angestiegen (Abb. 3-2). Nach einer Atempause zu Beginn der 90er Jahre ist seit 1994 wieder eine allgemeine Steigerung zu beobachten, die sich 1997 weiter fortgesetzt hat. Der Anstieg der Anzahl der Patentanmeldungen ist steiler als der Anstieg der industriellen FuE-Budgets: Gebührensenkungen für Patentanmeldungen oder Vereinfachungen bei internationalen Patentverfahren, verbesserte Möglichkeiten zur Durchsetzung intellektueller Eigentumsrechte, Effizienzsteigerungen bei industrieller FuE, stärkerer Patentierungsdruck aufgrund des verschärften internationalen Wettbewerbs sowie der Versuch, in Zeiten internationaler Fusionen und Übernahmen den „Wert“ des Unternehmens zu steigern, haben dazu geführt, dass die Zeitpfade der Entwicklung von Industrieforschung und Patenten voneinander unabhängig erscheinen: Die technologische Entwicklung wird durch die Suche nach schnell anwendbaren technischen Lösungen vorangetrieben; FuE-Projekte werden schneller auf kurzfristiges Verwertungspotenzial hin überprüft und ggf. abgebrochen. Zudem werden Patente zunehmend als „strategische Waffe“ im internationalen Technologiewettbewerb eingesetzt. Insofern ist es nicht verwunderlich, wenn sich die Patententwicklung kurzfristig wesentlich günstiger gestaltet, als es die Innovations- und FuE-Anstrengungen der Wirtschaft vermuten lassen.

³ Dies ist aus deutscher Sicht jedoch vor allem durch die hohe wechselseitige Außenhandelsverflechtung der europäischen Länder untereinander bedingt. Gleiches gilt auch für andere europäische Länder.

Vor dem Hintergrund der internationalen Entwicklung ist der Anstieg der deutschen Anmeldungen in der Triade zwingend notwendig, um die Position im internationalen Technologiewettbewerb zu halten. Denn auch in den großen europäischen Ländern Frankreich und Großbritannien sowie in den übrigen Industrieländern hat sich das Patentaufkommen gerade in den letzten Jahren deutlich erhöht. Der Verlauf der Erstanmeldungen an den nationalen Patentämtern lässt erwarten, dass die Anzahl der Triadepatente auch im Jahre 1998 weiter zunehmen wird.

Abb. 3-2: Triadepatente der großen Industrieländer 1980 bis 1997
- 1989 = 100 -



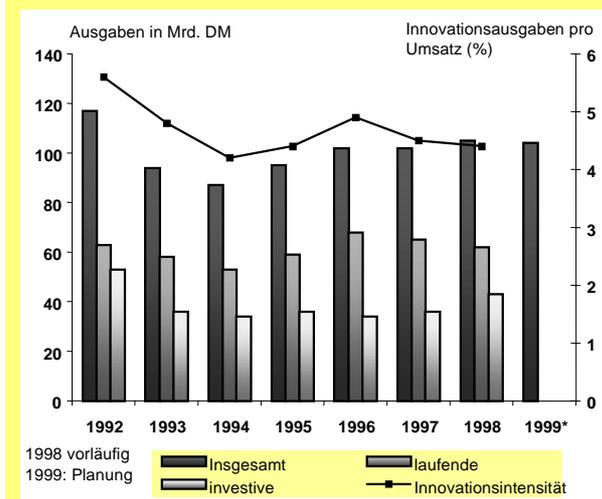
1) 1995 und 1996 zuverlässige Hochrechnungen; 1997 grobe Hochrechnung.
2) Bis 1990 früheres Bundesgebiet.
Quelle: EPAT, INPADOC, - Berechnungen des FhG-ISI - OECD, OECD in Figures.

3.1.2 Input- und Outputindikatoren für Innovationsaktivitäten

Kontinuität in der Industrie – zurückhaltende Investitionen

Die Innovationsbudgets der Industrie sind mit der sich abzeichnenden konjunkturellen Erholung ab Mitte der 90er Jahre - wenn auch zeitlich etwas verzögert - kräftig ausgeweitet worden. Dass das Niveau der **Innovationsausgaben** nicht in allen Bereichen wieder den Stand vor der Rezession erreicht hat, liegt an der im Jahr 1998 noch anhaltenden Schwäche in den investiven Teilen der Innovationsbudgets (Abb. 3-3). Sie liegen noch immer deutlich unter dem Investitionsvolumen von 1992. Erst seit 1997 steigen die investiven Aufwendungen wieder leicht an. Gemessen an dem in einem Konjunkturaufschwung erforderlichen Anstieg sind die Innovationsanstrengungen daher immer noch kraftlos.

Abb. 3-3: Innovationsaufwendungen der Industrie



Quelle: ZEW Mannheimer Innovationspanel.

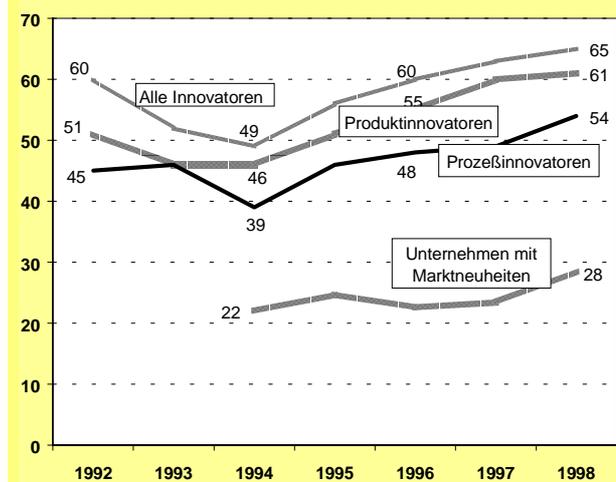
Die Zahl der innovierenden Unternehmen ist allerdings seit 1994 kontinuierlich gestiegen (Abb. 3-4). Ihr Anteil hatte bereits 1996 den Stand von 1992 sehr deutlich überschritten. Dies beruht vor allem darauf, dass Nicht-Innovatoren in hohem Maße aus dem Markt ausgeschieden sind. Fast zwei Drittel der Industrieunternehmen haben in den Jahren 1996 bis 1998 **neue Produkte** eingeführt, nach gut 50 Prozent im Jahre 1992 und reichlich 45 Prozent in den Jahren 1993/94. Besonders positiv ist, dass auch die Anzahl der Unternehmen mit **Marktneuheiten** gestiegen ist und dass die kleinen und mittelgroßen Unternehmen 1998 ihre Innovationsbudgets wieder ausgeweitet haben.

Deutschland liegt beim Anteil der Innovatoren in **Europa** eindeutig in der Spitzengruppe, hat nach Schweden die höchsten Innovationsaufwendungen bezogen auf den Umsatz und besitzt auch eine herausragende Position bei den Umsatzanteilen mit neuen und verbesserten Produkten. Das Sortiment ist relativ jung. Dies unterstreicht die Effizienz des deutschen Innovationssystems und Deutschlands Rolle als „Technologieführer“ in Europa.

Das Konjunkturtief in der ersten Hälfte der 90er Jahre hat die deutschen Unternehmen veranlasst ihr Innovationsverhalten anzupassen:

- Im Aufschwung sind zunächst die **laufenden** Aufwendungen für die kurzfristige Umsetzung von Know-how gesteigert worden. Die längerfristig angelegten Aufwendungen mit Bindungswirkung für **FuE-Personal** sowie **FuE-Anlagen** sind hingegen nur sehr schleppend in Gang gekommen, langsamer noch als die Anlageinvestitionen der Unternehmen insgesamt.
- Andere Faktoren als FuE (z.B. die **Adaptionsfähigkeit** neuer Technologien, neue Produkte durch Design und marktnahe Innovationsaufwendungen) haben für die Innovationsfähigkeit und für die Ausschöpfung der Wachstumspotenziale an Bedeutung gewonnen. Wie in an-

Abb. 3-4: Innovatorenanteile in der Industrie



Quelle: ZEW Mannheimer Innovationspanel.

Innovationsaufwendungen

Innovationsaufwendungen beziehen sich auf Aufwendungen für laufende, abgeschlossene und abgebrochene Projekte innerhalb eines Jahres. Sie umfassen Aufwendungen für Forschung und (experimentelle) Entwicklung, Maschinen und Sachmittel, Nutzung von externem Wissen z.B. durch Lizenzen, Aufwendungen zur Erlangung und Aufrechterhaltung eigener Patente und Schutzrechte, Produktgestaltung und Produktionsvorbereitungskosten, Mitarbeiterschulungen und Weiterbildungen sowie Markttests und Markteinführungskosten (ohne Kosten zum Aufbau eines Vertriebsnetzes), sofern diese Aufwendungen mit einem Innovationsprojekt in Verbindung stehen. Zu den Innovationsaufwendungen gehören sowohl laufende Aufwendungen (Personal- und Materialaufwendungen etc.) als auch Ausgaben für Investitionen.

Forschung und Entwicklung (FuE)

FuE-Aktivitäten umfassen Forschungsarbeiten zur Gewinnung neuer wissenschaftlich/technischer Erkenntnisse ohne Blickrichtung auf spezifische Verwendungsmöglichkeiten (Grundlagenforschung), Forschungsarbeiten mit direktem Bezug zu spezifischen Einsatzmöglichkeiten (angewandte Forschung) sowie die systematische Nutzung bekannter wissenschaftlicher Erkenntnisse zur Herstellung neuer Materialien, Produkte und Verfahren sowie deren wesentliche Verbesserung (experimentelle Entwicklung).

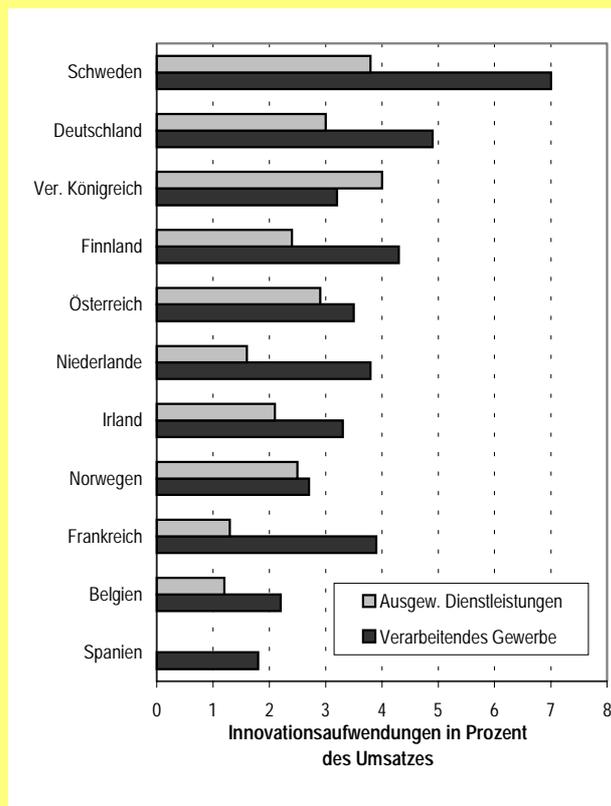
deren Ländern zeigt sich auch innerhalb der FuE-Budgets eine Verschiebung zu Lasten der längerfristig orientierten strategischen Forschung.⁴

Die größere Marktnähe der Innovationsaktivitäten und die Verstärkung der FuE-Anstrengungen haben zumindest kurzfristig Wirkung gezeigt. Die Umsatzanteile mit Produktneuheiten und auch mit Marktneuheiten sind in der Höherwertigen Technik angestiegen. Zudem hat der Anteil der Unternehmen, die **Marktneuheiten** positionieren konnten, im Jahre 1998 wieder zugenommen.

- Ökonomisch gesehen kommt es auf das Tempo der **Umsetzung** in marktgängige Produkte und Verfahren an. Insbesondere in der **Investitionsgüterindustrie** ist ein kontinuierlicher Anstieg des Neuerungsgrads zu beobachten (Abb. 3-6). Dies ist jedoch weniger auf eine generelle Verkürzung der Produktlebenszyklen, als auf den steigenden Anteil der Unternehmen mit neuen Produkten zurückzuführen.

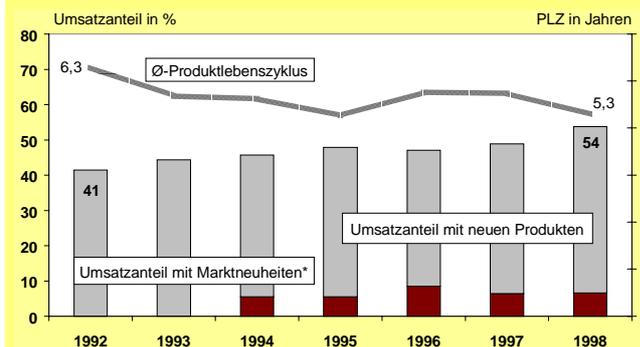
- Auch Markterfolge mit Innovationen konnten einen Beschäftigungsabbau nicht verhindern. Erst seit 1997 werden in innovativen Industrieunternehmen wieder mehr Personen beschäftigt als in den Jahren zuvor. Der Anteil der Unternehmen, die ausschließlich **Prozessinnovationen** durchführen, hat weiter abgenommen. Für einen zunehmenden Teil der Unternehmen scheint eine reine Kostendämpfungsstrategie nicht zu genügen, um sich am Markt zu behaupten. Dennoch sind die Kostendämpfungseffekte von Prozessinnovationen von Jahr zu Jahr gestiegen. Kostendämpfung hat als Innovationsmotiv in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern einen deutlich höheren Rang. (Abb. A-2)

Abb. 3-5: Innovationsintensitäten im europäischen Vergleich 1996



Quelle: OECD (1999); für Deutschland ZEW Mannheimer Innovationspanel.

Abb. 3-6: Umsatz mit neuen Produkten und Produktlebenszyklus (PLZ) im Investitionsgütergewerbe 1992-1998



* Marktneuheiten vor 1993 nicht erhoben.
 Produktlebenszyklus: durchschnittlicher Erneuerungszyklus im Investitionsgütergewerbe
 Quelle: ZEW (1999) Mannheimer Innovationspanel.

⁴ vgl. Licht und Stahl (1997), NRC (1999)

Innovationsgeschehen beschleunigt sektoralen Strukturwandel

Das Innovationsverhalten lenkt auch den Blick auf den sektoralen Strukturwandel:

- Die Innovationsaktivitäten sind in den Industrien mit **niedriger FuE-Intensität** besonders schwach. Dort scheiden auch die meisten Unternehmen aus dem Markt aus. Im forschungsintensiven Sektor, und dort insbesondere im Segment Spitzentechnik, besteht hingegen ein besonders guter Nährboden für Innovationsaktivitäten und -erfolge.
- Im Spitzentechnikbereich - vor allem in den forschenden Unternehmen der Zweige EDV/Büromaschinen, Nachrichtentechnik, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Luft- und Raumfahrzeugbau sowie im Automobilbau, mit Abstrichen auch in der Elektrotechnik - ist der Anteil **neuer Produkte** im Sortiment besonders hoch. Im langfristigen Vergleich sind vor allem die Chemische Industrie und der Maschinenbau in dieser Hinsicht zurückgefallen.
- Ein Schwachpunkt in der jüngsten Bilanz sind vor allem die **mittelgroßen Unternehmen**. Dies ist insbesondere wegen der Gefahren für die Beschäftigung sehr kritisch zu sehen. Dabei ist es weniger die Beteiligung am Innovationsgeschehen als vielmehr die Intensität, mit der sich die mittelgroßen Unternehmen beteiligen, die Anlass zur Sorge gibt.

Unter längerfristigen Aspekten ist von Bedeutung, dass die Innovationsaktivitäten im **Dienstleistungssektor** positiver einzuschätzen sind als in der Industrie. Die Aufwendungen für FuE und Innovationen der Unternehmen in weiten Teilen des Dienstleistungssektors sind stärker gestiegen als in der Industrie. Zusätzlich zeichnen sich innerhalb des Dienstleistungssektors stark gegensätzliche Entwicklungen ab:⁵

- Die Innovationsaktivitäten einiger wachsender Dienstleistungsbranchen - Banken/Versicherungen, Software und DV-Dienstleistungen, Technische Beratungs- und sonstige (vornehmlich unternehmensnahe) Dienstleistungen - werden kontinuierlich intensiviert. Der Anteil innovativer Dienstleistungsunternehmen hat mit zwei Dritteln ein Niveau erreicht, das deutlich gestiegen und mit dem der Industrie vergleichbar ist. Die Innovationsaufwendungen im Dienstleistungssektor sind enorm gestiegen und sollten - den Planangaben zufolge - 1998 noch einmal um 10 Prozent zugelegt haben. Der Umsatzanteil mit innovativen Dienstleistungen oder die erzielte Kostensenkung durch Prozessinnovationen ist relativ hoch und entspricht in einigen Teilbereichen den aus der Industrie bekannten Erfolgsdaten.
- Die Innovationsaktivitäten in anderen Zweigen des Dienstleistungssektors - Einzel- und Großhandel sowie Verkehr - gehen jedoch deutlich zurück. Die für Innovationen aufgewendeten Mittel sind zudem in jüngster Zeit gesunken. Der Innovationserfolg (Erneuerung des Sortiments, Kostensenkung) ist vergleichsweise bescheiden.

3.1.3 Welthandelsposition bei FuE-intensiven Waren

Auf den internationalen Märkten kommt es zur Nagelprobe für die technologische Leistungsfähigkeit der Volkswirtschaften. Forschungsintensive Produkte stellen besondere Anforderungen an das Qualifikationsniveau der Beschäftigten und erfordern kontinuierliche Innovationsanstrengungen. Bei diesen Gütern stehen die Trümpfe hochentwickelter Volkswirtschaften (hoher Stand technischen Wissens, hohe Investitionen in FuE, hohe Qualifikation der Beschäftigten) am wirksamsten. Die Märkte der Industrieländer sind für FuE-intensive Güter – mit Ausnahme einiger Bereiche der Spitzentechnik - grundsätzlich „offener“ als für diejenigen sonstiger Branchen. Der Wettbewerb ist daher in diesem Bereich härter.

⁵ vgl. dazu ausführlicher Janz et al. (1999)

Welthandelsposition einigermaßen stabil

Der Handel mit forschungsintensiven Waren machte 1997 knapp 47 Prozent der Ausfuhren der OECD-Länder von verarbeiteten Industriewaren aus. Über 40 Prozent davon waren Güter der Spitzentechnik, nicht ganz 60 Prozent entfielen auf Güter der Höherwertigen Technik. Die USA und Japan sind die größten **Exportländer** von FuE-intensiven Waren (Abb. 3-7). Deutschland liegt an dritter Stelle, gefolgt von Großbritannien, Frankreich und Italien. Bei den **Importen** von forschungsintensiven Waren liegt Deutschland mit einem Anteil von 9½ Prozent an zweiter Stelle hinter dem mit deutlichem Abstand führenden Importeur USA (25½ Prozent), gefolgt von Großbritannien und Frankreich sowie Japan, das an seiner Größe gemessen extrem wenig forschungsintensive Güter importiert, sowie Kanada und Italien.

Die USA haben in den 90er Jahren ihre Exportposition bei forschungsintensiven Waren deutlich verbessern können, Japan musste hingegen starke Verluste hinnehmen. Der deutsche Welthandelsanteil lag 1997 trotz eines Rekordzuwachses bei den Ausfuhren niedriger als in den Jahren zuvor (Abb. 3-8). Kurzfristig ist dies rein rechnerisch auf die kontinuierlich schwächere Notierung der DM zurückzuführen. 1998/99 hat sich der Welthandelsanteil leicht erhöht, denn Deutschlands Exporte von hochwertigen Industriegütern lagen vom Volumen her erneut auf Rekordkurs. Mit einer gewissen Verzögerung wirkt sich die reale Abwertung der DM letztlich auch in kräftigen, positiven Mengeneffekten aus, die die Preiseffekte der Abwertung überkompensieren.

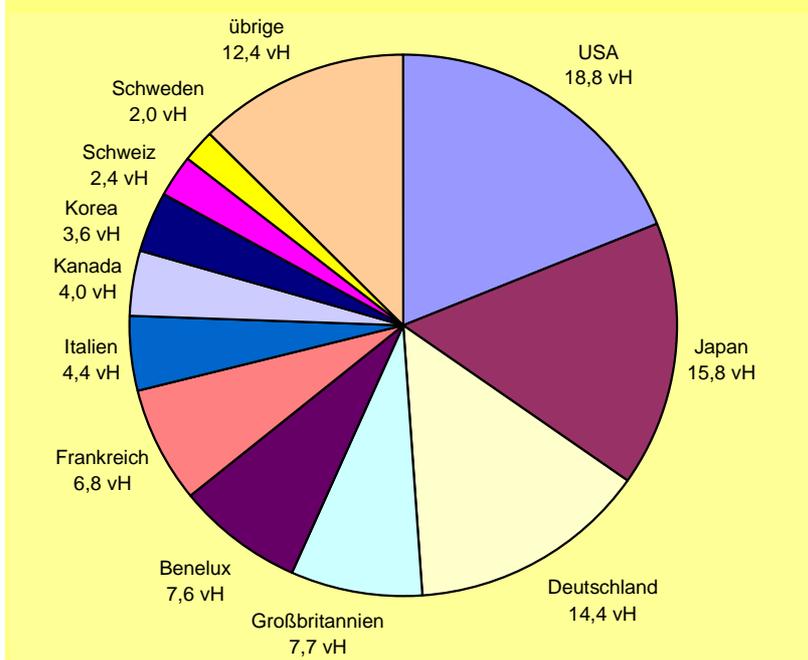
Auslandsnachfrage als treibende Kraft

FuE-intensive Industrien erzielen mittlerweile mit 49 Prozent fast die Hälfte ihres Gesamtumsatzes im Ausland (1996: gut 43½ Prozent). Der Export

Forschungsintensive Güter

Die forschungsintensiven Sektoren der Industrie sind die wichtigsten Lieferanten von Technologien. Forschungsintensive Güter (Übersicht 1) umfassen alle Güterbereiche, in denen überdurchschnittlich forschungsintensiv produziert wird. Der Bereich der **Spitzentechnik** enthält Gütergruppen mit einem FuE-Anteil von über 8½ Prozent am Umsatz. Der Bereich der **Höherwertigen Technik** umfasst Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz zwischen 3½ und 8½ Prozent. Beide Bereiche zusammengenommen bilden den forschungsintensiven Sektor der Industrie. Diese Differenzierung ist **keineswegs** in dem Sinne als Wertung zu verstehen, dass der Bereich Höherwertige Technik mit dem Siegel „älter“ und „weniger wertvoll“ zu versehen sei, und Spitzentechnik „neu“, „modern“ und „wertvoller“: Die Gruppen unterscheiden sich vielmehr durch die Höhe der FuE-Intensität und durch den Protektionsgrad. Die Güter der Spitzentechnik unterliegen vielfach staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage und/oder Importschutz. Mit der Förderung von Gütern der Spitzentechnik werden häufig nicht nur technologische, sondern zu einem großen Teil auch eigenständige staatliche Ziele (äußere Sicherheit, Gesundheit usw.) verfolgt.

Abb. 3-7: Welthandelsanteile der OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1997 in Prozent



Quelle: OECD: Foreign Trade By Commodities. Berechnungen des NIW.

war im Verlauf der 90er Jahre auch die entscheidende, teilweise die einzige Antriebskraft für Innovationen und Wachstum der deutschen Industrie. Über drei Viertel des Umsatzwachstums bei FuE-intensiven Industrien ist im Zeitraum von 1995 bis 1998 auf zusätzliche Nachfrage aus dem Ausland zurückzuführen. Nicht-FuE-intensive Industrien erzielten in diesem Zeitraum 36 Prozent ihres Umsatzwachstums im Ausland.

Ein immer größerer Teil der Innovationstätigkeit ist auf die Erschließung wachsender Märkte im Ausland - vermehrt auch in Übersee und den mittel-/osteuropäischen Reformländern - gerichtet. Entsprechend zeigt der deutsche Außenhandel mit FuE-intensiven Waren kontinuierlich eine deutlich höhere Dynamik als der Handel mit Industriewaren insgesamt: Die

Ausfuhren FuE-intensiver Waren legten im Aufschwung seit 1994 im Jahresdurchschnitt über 10 Prozent zu (Industriewaren insgesamt: 8 Prozent), die Einfuhren 9 Prozent (Industriewaren insgesamt: 6 Prozent).

Die größten Zuwächse beim Auslandsumsatz verzeichnete die **Spitzentechnologie**. Hier wuchs der Auslandsumsatz im Durchschnitt der Jahre 1995 bis 1998 um 14 Prozent. In Industrien der **Höherwertigen Technologie** entwickelte sich das Auslandsgeschäft zwar etwas weniger stürmisch (gut 9 Prozent Zuwachs im Jahresdurchschnitt), dafür zeigt sich hier aber eine merkbare Belebung der Inlandsnachfrage. Im Sektor Höherwertige Technologie befinden sich neben Maschinen und anderen Investitionsgütern ein großer Teil an „gehobener Gebrauchstechnologie“ aus hochwertigen und dauerhaften Konsumgütern, deren Nachfrage einkommensabhängig ist und damit auch sensibler auf Impulse der Inlandsnachfrage reagiert als die stark weltmarktorientierten Spitzentechnologiebereiche.

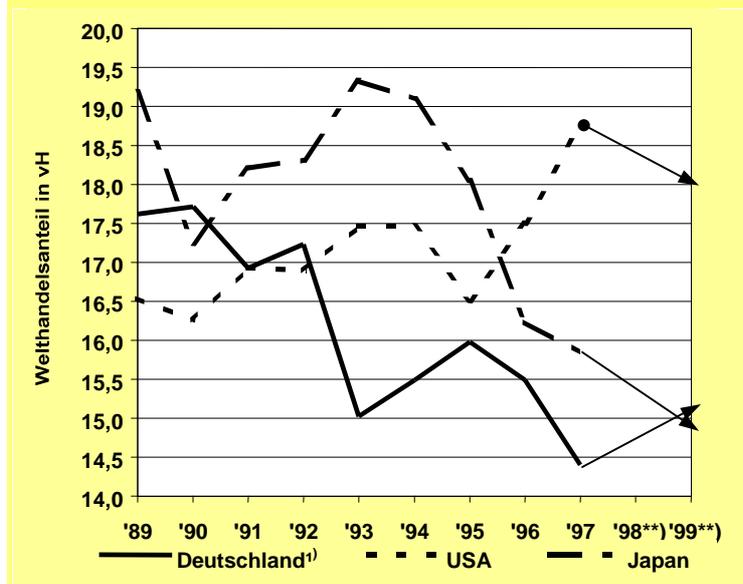
3.1.4 Produktions- und Beschäftigungsentwicklung in FuE-intensiven Industrien

Getrieben von der Auslandsnachfrage hat sich der in Deutschland aus den 80er Jahren bekannte Trend, dass FuE-intensive Industrien die industrielle **Dynamik** bestimmen, wieder durchgesetzt.

Strukturwandel zugunsten forschungsintensiver Industrien

Der forschungsintensive Sektor der Industrie konnte sich aus der vorausgegangenen Rezession schneller lösen als die nicht-forschungsintensive Industrie und hat 1998 das vor der Rezession erreichte Produktionsniveau wieder überschritten (Abb. 3-9). Für 1999 wird in den

Abb. 3-8: Welthandelsanteile Deutschlands, der USA und Japans bei FuE-intensiven Waren 1989 bis 1998/99*



*) Die Daten für 1989 bis 1994 wurden auf Basis von OECD-29 zurückgerechnet.

**)) Grobe Schätzung.

1) Ab 1991 Gesamtdeutschland, daher mit den Vorjahreswerten nur bedingt vergleichbar. Der Rückgang 1993 liegt maßgeblich am geänderten Erhebungsverfahren, das nicht mehr alle Lieferungen zwischen den EU-Ländern erfasst.

Quellen: OECD: Foreign Trade By Commodities: 1989 bis 1995 unveröffentlichte Daten, 1995 CD-ROM. - Statistisches Bundesamt. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

forschungsintensiven Industrien eine Produktionsausweitung von 1 Prozent erwartet, in den übrigen Industrien hingegen eine Schrumpfung von rund 0,5 Prozent⁶. Gegenüber den ursprünglichen Annahmen ist dies ernüchternd. Für das Jahr 2000 wird hingegen ein stärkerer Zuwachs erwartet, der zwischen 3 und 5 Prozent bei forschungsintensiven Industrien und bei 2½ bis 3 Prozent im nicht-forschungsintensiven Sektor der Industrie liegen könnte.

FuE-intensive Industriezweige haben 1998 einen Anteil in Höhe von 49 Prozent an der gesamten industriellen Produktion in Deutschland. In seinem Wachstumsprozess durchläuft der forschungsintensive Sektor einen intensiven Strukturwandel:

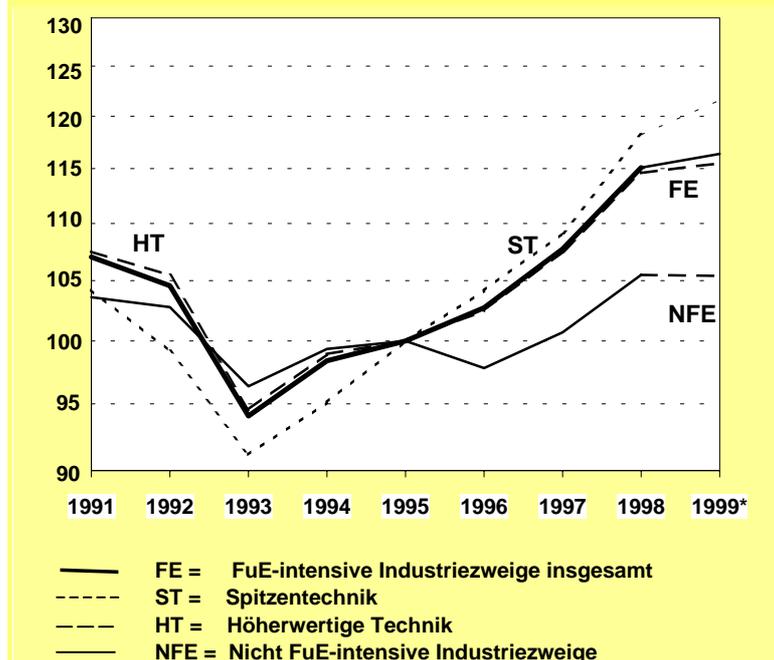
- **Spitzentechnologien** (über 7 Prozent Produktionsanteil) mussten in der Rezession zwar deutlich kräftigere Verluste hinnehmen, sind aber mit höherem Tempo aus der Talsohle herausgekommen als die übrigen FuE-intensiven Industriezweige (Tab. A.1.1.4.1): Im Zeitraum 1993 bis 1998 lag der jahresdurchschnittliche Produktionszuwachs spitzentechnologischer Industrien bei über 5 Prozent gegenüber 4 Prozent bei den Branchen der Höherwertigen Technologie.
- Die positive Wachstumsbilanz der **Höherwertigen Technologien** (reichlich 41,5 Prozent Produktionsanteil) in den 80er Jahren konnte nicht von allen Industrien dieses Sektors fortgeführt werden. Die internationale Konkurrenz ist hier gewachsen. Zudem zählen auf dem Weltmarkt nicht nur neue Technologien: Preise und Kosten haben bei Waren der Höherwertigen Technologie in aller Regel eine höhere Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit als bei Gütern der Spitzentechnologie. Vor allem die Kfz-Industrie kann als gewichtigster Industriezweig den Wachstumskurs weiter halten. Sie ist das belebende Element, auch für ihre Zulieferer aus Chemie, Elektrotechnik, Elektronik usw.

Beschäftigungsmöglichkeiten in FuE-intensiven Industrien beschränkt

Im FuE-intensiven Sektor der Industrie waren 1998 mit über 2,7 Mio. Beschäftigten knapp 45 Prozent der insgesamt 6,1 Mio. Industriebeschäftigten tätig. Bei einem etwas höheren Anteil an der industriellen Wertschöpfung von ca. 49 Prozent zeigt dies, dass in forschungsintensiven Industrien überdurchschnittlich produktiv gearbeitet wird.

Abb. 3-9: Entwicklung der Nettoproduktion in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1991 bis 1999

- fachliche Unternehmensteile, 1995 = 100 -



*) Grobe Schätzung.

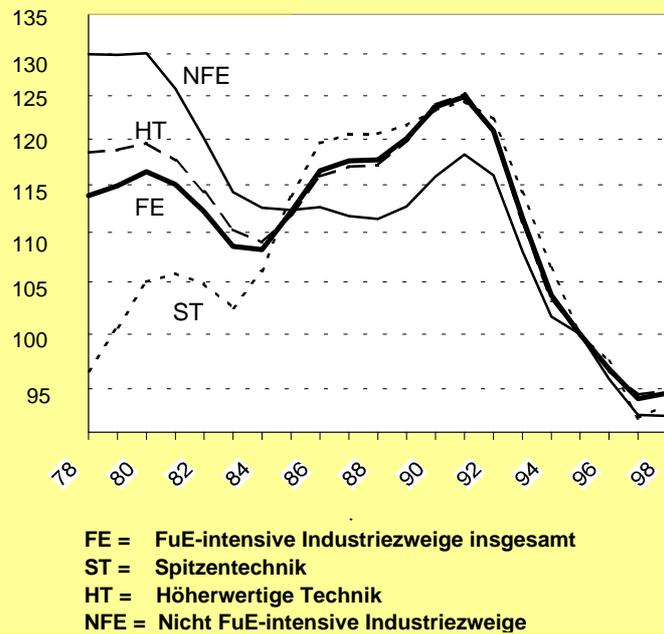
Quelle: Statistisches Bundesamt; Internet Datenbank: Zahlen und Fakten, Statistik des Prod. Gewerbes. Projektionen des DIW und der WestLB. Berechnungen des NIW.

⁶ Zu diesem Ergebnis kommen im übrigen auch die Vorhersagen der WestLB und der Industrietagung des DIW. Ursprünglich lagen die Vorhersagen noch bei 8 bzw. 3 Prozent für das Jahr 1999.

Aber: Trotz des anhaltenden Produktionszuwachses bei FuE-intensiven Industrien wurde die Beschäftigung noch bis 1997 weiter reduziert (Tab. A-4 sowie Abb. 3-10). Die Beschäftigungsbilanz des forschungsintensiven Sektors ist trotz höheren Wachstums nicht günstiger als in den Industriezweigen, die weniger forschungsintensiv produzieren, sondern eher schlechter. Denn im FuE-intensiven Sektor wirkt sich der internationale Konkurrenzdruck besonders scharf aus. 1998 ist ein kleiner Lichtblick gewesen. Im Sog des starken Wachstums der Produktion zog auch die Arbeitskräftenachfrage an, so dass das Beschäftigungsniveau um 1 Prozent höher lag als im Vorjahr. Dies kann aber noch nicht als Trendwende interpretiert werden.

Abb. 3-10: Entwicklung der Beschäftigung in FuE-intensiven Industriezweigen 1978 bis 1998

- früheres Bundesgebiet, fachliche Betriebsteile, 1995 = 100 -



Quelle: Statistisches Bundesamt: Fachserie 4, R.4.1.1, Angaben des Stat. Bundesamtes
DIW: Görzig, u.a. (1999). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Wenigstens der Automobilbau und Teile des Maschinenbaus können in der für sie günstigen Konjunktur 1998 einen Personalzuwachs melden, darüber hinaus auch die Medizintechnik. Insgesamt wird jedoch deutlich, dass die Beschäftigungsbilanz des forschungsintensiven Sektors der Industrie auch im Aufschwung äußerst ungünstig ausgefallen ist. Während noch in der Aufschwungphase der 80er Jahre Wachstum und Beschäftigungszuwächse im forschungsintensiven Sektor der Industrie Hand in Hand gingen, markieren die 90er Jahre insofern eine Wende, als der forschungsintensive Sektor tendenziell schneller als die übrigen Bereiche der Industrie Arbeitsplätze abgebaut hat. In Westdeutschland sind innerhalb von drei Jahren alle im Beschäftigungsaufschwung seit Mitte der 80er Jahre geschaffenen Arbeitsplätze im technologieorientierten Industriebereich weggefallen.

Diese Tendenz hat sich weltweit breit gemacht. Neben Deutschland hat sich vor allem in Japan, das in den 80er Jahren die Beschäftigung in diesen Sparten ebenso noch aufbauen konnte, der Abbau am zügigsten vollzogen. Die Wachstums- und Beschäftigungszentren haben sich in den 90er Jahren in die USA verlagert, denn allein dort ist es (seit 1992) stabil mit der Beschäftigung im forschungsintensiven Sektor aufwärts gegangen. Ansatzweise ist dies Mitte der 90er Jahre auch in Frankreich und Großbritannien zu erkennen. Die Bedeutung technologieorientierter Aktivitäten für die gesamtwirtschaftliche Erfolgsbilanz lässt sich durch die forschungsintensiven Industrien allein nicht mehr hinreichend erfassen.

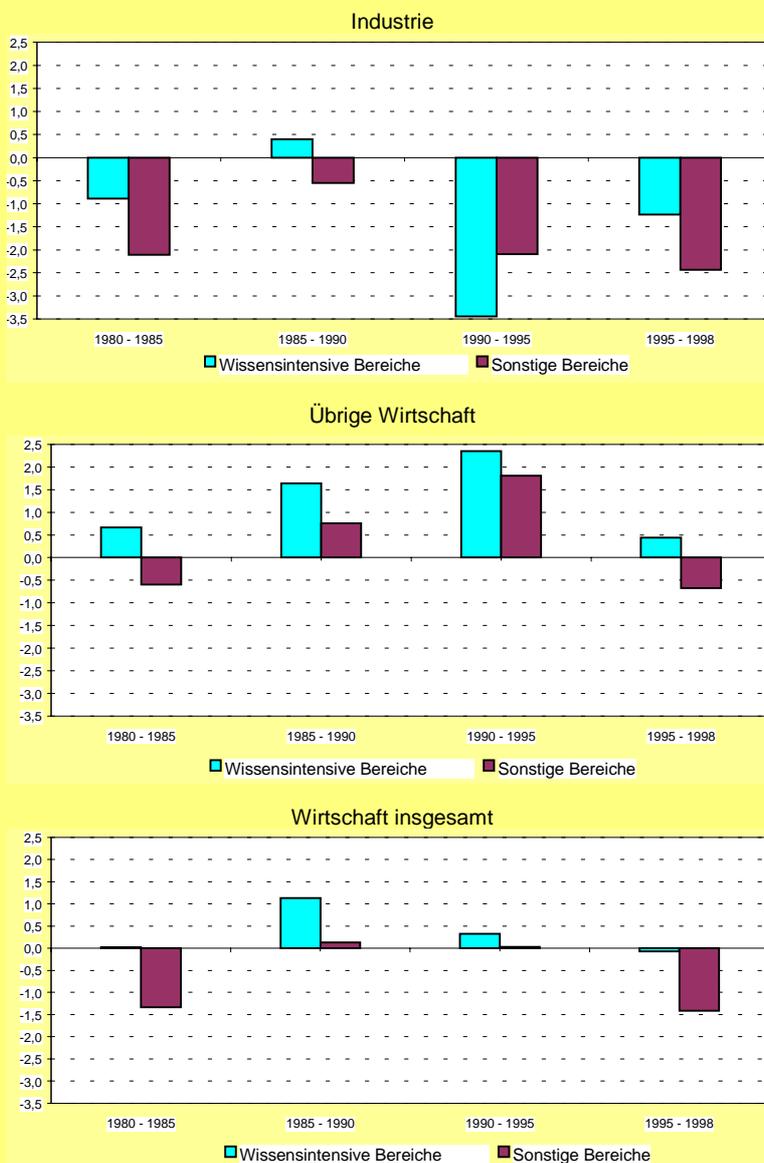
Wissensintensive Dienstleistungen

Basis für die Ermittlung derjenigen Wirtschaftszweige, die überdurchschnittlich wissensintensiv produzieren, ist das „Wissen“ des Personals, d.h. die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten. Es handelt sich **nicht** zwangsläufig um „technikintensive Wirtschaftszweige“, die sich neben dem Einsatz von FuE - vor allem im Dienstleistungsbereich - durch den intensiven Einsatz von Ausrüstungskapital (z.B. IuK-Güter) definieren, sondern um diejenigen Zweige, die intensiv „Humankapital“ nutzen. Vielfach dürfte es jedoch enge Zusammenhänge geben.

3.1.5 Beschäftigungsentwicklung in wissensintensiven Dienstleistungssektoren

Vielmehr prägt das Zusammenspiel zwischen forschungsintensiver Industrie und Dienstleistungen die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften. Die Beschäftigungswirkungen von Innovationen fallen dabei nicht mehr bei den **Produzenten** neuer technologischer Innovationen an, die dem Markt in Form von Gütern zur Verfügung gestellt werden. Wissensintensive Dienstleistungsanbieter sind die wichtigsten **Anwender** neuer Technologien und haben auch entsprechend hochqualifiziertes Personal, das erforderlich ist, um auf der einen Seite den Nutzen von Innovationen voll ausschöpfen zu können, auf der anderen Seite jedoch gleichzeitig die innovationsorientierte Industrie durch Bereitstellung des erforderlichen Dienstleistungsumfelds zu unterstützen. Immer wichtiger für das Innovationsgeschehen wird auch die Fähigkeit des Dienstleistungssektors, den Technologieanbietern

Abb. 3-11: Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Wissensintensität der Wirtschaftsbereiche im früheren Bundesgebiet 1980 bis 1998
- jahresdurchschnittliche Veränderung der Bereiche -



Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

durch eigene hochwertige Nachfrage Impulse zu geben. Wissensintensive Dienstleistungen gewinnen für die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung und Wertschöpfung an Bedeutung. Durch eigene FuE-Aktivitäten und die Anwendungen von Technologien aus dem Industriesektor werden viele Dienstleistungen technologieintensiver. Daher müssen in die Analyse der Wirtschaftsstrukturen insbesondere auch „wissensintensive“ Dienstleistungen miteinbezogen werden.

Langfristige Expansion wissensintensiver Dienstleistungen

Denn im langfristigen Trend, vor allem jedoch in den 90er Jahren, hat sich der Bedeutungsgewinn des Dienstleistungssektors beschleunigt (Abb. 3-11). Dabei haben wissensintensive Dienstleistungsbereiche eine besondere Dynamik entwickelt. Vor allem spezialisierte unternehmensbezogene Dienstleistungen sowie mit dem Kredit- und Versicherungsgewerbe verbundene Tätigkeiten haben an Bedeutung gewonnen. Gerade die unternehmensnahen Dienstleistungen

haben mit dem Einsatz und der Verbreitung von IuK-Technologien in den letzten Jahren ihren Output kräftig steigern und eine positive Beschäftigungsbilanz ziehen können. Speziell die Nachfrage aus der Industrie hat seit Ende der 70er Jahre deutlich zugenommen. Diese Dienstleistungen stärken als Bindeglied zwischen Wirtschaft und Wissenschaft und als Zulieferer von Wissen zugleich die Leistungsfähigkeit der Industrie.

Verhaltene Entwicklung 1996 bis 1998

Im Jahr 1998 waren knapp 8,7 Mio. **sozialversicherungspflichtig** Beschäftigte in Deutschland in wissensintensiven Dienstleistungsbereichen tätig. Gemessen an den Beschäftigten sind damit mittlerweile mindestens zwei Drittel aller Arbeitsplätze des Dienstleistungssektors in wissensintensiven Sparten ansässig⁷. Dies ist deutlich mehr als in der Industrie und entspricht einem Anteil von gut 35 Prozent an allen Beschäftigten in der Gewerblichen Wirtschaft (Tab. 3-1).

Tab. 3-1: Beschäftigtenentwicklung bei wissensintensiven Dienstleistungsbereichen in Deutschland

WS	Wirtschaftsgruppen	1996	1997	1998	Veränderung 96-98 in vH
		in 1.000			
ex 62	Handel	2.037	2.039	2.050	0,6
63	Deutsche Bundesbahn	195	170	158	-18,7
64	Deutsche Bundespost	282	266	252	-10,6
66	Schifffahrt	48	46	44	-6,6
68	Luffahrt, Flugplätze und sonstiges Verkehrsgewerbe	155	154	159	2,2
69	Kreditinstitute und Versicherungsgewerbe	1.050	1.040	1.041	-0,9
ex 7x	Haushaltsbezogene Dienstleistungen	22	21	21	-1,8
74	Wissensch. Hochschulen u. sonst. Einr., allg.- u. berufsbild. Schulen	789	774	788	-0,1
ex 75	sonst. Bildungseinrichtungen	318	328	333	4,8
ex 76	Kunst, Theater, Film, Rundfunk und Fernsehen	128	133	139	8,6
ex 77	Verlags-, Literatur- und Pressewesen	164	165	166	0,9
78	Gesundheits- und Veterinärwesen	1.930	1.949	1.918	-0,6
79	Rechtsberatung sowie Wirtschaftsberatung und -prüfung	546	586	623	14,1
80	Architektur-, Ingenieurbüros, Laboratorien und ähnl. Institute	504	475	484	-3,8
81	Grundstücks- u. Wohnungswesen, Vermögensverwaltung	292	295	310	6,1
82	Wirtschaftswerbung und Ausstellungswesen	95	97	107	11,6
ex 86	sonstige Dienstleistungen	63	55	63	0,2
Summe wissensintensive Dienstleistungen		8.616	8.594	8.656	0,5
zum Vergleich:					
	übrige Dienstleistungen	4.816	4.828	4.909	1,9
	Produzierendes Gewerbe	11.078	10.732	10.570	-4,6
	darunter: wissensint. Industrie	2.898	2.842	2.856	-1,4
	Gewerbliche Wirtschaft insgesamt	24.510	24.155	24.135	-1,5

Als Indikatoren für wissensintensive Wirtschaftszweige gelten: überdurchschnittlich hoher Anteil an Hoch- und Fachhochschulabsolventen sowie an Angestellten der höchsten Leistungsgruppe. Zur Abgrenzung im Detail vgl. Gehrke, Grupp u.a. (1995). Nicht in der Tabelle aufgeführte Wirtschaftszweige des Dienstleistungssektors werden unter „übrige Dienstleistungen“ zusammengefasst.

Quelle: Bundesanstalt für Arbeit: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland am 30.06.1996, 1997 sowie 1998. – Berechnungen des NIW.

Insgesamt haben wissensintensive Dienstleistungen in Deutschland auch in den Jahren 1996 bis 1998 bei einem Zuwachs von 40 Tsd. Arbeitsplätzen (0,5 Prozent) eine günstigere Entwicklung genommen als die wissensintensive Industrie. Dort ging die Beschäftigung um 1,4 Prozent zurück, d.h. 42 Tsd. Arbeitsplätze wurden abgebaut (im Vergleich dazu: im Produzierenden Gewerbe insgesamt ging die Beschäftigung um eine halbe Million Personen,

⁷ Die ausgewiesene Zahl unterschätzt das Gewicht des Dienstleistungssektors, weil Selbständige, freiberuflich Tätige und Beamte nicht erfasst sind.

d.h. rund 4½ Prozent zurück). Allerdings hatten weniger wissensintensive Dienstleistungsbe-
reiche eine etwas höhere Expansionskraft.

Der Trend zur Tertiarisierung hat sich zwar **langfristig** fortgesetzt, tritt jedoch in den letzten Jahren etwas auf der Stelle. Auch die aktuelle Entwicklung wissensintensiver Dienstleistungen schließt sich in Deutschland nicht völlig nahtlos an die langfristige Dynamik an. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass vor allem der Anpassungsprozess im Sektor Verkehr/Nachrichten (vor allem bei Bahn und Post) für die etwas ungünstige Beschäftigungsbilanz verantwortlich ist.⁸ Lässt man die kurzfristig verzerrende Entwicklung bei Bahn und Post außer Acht, so lässt sich feststellen, dass das Wachstumstempo des Dienstleistungssektors in Deutschland mit der internationalen Entwicklung Schritt halten kann.

Andererseits ist die Ausstattung mit Dienstleistungsarbeitsplätzen in Deutschland geringer als in den meisten anderen hochentwickelten Volkswirtschaften. Auch im wissensorientierten und unternehmensorientierten Dienstleistungsbereich⁹, der am engsten für die Interaktion mit der Industrie in Frage kommt, hat Deutschland mit einem Anteil von 16 Prozent an der Beschäftigung einen kleinen Rückstand gegenüber den meisten hochentwickelten Volkswirtschaften. Vergleichsweise kräftig entwickelten sich in Europa und auch in Deutschland die unternehmensnahen Dienstleistungen im engeren Sinne. Die Wachstumsraten lagen in den 90er Jahren in diesem Bereich deutlich über denen der in dieser Hinsicht bereits gut ausgestatteten nordamerikanischen Länder und besonders deutlich über denen Japans.

Insgesamt vermitteln die 90er Jahre den Eindruck, dass sich die Strukturen von Industrie und Dienstleistungen im internationalen Raum etwas angleichen: Dienstleistungsländer wie USA, Kanada und Großbritannien erzielen im industriellen Sektor eine relativ stabile bis expansive Beschäftigungslage, während die kontinentaleuropäischen und skandinavischen Volkswirtschaften sich der Dienstleistungsausstattung der angelsächsischen Staaten nähern. Deutschland steht in dieser Beziehung keineswegs hinten, muss jedoch - was die Beschäftigung angeht - noch die Konsequenzen der Privatisierungen und Deregulierungen im Transport- und Nachrichtenwesen verkraften. Der eigentliche unternehmensbezogene Dienstleistungsbereich kann das Wachstumstempo anderer Volkswirtschaften gut mithalten.

3.2 Die mittelfristigen Perspektiven - Tendenzen und Trends in der FuE- und Innovationstätigkeit in der privaten Wirtschaft

Die von den aktuellen gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen her betrachtet eher gedämpft erscheinenden Aussichten werfen die Frage auf, mit welcher Kraft die deutsche Wirtschaft mittelfristig in die Zukunft investiert hat, welche Produktionsmöglichkeiten, Wachstumspfade und welche strukturellen Veränderungen sich abzeichnen: Sei es, weil die Investitions- und Innovationsanstrengungen der deutschen Wirtschaft im Vergleich zu ihren Konkurrenten besonders intensiv waren oder sei es, weil sich an einigen Stellen Engpässe abzeichnen. Investitionen der Industrie in Forschung und Entwicklung und in Sachanlagen sowie die Gründung von neuen Unternehmen sind Vorboten des künftigen Strukturwandels.

⁸ Auch die Erfahrungen aus anderen Ländern, beispielsweise der USA, zeigen, dass unmittelbar nach dem Beginn der Deregulierung Beschäftigungsverluste im Telekommunikationsbereich zu verkraften waren, die allerdings mittelfristig mehr als wettgemacht werden konnten.

⁹ Dazu gehören nach einer Auswahl der OECD (1999) Verkehr/Nachrichten sowie Finanz- und sonstige unternehmensnahe Dienstleistungen (ISIC 7 und 8).

3.2.1 Entwicklung und Struktur der FuE-Aktivität der Wirtschaft

Deutschland gehört weltweit zu den führenden FuE-Standorten. Der Anteil der FuE-Ausgaben der Wirtschaft am Inlandsprodukt ist jedoch seit Ende der 80er Jahre bis Mitte der 90er Jahre sukzessive geschrumpft und dürfte sich auf niedrigerem Niveau stabilisiert haben, auch wenn seit 1997 eine leicht ansteigende Tendenz zu beobachten ist. Relativ zu einer Reihe anderer Länder verliert die deutsche Wirtschaft eher an Boden.

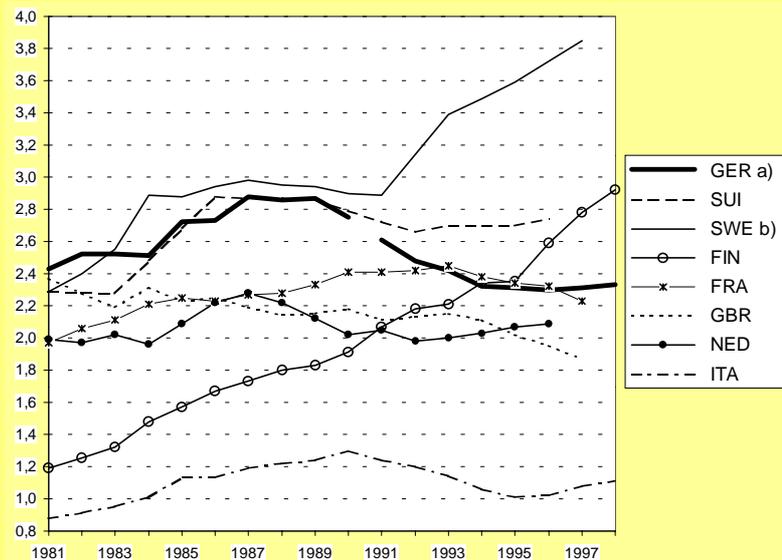
Gewichtsverschiebung im internationalen Raum

Die 1997 im OECD-Raum **insgesamt** für FuE aufgewendeten Mittel in Höhe von knapp 500 Mrd. \$ entsprechen rund 2,2 Prozent des Inlandsproduktes der Mitgliedsländer. Davon wurden in den USA 43 Prozent, in Japan 18 Prozent, in Deutschland 8½ Prozent und in der EU insgesamt gut 28 Prozent getätigt. Deutschland gehört also zu den forschungsreichsten Volkswirtschaften. Bezogen auf das Inlandsprodukt liegt Schweden im weltweiten Vergleich an der Spitze, gefolgt von Finnland, Japan und Korea¹⁰ sowie den USA und der Schweiz. Deutschland folgt knapp vor Frankreich. Während Deutschland Anfang der 90er Jahre noch mit an der Spitze zu finden war, liegt es heute im unteren Drittel der aktuellen Spitzengruppe (Abb. 3-12).

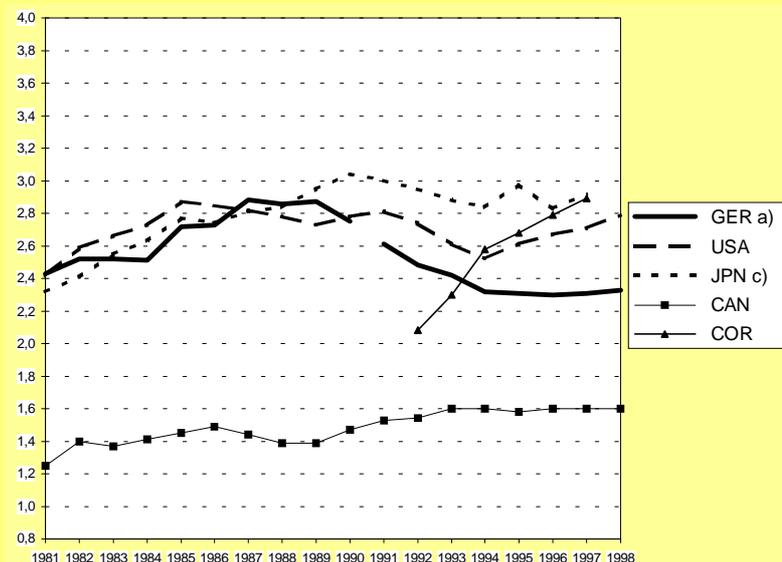
Abb. 3-12: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 1998

- Gesamte FuE-Ausgaben in Prozent des Bruttoinlandsproduktes -

Vergleich Deutschland und europäische Länder



Vergleich Deutschland und außereuropäische Länder



a) Bis 1990: Früheres Bundesgebiet.

b) Strukturbruch in der Erhebungsmethode 1993/1995

c) FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 überschätzt.

Quelle: OECD: Main Science And Technology Indicators. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

¹⁰ Die hohen FuE-Anstrengungen in aufholenden Schwellenländern bedeuten nicht, dass das technologische Wissen dort bereits auch nur annähernd mit dem in den hochentwickelten Industrieländern erreichten Niveau standhalten kann. Denn im internationalen Wettbewerb zählt nicht nur die aktuelle Position bei FuE, sondern auch der angehäuften Bestand an Wissen.

Deutschland stand Anfang der 90er Jahre mit der nachlassenden Neigung, FuE zu betreiben, nicht allein¹¹. Vor allem bei den großen europäischen Ländern zeigte sich ein kräftiger Bedeutungsrückgang, der auch noch anhält. In den USA und Japan ist der kurzfristige reale Rückgang mittlerweile wieder kräftigen Ausweitungen gewichen.

In der **Wirtschaft** werden OECD-weit fast 350 Mrd. \$ für FuE ausgegeben, das sind 1,9 Prozent der Bruttowertschöpfung des Unternehmenssektors der OECD-Mitgliedsländer. Die FuE-Intensität der Wirtschaft ist in Schweden mit 4,4 Prozent mehr als doppelt so hoch wie der OECD-Durchschnitt (Abb. A-1); es folgen Finnland und Korea.

Es ist also keineswegs selbstverständlich, dass in hochentwickelten Industrieländern die FuE-Neigung nachlässt. Es sind andere Wege denkbar als die, die die deutsche Wirtschaft eingeschlagen hat. Denn auch in den USA hat sich der rückläufige Trend umgekehrt: Seit dem Tiefstand im Jahre 1994 steigt die FuE-Neigung der US-amerikanischen Wirtschaft mit realen Raten von 5 bis 10 Prozent wieder stark an. Per Saldo zeigt sich in den letzten Jahren eine Verschiebung der weltweiten industriellen FuE-Kapazitäten, einerseits global von Europa nach Übersee und zudem innerhalb von Europa von den großen Ländern zu kleineren nordischen Volkswirtschaften.

Deutsche Wirtschaft wird wieder aktiver

Zwischen 1995 und 1997 hat eine Reihe von Wirtschaftszweigen in Deutschland ihre **FuE-Aufwendungen** wieder erhöht. Insgesamt gesehen betrug der Anstieg im Zweijahreszeitraum 1995-1997 knapp 10 Prozent. Dies schlug sich auch in einer leicht steigenden FuE-Intensität der Wirtschaft nieder (Tab. A-5). Der Zuwachs von FuE ist damit in den 90er Jahren erstmals oberhalb des Umsatzwachstums geblieben. Auch das FuE-Personal (plus 1 Prozent gegenüber 1995) zeigt erstmals seit 1987 wieder eine Zunahme. Der **Anteil des FuE-Personals** an den Industriebeschäftigten in Deutschland liegt mittlerweile bei gut 4 Prozent. Allerdings hat unter den forschungsintensiven Industrien nur der Kraftwagenbau seine FuE-Kapazitäten in Deutschland absolut gerechnet über einen längeren Zeitraum hinweg aufgestockt¹² und damit seinen Anteil an den FuE-Aufwendungen in Deutschland in den letzten 20 Jahren mehr als verdoppelt. Im langfristigen Vergleich hat die Chemische Industrie bei FuE am stärksten eingebüßt.

Nach vorläufigen Angaben sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft im Jahre 1998 um ca. 6,5 bis 7 Prozent gestiegen. Zudem wird erwartet, dass auch 1999 die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft ansteigen werden - wenn auch nicht mit der gleichen Dynamik wie 1998. Erste Hochrechnungen lassen eine Steigerung in einer Größenordnung von 4 Prozent erwarten. Damit deuten die aktuellen Daten auf eine leichte Ausweitung der FuE-Intensivierung der Wirtschaft hin: Die FuE-Intensität der Wirtschaft scheint auf einen langsamen Wachstumspfad einzuschwenken, der allerdings hinter dem Wachstum einer Reihe wichtiger Länder zurückbleibt. Allerdings sind die Aussagen für die aktuellen Jahre mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, da in jüngerer Zeit etliche Investitionspläne - möglicherweise auch die Planungen für FuE-Aufwendungen - nach unten revidiert worden sind.

¹¹ Der Positionsverlust Deutschlands bei FuE ist - rechnerisch - nur zu einem geringen Teil auf die Vereinigung beider deutscher Staaten zurückzuführen, denn der Rückbau der FuE-Kapazitäten der Wirtschaft hat bereits früher begonnen. Er hat sich dann in den ABL stark beschleunigt. Entscheidend dürften in den frühen 90er Jahren die **indirekten** ökonomischen Effekte der deutschen Einheit sein, die im Gefolge staatlicher Transferprogramme den konsumtiven Bereichen starke Nachfrageimpulse verliehen hatten. Verstärkt wurde dieser Effekt dadurch, dass die technologieintensiven Investitionsgüterindustrien von der weltweiten Rezession mit ihren Auswirkungen auf die Investitions- und Innovationsneigung in Deutschland betroffen waren.

¹² Er hat in diesem Prozess auch sukzessive den Anteil der Forschung erhöht, der für „branchenfremde“ Produkte gedacht ist. Dieser macht mittlerweile über 15 Prozent aus. Dies ist ein Zeichen für zunehmende Diversifizierung und Ausweitung der Kompetenzen über die branchentypische Produktion hinaus.

In den 90er Jahren ist die industrielle FuE¹³ stärker als früher den Markt- und Absatzerwartungen angepasst worden. Die Wirtschaft hat sehr sensibel auf konjunkturelle Einflüsse reagiert und insbesondere ihre strategische Forschung reduziert. Aus den aktuell nur in Eckdaten und Schätzungen vorliegenden Daten wird nicht ganz klar, ob die (Groß-)Unternehmen mit ihren seit 1995 wieder vermehrten FuE-Anstrengungen den Abbau bei der strategischen Forschung gestoppt und damit auch wieder größere Kontinuität in ihre FuE-Aktivitäten gebracht haben. Eine - im Vergleich zur FuE-Expansion in den USA, Schweden oder Finnland - eher geringe, beinahe „**konjunkturneutrale**“ Aufstockung der industriellen FuE-Kapazitäten dürfte angesichts des Kapazitätsrückbaus der vergangenen Jahre nicht ausreichen. Die Steigerung der FuE-Budgets lässt sich daher nicht als eine trendmäßige, **substantielle** Verbesserung interpretieren - insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Unternehmen in vielen anderen Volkswirtschaften ihre FuE-Anstrengungen schon wieder nachhaltig erhöht haben. Deutschlands Wirtschaft hat wie ein Nachzügler agiert. Der mäßige Zuwachs in der deutschen Wirtschaft hält mit der internationalen Entwicklung nicht Schritt.

Strukturelle Merkmale der Industrieforschung

Insbesondere hat sich in den FuE-Budgets der Unternehmen der Anteil der **investiven Komponenten** fast ein Jahrzehnt lang zurückgebildet. In diesem Trend ist ein eher kritisches Signal zu sehen, denn rückläufige FuE-Anlageinvestitionen bedeuten eine nachlassende Standortbindung der Unternehmen.

Andererseits beschleunigt sich in den Forschungsabteilungen der Industrie die „**Akademisierung**“: Im Zuge des Abbaus der unternehmerischen FuE-Kapazitäten war und ist vor allem technisches Personal und Hilfspersonal von der Substitution durch IuK-Technologien betroffen, während der Stamm der akademisch ausgebildeten Arbeitskräfte nach wie vor so weit wie möglich erhalten oder gar erweitert wird (von 38 auf inzwischen über 46 Prozent des FuE-Personals seit 1989).

In den letzten Jahren sind die **externen FuE-Aufwendungen** der Unternehmen deutlich stärker gestiegen als die gesamten Aufwendungen für FuE. Sie machen 1997 gut 10 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus. Auch im Jahr 1998 haben die externen FuE-Aufwendungen stärker zugenommen als die internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen. Insbesondere Großunternehmen, sogenannte FuE-Joint Ventures, gehen zunehmend dazu über, FuE-Aufträge an Dritte zu erteilen. Auch partielles „Outsourcing“ eigener FuE-Abteilungen oder die Gründung von FuE-durchführenden Gemeinschaftsunternehmen mit Konkurrenten, Kunden oder Zulieferern führt zu einer Erhöhung des Umfangs der externen FuE-Aufwendungen. Kooperationsvorhaben zwischen Wirtschaftsunternehmen hatten immer schon den größten Anteil an den externen FuE-Aufwendungen. Ihr Anteil betrug 1997 knapp zwei Drittel. Trotz des Anstiegs der von Hochschulen, Professoren und außeruniversitären FuE-Einrichtungen im Auftrag von Unternehmen durchgeführten FuE hat der Anteil dieser Gruppe abgenommen und liegt 1997 bei ca. 13 Prozent. Die Unternehmen zeigen jedoch auch hier verstärkt Internationalisierungsanstrengungen: Auf ausländische wissenschaftliche FuE-Institutionen entfallen 1997 ca. 20 Prozent aller externen FuE-Aufwendungen, die im Rahmen von FuE-Aufträgen an die Wissenschaft getätigt werden. Dies ist auch ein Ergebnis der Internationalisierung der Unternehmen. Denn auf deutsche

¹³ Diese Aussagen beziehen sich nur auf die Industrie, da ein Zeitvergleich für den Dienstleistungssektor nur eingeschränkt möglich ist. Generell hat sich zwar die statistische Erfassung von FuE im Dienstleistungssektor in Deutschland verbessert, insbesondere ist vielfach der Erhebungskreis ausgeweitet worden. In der Statistik entfallen 1997 mit 16.700 FuE-Beschäftigten denn auch nur etwa 6½ Prozent des FuE-Personals der Wirtschaft insgesamt auf den Dienstleistungsbereich. Weit über 80 Prozent davon sind im unternehmensbezogenen Dienstleistungssektor (Datenverarbeitung/Datenbanken, Forschung und Entwicklung, sonstige unternehmensorientierte Dienstleistungen) tätig.

multinationale Unternehmen und die deutschen Töchter ausländischer multinationaler Unternehmen entfällt der überwiegende Teil der externen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft (vgl. dazu auch Kapitel 5).

3.2.2 Sachinvestitionen und Produktionspotenzial FuE-intensiver Industrien

Durchaus im Einklang mit dem FuE-Verhalten hat der forschungsintensive Sektor der Industrie im Aufschwung seine aus den 80er Jahren bekannte Rolle als Motor der industriellen Dynamik eher zaghaft angedeutet: Er hat die Schubkraft, mit der er aus der Rezession kam, nicht ganz halten können.

Spitzentechnologien prägen den **Strukturwandel** jedoch stärker als die übrigen Industrien. Investitionen in diesem Sektor sind seit 1995 im Jahresdurchschnitt bis 1997 um knapp 15 Prozent, in der Höherwertigen Technologie um knapp 7 Prozent angestiegen, während sie in nicht-FuE-intensiven Industrien gar um 3½ Prozent gekürzt worden sind. 1998 hat es dann erneut einen kräftigen nominalen Investitionsanstieg gegeben, selbst die weniger forschungsintensiven Industrien konnten wieder zulegen. Während die FuE-intensiven Industrien 1998 das Investitionsniveau von 1989/92 erreicht haben, blieben die übrigen Industriezweige noch immer darunter. Für 1999 ist allenthalben damit zu rechnen, dass die Investitionszuwächse deutlich geringer ausfallen als 1998.

Die neueste Erhebung des ifo-Instituts lässt für das Jahr 2000 zwar noch Steigerungen der Investitionstätigkeit erwarten, jedoch konzentriert auf Straßen-, Fahrzeugbau, Nachrichten- und Elektrotechnik und die Chemische Industrie. In den übrigen forschungsintensiven Industrien ist eine „Nullrunde“ geplant, im nicht-forschungsintensiven Sektor gar wieder ein Rückgang (Abb. 3-13). Strukturell betrachtet sind rund 90 Prozent der zwischen 1994 und 2000 zusätzlich ausgegebenen (bzw. geplanten) industriellen Investitionsmittel in den forschungsintensiven Sektor geflossen. Die industriellen Produktionspotenziale orientieren sich sehr deutlich in Richtung Forschungs- und Wissensintensivierung.

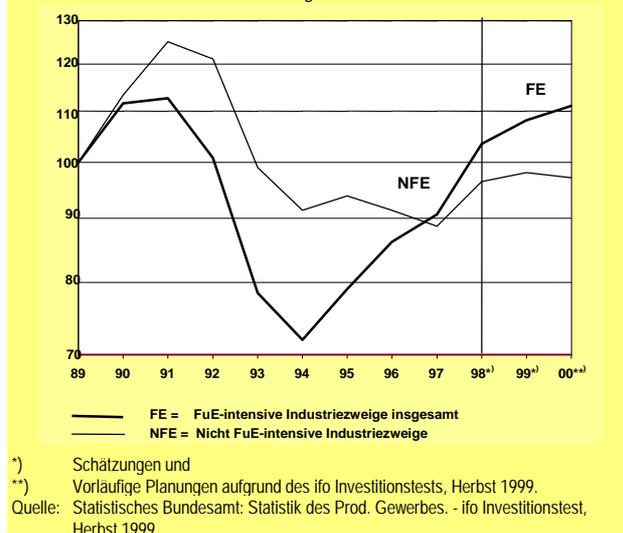
Mittelfristig betrachtet ist die Ausweitung des **Produktionspotenzials** in den alten Bundesländern im Anschluss an die Rezession allerdings als ausgesprochen schwach zu bezeichnen. Dies ist genau der Unterschied der 90er Jahre zu den 80er Jahren: In der Periode 1983 bis 1990 wuchsen die Produktionskapazitäten im forschungsintensiven Sektor der Industrie um knapp 3 Prozent jährlich (Abb. 3-14), in den 90er Jahren gab es jedoch eine deutliche Abflachung, die Dynamik ist gebrochen.

3.3 Die langfristige Perspektive - Bildung, Weiterbildung und Humankapital

Ein hohes Niveau technologischer Leistungsfähigkeit erfordert einen hohen Anteil von hochqualifizierten, sich ständig weiterbildenden Fachkräften. Eine gute Ausbildung ist so-

Abb. 3-13: Entwicklung der Bruttoanlageinvestitionen in FuE-intensiven Industriezweigen 1989 bis 2000

- früheres Bundesgebiet, Betriebe, 1989 = 100 -



wohl für die Produktion als auch für die Anwendung von technischem Wissen wichtig. Dies erfordert nicht nur ein qualitativ und quantitativ steigendes Niveau für die Erstausbildung, sondern auch eine ständige und anspruchsvolle Weiterbildung, da sich die ökonomische Verwertungszeit des Wissens verkürzt. Auch müssen die Anstrengungen in den verschiedenen Sparten des Bildungswesens (allgemeine und berufliche Ausbildung, Weiterbildung) aufeinander abgestimmt sein.

3.3.1 Zunehmender Qualifikationsbedarf

Innovationstätigkeit und Wandel der Qualifikationsstruktur

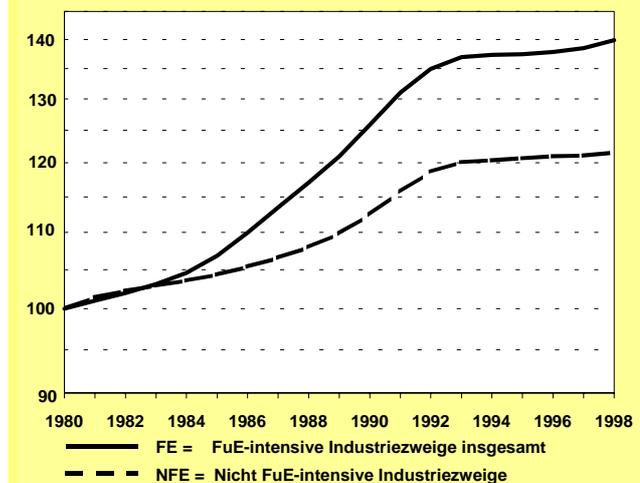
Hand in Hand mit der Ausweitung forschungsintensiver Industrien und dem Bedeutungsgewinn von Dienstleistungen geht ein Mehrbedarf an höher qualifizierten Arbeitskräften je Produkteinheit einher. Denn Innovationen haben erhebliche strukturelle Wirkungen: Moderne Produkte und Herstellungsverfahren beanspruchen in allen Wirtschaftszweigen immer mehr Bildung und Wissen. Sie begünstigen den Einsatz von höher qualifizierten Personen und sparen über Produktivitätsfortschritte vor allem geringer qualifizierte Arbeitskräfte ein. Innovationen wirken selektiv: Die Arbeitsplätze schaffenden Effekte entfallen überwiegend auf die Hochqualifizierten; die Arbeitsmarktposition der wenig Qualifizierten verschlechtert sich hingegen dauerhaft.

Die Verschiebung der Qualifikationsstrukturen zu Gunsten der Hochqualifizierten zeigt sich nicht nur in der FuE-intensiven Industrie und in wachsenden Dienstleistungssektoren, sondern auf breiter Front. Die Steigerung der "Wissensintensität" in jedem Sektor ist eindeutig die wichtigste Komponente des steigenden Einsatzes von hoch Qualifizierten in der Wirtschaft.¹⁴ Ähnliche Relationen ergeben sich für den Rückgang der wenig Qualifizierten. Vor allem die Rezession hat dafür gesorgt, dass durch verstärktes Ausscheiden wenig qualifizierter Arbeitskräfte für die Industrie ein beschleunigter Qualifizierungstrend ausgewiesen wurde.

In Zahlen ausgedrückt:

- 1998 verfügten gut 72 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Gewerblichen Wirtschaft über eine **abgeschlossene Berufsausbildung**. Dies bedeutet aber auch, dass der Anteil der gering qualifizierten Personen ohne abgeschlossene Ausbildung in der ersten Hälfte der 90er Jahre um fast fünf Prozentpunkte gesunken ist.

Abb. 3-14: Entwicklung des industriellen Produktionspotenzials im früheren Bundesgebiet 1980 - 1998



Quelle: DIW (Hrsg.): Produktion u. Faktoreinsatz nach Branchen des verarb. Gewerbes. (August 1999). - Zusammenstellungen und Berechnungen des NIW.

¹⁴ Nimmt man den staatlichen Finanzierungsanteil bei Forschung und Entwicklung hinzu, so entfielen auf den Staat ca. 59 Prozent der nicht physischen Innovationen. Der Rückgang dieses Anteils um ca. 2 Prozentpunkte beruht im Wesentlichen auf den geringeren Ausgaben für Weiterbildung durch die Bundesanstalt für Arbeit. Bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt nahmen damit die nicht-physischen Investitionen Deutschlands seit 1992 kontinuierlich ab.

- Demgegenüber ist der Anteil der **Akademiker mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung** an der Gesamtbeschäftigung in der westdeutschen Industrie kontinuierlich von 2,4 (1980) auf 4 Prozent (1996) gewachsen. Inzwischen hat der – auf Gesamtdeutschland bezogene - Anteil 4,1 Prozent (1998) erreicht, die Akademisierung der Industrieproduktion hat sich in den letzten Jahren eher beschleunigt (Tab. A-6).
- Der Anteil der Beschäftigten mit **Fachhochschul- oder Universitätsabschluss** in der deutschen Wirtschaft liegt inzwischen bei ca 7,5 Prozent¹⁵ gegenüber rund 5,5 Prozent¹⁶ im Jahr 1990 (Tab. A-7). In einzelnen FuE-intensiven Industrien liegen die Anteile zum Teil deutlich darüber. Vor allem bei den stark expandierenden unternehmensorientierten Dienstleistungen ist die Hochqualifiziertenquote deutlich gestiegen und liegt mittlerweile bei 15½ Prozent. In den jungen, innovativen Dienstleistungsbranchen (Software und DV-Dienste) ist sie in der Regel noch erheblich höher.

Eine Umkehr des Qualifizierungstrends in der Industrie erscheint auch unter den Rahmenbedingungen eines schnelleren Wachstums kaum möglich. Die Erfahrung zeigt, dass ein Wiedereinstieg gering Qualifizierter in der Industrie nach Ende der Rezession nur schwer möglich ist.

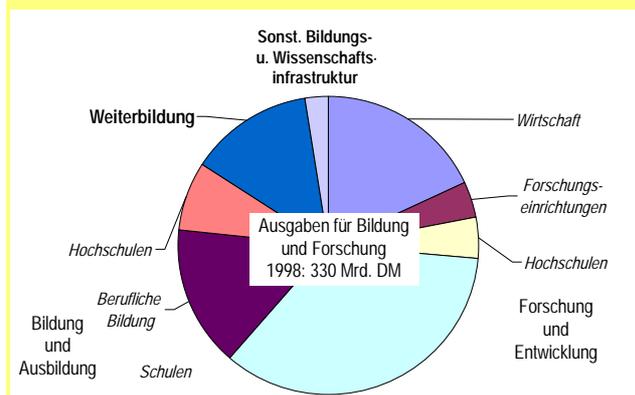
3.3.2 Investitionen in Bildung und Ausbildung

Insgesamt ergeben sich in Deutschland für 1998 Ausgaben für Bildung, Forschung und Entwicklung und Wissenschaft in Höhe von 330 Mrd. DM (Tab. A-8). Davon entfielen 214,1 Mrd. DM auf den Bildungsprozess, 20,3 Mrd DM auf die Förderung der Bildungsteilnehmer und 87,5 Mrd. auf Forschung und Entwicklung. Der stärkste Anstieg in den letzten Jahren ist bei der FuE-Komponente – insbesondere FuE der Wirtschaft – zu verzeichnen.

Trendwende bei den Bildungsausgaben?

Im längerfristigen Vergleich haben die meisten Industrieländer ihre Investitionen in Bildung und Wissen deutlich gesteigert - und zwar schneller als das jeweilige Inlandsprodukt.¹⁷ In den ABL ist das „Bildungsbudget“ in Relation zum Inlandsprodukt gegenüber den 70er Jahren jedoch deutlich zurückgegangen. Zwar erforderten die neuen Bundesländer vorübergehend relativ hohe öffentliche Bildungsausgaben, was zu einer vorübergehenden Erhöhung des BIP-Anteils des Bildungsbudgets führte. Nach dem vorläufigen Ist hat sich der seit 1993 anhaltende, kontinuierliche Rückgang auch 1998 fortgesetzt und der Anteil des Bil-

Abb. 3-15: Struktur der Ausgaben für Bildung und Forschung in Deutschland 1998



Quelle: vgl. Anhang Tab. A-8. Struktur Bildungsausgaben geschätzt auf der Basis 199

¹⁵ Hierin sind lediglich die **sozialversicherungspflichtig Beschäftigten** in Unternehmen der Gewerblichen Wirtschaft enthalten. Selbständige, Freiberufler, Beamte sowie die öffentlich bediensteten Angestellten sind an dieser Stelle somit nicht erfasst. Im Jahre 1998 verfügen fast 16 Prozent **aller** Erwerbstätigen über einen Hochschulabschluss.

¹⁶ Früheres Bundesgebiet.

¹⁷ OECD (1999).

dungsbudget ist auf 6,2 Prozent des BIP gefallen¹⁸.

Als positives Zeichen ist zu werten, dass die öffentlichen Haushalte dem Bildungsbereich in ihren **Haushaltsansätzen** immerhin wieder ein höheres Gewicht eingeräumt haben und der Anteil von 8,9 Prozent im Jahre 1996 innerhalb des öffentlichen Gesamthaushalts bis zum Jahre 1999 um etwa einen Prozentpunkt angehoben werden soll: Das Haushaltssoll der Gebietskörperschaften sieht für 1999 eine Ausgabensteigerung von rund 1 Mrd. DM gegenüber dem vorläufigen Ist 1998 vor - davon knapp die Hälfte beim Bund -, was jedoch allenfalls dazu führen könnte, dass der öffentlich finanzierte Bildungssektor seinen Anteil am Inlandsprodukt hält. Die relative Bedeutung des Bildungswesens für die öffentlichen Haushalte liegt in Deutschland mit etwa 9,9 Prozent noch weit unterhalb des OECD-Durchschnitts von über 12½ Prozent.¹⁹

Deutschland liegt bei den **privaten Ausgaben** für die Bildung jedoch über dem OECD-Durchschnitt. Grund dafür sind vor allem die Ausgaben der Unternehmen in der dualen Berufsausbildung. Diese Form der kombinierten Ausbildung in Schule und Betrieb erklärt auch die besonders hohen Ausgaben im **Sekundarbereich**. Dort investiert Deutschland (zusammen mit Österreich) im internationalen Vergleich am meisten. Im **Primar-** und im **Tertiärbereich** liegen die deutschen Ausgaben je Person und Jahr hingegen vergleichsweise niedrig. Die USA investieren herausragend viel in Universitäten. Im Unterschied zu dieser Konzentration auf die höchste Qualifikation hat sich in Deutschland eher eine breite Ausbildung mit hohen Standards herausgebildet. Dies korrespondiert durchaus mit der spezifischen Ausprägung des Innovationspotenzials in Deutschland und fördert die schnelle Diffusion neuer Technologien in der Wirtschaft.

Hoher Ausbildungsstand

International gesehen zeigt sich die Tendenz, dass sich die Strukturen in den Industrieländern vor allem hinsichtlich der Bedeutung des Sekundarabschlusses II annähern. Große Unterschiede bestehen jedoch weiterhin beim tertiären Abschluss. Generell gilt zudem: Jüngere Erwachsene haben in aller Regel höhere Bildungsabschlüsse als "ältere Kohorten", so dass das Bildungsniveau weltweit weiterhin schnell steigen wird. Dies führt auf dem Arbeitsmarkt zu einem ständigen Generationswechsel, d.h. Substitution von weniger qualifizierten älteren Arbeitskräften durch höher qualifizierte jüngere Personen, die neu in das Arbeitsleben eintreten.

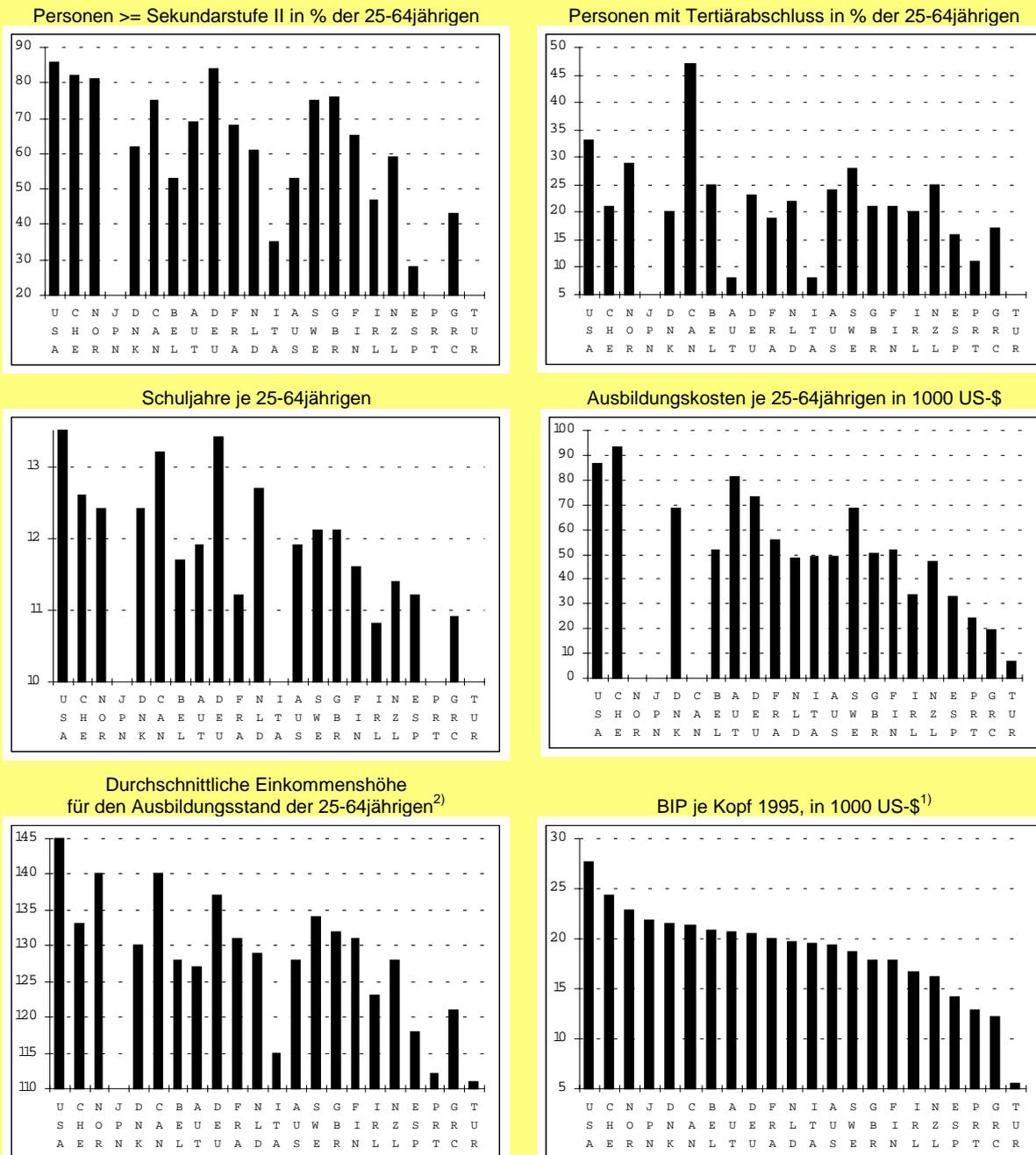
Bezogen auf den Ausbildungsstand der Erwerbsbevölkerung sowie auf der Basis der Intensität und Qualität in den verschiedenen Ausbildungsgängen, sind die Voraussetzungen in Deutschland aufgrund der hohen Investitionen in der Vergangenheit dennoch sehr gut, um auch in Zukunft im technologischen Leistungswettbewerb noch eine Spitzenposition einnehmen zu können (Abb. 3-16). Von Nachteil ist es, dass es in Deutschland vergleichsweise wenige Naturwissenschaftler/Ingenieure unter den **jungen** Erwerbspersonen gibt, und ihre Zahl kurzfristig sogar noch abnehmen wird. Erste Engpässe, die von den Unternehmen auch als gravierendes Innovationshemmnis gewertet werden, zeigen sich vor allem in relativ „jungen“ Fachzweigen wie der IuK-Technologie.

Akademikerknappheit birgt langfristige Probleme auch für die Unternehmensstruktur in sich. Personen mit ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium kommen mehrheitlich für die **Gründung** technologieorientierter Unternehmen in Frage. Insofern ist angesichts des derzeitigen geringen Engagements der Studenten für diese Fächer eine mittelfristig eher

¹⁸ Die Angaben zum vorläufigen Ist bzw. zum Haushaltssoll der Jahre 1997 bis 1999 stammen vom Statistischen Bundesamt.

¹⁹ vgl. OECD: Education at a Glance, Paris 1996, 1997 und 1998.

Abb. 3-16 Indikatoren für den Bestand an Humankapital und Pro-Kopf-Einkommen 1995



1) Umgerechnet mit Kaufkraftparitäten.

2) Entsprechend der Entlohnung nach dem Bildungsstand im Durchschnitt der OECD-Länder (bis Sekundarstufe I = 100).

Quelle: OECD, Human Capital Investment. An International Comparison, Paris 1998; OECD, Economic Outlook Nr. 60, Dezember 1996; OECD, Education at a Glance, Paris 1997; Berechnungen des DIW.

skeptische Prognose der Gründungsaktivitäten angebracht als eine optimistische. Dies gilt vor allem für stark wissensbasierte Bereiche, die auf entsprechenden Nachwuchs aus den Hochschulen angewiesen sind.

Immer wichtiger wird zudem ständige **Weiterbildung**, weil das ökonomisch verwertbare Wissen immer schneller veraltet. Der Bedarf und die Beteiligung an Weiterbildungsmaßnahmen nimmt mit der „Wissensintensität“ des Sektors, mit den betrieblichen Qualifikationsanforderungen, mit der Betriebsgröße und mit der Qualifikation der Erwerbstätigen zu. Sie ist folglich am höchsten

- bei den IuK-Dienstleistungen mit jährlichen Weiterbildungsmaßnahmen bei fast 10 Prozent der Beschäftigten,
- im Finanz- und Personalwesen, in den FuE-Abteilungen, im Topmanagement und im Marketing sowie
- bei Universitäts- und Fachhochschulabsolventen.

Bei Agrar- und Naturwissenschaftlern, sowie Ingenieuren liegt die Beteiligung an Weiterbildungsmaßnahmen allerdings leicht unter dem Durchschnitt (Tab. 3-2).

3.3.3 Der Ertrag von Bildung und Ausbildung

Bildung und Qualifikation lohnen sich

Der Aufschlag auf das Bruttoarbeitsentgelt pro Stunde (Bildungsrendite), der durch ein zusätzliches Bildungsjahr zu erzielen ist, liegt im Schnitt in den alten Ländern bei den vollzeitbeschäftigten Männern und Frauen nahezu gleich auf bei knapp 8 Prozent (Abb. 3-17). Allerdings hat der Wert eines zusätzlichen Bildungsjahres für vollzeitbeschäftigte Männer und Frauen in den achtziger und neunziger Jahren tendenziell eher abgenommen. Dahinter verbergen sich jedoch unterschiedliche Strukturen und Entwicklungen.

- Die Bildungsrenditen liegen im privaten Sektor höher als im öffentlichen Sektor. Der tendenzielle Rückgang fällt bei privaten Arbeitgebern eher geringer aus als im öffentlichen Sektor.
- Teilzeitbeschäftigte haben höhere Bildungsrenditen als Vollzeitbeschäftigte. Daher ergeben sich – primär im öffentlichen Bereich – höhere Bildungsrenditen für Frauen, wenn Teilzeit- und Vollzeitbeschäftigte gleichzeitig betrachtet werden. Gleichzeitig lässt sich dann beobachten, dass die Bildungsrendite im privaten Sektor im Durchschnitt für alle Frauen im Privatsektor deutlich stärker abgenommen hat als für die Männer, während im öffentlichen Sektor die Bildungsrenditen für Frauen nahezu konstant geblieben sind. Die gemessenen geschlechtsspezifischen Tendenzen werden aber primär durch die Veränderungen im Anteil der Teilzeitbeschäftigten geprägt.

Tab. 3-2: Weiterbildungsquoten^{a)} 1996

	Anteile in vH
nach Wirtschaftszweig	
Land-, Forstwirtschaft, Fischerei	1,7
Energie, Wasserv., Bergbau	4,6
Baugewerbe	2,8
Verarbeitendes Gewerbe	3,6
FuE	7,0
nicht FuE	3,4
Unternehm. Dienstleistungen ^{b)}	4,8
dar.: neue Dienstleistungen ^{c)}	9,6
Nicht neue Dienstleistungen	4,7
sonstige Dienstleistungen ^{d)}	5,7
nach Abteilung im Unternehmen	
Produktion	3,9
Forschung und Entwicklung	7,4
Marketing, Materialwirtschaft	5,4
Finanzen, Personalwesen	8,1
Topmanagement	7,0
nach Qualifikation	
Ohne Berufsabschluss	1,2
Lehre	4,0
Meister und Techniker	7,6
Fachhochschule	9,5
Universität	9,8
Gesamt	4,8
dar.: betriebliche Weiterbildung	29,5

a) Anteil der Erwerbstätigen, die im letzten Jahr an Weiterbildung teilgenommen haben.

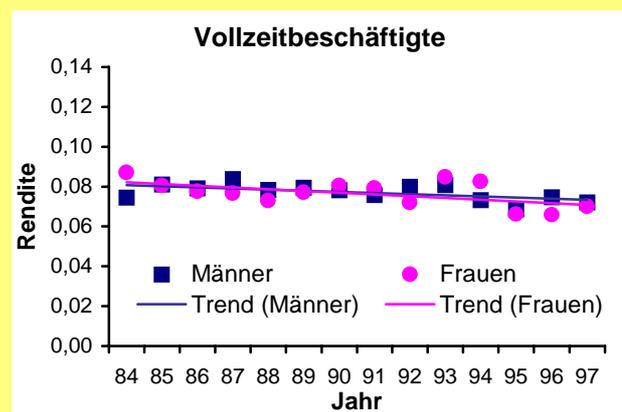
b) Rechts- und Steuerberatung, technische Beratung und Planung, Werbung, Datenverarbeitung und Datenbanken, Marktforschung und sonstige Dienstleistungen für Unternehmen.

c) Datenverarbeitung und Datenbanken (Hardware, Software usw.).

d) Einschließlich öffentlicher Dienstleistungen.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Mikrozensus 1996. - Berechnungen des ZEW.

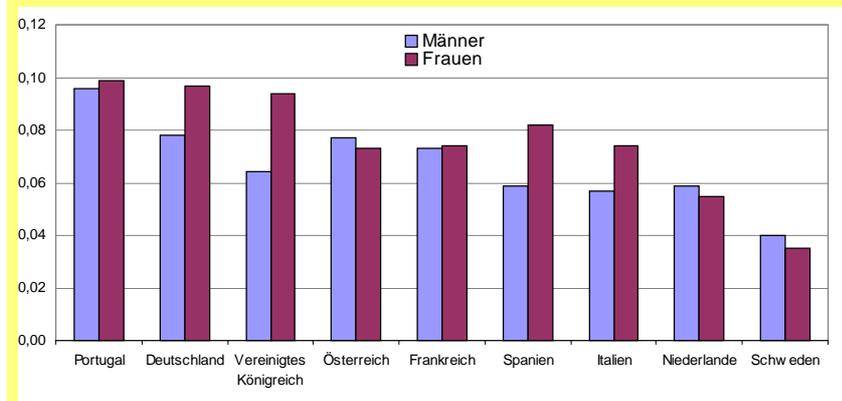
Abb. 3-17: Bildungsrenditen in den alten Ländern 1984-97 (Angaben in Prozent)



Quelle: SOEP 1984-97.

- Im Allgemeinen steigt das Lohndifferenzial mit dem Bildungsniveau an. Berücksichtigt man jedoch die Ausbildungsdauer, dann hat der Meisterabschluss die höchste Rendite. Für Fachhochschüler lohnt sich - am Ertrag gemessen - die Ausbildung letztlich mehr als für Universitätsabgänger. Die Erträge der Lehrberufsabschlüsse liegen - auch unter Berücksichtigung der kürzeren Ausbildungsdauer – signifikant niedriger als diejenigen der Meister und Akademiker.
- Im europäischen Vergleich liegen die Bildungsrenditen in Deutschland mit an vorderster Stelle. Dies gilt sowohl für die Frauen als auch für die Männer. Auffällig ist dabei, dass sich die Erträge aus einem zusätzlichen Bildungsjahr bei den Frauen (Voll- und Teilzeitbeschäftigte) in allen Ländern mindestens in der gleichen Größenordnung bewegen wie die der Männer. In Deutschland, Großbritannien, Italien und Spanien liegen die Bildungsrenditen der Männer signifikant niedriger als die der Frauen. Wie die Abbildung ebenfalls verdeutlicht, bestehen große internationale Unterschiede in den Erträgen „zusätzlicher“ Bildung. Der im internationalen Vergleich hohe Ertrag von Bildung in Deutschland muss auch vor dem Hintergrund interpretiert werden, dass zusätzlich zu diesen Unterschieden auch das Arbeitslosigkeitsrisiko ungleich auf die einzelnen Qualifikationen verteilt ist. Bildung – sei es staatlich oder privat finanziert – lohnt sich aus dieser Sicht doppelt. (Abb. 3-18)

Abb. 3-18 Bildungsrenditen in Europa



Quelle: ZEW (1999): TSER-Projekt: Public Funding and the Returns to Education.

Die Anreize, durch zusätzliche Ausbildungsanstrengungen zusätzliche

Einkommen zu erzielen, sind in Deutschland im internationalen Vergleich höher als in der öffentlichen Diskussion oftmals unterstellt wird.

Bildung schafft Erwerbsmöglichkeiten

Bildung schützt vor **Erwerbslosigkeit**. Zwar hat die Arbeitslosigkeit seit langem alle Qualifikationsstufen erfasst. In etwa gleich auf liegt die Erwerbslosenquote bei Meistern/Technikern mit 5,7 Prozent, bei Erwerbstätigen mit Universitätsabschluss mit 5,5 Prozent, und bei

Tab. 3-3: Erwerbslosenquote nach Qualifikation, 1993-1998, Deutschland

Fachhochschulabsolventen mit 6 Prozent. Bei Lehrberufsabsolventen beträgt sie zwar knapp 11,5 Prozent, liegt damit allerdings noch deutlich unterhalb der Erwerbslosenquote von Personen ohne beruflichen Abschluss (Tab. 3-3).

	Erwerbslose in % der Erwerbspersonen							
	Alle Erwerbslose					sofort verfügbar		
	93	95	96	97	98	96	97	98
Ohne Abschluss	12,0	15,1	17,2	18,4	18,1	13,0	(13,9) a	(13,7) a
Lehrberufsabschluss	9,5	9,7	10,1	11,3	11,3	8,9	10,1	10,2
Meister und Techniker	4,9	5,6	5,2	6,2	5,7	4,5	5,4	4,9
Fachhochschule	5,5	5,8	6,0	6,1	6,0	5,2	5,4	5,3
Universität	5,4	5,5	4,9	5,7	5,5	4,4	5,0	5,0
Insgesamt	9,5	10,1	10,0	11,1	10,9	8,8	9,8	9,7

a) Fortschreibung mit dem Wachstumsfaktor der Erwerbslosenquote auf Basis aller Erwerbslosen. Annahme: Verteilung der Nichtantworter ist unabhängig von der Qualifikationsstruktur.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 1 Reihe 4.1.2 verschiedene Ausgaben und MZ 70 Prozent Stichprobe, 1993, 1995, 1996.

Auch in allen anderen Ländern sinkt die Arbeitslosenquote mit einem höheren Ausbildungsstand (Tab. A-13). Im Zeitablauf nimmt in allen Industrieländern vor allem die Akademikerarbeitslosigkeit stark ab. Absolventen von Kurzzeitstudiengängen (Frankreich, Niederlande) sind nur geringfügig stärker von Arbeitslosigkeit bedroht als Absolventen vier- oder fünfjähriger Studiengänge. In Deutschland lohnt sich ein schnelles Studium: Denn die Erwerbslosenquote ist bei Akademikern, die beim Abschluss unter 30 Jahre alt waren, signifikant niedriger.

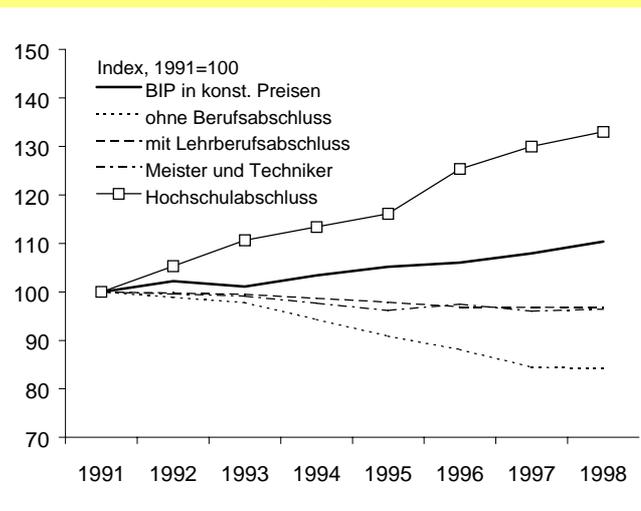
Zwischen den akademischen Berufen ist das Erwerbslosigkeitsrisiko in Deutschland jedoch nicht gleich verteilt: Es ist bei Natur-, Ingenieur- und Agrarwissenschaftlern, aber auch bei Sprach- und Kulturwissenschaftlern vergleichsweise hoch. Zudem hat sich die Arbeitsmarktsituation für ältere Akademiker deutlich verschlechtert, insbesondere bei Ingenieuren. Die älteren Generationen sind im Nachteil, wenn es um die Anpassung an die Erfordernisse neuer Technologien geht. Dies gilt insbesondere dann, wenn ihr Tätigkeitsprofil eng verknüpft mit der Innovationstätigkeit ist. Die Schlüsselrolle bei technologischen Innovationen lässt sich nur dann permanent durchhalten, wenn durch regelmäßige Weiterbildung und "Training-on-the-job" die Fähigkeiten und Fertigkeiten an die Herausforderungen technologischer Innovationen angepasst werden.

In Deutschland steigt die Erwerbsbeteiligung mit dem Niveau des Bildungsabschlusses. Entsprechend sind die **Beschäftigungsschwellen** in den 90er Jahren für jene gestiegen, die keinen Hochschulabschluss haben (Abb. 3-19). Selbst bei Lehrberufsabsolventen nimmt die Beschäftigung seit fünf Jahren trotz Wachstums nicht mehr zu. Jahr für Jahr war ein höheres Wirtschaftswachstum erforderlich, um zusätzliche Erwerbspersonen in Beschäftigung zu bringen bzw. um Arbeitslosigkeit zu vermeiden.

In den USA und in den Niederlanden ist dies anders. Dort sind aufgrund der spezifischen Arbeitsmarktbedingungen bei hohen Wachstumsraten die Beschäftigungschancen der mittleren Qualifikationsebene kaum geringer als

Abb. 3-19: Wirtschaftswachstum und qualifikatorische Erwerbstätigenentwicklung

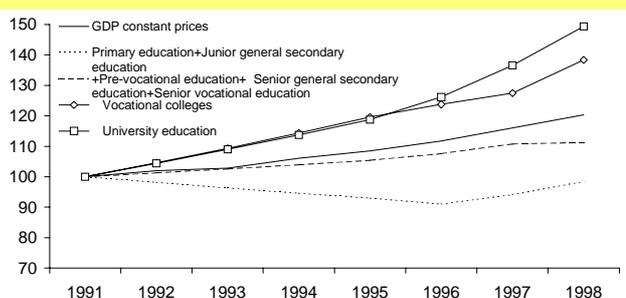
- Deutschland, 1991-1998 -



Ab 1996 für ohne Berufsabschluss: Fortschreibung mit den soz. versicherungspfl. Beschäftigten.
Quelle: MZ, FS. 4.1.2 und MZ 70% Stichprobe.

- Niederlande, 1991-1998 -

- Index 1991=100 -

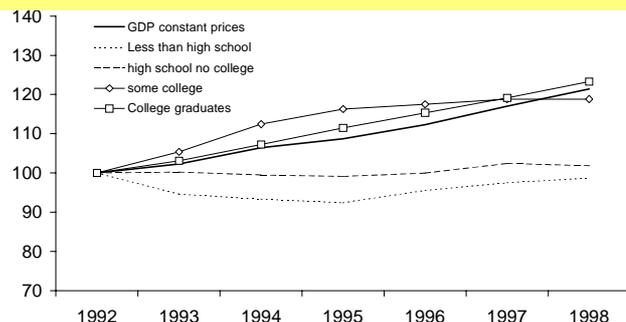


Vocational colleges: Hochschulberechtigung ist nicht erforderlich.

GDP: Daten vor 1995 basieren nicht auf den revidierten Sozialproduktsberechnungen (ESR).
Quelle: Statistics Netherlands.

- USA, 1992-1998 -

- Index 1992=100 -



Quelle: US Bureau of Labour Statistics.

die von Akademikern. Auch bei wenig Qualifizierten steigt das Beschäftigungsniveau immer noch leicht an, trotz des fortwährenden Rückgangs des Angebots niedrig qualifizierter Arbeitskräfte.

4 Zum Aufholprozess in den neuen Bundesländern

Die Integration der neuen Bundesländer in den internationalen Technologiewettbewerb kommt kontinuierlich voran. Noch besteht aber ein deutlicher Aufholbedarf gemessen an der Integration der alten Bundesländer in die weltweite Arbeitsteilung. Dies korrespondiert mit einem geringen Anteil forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige, dem geringen Industriebesatz und einer geringen Anzahl an forschenden Unternehmen.

4.1 Zunehmende Internationalisierung

Die **Auslandsumsätze** aus den neuen Bundesländern nehmen sprunghaft zu (Tab. 4-1), dennoch ist der Internationalisierungsgrad der ostdeutschen Industrie eher bescheiden. Dies gilt besonders für den forschungsintensiven Sektor: Lediglich 3,5 Prozent (knapp 16 Mrd. DM) des von deutschen Betrieben im Ausland erzielten Umsatzes mit FuE-intensiven Waren kommen 1998 (1995: 2 Prozent) aus den neuen Bundesländern und die Exportquote erreicht mit 32 Prozent (gegenüber 18 Prozent im Jahr 1995) bei weitem noch nicht das Niveau des früheren Bundesgebiets (rund 50 Prozent). Aber: Einzelne Industrien aus den neuen Bundesländern setzen anteilig gerechnet ähnlich viel (EDV, Automobile) oder sogar mehr im Ausland ab als die Unternehmen in den alten Bundesländern. Die Steigerung der Aktivitäten im ostdeutschen Auslandsgeschäft ist ein positives Signal.

Tab. 4-1: *Position und aktuelle Entwicklung FuE-intensiver Industrien in den neuen Bundesländern*

	Nettoproduktion		Beschäftigung			Exportquote 1998 in %	Auslandsumsatz		
	Jahresd. Veränderung 1993 - 1998 in %		Anteil an D** 1998 in %	Jahresd. Veränderung 1995 - 1998 in %			Anteil an D** 1998 in %	Jahresd. Veränderung 1995 - 1998 in %	
	NBL	ABL		NBL	NBL	ABL		NBL	NBL	ABL
FuE-intensive Industrien insgesamt	7,7	3,9	7,2	-3,2	-2,0	32,0	3,5	34,0	9,6
Spitzentechnik*	11,2	4,9	6,0	5,2	-2,3	35,6	4,3	62,6	12,9
Höherwert. Technik	7,0	3,7	7,4	-4,3	-2,0	31,1	3,4	28,9	9,0
Nicht-FuE-intensive Industrien	5,4	1,1	10,5	1,1	-2,6	12,3	5,0	15,2	4,6
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	6,3	2,4	9,0	-0,5	-2,3	19,1	4,0	24,6	8,5

*) Ohne Spalt- und Brutstoffe.

**) Anteil der neuen Länder an Gesamtdeutschland

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik des Produzierenden Gewerbes. Berechnungen des NIW.

Der geringe Internationalisierungsgrad lässt sich nicht nur anhand der Ausfuhren ostdeutscher Betriebe festmachen, sondern gilt auch in Bezug auf das Engagement ausländischer **Investoren** in den neuen Bundesländern. Es konzentriert sich wie im früheren Bundesgebiet stark auf kapitalintensive Bereiche. Insgesamt haben ausländische Investoren im Zeitraum 1991 bis 1998 zu rund 15 Prozent zu den kumulierten Investitionen der ostdeutschen Industriebetriebe beigetragen und damit nicht nur die Stabilisierung altindustrieller Regionen gefördert, sondern auch die Erhaltung und den Ausbau des FuE-Potenzials und die internationale Einbindung der ostdeutschen Wirtschaft stimuliert.

4.2 Beschäftigung und Produktion in forschungsintensiven Industrien

Trotz beachtlicher Wachstumsraten ist die industrielle Basis in den neuen Bundesländern insgesamt jedoch noch ausgesprochen schmal.²⁰ Forschungsintensive Industrien haben in den neuen Ländern mit rund 40 Prozent ein deutlich geringeres Gewicht an der **Industrie-produktion** als im früheren Bundesgebiet (50 Prozent). Einzelne Bereiche (insbesondere Optik, Automobile und damit verwandte Elektronik, EDV und Elektronische Bauelemente, Instrumente, Luft- und Raumfahrzeuge, Teile der Chemie und des Maschinenbaus) haben ihre Produktionskapazitäten in beachtlichem Maße ausgeweitet. Deutliche Verluste ergeben sich auf der anderen Seite für den Schienenfahrzeugbau, einzelne Maschinenbaubereiche (Baumaschinen, Textilmaschinen, Maschinen für das Ernährungsgewerbe) sowie Medikamente.

Insgesamt waren 1998 in forschungsintensiven Industrien knapp 200 Tsd. Personen beschäftigt. Das sind knapp 36 Prozent der gesamten Industriebeschäftigung. Im Verlauf des Aufschwungs hat sich die Beschäftigung in Höherwertigen Technologien trotz vergleichsweise höherer Wachstumsraten mit einem Arbeitsplatzabbau von jahresdurchschnittlich 4,3 Prozent insgesamt noch ungünstiger entwickelt als im früheren Bundesgebiet (-2 Prozent), während im „kleinen“ Spitzentechniksektor in diesem Zeitraum knapp 4.000 Arbeitsplätze hinzugekommen sind (vor allem bei Elektronischen Bauelementen und Luft- und Raumfahrzeugen). 1998 sind auch in Höherwertigen Technologien erstmals - wenn auch in bescheidenem Rahmen - neue Arbeitsplätze entstanden (Automobile und Ausrüstungen, Spezialmaschinen, Werkzeuge, übrige Chemische Erzeugnisse). In einigen – relativ großen - Industrien geht der Beschäftigungsabbau jedoch unvermindert weiter: Vor allem im Schienenfahrzeugbau, in der Elektrotechnik, bei Hebezeugen/Fördermitteln und bei Dampfkesseln.

4.3 Wissensintensive Dienstleistungen und Gründungen

Vom **wissensintensiven Dienstleistungssektor** gehen bislang keine entscheidenden Impulse für die Beschäftigung in den neuen Bundesländern aus. Zwar expandieren dort - wie auch im übrigen Bundesgebiet - die unternehmensnahen Dienstleistungen in besonderem Maße. Verglichen mit dem Durchschnittswert der alten Länder, sind diese noch deutlich unterrepräsentiert. Lässt man bei der Berechnung des Vergleichswerts die westdeutschen Ballungsräume außen vor, so reduziert sich der Unterschied erheblich. Darüber hinaus entstehen noch in merklichem Umfang neue Arbeitsplätze im Gesundheitswesen. Dieser „Nachholbedarf“ in der Grundversorgung dürfte jedoch in absehbarer Zeit gesättigt sein.

Die hohe **Gründungsaktivität** (vgl. Abschnitt 6.2) der ersten Jahre nach der Wiedervereinigung hat sich seit Mitte der 90er Jahre merklich abgeflacht und auf ein den alten Bundesländern vergleichbares Niveau eingependelt. In technologieorientierten Wirtschaftszweigen insgesamt kann seit 1995 von einer Stagnation des Gründungsgeschehens gesprochen werden, wobei die Zahl der Neugründungen im Bereich der Höherwertigen Technik kontinuierlich zurückgeht, dafür aber immer mehr Unternehmen im Spitzentechnikbereich entstehen. Hier ist die Dynamik in den NBL besonders hoch. Dafür verläuft die Entwicklung bei technologieorientierten Dienstleistungen schwächer als im früheren Bundesgebiet: Seit 1995 ist die Zahl der Neugründungen in diesem Bereich gar rückläufig, vornehmlich in den „bau-nahen“ Bereichen. Gleichsam als „Nachwehen“ der sehr hohen Gründungsneigung der er-

²⁰ In den neuen Ländern wuchs die Nettoproduktion bei forschungsintensiven Waren im Jahresdurchschnitt 1993-1998 um fast 8 Prozent, im früheren Bundesgebiet lediglich um knapp 4 Prozent.

sten Jahre nach der Wiedervereinigung und auch befördert durch die schleppende ökonomische Entwicklung der neuen Länder in den letzten Jahren nahm die Zahl der Insolvenzen in den letzten Jahren rapide zu, so dass nur noch ein leichtes Anwachsen der Unternehmenspopulation in den neuen Ländern zu beobachten ist. Auch im Jahr 1999 dürfte in den neuen Ländern die Zahl der Insolvenzfälle zugenommen haben, während sich in den alten Ländern eine Besserung abzeichnet.²¹ Die Insolvenzfälle konzentrieren sich dabei auf den Bau und den Handel, während die FuE-intensive Industrie und die technologieintensiven Dienstleister beim Anteil der Insolvenzfälle einen geringeren Anteil aufweisen als bei den Gründungen.

Insgesamt gesehen lässt sich seit 1995 eine deutliche Konvergenz der Gründungsaktivitäten in den alten und den neuen Bundesländern erkennen: Sowohl bezogen auf die Gründungsintensität als auch auf die zeitliche Entwicklung schlagen die alten und die neuen Länder ähnliche Pfade ein. Allerdings liegt in den neuen Ländern der Anteil der Unternehmensgründungen in der Spitzentechnik und den technologieintensiven Dienstleistungen an allen Gründungen – ebenso wie der Anteil dieser Sektoren an der Gesamtbeschäftigung – unterhalb der Anteile in den alten Ländern.

4.4 Qualifikationsstrukturen

Im Verlauf des Um- und Restrukturierungsprozesses in den neuen Bundesländern nach der Wende war zu beobachten, dass diejenigen Personen, die in der Industrie ihren Arbeitsplatz behalten konnten, über ein vergleichsweise hohes formales Qualifikationsniveau verfügten (vgl. Tab. 4-2). Ein Rückstand ergibt sich allerdings im Hinblick auf den Einsatz von Naturwissenschaftlern/Ingenieuren in der Industrie, was mit der höheren Fertigungsorientierung vor allem der Tochterunternehmen westdeutscher Firmen zusammenhängen dürfte. Bedingt durch das Ausbildungssystem zu DDR-Zeiten liegen die Ausgebildeten- und Hochqualifiziertenquote in den neuen Bundesländern merklich über denjenigen im früheren Bundesgebiet. In jüngerer Zeit scheint – gemessen an den formalen Abschlüssen - hier aber eine Angleichung der Strukturen stattzufinden: Im früheren Bundesgebiet nimmt der Anteil der hoch Qualifizierten an den Beschäftigten tendenziell weiter zu, in den neuen Bundesländern nimmt dieser Anteil ab. Einerseits schieden qualifizierte Personen altersbedingt aus. Andererseits

Tab. 4-2: Qualifikationsstrukturen in der Verarbeitenden Industrie 1995 und 1998

Indikator	Deutschland - Anteile in % -		früh. Bundesgebiet - Anteile in % -		neue Bundesländer - Anteile in % -	
	1995	1998	1995	1998	1995	1998
Fertigungsintensität						
Anteil der Arbeiter an den Beschäftigten	65,4	63,8	64,7	63,8	70,6	71,3
Ausbildungskapitalintensität der Fertigung						
Anteil der Facharbeiter an den Arbeitern	49,2	45,6	45,5	45,6	73,4	70,1
Dienstleistungsintensität						
Anteil der Angestellten an den Beschäftigten	34,6	36,2	35,3	36,2	29,4	28,7
Ausbildungskapitalintensität der Dienstleistg.						
Anteil der Hochschul-/Fachhochschul-Absolventen an den Angestellten	17,9	19,4	16,5	18,4	30,1	28,2
Ausgebildetenquote						
Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung	70,9	71,6	69,1	70,3	83,4	81,4
Hochqualifiziertenquote						
Anteil der Hochschul-/Fachhochschulabsolventen an den Beschäftigten	6,2	6,8	5,8	6,7	8,9	8,1
Naturwissenschaftler- und Ingenieurquote						
Anteil der Akademiker mit natur- o. ingenieurwissen. Studium an Besch.	3,8	4,1	3,8	4,2	3,9	3,5

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

²¹ Vgl. Creditreform (1999), Insolvenzen, Neugründungen, Löschungen 1999/2000, Neuss.

rerseits entstehen in den wachsenden Industrien auch Arbeitsplätze mit geringerem Qualifikationsbedarf in der Fertigung. Beispiel hierfür ist der Automobilbau: Dort sind bei steigender Gesamtbeschäftigung vergleichsweise mehr Arbeitsplätze für weniger qualifizierte Personen entstanden als für Facharbeiter. Zudem ist durch das Wachstum einzelner FuE-intensiver Industriezweige auch das Einkommen in den jeweiligen Standortregionen gestiegen.²² In der Folge entstanden durch zusätzliche Konsumnachfrage auch weitere Arbeitsplätze für gering Qualifizierte. Demzufolge ist der Anteil der Facharbeiter an den Arbeitern deutlich gesunken, bei gleichzeitig zunehmenden Qualifikationsanforderungen im Angestelltenbereich.

4.5 Forschung und Entwicklung

1997 waren in der Wirtschaft der neuen Bundesländer gut 25.000 **FuE-Beschäftigte** zu verzeichnen, knapp 6 Prozent mehr als 1995 (Tab. 4-3). Die seit 1994 zu verzeichnende leichte Aufwärtstendenz dürfte sich auch in den Folgejahren fortgesetzt haben.²³ Dennoch bleiben die (ebenfalls gestiegenen) FuE-Aufwendungen in den NBL im Vergleich zur Entwicklung des FuE-Personals noch deutlich zurück: Das FuE-Personal in den neuen Ländern macht knapp 9 Prozent des gesamtdeutschen FuE-Personals aus, bei den internen **FuE-Aufwendungen** sind es nur 6 Prozent. Die internen FuE-Aufwendungen pro FuE-Beschäftigten betragen in den neuen Ländern ca. 134 Tsd. DM gegenüber 203 Tsd. DM in den alten Ländern. Dabei spielt die kleinbetriebliche Struktur der FuE-betreibenden Unternehmen eine wichtige Rolle, da die FuE-Aktivitäten in kleinen und mittleren Unternehmen erheblich personalintensiver sind als in größeren Unternehmen. Zudem ist hierbei zu berücksichtigen, dass die FuE-Fördermaßnahmen für die NBL, an denen rund zwei Drittel der FuE-betreibenden ostdeutschen Unternehmen partizipieren, darauf abzielen, das „Humankapital“ in den Unternehmen zu halten und somit durch die relative Verbilligung des FuE-Personaleinsatzes zu einer personalintensiveren Faktoreinsatzstruktur im FuE-Bereich beitragen.

Die FuE-Intensitäten – sowohl bezogen auf das FuE-Personal als auch auf die FuE-Aufwendungen - liegen in den neuen Ländern unterhalb der Werte der alten Länder. Zu einem großen Teil beruht dies auf Unterschieden in der Branchen- und Größenstruktur der Industrie der neuen Länder. Bezogen auf alle Erwerbstätigen wird die relativ geringere Ausstattung der neuen Länder mit FuE-Aktivitäten noch deutlicher: Der Anteil des FuE-Personals an allen Erwerbstätigen liegt in den alten Ländern mehr als doppelt so hoch wie in den neuen Ländern. Auch hierfür sind maßgeblich wirtschaftsstrukturelle Gründe verantwortlich (vgl. dazu auch die Ausführungen im Abschnitt 8.2).

Generell ist in den NBL nicht die Beteiligung am FuE-Prozess der entscheidende Engpass, sondern vielmehr die noch immer geringere Marktorientierung auch der forschenden Betriebe.²⁴ Dennoch ließ sich in jüngerer Zeit auch in den NBL beobachten, dass die FuE-betreibenden Unternehmen in der Regel höhere Umsatzzuwächse realisieren konnten als die nicht-FuE-betreibenden Unternehmen. Dies ändert jedoch an der generellen Feststellung nichts, dass in der Mehrzahl der FuE-Unternehmen die Ausrichtung von FuE an den Erfordernissen des Marktes zu wünschen übrig lässt. Bei der Beurteilung des Anstieg des FuE-

²² vgl. dazu auch das aktuelle Gutachten des Sachverständigenrates für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung.

²³ Die ab 1999 verschärften Mittelstands- und Konzernklauseln werden bei (abhängigen) Klein- und Mittelunternehmen möglicherweise das FuE-Verhalten beeinflussen. Inwieweit dies in der Größenordnung der FuE-Aktivitäten seinen Niederschlag finden wird, lässt sich momentan nicht absehen. Andererseits könnten durch die Neuformulierung der Förderregeln Regionalbeihilfen (als Anpassung an die neuen europäischen Leitlinien), die auch lohnbezogene Investitionszuschüsse ermöglichen, auch für die Ausweitung von FuE-Kapazitäten genutzt werden.

²⁴ vgl. dazu ausführlicher Spielkamp et al. (1998) oder Pleschak, Fritsch und Stummer (1999).

Tab. 4-3: Kennziffern zu FuE, Patenten und Innovationen in den neuen Bundesländern und im früheren Bundesgebiet

	Jahr	neue Bundesländer	früheres Bundesgebiet
FuE-Personal im Wirtschaftssektor insgesamt	1995	23.700	260.000
	1997	25.100	261.200
Verteilung des FuE-Personals auf Unternehmen mit ... Beschäftigten in Prozent	1997		
unter 100		40	6
100 bis 249		18	5
250 bis 499		7	5
500 bis 999		9	7
1.000 bis 1.999		4	9
2.000 und mehr		22	68
FuE-Intensität im Verarbeitenden Gewerbe in Prozent als...			
Personalanteil an den Beschäftigten ¹⁾	1997	3,7	4,3
Interne FuE-Aufwendungen am Umsatz	1997	2,0	2,5
FuE-Personal in der Wirtschaft je 10.000 Erwerbstätige ²⁾	1997	56	122
Patentanmeldungen ³⁾			
Absolut	1995	2.120	36.260
	1997	2.620	40.720
	1998	2.810	44.830
je 100.000 Erwerbstätige	1998	68	206
Innovationsintensitäten (Innovationsaufwendungen am Umsatz in Prozent)			
Verarbeitendes Gewerbe	1996	4,7	4,9*)
	1998	4,9	4,4*)
Dienstleistungen	1996	2,3	1,2*)
	1997	2,6	1,9*)
Anteil der innovierenden Unternehmen in Prozent			
Verarbeitendes Gewerbe	1996	63	60*)
	1998	63	65*)
Dienstleistungen	1996	62	61*)
	1997	55	61*)
Unternehmen mit Marktneuheiten			
Verarbeitendes Gewerbe	1996	21	23*)
	1998	24	28*)

1) Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe.

2) Erwerbstätige in der Gewerblichen Wirtschaft (ohne Landwirtschaft und Staat).

3) Die neuen Bundesländer umfassen in dieser Abgrenzung lediglich die 5 Flächenländer. Berlin, das nur insgesamt ausgewiesen ist, wird den alten Bundesländern zugerechnet, da der überwiegende Teil der dort angemeldeten Patente aus Westberlin stammt.

*) Gesamtdeutschland.

Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1995-1997; FuE Info 2/1999, ergänzt um unveröffentlichte Materialien des WSV zu FuE 1997. - Deutsches Patentamt, Jahresbericht 1998. - Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1 sowie Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder, ZEW, Mannheimer Innovationspanel - Berechnungen und Schätzungen des NIW und des ZEW.

Personals und der FuE-Aufwendungen in den neuen Ländern sollte dies nicht vergessen werden. Zudem entfällt ein erheblicher Anteil (ca. ein Sechstel) des FuE-Personals und der FuE-Aufwendungen in den neuen Ländern auf Einrichtungen der externen Industrieforschung und auf Unternehmen, die primär FuE-Dienstleistungen erbringen. Dieser Teil des FuE-Personals ist damit nicht unmittelbar für die produzierenden Unternehmen verfügbar. Nach verbreiteter Ansicht sind noch erhebliche Defizite bei der Einbindung der externen Industrieforschung in die FuE- und Produktionsnetzwerke in den neuen Ländern zu konstatieren.

Die forschenden **Unternehmen** sind in den neuen Bundesländern im Schnitt deutlich kleiner als im früheren Bundesgebiet, entsprechend bilden Klein- und Mittelunternehmen hier auch eher das Potenzial für einen weiteren Ausbau der FuE-Kapazitäten. Rund ein Viertel der Unternehmen und der Institutionen der externen Industrieforschung rechnen auch 1999

mit einer Zunahme der FuE-Gesamtaufwendungen; im früheren Bundesgebiet sind es 30 Prozent.

4.6 Innovationen und Patente

Der Aufholprozess wird auch anhand der **Innovationsintensität** und der investiven Innovationsausgaben deutlich. Die längerfristige Entwicklung der FuE- und Innovationsindikatoren für ABL und NBL deutet generell auf eine Annäherung hin: Dies gilt für den Anteil der Innovationsaufwendungen am Umsatz, für den Anteil an Produktinnovatoren oder Prozessinnovatoren oder auch für den Anteil an Unternehmen, die durch Prozessinnovationen Kostensenkungen realisieren konnten. Zwar zeigt sich auch beim Anteil der Unternehmen, die Marktneuheiten entwickelt und auf den Markt gebracht haben, kaum noch ein Unterschied zwischen den alten und den neuen Ländern, jedoch liegt der Umsatzanteil, der auf diese Marktneuheiten entfällt, in den neuen Ländern noch unter dem Niveau der alten Länder.

Im **Dienstleistungsbereich** ergibt sich ein überwiegend positives Bild: Steigende Innovationsaufwendungen und zunehmende Umsatzanteile mit neuen oder verbesserten Dienstleistungen oder die realisierten Kostensenkungsanteile vermitteln einerseits eine durchaus günstige Entwicklung. Auch die Anzahl der Unternehmen, die Produkt- oder Prozessinnovationen einführen, nimmt seit 1996 in den modernen Dienstleistungsbranchen zu. Ähnlich wie in den alten Ländern lässt aber die Innovationsaktivität im Handel und im Transportgewerbe nach.

Relativ (pro Erwerbstätigen) betrachtet werden knapp ein Viertel soviel **Patente** angemeldet wie im früheren Bundesgebiet. Hierbei spielen nicht nur geringere Forschungsaufwendungen der Unternehmen, sondern auch wirtschaftsstrukturelle Gründe eine Rolle. In diesem Kontext sind dabei vor allem die vergleichsweise geringere Größe der Unternehmen, die geringere Exportorientierung, das gesamtwirtschaftlich geringere Gewicht der Industrie als traditioneller Hauptanmelder von Patenten sowie das hohe Gewicht von Tochterunternehmen ohne eigene dispositive Funktionen relevant. Der Aufholprozess ist aber dennoch in Gang gekommen: So wuchs die Zahl der Anmeldungen aus den neuen Bundesländern von 1995 bis 1998 um rund ein Drittel, im früheren Bundesgebiet nur rund um ein Viertel.

4.7 Fazit

Die technologische Leistungsfähigkeit der neuen Länder wird auch 10 Jahre nach der Wiedervereinigung durch eine Reihe von Strukturschwächen beeinträchtigt. Noch liegt die Produktivität der Industrie – im Durchschnitt gerechnet - in den neuen Ländern deutlich (ca. 30 Prozent) unter dem Niveau der alten Länder. In den letzten Jahren zeigt sich zudem eine deutliche Tempodrosselung und teilweise sogar eine Stagnation bei der Schließung der Produktivitätslücke. Damit besteht nach wie vor ein hoher Aufholbedarf und die Notwendigkeit durch Produkt- und Prozessinnovationen die Leistungsfähigkeit der Industrie zu erhöhen.

Der technologische Aufholprozess schlägt sich in einer zunehmenden FuE-Aktivität in den Unternehmen und einer steigenden Anzahl von Patentanmeldungen der Industrie nieder. Zu konstatieren ist auch ein geringerer Industriebesatz insbesondere in FuE-intensiven Wirtschaftszweigen und eine geringe Anzahl von FuE-betreibenden Großunternehmen. Damit fehlen dem Innovationssystem in den neuen Ländern wesentliche Kernelemente und Kristallisationspunkte des Innovationssystems der alten Länder. Darüber hinaus leiden die kleinen und mittleren Unternehmen - trotz der in jüngster Zeit erzielten Verbesserungen - sehr viel häufiger als in den alten Ländern unter einer geringen Rentabilität, fehlendem Eigenkapital und daraus resultierend auch unter unzureichendem Zugang zu Fremdkapital. Die Anstren-

gungen zur Verbesserung der technologischen Leistungsfähigkeit der neuen Länder brauchen vor diesem Hintergrund einen langen Atem. Dies gilt insbesondere auch für die Maßnahmen zur Erweiterung der FuE-Potenziale der kleinen und mittleren Unternehmen der neuen Länder.

Das umfangreiche System der öffentlichen Förderung von FuE- und Innovationstätigkeit der kleinen und mittleren Unternehmen in den neuen Ländern hat dazu beigetragen, dass der Entwicklungspfad langsam nach oben zeigt. Ohne die massiven Hilfen für FuE wäre der Rückstand in der FuE-Intensivierung der Wirtschaft sicher noch höher ausgefallen. Insbesondere das umfangreiche System der externen Industrieforschung und der kleinen FuE-Dienstleistungsunternehmen, die im Transformationsprozess in der Nachfolge ehemaliger Institute der Akademie der Wissenschaften, der zentralen FuE-Einrichtungen der Kombinate und der FuE-Abteilungen von Großbetrieben entstanden sind, wäre ohne öffentliche Zuschüsse und Projektförderungen nicht lebensfähig. Für die Finanzierung ihrer FuE- und Innovationsaktivitäten ist ein Großteil dieser Einrichtungen auf diese Instrumente angewiesen.

Andererseits wurde vielfach auch die bislang unzureichende Einbindung der externen Industrieforschung und der innovativen FuE-Dienstleister in das Innovationssystem konstatiert. Die ihnen häufig zugedachte Rolle, die fehlenden FuE-Aktivitäten der Großunternehmen zu kompensieren, konnten sie bislang nicht ausfüllen. Die Problemlagen in diesem 'neuen' Element des deutschen Innovationssystems sind vielfältig und umspannen sowohl innerbetriebliche Probleme wie unzureichendes (FuE-)Management und eine mangelnde Marktorientierung der Einrichtungen bis hin zu dem Problem sich im enger werdenden Markt um FuE-Aufträge gegen Einrichtungen zu behaupten, die über andere Finanzierungsvoraussetzungen und Kompetenzvorsprünge verfügen. Zudem weisen die Unternehmen und Institutionen der externen Industrieforschung in den neuen Ländern vielfach eine geringe Größe auf.

Daraus ergibt sich ein hoher Reformbedarf für die externe Industrieforschung in den neuen Ländern. Zum einen sollte versucht werden, durch netzwerkorientierte Fördermaßnahmen die Einbindung der externen Industrieforschung in die industriellen FuE- und Produktionsnetzwerke zu verbessern. Förderprogramme wie InnoRegio können sich dabei als hilfreich erweisen. Die externe Industrieforschung ist langfristig nur lebensfähig, wenn es diesen Einrichtungen gelingt, die Kooperation mit den mittleren und kleinen Unternehmen in den neuen Ländern auszubauen, die Rückkopplungen mit anderen Elementen der wissenschaftlichen Infrastruktur, wie den Hochschulen, zu verstärken und auch untereinander eine bessere Vernetzung zu erreichen. Nur so können die angesprochenen Probleme gelöst, bestehende Finanzierungsprobleme abgemildert und Spezialisierungsvorteile realisiert werden. Zwar ist der Aufbau einer leistungsfähigen innovationsunterstützenden Infrastruktur eine zentrale Aufgabe der öffentlichen Hand im Transformationsprozess. Das Festhalten an ineffizienten Potenzialen der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung wird aber den Aufholprozess nicht in der notwendigen Weise befruchten können.

In den neuen Ländern haben sich in den letzten Jahren die regionalen Disparitäten verstärkt. Einige Regionen (vgl. dazu 8.2) haben in Bezug auf die Potenzialfaktoren der technologischen Leistungsfähigkeit zu westdeutschen Regionen aufgeschlossen. Die Voraussetzungen für einen weiteren Aufholprozess sind daher regional sehr unterschiedlich ausgeprägt. Eine stärker an den regionalen Potenzialfaktoren anknüpfende, regional differenzierende Politik erscheint daher der aktuellen Situation angemessen zu sein (vgl. dazu auch die Ausführungen zu Kapitel 8).

5 Internationalisierung von Forschung und Entwicklung

Die Internationalisierung von Forschung und Entwicklung hat sich in den letzten beiden Dekaden kräftig verstärkt. Sie reicht dabei von der Generierung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, deren Umsetzung in neue Produkte und Herstellungsverfahren bis hin zur Vermarktung von Innovationen. Zwar wird diese Entwicklung wesentlich geprägt durch die großen multinationalen Unternehmen, jedoch lässt sich auch beobachten, dass im Bereich der Spitzentechnologie zunehmend auch junge Unternehmen sich frühzeitig dem internationalen Wettbewerb stellen müssen, um von der internationalen Know-how-Entwicklung und den sich herausbildenden internationalen Produkttrends zu profitieren.²⁵

- Die Zunahme der **internationalen Verwertung von Innovationen** drückt sich aus in dem überdurchschnittlich stark steigenden Welthandel mit FuE-intensiven Gütern, der Zunahme der grenzüberschreitenden Gewährung von Lizenzen und steigenden internationalen Zahlungsströmen für Lizenzgebühren sowohl zwischen Unternehmen als auch innerhalb multinationaler Unternehmen, steigenden Auslandspatentanmeldungen und zunehmender Anteile von innovativen Produkten an der Produktionstätigkeit von großen Unternehmen.
- Die **Zunahme grenzüberschreitender Wissensflüsse** schlägt sich nieder im Anstieg der internationalen wissenschaftlichen und technologischen Zusammenarbeit von Forschern, wissenschaftlichen Institutionen und Unternehmen.
- Die **Internationalisierung im Bereich der Generierung von Wissen** findet ihren Ausdruck in der zunehmenden Bedeutung der internationalen Vernetzung der FuE-Aktivitäten von großen Unternehmen. FuE-Aktivitäten finden dabei nicht mehr länger nur im Heimatland statt sondern auch im Ausland.

Wenn in den letzten zehn Jahren deutsche Großunternehmen ihre FuE-Kapazitäten ausgeweitet haben, dann vor allem im Ausland. Deshalb wurde immer öfter die Frage gestellt, ob deutsche Unternehmen ihre FuE-Tätigkeit ins Ausland verlagern und ob dies auf eine Verschlechterung der **Forschungsbedingungen** in Deutschland zurückgeht. Der größte Teil der Internationalisierung von FuE steht jedoch im Zusammenhang mit der Akquisition von Unternehmen (d.h. durch **Eigentümerwechsel**) oder mit Kapazitätserweiterungen bestehender Betriebe und nur selten mit der Errichtung eines neuen Unternehmens. Die weltweite Markterschließung bleibt das vorrangige Ziel international tätiger Unternehmen. Globalisierung von FuE ist dann nicht Ziel, sondern Nebenprodukt grenzüberschreitender Investitionen. Bei großen internationalen Übernahmen und Fusionen spielen die gegenseitigen FuE-Potenziale unter den Motiven in aller Regel eine nachgeordnete Rolle.

Das Phänomen der Internationalisierung von FuE kann deshalb nur im Zusammenhang mit der Internationalisierung des Absatzes und der Produktion von Unternehmen erklärt werden. Die Unternehmen engagieren sich in den großen Märkten, die sie im weltweiten Konkurrenzkampf erschließen müssen, um auch in den regionalen Teilmärkten wettbewerbsfähig zu bleiben. Die Innovationsanstrengungen werden z.T. in „**Lead markets**“ intensiviert, auf denen die Unternehmen neue Produkte für den Weltmarkt entwickeln können. Meist handelt es sich um ein Bündel von Einflussfaktoren: Ein Land ist attraktiv für die FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen, wenn gute Standortbedingungen für Produktion, für FuE und für den Absatz zusammen kommen.

²⁵ Eine ausführlichere Bestandsaufnahme zu den unterschiedlichen Aspekten der Internationalisierung von FuE findet sich beispielsweise in Meyer-Krahmer et al. (1998). Zur Internationalisierung von jungen Unternehmen vgl. Bürgel et al. (2000).

Das Motiv, vom weltweiten Wissen zu profitieren, ist - quantitativ gesehen – weniger bedeutend, gleichwohl in einigen Technologiefeldern relevant. Die Vorortpräsenz erleichtert die Verfolgung der technologischen Entwicklung im Ausland („Horchpostenfunktion“) und ermöglicht einen besseren Zugang zu neuen FuE-Ergebnissen und hoch talentiertem wissenschaftlichem und technischem Personal. Fallen ein hohes (regionales) Marktpotential, ein hoher innovationsstimulierende Wettbewerbsgrad, anspruchsvolle, de-factor Standards setzende Kunden, qualifizierte Zulieferer und wissenschaftliche Exzellenz zusammen, dann stimulieren sich die Motive zur Internationalisierung gegenseitig. Neue technologische Entwicklungen zeichnen sich in solchen Regionen eher ab und machen diese Regionen besonders attraktiv als Standort für FuE-Einheiten multinationaler Unternehmen.

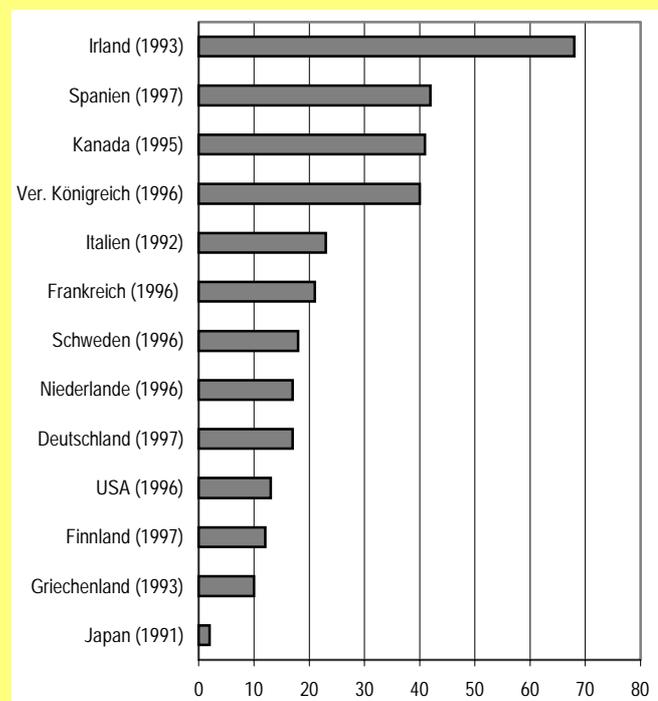
5.1 Internationalisierungsgrad im internationalen Vergleich

Einen Einstieg liefert der internationale Vergleich (Abb. 3-2). Dabei kann als Maßstab der Anteil der FuE-Ausgaben von multinationalen Unternehmen an den gesamten FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes herangezogen werden. Festgestellt werden kann dabei, dass sich die Industrieländer erheblich im Internationalisierungsgrad der FuE-Aktivitäten unterscheiden. Wenig überraschend führt Irland diese ‚Hitliste‘ mit einigem Abstand an. In etwa gleichauf liegen dann Spanien, Kanada und Großbritannien. Deutschland weist ähnlich hohe Werte auf wie andere FuE-intensive EU-Staaten, beispielsweise Frankreich, die Niederlande oder Schweden. Den geringsten Grad der Internationalisierung der heimischen FuE weist Japan auf.

Dabei haben sich vergleichsweise wenig Verschiebungen in dieser

Gastlandrolle seit Mitte der achtziger Jahre ergeben. Die höchsten Zunahmen ergeben sich für einige europäische Länder wie Großbritannien, Frankreich und Schweden sowie die USA. In Spanien und Kanada wuchsen die FuE-Ausgaben der inländischen Unternehmen schneller als die FuE-Aufwendungen der Töchter multinationaler Unternehmen, was zu einem leichten Rückgang des Anteils der ausländischen Unternehmen an den inländischen FuE-Aufwendungen führte.

Abb. 5-1: Anteil der Töchter ausländischer Unternehmen an den FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes im internationalen Vergleich
- in den jeweiligen Ländern in Prozent -



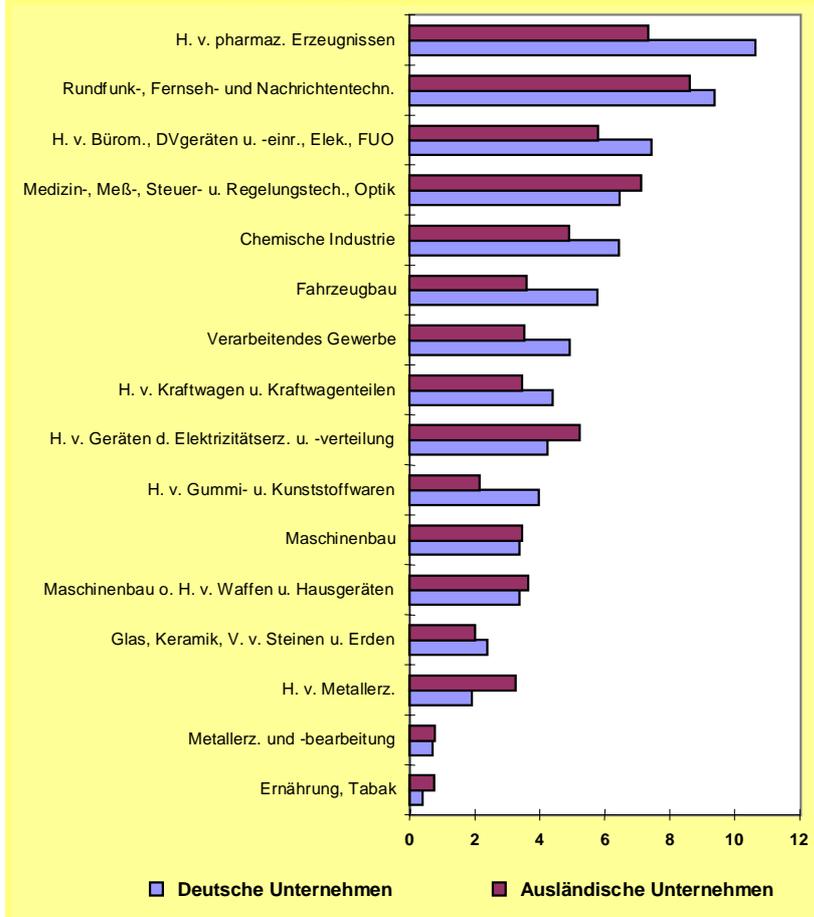
Quelle: OECD (1999)

5.2 FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland

Gut 11 Mrd. DM haben ausländische Tochterunternehmen 1997 in Deutschland für FuE aufgewendet und dabei etwa 47.500 Personen beschäftigt (Tab. 5-1). Der Anteil des Forschungspersonals ausländischer Unternehmen liegt mit 17 Prozent etwa in der Höhe ihres Anteils an den Beschäftigten in der Industrie, der seit langer Zeit unverändert 16 Prozent beträgt. Dies deutet darauf hin, dass sich ausländische Unternehmen in Deutschland auch in FuE wie vergleichbare größere einheimische Unternehmen verhalten (Abb. 5-2). Unternehmen, die im gleichen Markt im Wettbewerb stehen, müssen offensichtlich auch in gleichem Maße in FuE und Innovation investieren. Sogar die Anteile der externen FuE-Aufwendungen weisen für deutsche und ausländische Unternehmen in den einzelnen Branchen eine hohe Übereinstimmung auf. Dies zeigt: Multinationale Unternehmen passen sich an die jeweiligen nationalen Innovationsbedingungen an, um sich die Stärken der jeweiligen Innovationssysteme zu nutzen zu machen.

Jeweils etwa die Hälfte der FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland entfällt auf europäische und US-amerikanische Unternehmen. Die USA setzen meist regional-sektorale Schwerpunkte: Die Automobil- und die Elektronikindustrie

Abb. 5-2: *FuE-Intensitäten^{*)} in deutschen und ausländischen Unternehmen 1997 in Deutschland*



*) FuE-Aufwendungen in Prozent des Umsatzes.
Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik - Berechnungen von DIW/ZEW.

Tab. 5-1: *FuE-Potenzial ausländischer Unternehmen in Deutschland und Anteil am gesamten FuE-Potenzial 1997*

Branche	FuE-Gesamtaufwend. ausl. Untern. in Deutschl.	Anteil an den FuE-Gesamtaufwend. in Deutschland	FuE-Personal ausl. Untern. in Deutschland	Anteil am FuE-Personal in Deutschland
	in Mrd. DM	in %		in %
Verarbeitendes Gewerbe	10,9	18	46.800	18
Chemische Industrie	1,7	14	6.900	15
Maschinenbau	1,0	15	5.900	15
H. v. Bürom., DV-Geräten u. -einr., Elek., FUO	4,1	30	17.900	25
H. v. Geräten d. Elektrizitätserz. u. -verteilung	0,7	40	3.500	32
Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechn.	n.b.	n.b.	8.300	23
Medizin-, Mess-, Steuer- u. Regelungstechn., Optik	0,7	22	3.600	20
Fahrzeugbau	3,3	14	11.200	14
H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	3,0	18	10.000	17
Insgesamt	11,0	17	47.500	17

Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen von DIW/ZEW.

forscht vor allem in Deutschland, die Mineralöl- und Nahrungsmittelindustrie in Großbritannien, Chemieunternehmen in Großbritannien und Japan. Die Komplexität der FuE-Netzwerke multinationaler Unternehmen nimmt zu.

Deutschland behauptet aus Sicht der USA schon über einen längeren Zeitraum den ersten Platz in der Rangfolge der FuE-Gastgeberländer, gefolgt von Großbritannien. Für diese beiden Länder lassen sich FuE-Aktivitäten ausländischer Unternehmen auch nicht allein durch die Marktgröße erklären; sie zeichnet eine überdurchschnittliche Attraktivität als FuE-Standort aus. Dennoch geht der Anteil dieser beiden traditionell wichtigen Gastgeberländer an den weltweiten FuE-Aufwendungen der US-amerikanischen Unternehmen langsam zurück, zugunsten von Japan, Kanada, Asien und Südamerika.

In der „FuE-Bilanz“ zwischen Deutschland und den USA haben deutsche Unternehmen in den USA inzwischen höhere FuE-Aufwendungen als umgekehrt. Deutschland ist auf dem Weg vom Gastgeberland zum Heimatland für multinationale Unternehmen. Deutsche Unternehmen haben in den 80er und 90er Jahren sowohl ihr Produktions- als auch ihr FuE-Potenzial in den USA stark ausgebaut, während das FuE-Potenzial der US-Unternehmen in Deutschland seit langem auf hohem Niveau unverändert ist.

Die Attraktivität des Forschungsstandortes Deutschland kommt auch darin zum Ausdruck, dass unter den amerikanischen Tochterunternehmen im Ausland die FuE-Intensität in Deutschland am höchsten ist. Den zweiten Platz hinsichtlich der FuE-Intensität nimmt Japan ein, auf das allerdings nur knapp 8 Prozent der ausländischen FuE-Aufwendungen US-amerikanischer Unternehmen entfallen.

Deutschland ist neben Großbritannien auch der wichtigste Standort für FuE-Tätigkeiten japanischer Unternehmen in Europa. Die Zahl der selbständigen FuE-Einrichtungen japanischer Unternehmen in Deutschland steigt kontinuierlich.

5.3 FuE deutscher Unternehmen im Ausland

Seit langem sind die USA das wichtigste Zielland forschender Auslandstöchter deutscher Unternehmen. Sie haben 1997 im Ausland FuE-Aufwendungen in Höhe von etwa 9 Prozent ihrer inländischen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft getätigt. Aber auch britische, deutsche, französische und japanische Unternehmen verfügen über umfangreiche Forschungspotenziale im Ausland, ebenso wie Unternehmen der relativ kleinen Heimatländer Schweiz, Niederlande und Schweden. Die multinationalen Unternehmen kleiner Heimatländer sind besonders stark internationalisiert, weil kleine Länder weder über einen ausreichend großen Inlandsmarkt noch über ein ausreichendes Potenzial vor allem an hoch qualifizierten Arbeitskräften verfügen.

Mit dem Absatz, den Investitionen und der Produktion wächst im Ausland auch das FuE-Potenzial deutscher Unternehmen. Für 1997 werden die FuE-Aufwendungen deutscher Tochterunternehmen im Ausland auf etwa 12½ Mrd. DM geschätzt. Die FuE-Ausgaben im Ausland entsprechen damit bereits fast 20 Prozent der inländischen FuE-Gesamtaufwendungen.

Schrittmacher der Internationalisierung der deutschen Industrie bei Produktion und FuE waren bisher Chemie- und Pharmaunternehmen. Sie wenden im Ausland für FuE mehr als die Hälfte ihrer FuE-Aufwendungen in Deutschland auf (Tab. 5-2). Deutsche Automobilhersteller sind in großen Schritten dabei, den Rückstand in der Internationalisierung vor allem

gegenüber ihren US-amerikanischen Wettbewerbern aufzuholen²⁶. Durch Übernahme und Aufbau von FuE-Einrichtungen im Ausland verstärken sie ihre Präsenz auf den großen Märkten in Produktion und Forschung. Gleichzeitig haben sie parallel dazu als einzige Branche ihre FuE-Kapazitäten in Deutschland kontinuierlich ausgebaut.

Tab. 5-2: *FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im Ausland und Relation zu den FuE-Gesamtaufwendungen in Deutschland 1997*

Branche	FuE-Aufwendungen		Relation Ausland zu Deutschland in %
	im Ausland	in Deutschland	
	in Mrd. DM		
Verarbeitendes Gewerbe	12,2	61,0	20
Chemische Industrie	6,2	12,0	52
Maschinenbau	0,9	6,7	13
Herst. v. Geräten d. Elektrizitätserz. u. -verteilung	0,5	1,8	28
Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechn.	0,5	7,0	7
Medizin-, Mess-, Steuer- u. Regelungstechn., Optik	0,3	3,2	9
Herst. v. Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	3,6	17,0	21
Insgesamt	12,5	65,4	19

Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen von DIW/ZEW.

Trotz der kräftigen Steigerung der FuE-Aufwendungen im Ausland hat sich die Internationalisierung der FuE-Aktivitäten nicht wesentlich beschleunigt. So sind die FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen in den USA - die dort über etwa gleich große FuE-Kapazitäten verfügen wie im übrigen Europa - über einen langen Zeitraum hinweg mit jährlich etwa 10 Prozent gewachsen.

Die FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in den USA konzentrieren sich auf die Pharmazeutik, auf die über die Hälfte der FuE-Aufwendungen entfallen. Einen zweiten Schwerpunkt bildet die Telekommunikation. 1997 entfielen 38 Prozent der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen in den USA auf die Pharmaindustrie; der enorme Zuwachs dort ist vor allem auf Großakquisitionen zurückzuführen.²⁷ Gründe sind der große US-Markt und der gute Marktzugang. Vorsprünge in der Wissenschaft spielen allerdings für die Forschung auch eine Rolle. Hier liegt, nach Aussagen der Unternehmen, einer der Schwerpunkte auf der Biotechnik²⁸. Generell schimmert als Muster durch, dass die Auslandsforschungsschwerpunkte im wesentlichen die Schwerpunkte der heimischen Großunternehmen abbilden: Um den größten Markt der Welt zu erschließen, müssen ausländische Unternehmen auch in FuE in den USA investieren. Denn hochwertige Produkte und Technologien lassen sich nur zu einem gewissen Grad für weltweite Märkte standardisieren. Vor Ort müssen FuE-Anstrengungen für die marktgerechte Produktentwicklung sorgen. Die US-Unternehmen haben dies schon in den 60er Jahren erkannt und in Europa große FuE-Potenziale aufgebaut, die allerdings heute wie selbstverständlich erscheinen und kaum als ausländische Unternehmen wahrgenommen werden. Darüber hinaus sind FuE-Aktivitäten im Ausland motiviert durch die Möglichkeit neue wissenschaftlich-technische Erkenntnisse aufzunehmen in Gebieten, die auch im Heimatland zu den Stärken der Unternehmen zählen. Quantitativ gesehen geringere Bedeutung besitzt auch die 'Horchpostenfunktion' in Bereichen, die nicht die originären Stärken des Unternehmens darstellen.²⁹ Die Internationalisie-

²⁶ Spektakulärer Höhepunkt bei Unternehmensverschmelzungen und -übernahmen war 1998 die Fusion von Daimler-Benz mit dem US-amerikanischen Konzern Chrysler. Sie hat das Forschungs- und Entwicklungspotenzial des deutschen Unternehmens in den USA erheblich erweitert, ohne daß die FuE-Kapazitäten in Deutschland aufgrund der Fusion verringert wurden.

²⁷ So schätzt das US-Handelsministerium, daß ca 85 Prozent des Anstiegs der ausländischen FuE in den USA auf Aquisitionen unter großen ausländischen Firmen zurückgehen (vgl. Scrapio/Dalton, 1999).

²⁸ Siehe auch Reger, Beise, Belitz (1999).

²⁹ Vgl. dazu Patel und Vega (1999)

rung von FuE kann daher auch die systematische Ausnutzung des weltweiten Wissens und eine Stärkung des heimischen FuE-Standorts bedeuten

5.4 Fazit

Die Auslandsaktivitäten deutscher Unternehmen übersteigen die Aktivitäten ausländischer Unternehmen in Deutschland. Dennoch erweist sich die oft geäußerte Befürchtung von einer systematischen „Auslagerung“ der FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen aus Deutschland als unbegründet. Generell zeigen sich zwei Tendenzen, die unterschiedliche Strategien und Chancen verdeutlichen:³⁰

- In einigen Branchen ist die Internationalisierung von Forschung und Produktion noch in vollem Gange (z.B. Telekommunikation, Halbleitertechnologie, Maschinen- und Fahrzeugbau). Es zeigt sich weltweit ein Wachstumspotenzial für internationale FuE-Kapazitäten, an dem auch Deutschland mit sehr guten Aussichten partizipieren kann.
- In anderen, schon stark internationalisierten Sektoren werden hingegen die weltweiten FuE-Standorte bereits wieder **konsolidiert**. Dies ist vor allem im Bereich Chemie und Pharmazie der Fall - der einzige Sektor, in dem deutsche Unternehmen weit mehr FuE im Ausland betreiben, als ausländische Unternehmen in Deutschland. Der Anteil ausländischer Unternehmen an den Forschungskapazitäten in Deutschland ist vergleichsweise gering gegenüber der Bedeutung, die Pharma-Auslandsforschung für deutsche Unternehmen hat.

Eine Entkopplung der internationalen FuE-Standorte von den dynamischen Hochtechnologiemärkten und den Standorten der Produktion innovativer Güter sowie der damit verbundenen Dienstleistungen ist nicht zu beobachten: Der Trend geht dahin, dass die Unternehmen die weltweite Verantwortung für FuE **und** für die Produktion meist spartenweise jeweils an einem Standort konzentrieren. Hochwertige Marktnachfrage, günstige Produktionsbedingungen und Forschungskompetenz müssen zusammentreffen. Dort, wo all dieses gegeben ist - bspw. in der Automobilindustrie oder der Telekommunikation - gewinnt Deutschland derzeit an Attraktivität auch für ausländische FuE. Eine Politik für den Innovationsstandort Deutschland muss auf mehr als nur die unmittelbaren Forschungsbedingungen der Unternehmen gerichtet sein. Es sind **alle** innovationsrelevanten **Rahmenbedingungen**, wie Wettbewerbsbeschränkungen, Marktzugang ("time-to-market"), oder die Produktionsbedingungen für innovative Produkte auf den Prüfstand zu stellen und daraufhin auszuleuchten, ob sie Innovationen Impulse geben oder im Wege stehen.

³⁰ Siehe auch Reger, Beise, Belitz (1999).

6 Unternehmensgründungen und Innovationsaktivitäten kleiner und mittlerer Unternehmen

Die Bedeutung von Unternehmensgründungen und kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)³¹ für die Innovationstätigkeit von Volkswirtschaften wurde lange unterschätzt. Es herrschte – basierend auf den beobachteten FuE-Ausgaben und der Patententwicklung – die Überzeugung vor, dass die innovativen Anstrengungen mit der Unternehmensgröße zunehmen. Heute gilt es jedoch als erwiesen, dass technologieorientierte Unternehmensgründungen und KMU sowohl bei der Umsetzung neuer Technologien in erfolgreiche Produkte, die nicht nur auf Nischenprodukte beschränkt sind, als auch häufig bei der Kommerzialisierung neuer wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse eine Vorreiterrolle einnehmen. Diese Pionierrolle von Gründungen und KMU verweist auf ihre zunehmende Bedeutung als Träger des Strukturwandels und der Erschließung neuer Wachstumsmärkte hin.

Eine Erklärung für die unterschiedliche technologische Bedeutung des KMU-Sektors für einzelne Branchen kann in verschiedenen Regimen liegen, in denen jeweils die spezifischen Vorteile oder auch die Nachteile von jungen, kleinen und mittleren Unternehmen zum Tragen kommen (vgl. Winter 1984). In bestimmten Technologiefeldern sind insbesondere solche Charakteristika vorteilhaft, die bei kleinen und mittleren Unternehmen stark ausgeprägt sind, wie Flexibilität, Unkonventionalität und Risikobereitschaft. In anderen Regimen erweisen sich die Charakteristika der Innovationstätigkeit großer Unternehmen als überlegen, wenn die Forschung hohe Aufwendungen erfordert und eine routinierte und formalisierte Vorgehensweise am ehesten zum Innovationserfolg führt. Für das Innovationsgeschehen der Gesamtwirtschaft sind daher sowohl die Innovationsaktivitäten in den kleinen und mittleren als auch in den großen Unternehmen gleichermaßen wichtig.

6.1 Innovationspotenziale von kleinen und mittleren Unternehmen

Forschung und Entwicklung

Die Bedeutung von KMU für industrielle FuE-Aktivitäten variiert sehr stark zwischen den Industrieländern. In Deutschland wird die Masse der FuE-Aktivitäten überwiegend von Großunternehmen mit mehr als 1000 Beschäftigten durchgeführt; auf diese Unternehmen entfallen mehr als vier Fünftel der FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors³². Eine derart hohe Konzentration auf Großunternehmen findet man auch in den beiden anderen großen, FuE-reichen Ländern Japan und den USA. Überdurchschnittlich hohe Konzentrationen sind zudem in Italien, Frankreich, Schweden und Korea vorzufinden. In allen anderen Industrieländern ist das FuE-Potenzial der Wirtschaft gleichmäßiger über die Unternehmensgrößenklassen verteilt. Dies hängt insbesondere auch mit der Größenstruktur der Unternehmenspopulation – insbesondere in den FuE-intensiven Wirtschaftszweigen der Industrie - zusammen. Entsprechend entfallen in Ländern wie beispielsweise Norwegen (ca. 55 Prozent), Spanien (ca. 50 Prozent) und Dänemark (ca. 40 Prozent) deutlich höhere Anteile der FuE-Ausgaben von Unternehmen auf kleine und mittlere Unternehmen.

³¹ Als KMU werden hier Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten inklusive der Tochtergesellschaften verstanden. Im europäischen Kontext wird jedoch zunehmend die Anzahl 250 Beschäftigte verwendet. Dies beruht nicht zuletzt auf unterschiedlichen Größenverteilungen der Unternehmen in den EU-Mitgliedsstaaten.

³² Vgl. OECD (1999). Die Daten beziehen sich zu Vergleichszwecken auf das Jahr 1995.

Die Entwicklung von industrieller FuE im Zeitraum 1997/98 wird jedoch nicht nur von den großen Unternehmen getragen. Denn zwischen 1995 und 1997 haben auch die FuE-Gesamtaufwendungen der **Klein- und Mittelunternehmen** (mit unter 500 Beschäftigten) zugenommen, und zwar überproportional. Außerdem ist in dieser Gruppe von Unternehmen das FuE-Personal überproportional ausgeweitet worden. Dies ist als positives Signal zu werten, zumal der über einige Jahre bei industriellen **Kleinunternehmen** beobachtete Rückzug aus FuE gestoppt zu sein scheint. Mit dieser Ausweitung ging nicht nur eine Steigerung der FuE-Intensität der regelmäßig FuE-treibenden Unternehmen einher, sondern auch eine Zunahme der Zahl der **FuE-betreibenden** Kleinunternehmen. FuE-Aktivitäten haben an Breite in der Wirtschaft gewonnen - bei allerdings langfristig eher stagnierendem Gesamtbudget. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Zahl der Kleinunternehmen³³ in der Industrie insgesamt ebenfalls gestiegen ist - und zwar um 4 Prozent.

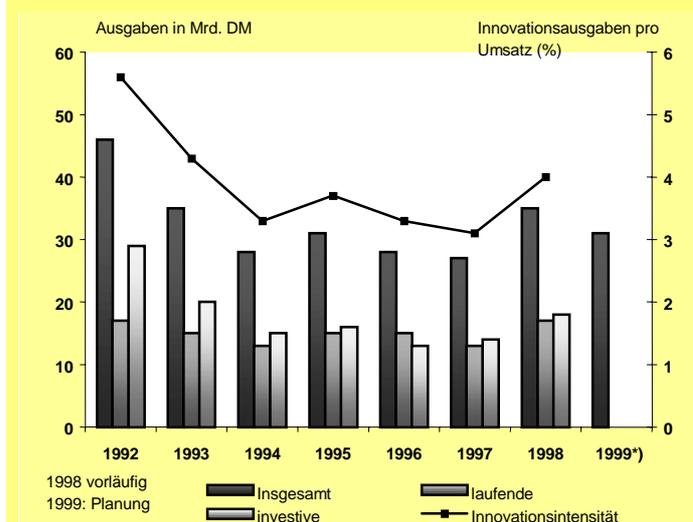
FuE-betreibende Kleinunternehmen konzentrieren ihre FuE-Aktivitäten sehr stark auf Güter der Spitzentechnologie, während mittlere und größere Unternehmen ihre Schwerpunkte häufiger anwendungsorientiert in der Höherwertigen Technik, d.h. in den „klassischen“ deutschen Domänen, setzen. Die FuE-Intensität ist typischerweise durch einen U-förmigen Verlauf im Hinblick auf die Unternehmensgrößenstruktur gekennzeichnet:

- Kleinunternehmen forschen - wenn sie FuE betreiben - besonders intensiv, werden möglicherweise sogar erst im Zusammenhang mit einem Forschungsprojekt gegründet. In der deutschen Industrie liegt der FuE-Anteil am Umsatz – im Durchschnitt der FuE-treibenden Unternehmen - in der Beschäftigungsgrößenklasse unter 100 bei 5 Prozent.
- Mittelgroße Unternehmen sind typischerweise eher „Technologieanwender“, weisen in aller Regel geringere FuE-Intensitäten auf als kreative Kleinunternehmen und konzentrieren sich stärker auf die Anwendung neuer Technologien in Produkten und Prozessen. Selbst im Durchschnitt der forschenden Unternehmen sinkt die FuE-Intensität im Aggregat auf unter 3 Prozent.
- Großunternehmen setzen - meist ihrer sektoralen und technologischen Ausrichtung entsprechend - wiederum in weitaus stärkerem Umfang auf FuE, so dass zum Ende der Kurve typischerweise eine hohe FuE-Intensität erreicht wird.

Innovationsaktivitäten kleiner und mittlerer Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe

Die wachsende Bedeutung von Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre wird insbesondere von den KMU getragen.

Abb. 6-1: Innovationsaufwendungen von kleinen und mittleren Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe 1992-1998



Anmerkung: Werte für 1998 vorläufig.
 *) Planungen / Erwartungen der Unternehmen.
 Quelle: ZEW Mannheimer Innovationspanel (1999) – Verarbeitendes Gewerbe und Bergbau.

³³ Bei dieser Berechnung wurden kleine Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten nicht berücksichtigt.

Während der Innovatorenanteil bei den Großunternehmen – auf sehr hohem Niveau – stabil geblieben ist, hat ein zunehmend großer Teil der KMU Innovationen realisiert. 1998 belief sich der Anteil innovativer KMU auf ca. 65 Prozent aller KMU. Bemerkenswert ist dabei nicht nur der Anstieg des Anteils der innovativen KMU sondern auch der Anstieg der absoluten Zahl innovierender KMU. Festzustellen ist auch, dass Innovationsaktivitäten von KMU zentral für das Überleben der Unternehmen sind. Nicht-innovative KMU scheiden deutlich schneller aus dem Markt aus.

1998 zeigt sich nicht nur eine Zunahme der Beteiligung der KMU an den Innovationsaktivitäten, auch die Ausgaben für Innovationen zeigen sowohl absolut als auch relativ zum Umsatz nach oben. Für das Jahr 1999 gehen die kleinen und mittleren Unternehmen eher von einem Rückgang ihrer Aufwendungen für Innovationen aus. Dazu tragen insbesondere Unternehmen aus den nicht-FuE-intensiven Bereichen des Verarbeitenden Gewerbes und einzelnen Wirtschaftszweigen der Höherwertigen Technik bei. Besonders erfreulich ist dabei die Entwicklung bei den kleinen Unternehmen, während die mittelgroßen Unternehmen nach wie vor – wie bereits im Hinblick auf die FuE-Aktivitäten festgestellt – geringere Innovationsintensitäten aufweisen.

Strukturell lässt sich feststellen, dass der Anteil der innovierenden Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe und Bergbau mit der Unternehmensgröße zunimmt während die Innovationsintensitäten – ähnlich wie die FuE-Intensitäten - einen U-förmigen Verlauf in Bezug auf die Unternehmensgröße aufweisen. Darüberhinaus gilt auch, dass die Umsatzanteile mit Produktneuheiten bei kleinen und mittleren Unternehmen geringer sind als die entsprechenden Werte für die Großunternehmen des gesamten Verarbeitenden Gewerbes und Bergbaus.

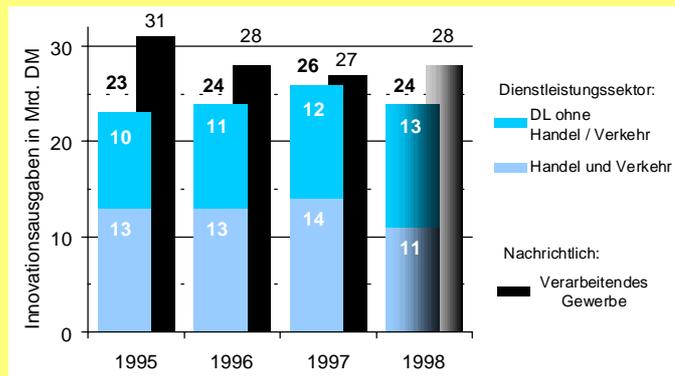
Der Anteil von Unternehmen mit kostensenkenden Prozessinnovationen ist jüngst auf fast 40 Prozent gestiegen. Dieser Anstieg ist besonders stark in Unternehmen aus Branchen mit hoher FuE-Intensität ausgeprägt. Auch dies lässt vermuten, dass gerade in diesen Wirtschaftszweigen nicht nur über Produktinnovationen eröffnete Marktnischen die Wettbewerbskraft fördern, sondern dass auch die innovativen KMU vom starken Preiswettbewerb auf diesen Märkten erfasst werden.

Innovationsaktivitäten kleiner und mittlerer Unternehmen in ausgewählten Dienstleistungssektoren

Die Entwicklung der Innovatorenanteile aller Unternehmen ist weitgehend von den entsprechenden Entwicklungen bei den KMU geprägt. Der Anstieg des Anteils innovativer Dienstleistungsunternehmen – wenn man die Bereiche Handel und Verkehr außer Acht lässt – beruht in erster Linie auf dem deutlichen und kontinuierlichen Anstieg des Anteils von Innovatoren bei KMU. Auch deren Anzahl wächst kontinuierlich und dürfte bei etwa 66 Prozent liegen und damit in etwa in der Höhe des Innovatorenanteils in der Industrie. Im Handel und Verkehr sinkt die Zahl innovativer KMU dagegen sogar stärker als die Zahl der Unternehmen.

Sowohl der Anteil von Produkt- als auch von Prozessinnovatoren steigt bei den kleinen und mittleren Dienstleistern – wiederum mit Ausnahme der Sektoren Handel und Verkehr - deutlich stärker als der gesamte Innovatorenanteil. Zunehmend finden damit Produkt- und Prozessinnovationen parallel statt. Dies ist auch ein erster Hinweis auf den zunehmenden Konkurrenzdruck im Dienstleistungssektor und daraus resultierend auch einen steigenden Innovations- und Preiswettbewerb. Im Handel und Verkehr sinkt der Anteil von Produktinnovatoren, während die Bedeutung von Prozessverbesserungen zunimmt.

Abb. 6-2: Innovationsaufwendungen von KMU 1994 bis 1998 im Dienstleistungssektor



Anmerkung: Werte für 1997 vorläufig, Angaben für 1998 beruhen auf Planungen der Unternehmen.
Quelle: ZEW (1999): Mannheimer Innovationspanel – Dienstleistungssektor.

Ähnlich wie im Verarbeitenden Gewerbe wird ein wesentlicher Teil der Innovationsaufwendungen im Dienstleistungssektor von den Großunternehmen getätigt. Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten stellen zwar nur ein Fünftel der Dienstleistungsunternehmen (1997), bringen aber fast die Hälfte der gesamten Innovationsaufwendungen im Dienstleistungssektor auf. Jedoch lässt sich – mit Ausnahme des Handels und des Verkehrssektors – ein stetiger Anstieg der Innovationsaufwendungen der KMU feststellen.

Dies gilt gleichermaßen auch für die Innovationsintensität gemessen als Anteil der Innovationsaufwendungen am Umsatz. Insgesamt gesehen liegt diese Maßzahl für KMU im Dienstleistungssektor mit 1,2 Prozent deutlich unter derjenigen von KMU im Verarbeitenden Gewerbe. Aber auch hier zeigen sich deutliche Unterschiede. In den unternehmensnahen Dienstleistungssektoren liegt sie erheblich höher. Mit einer Größe von über 3 Prozent sind die Anteile der Innovationsaufwendungen am Umsatz inzwischen durchaus mit dem Verarbeitenden Gewerbe vergleichbar.

Der Erfolg von Produktinnovationen, gemessen als Umsatzanteil mit neuen oder wesentlich verbesserten Dienstleistungen, ist bei den kleinen und mittleren Dienstleistern 1997 höher als bei den großen. KMU aus dem Bereich der Finanzdienstleistungen und den unternehmensnahen Dienstleistungen wie Software und DV-Dienstleistungen erzielen 28 Prozent ihres Umsatzes mit Produktinnovationen.

Spezifische Innovationshemmnisse von kleinen und mittleren Unternehmen³⁴

Auch wenn große Unternehmen sich einer höheren Vielfalt von Innovationshemmnissen gegenüber sehen und daher auch mehrfach von Innovationshemmnissen betroffen sind, so treffen einzelne Innovationshemmnisse kleine und mittlere Unternehmen fundamentaler. Aufgrund der geringeren Zahl der von kleinen und mittleren Unternehmen verfolgten Innovationsprojekte, können einzelne Hemmnisse die Innovationsaktivitäten von KMU nachhaltiger behindern, verzögern oder gänzlich unmöglich machen, mit sehr viel kritischeren Folgen für den Unternehmenserfolg als bei großen Unternehmen.

- Ähnlich wie bei den großen Unternehmen ist – sowohl im Dienstleistungssektor als auch im Verarbeitenden Gewerbe – die Sorge, dass sich die Investitionen in neue und verbesserte Produkte und Herstellungsverfahren am Markt nicht die notwendige Rendite erwirtschaften können, das bei KMU am weitest verbreitete Hemmnis für die Ausweitung von Innovationsaktivitäten.
- Sehr viel stärker als bei großen Unternehmen wirkt sich dagegen bei KMU der Mangel an geeigneten Finanzierungsquellen auf die Innovationsaktivitäten aus. Für KMU ist dies eines der wichtigsten Innovationshemmnisse von dem beispielsweise im Dienstlei-

³⁴ Vergleiche dazu ausführlicher Beise et al. (1999) und Ebling et al. (1999). Eine kurze Darstellung der Innovationshemmnisse findet sich auch im Vorjahresbericht S. 63-66 und 86-87.

stungssektor jedes fünfte Unternehmen betroffen ist. Dabei gilt: Je innovativer ein kleines und mittleres Unternehmen ist, desto gravierender wirkt sich dieses Hemmnis aus. Im Gegensatz zu den meisten anderen Innovationshemmnissen führt dies dann nicht nur zu einer Verzögerung von Innovationsprojekten sondern verhindert bereits deren Start.

- In jüngerer Zeit gewinnt auch der Mangel an Fachpersonal wieder zunehmende Bedeutung. Auch hier sind die kleinen und mittleren Unternehmen stärker als die großen Unternehmen betroffen, da sie die gesuchten Mitarbeiter in ihre (häufig niedrige) Gehaltsstruktur einpassen müssen und auch im Hinblick auf die innerbetrieblichen Karriereöglichkeiten kein den Großunternehmen vergleichbares Spektrum anbieten können.
- Auch Projektverzögerungen, die durch (unerwartet) lange Verwaltungsverfahren und rechtliche Rahmenbedingungen ausgelöst werden, stellen für viele KMU ein Innovationshemmnis dar. Zwar scheint dieses Hemmnis von nachlassender Bedeutung zu sein und von den in Angriff genommenen Verbesserungen haben insbesondere auch die KMU profitiert, doch bleibt ein Spielraum zur Verbesserung der Effizienz der Innovationsprozesse von KMU durch klarer berechenbare Vorgaben.
- Kleine und mittlere Unternehmen sind in aller Regel aufgrund ihrer beschränkten internen FuE und Innovationskapazität besonders auf externes Know-how von Kunden, Lieferanten oder Forschungsinstitutionen angewiesen. Für die langfristige Bewahrung der Unternehmensexistenz in sich dynamisch verändernden Märkten ist die Aufnahme externen Wissens und dessen Integration in die internen Entwicklungsanstrengungen eine wichtige Voraussetzung. Viele kleine und mittlere Unternehmen kooperieren erfolgreich mit wissenschaftlichen Institutionen und sehen auch keine Probleme im Zugang zu dem an den Hochschulen und Forschungseinrichtungen vorhandenen Know-how. Allerdings gibt es eine große Anzahl von sog. ‚Outsidern‘, denen die Kooperation mit der Wissenschaft schwerfällt.

Kleine und mittlere Unternehmen im Europäischen Vergleich

Wesentliches Merkmal des deutschen Innovationssystems ist vor allem die **Beteiligung** von kleinen Unternehmen (mit weniger als 50 Beschäftigten) am Innovationsprozess. Gerade in diesem Punkt - nämlich der breiten Basis - unterscheiden sich die europäischen Länder sehr stark voneinander. Entsprechend hoch sind die Anteile der innovativen Unternehmen in der Industrie in Deutschland im europäischen Vergleich. Dies gilt sowohl für die Industrie als auch für die unternehmensnahen Bereiche des Dienstleistungssektors.

Für die Wettbewerbsstärke im europäischen Vergleich kommt damit den KMU eine wichtige Funktion zu. Die KMU in Deutschland sind – trotz ihres relativ geringen Anteils an den FuE-Ausgaben der Wirtschaft – vergleichsweise stärker in den Innovationsprozess eingebunden als in den meisten anderen Mitgliedsstaaten der Union. Dabei ist gerade die graduelle aber stetige Fortentwicklung der Produkte und Prozesse, die nicht unbedingt auf systematische Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten aufbaut, ein Charakteristikum. Dazu korreliert, dass von deutschen KMU für die Generierung und den Erwerb von Know-how wesentlich stärker auf informelle Kanäle und indirekten Wissenserwerb gesetzt wird. Erfahrungsaustausch mit anderen Unternehmen, neue Einstellung von Personal, Beratungsdienste und der Kauf von Ausrüstungsgütern sind vergleichsweise wichtige Formen der Wissensgewinnung. Diese Faktoren besitzen in Deutschland, gemessen am europäischen Durchschnitt, höhere Bedeutung als der Erwerb von Know-how über FuE-Aufträge.

Obwohl die Finanzierungsprobleme als ein wesentliches Innovationshemmnis bei KMU herausgestellt wurden, zeigt sich, dass das deutsche Innovationssystem besser in der Lage ist, die Versorgung von innovativen KMU mit finanziellen Ressourcen zu gewährleisten, als die Finanzierungssysteme in anderen Mitgliedsländern der EU. Andererseits sehen die deut-

schen KMU häufiger Rentabilitätsprobleme infolge hoher Kosten als Innovationshemmnis als ihre europäischen Wettbewerber.

Dies spiegelt sich auch in den Innovationszielen wider. Die Senkung der Arbeits-, Material- und Energiekosten spielt denn auch für die deutschen KMU eine vergleichsweise höhere Rolle als Innovationsziel als für die europäischen Unternehmen im Durchschnitt. Auch dies zeigt, der zunehmende internationale Wettbewerb gerade im Bereich der Höherwertigen Technik, der Domäne der deutschen Industrie, erfordert nicht nur laufende Verbesserungen und Neuerungen in der Produktstruktur, sondern auch beständige Verbesserungen der Produktionseffizienz, um sich bei steigender (Preis-)Wettbewerbsintensität behaupten zu können. Dies gilt ganz besonders auch für die deutschen kleinen und mittleren Unternehmen.

6.2 Unternehmensgründungen und wissensintensiver Strukturwandel

Der technologische Wandel verändert die Wettbewerbssituation der Unternehmen. Alte Materialien, Vor- und Endprodukte und ganze Technologien werden von neuen abgelöst oder durch eine Nachfrageverschiebung obsolet; einige gesellschaftliche Probleme erhalten eine neue Brisanz (Umweltschutz, Individualverkehr), andere werden weniger vordringlich (Hygiene, Nahrungsmittelknappheit); einzelne technologische Entwicklungslinien sind zunehmend „ausgereizt“ (Kunststoffe), bei anderen öffnet sich ein unüberschaubarer Raum neuer technischer Möglichkeiten (Gentechnologie).

Unternehmensgründungen erweitern und modernisieren mit neuen Geschäftsideen die Angebotspalette und fordern die etablierten Unternehmen ständig heraus. Gerade in neuen Technologiefeldern und in den frühen Phasen der Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Entwicklung neuer Produkte sind junge Unternehmen eine wichtige Voraussetzung, um den Anschluss an die technologische Entwicklung zu halten bzw. zu gewinnen. Die Entwicklung in einzelnen Technologiefeldern wie der Mobilkommunikation, der Biotechnologie oder der Informationstechnik belegen dies eindrucksvoll. Insbesondere in den USA sind in den letzten beiden Dekaden junge Unternehmen mit enormer Geschwindigkeit expandiert und zu Weltmarktführern in ihren Produktbereichen aufgestiegen. Auch in Europa wächst die Anzahl dieser „Leuchttürme“, die aus der großen Masse der Unternehmensgründungen herausragen und ein erhebliches Vorbild für neue Generationen von Unternehmensgründern darstellen.

Allerdings: Welche der neuen Geschäftsideen sich im Wettbewerb durchsetzen werden, ist a priori kaum zu sagen. Mit der Anzahl der Gründungen wächst jedoch auch die Wahrscheinlichkeit, dass sich unter den Neugründungen solche ‚High-flyer‘ befinden. Und: Neugründungen von Unternehmen leisten auch dann Beiträge zum Strukturwandel, wenn ein großer Teil von ihnen bereits nach kurzer Zeit wieder vom Markt verschwindet. Die mit der Neugründung verbundenen Geschäftsideen und „getesteten“ Innovationsmöglichkeiten haben dann entweder ihre Feuerprobe nicht bestanden oder wurden von etablierten oder anderen jungen Unternehmen übernommen und in verbesserter Form am Markt durchgesetzt. Sie eröffnen neue Nischen, die von alten Unternehmen nicht besetzt oder erkannt wurden. Unternehmensneugründungen in wissensintensiven Wirtschaftszweigen sind deshalb ein wichtiger Indikator für die Dynamik wissensintensiver Volkswirtschaften.

Verhaltene Zunahme der Gründungsaktivität

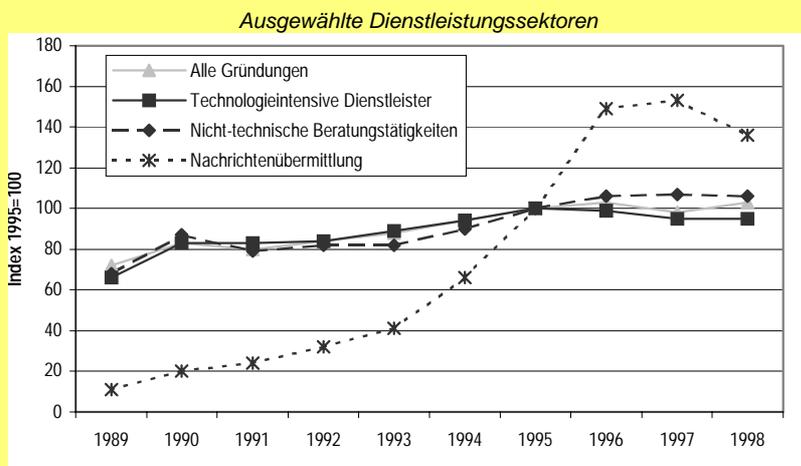
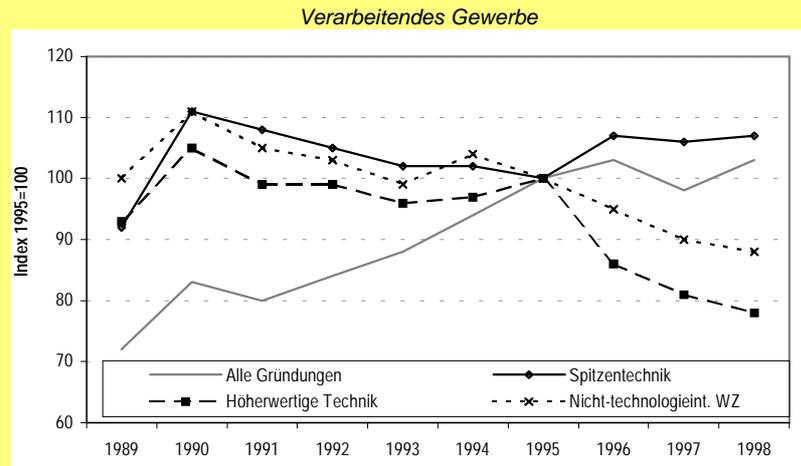
Über die gesamte Volkswirtschaft gesehen hat die Anzahl der Unternehmensgründungen im Deutschland der 90er Jahre der Tendenz nach zugenommen. Die erste Hälfte der neunziger Jahre war dabei geprägt vom Abflauen des Gründungsbooms in den neuen Ländern unmittelbar nach der Wiedervereinigung, wo praktisch alle existierenden Unternehmen neu

entstanden sind. Auch in den alten Ländern stimulierte der Wiedervereinigungsboom die Gründungsaktivitäten. Auch nach Auslaufen dieses Booms zeigt sich in den alten Ländern eine stetige Zunahme der Neugründungsaktivität. Ab 1995 ergibt sich in den alten und neuen Ländern ein etwa gleicher Verlauf der Gründungsaktivität, wobei allerdings – in beiden Regionen - für das Jahr 1997 ein vorübergehender Rückschlag zu konstatieren ist.

Im Jahr 1998 dagegen setzt sich der positive Trend fort. Bezogen auf die westlichen Bundesländer wird in diesem Jahr ein historischer Rekordstand erreicht. Der Aufwärtstrend ist allerdings bei weitem nicht mehr so dynamisch wie in der ersten Hälfte der neunziger Jahre.

Die Unterschiede in der Gründungsintensität zwischen den alten und den neuen Ländern – gemessen als Anzahl der Neugründungen bezogen auf die Erwerbspersonen – haben sich weitgehend nivelliert. Seit 1995 deutet sich somit nicht nur bezogen auf die Entwicklung, sondern auch bezogen auf die Intensität des Gründungsgeschehens eine Konvergenz der Entwicklung in den alten und neuen Bundesländern an.³⁵ Allerdings ist für die Beurteilung der Dynamik des Gründungsgeschehens nicht nur das Niveau der Gründungsintensität und der zeitliche Verlauf der Gründungsaktivität relevant, sondern auch die sektorale Struktur und die Entwicklung der Gründungsaktivität in einzelnen Wirtschaftsbereichen. Hier zeigen sich die alten Länder mit höheren Anteilen in der Spitzentechnik und im Bereich technologieintensiver Dienstleistungen noch eher im Vorteil.

Abb. 6-3: Entwicklung der Gründungen in ausgewählten Wirtschaftszweigen in den alten Ländern 1989-98



Quelle: ZEW Mannheimer Gründungspanel (1999)

Heterogene Entwicklung in den wissensintensiven Wirtschaftszweigen

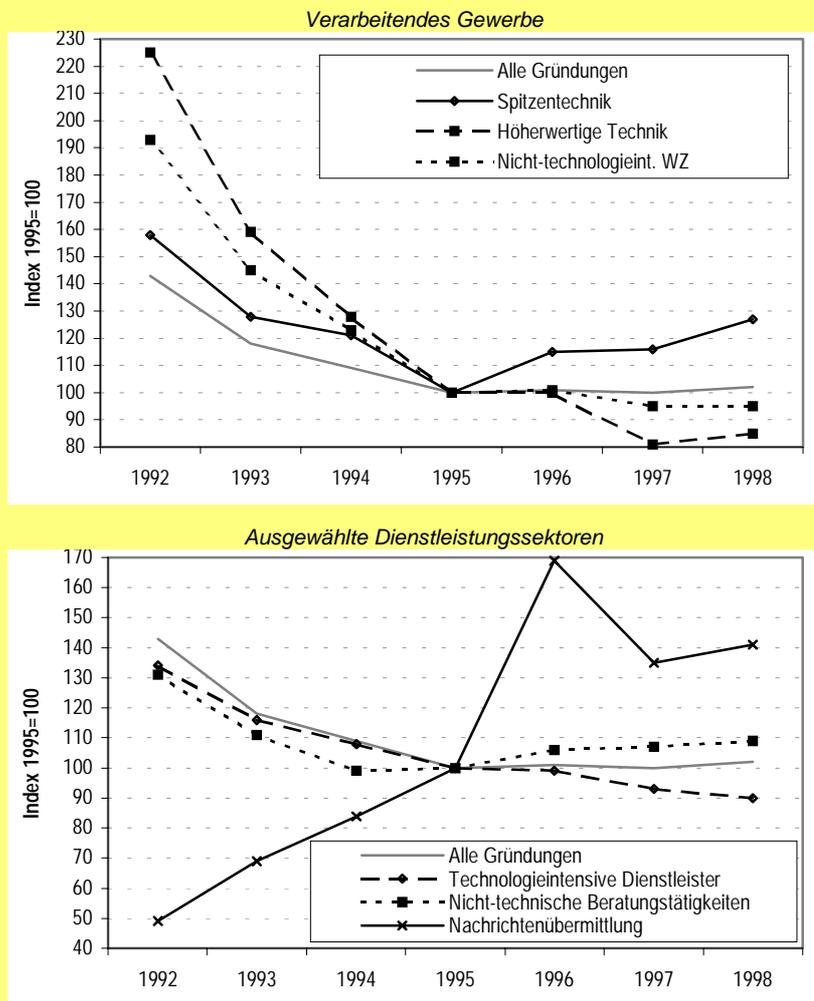
Insbesondere im wissensintensiven Dienstleistungsbereich flacht der Aufwärtstrend ab. Auch die Entwicklung der Zahl der Gründungen in FuE-intensiven Industrien zeigt in den

³⁵ Verwendet man zur Berechnung der Gründungsintensität jedoch andere Normierungsgrößen wie den Bestand an Unternehmen oder die Anzahl der Beschäftigten, ergibt sich für die letzten Jahre eine etwas geringere Gründungsintensität für die neuen Länder.

letzten Jahren eher nach unten. Sowohl innerhalb des wissensintensiven Dienstleistungsbereichs als auch innerhalb des FuE-intensiven Gewerbes ergeben sich jedoch deutliche Unterschiede.

Ein grundlegender wissensorientierter Strukturwandel der Wirtschaft über „Generationenwechsel“, d.h. über den Aufbau und die Gründung neuer Unternehmen, in denen neues Wissen „von unten“ nachwächst, lässt sich hieraus noch am ehesten im Spitzentechniksektor, bei technologieorientierten Dienstleistungen und anderen unternehmensnahen Dienstleistungen (nicht-technologieorientierte Beratungstätigkeiten) ablesen. In diesen Sektoren hat die Gründungsaktivität im Trend zugenommen, und die Anteile dieser Wirtschaftszweige an den Gründungen liegen höher als ihre Anteile am Unternehmensbestand. Zudem: In diesen Wirtschaftszweigen zeigen sich – gemessen am Unternehmensbestand – die höchsten Gründungsaktivitäten. Auf diese Wirtschaftszweige entfällt aber nur ein geringer Teil der Unternehmensgründungen insgesamt.

Abb. 6-4: Entwicklung der Gründungen in ausgewählten Wirtschaftszweigen in den neuen Ländern 1992-98



Quelle: ZEW Mannheimer Gründungspanel (1999).

Auf den Spitzentechniksektor, in dem sich die Gründungsaktivität verglichen mit der allgemeinen Entwicklung deutlich beschleunigt hat, entfallen in den westlichen Bundesländern lediglich 0,4 Prozent und in den östlichen Bundesländern 0,3 Prozent aller Unternehmensgründungen.

In den beiden genannten Dienstleistungsbereichen sind die östlichen Bundesländer schwächer vertreten. In den westlichen Bundesländern gehören ca. 6 Prozent der Gründungen zu den technologieorientierten Dienstleistungen (Software, DV-Dienstleistungen, technische Beratungsleistungen), im Osten lediglich ca. 5,5 Prozent. Der Unterschied bei den unternehmensnahen Beratungstätigkeiten (Unternehmensberatung, Werbung u.ä.) ist noch deutlicher. Der Anteil im Westen beläuft sich auf knapp 6 Prozent, im Osten nur auf 4 Prozent aller Gründungen.

Schwachpunkt in der Entwicklung der Gründungsaktivität ist vor allem der Unternehmensstrukturwandel im Bereich der Höherwertigen Technik, der in der Entwicklung sogar hinter den wenig forschungsintensiven Industrien zurückbleibt.

An diesen allgemeinen Tendenzen ändern auch spektakuläre Entwicklungen in einigen neuen Industrien nur wenig (z.B. Biotechnologie). Dies hat den Unternehmensstrukturwandel in der Industrie insofern beschleunigt, als der **Spitzentechnologiesektor** mit die höchsten Zuwächse an Gründungsaktivitäten in der Industrie aufweist. Dies gilt sowohl für die neuen als auch für die alten Bundesländer.

Die seit 1996 nachlassende Dynamik im Bereich der technologieintensiven Dienstleistungen ist insbesondere den stark von der Baukonjunktur abhängigen Zweigen anzulasten. Dies erklärt auch den stärkeren Rückgang der Gründungsaktivität in diesem Bereich in den neuen Ländern. Die Gründungen im Bereich der Datenverarbeitungsdienste entwickeln sich dagegen nach wie vor positiv. Eine geringere Dynamik als in der ersten Hälfte der neunziger Jahre weisen auch Gründungen im Bereich unternehmensnaher Beratungstätigkeiten auf. Allerdings ist in diesem Bereich nach wie vor eine leichte Zunahme der Gründungstätigkeit zu konstatieren, und die Entwicklung verläuft - in den alten und den neuen Bundesländern - oberhalb der Entwicklung der Gründungen insgesamt.

Herausragend ist im Dienstleistungsbereich der **Gründungsboom bei Telekommunikationsdienstleistungen**. Seit Beginn der Deregulierung haben sich – im Osten und im Westen – die Gründungsaktivitäten in diesem Segment vervielfacht. Inzwischen erreicht deren Anteil an den gesamten Unternehmensgründungen (Westen: 0,5 Prozent; Osten: 0,3 Prozent) die gleiche Größenordnung wie die Unternehmensgründungen in den Wirtschaftszweigen der Spitzentechnik insgesamt. In den letzten Jahren zeigt sich dabei jedoch - als Ausklang des „Deregulierungsbooms“ - mehr oder weniger eine Stagnation auf historischem Höchstniveau. Diese Entwicklung belegt, dass die Deregulierung vormals geschützter Bereiche eine erhebliche Gründungsdynamik entfachen kann. Technische Innovationen sind dabei sowohl Triebfeder als auch Folge der Zunahme der durch die neuen Unternehmen entfachten Marktdynamik.

Mit der Gründung von neuen Unternehmen entstehen neue Arbeitsplätze. Bezogen auf die durch Gründungen geschaffenen Arbeitsplätze sieht die Lage für das Verarbeitende Gewerbe etwas günstiger aus. Mit einer Unternehmensgründung verbunden sind im Durchschnitt ca. 5 Arbeitsplätze in den Wirtschaftszweigen der Höherwertigen Technik und ca. 4 Arbeitsplätze in der Spitzentechnik. Dies sind etwa doppelt so viele Arbeitsplätze wie bei den Gründungen im Segment der wissensintensiven Dienstleistungen. Zudem: Im Durchschnitt wachsen die (überlebenden) Unternehmen der Spitzentechnik, der Höherwertigen Technik und der technologieorientierten Dienstleistungen schneller als nicht-FuE-intensive Gründungen in der Industrie und sonstige Gründungen im Bereich des Dienstleistungsgewerbes. Allerdings ist das Umsatz- und das Beschäftigungswachstum sehr ungleich verteilt. Ein relativ kleiner Anteil von schnell wachsenden Unternehmen trägt einen erheblichen Teil des Beschäftigungszuwachses. Die Mehrzahl der jungen Unternehmen wächst nur sehr bescheiden oder muss sogar nach der Gründung Beschäftigte abbauen. Gerade als Grundlage für das schnelle Wachstum von jungen Unternehmen spielen Innovationen eine zentrale Rolle.

Man sollte jedoch vor unrealistischen Erwartungen warnen. Denn in Branchen mit hohen Gründungsquoten ist die „Sterbewahrscheinlichkeit“ von jungen Unternehmen hoch. Wie im Vorjahresbericht gezeigt, ergeben sich insbesondere für die Spitzentechnik und die unternehmensnahen Dienstleister deutlich höhere Gründungs- als Sterberaten. Aber: Selbst gleich hohe Gründungs- und Schließungsquoten bedeuten, dass sich der Unternehmensbestand verjüngen und der Wettbewerbsdruck in der Branche aufrecht erhalten werden kann und dadurch die Wettbewerbskraft der Branche gestärkt wird.

Selbständigkeit und Qualifikation

Die Gründung technologieintensiver neuer Unternehmen ist weitgehend von der Bereitschaft und Fähigkeit von hoch Qualifizierten abhängig, das Risiko der Selbständigkeit einzugehen. Unternehmensgründungen hängen eng mit der Ausbildung zusammen. Denn die Wahrscheinlichkeit des Aufbaus einer selbständigen Existenz nimmt mit dem Bildungsstand zu, vor allem in freiberuflichen Tätigkeiten:³⁶ Knapp 20 Prozent der Meister und Techniker (ABL: 23 Prozent; NBL: 13 Prozent), 12 Prozent der Fachhochschulabsolventen und 17 Prozent der Universitätsabsolventen (ABL: 17 Prozent; NBL: 15 Prozent) sind selbständig. Bei den Erwerbstätigen ohne Berufsabschluss hingegen liegt die Selbständigenquote bei lediglich 6 Prozent in den ABL und 2 Prozent in den NBL. Bei Erwerbstätigen mit Berufsabschluss beläuft sich die Selbständigenquote auf ca. 7 Prozent. Bemerkenswert ist auch, dass Männer in höherem Maße einer Selbständigenerwerbstätigkeit nachgehen als Frauen (Männer: 12 Prozent; Frauen: 6 Prozent).

Erwartungsgemäß überdurchschnittlich häufig ist die Selbständigkeit bei Akademikern im Gesundheitswesen. Die Quote der Selbständigen liegt bei (Agrar-)Ingenieuren, Wirtschaftswissenschaftlern und Juristen in etwa im Durchschnitt aller Akademiker. Bei Naturwissenschaftlern ist sie deutlich niedriger. Hochschulabsolventen suchen sich vornehmlich in unternehmensorientierten Dienstleistungen ein Betätigungsfeld. Im IuK-Sektor (Software und Datenverarbeitungsdienste) sind 20 Prozent der Selbständigen Akademiker. Selbständigkeit in neuen, wissensintensiven Dienstleistungen wird eine zunehmend wichtige Option für die Absolventen von Universitäten und Fachhochschulen.

Die **Selbständigenquote** ist in den letzten Jahren in Deutschland stark angestiegen. Dies beruht sowohl auf dem Nachholbedarf im Dienstleistungssektor als auch auf der sinkenden Anzahl der abhängig Beschäftigten und der daraus resultierenden stärkeren Bedrohung durch Arbeitslosigkeit: Die Zahl der Selbständigen ist in Deutschland bei einer bis 1997 rückläufigen Gesamtbeschäftigung nur schwach gestiegen. Erst ab 1997 nimmt die Zahl der Selbständigen wieder leicht zu, was jedoch im wesentlichen aus dem Anstieg bei Alleinunternehmern resultiert. Die Zahl der Selbständigen mit Beschäftigten ist hingegen 1994-1996 in den meisten Wirtschaftszweigen stark gefallen und zeigt auch seither nur eine graduelle Aufwärtsentwicklung. Eine Ausnahme bilden die Wirtschaftszweige unternehmensorientierte Dienstleistungen, persönliche Dienstleistungen und Verkehr/Nachrichten, in denen auch diese Zahl in den letzten Jahren angestiegen ist. Durch die Zunahme der Zahl der Selbständigen ohne weitere Beschäftigte wird auch der Beschäftigungsbeitrag von neuen Unternehmen geringer. Gerade auch für die neuen Länder ist die Alternative zur Selbständigkeit nicht die abhängige Beschäftigung, sondern die Arbeitslosigkeit. Dies sollte bei der Bewertung einer steigenden Selbständigenquote berücksichtigt werden. Die Entwicklung in Deutschland unterscheidet sich von der Entwicklung in den USA auch dadurch, dass dort eine Zunahme der Selbständigkeit bei gleichzeitig steigender Beschäftigung beobachtet werden kann.

6.3 Beteiligungskapitalmarkt und Unternehmensgründungen

Der Schritt in die Selbständigkeit und die Gründung eines neuen Unternehmens sind mit vielfältigen Risiken verbunden. Um so höher ist die – im Großen und Ganzen zunehmende – Bereitschaft zu bewerten, diesen Schritt zu wagen. Trotz tragfähiger Ideen fehlt es vielen

³⁶ Diese Angaben beruhen auf Auswertungen des ZEW auf Basis der 70 Prozent Stichprobe des Mikrozensus des Jahres 1996.

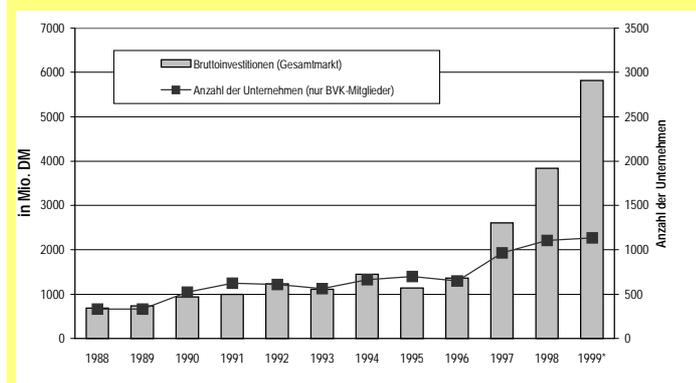
Gründern jedoch an der notwendigen Eigenkapitalbasis, und auch die Finanzierung eines neuen Unternehmens über Kredite erweist sich – mangels Sicherheiten – häufig als schwierig. Entsprechend oft klagen Gründungswillige und junge Unternehmen über eine mangelnde Kapitalbasis und eine „zu geringe“ Verfügbarkeit von Fremdkapital. Nicht selten wird in diesem Kontext beklagt, dass es in Deutschland einen nur unzureichenden Markt für Wagniskapital gibt. In vielen jungen Technologiebereichen stammen die marktführenden Unternehmen aus den USA. Dies wird u.a. auf das große Angebot an Beteiligungskapital in den USA zurückgeführt.

Aber nicht nur im Hinblick auf die Versorgung mit risikotragendem Kapital wird der Entwicklung eines deutschen Beteiligungskapitalmarktes nach amerikanischem Vorbild eine wichtige Rolle bei der Kommerzialisierung von neuen wissenschaftlich-technischen Erkenntnissen zugeschrieben. Erfahrene Fondmanager erfolgreicher Wagniskapitalfonds stehen ihren Partnerunternehmen gerade in entscheidenden Phasen der Unternehmensentwicklung mit Rat und Tat zur Seite. Gerade dieser „Value-added“ ist nach verbreiteter Auffassung der entscheidende Vorteil einer Gründungsfinanzierung von technologieintensiven Unternehmen über den Beteiligungskapitalmarkt.

Der deutsche Beteiligungskapitalmarkt hat sich in den letzten drei Jahren nahezu explosionsartig entwickelt (Abb. 6-5) Dies gilt insbesondere für das Segment der Gründungs- oder Frühphasenfinanzierung. Die weit verbreitete Klage über die deutsche ‚Venture-Capital-Wüste‘ trifft mit Bezug auf die Finanzierung von Unternehmensgründungen wohl kaum noch zu. Deutschland stellt heute den größten europäischen Markt für Finanzierungen im Frühphasensegment dar.³⁷ Dies gilt insbesondere für die sogenannte Seed-Finanzierungen.³⁸

³⁹ Der noch vor wenigen Jahren kaum überbrückbar scheinende Rückstand zu den damals führenden Beteiligungskapitalmärkten in Europa (Großbritannien und Niederlande) und in den USA konnte erheblich verringert werden. Gemessen als Anteil am Bruttoinlandsprodukt liegt die Bundesrepublik mittlerweile auf dem fünften Rang innerhalb der EU. Unter den großen EU-Ländern belegt Deutschland mittlerweile den ersten Rang.⁴⁰ Die Prognosen für 1999 gehen von einer weiteren erheblichen Steigerung der durch die Beteiligungskapitalfonds investierten Mittel aus. Nach den bisher vorliegenden Zahlen werden im Rahmen der aktuellen Bundesprogramme zur Unterstützung

Abb. 6-5: Wachstum des deutschen Beteiligungskapitalmarktes in den neunziger Jahren



Quelle: BVK (1998). Berechnungen des ZEW; 1999 geschätzt.

³⁷ Die Anbieterseite des deutschen Wagniskapitalmarktes zeichnet sich durch eine hohe Vielfalt aus. Das Spektrum reicht von „klassischen“ Venture-Capital-Gesellschaften über die bundeseigenen Banken und förderorientierte Beteiligungsgesellschaften bis hin zu Privatinvestoren, die sich direkt an Unternehmensgründungen und jungen Technologieunternehmen beteiligen (vgl. dazu ausführlicher Lessat et al., 1999).

³⁸ Finanzierung der Ausreifung und Umsetzung einer Idee in ein tragfähiges Geschäftskonzept.

³⁹ In Deutschland setzen sich die Bruttoinvestitionen am Beteiligungskapitalmarkt insgesamt wie folgt zusammen: Seedfinanzierung (6 Prozent; im Vergleich dazu EU ohne Deutschland: 1 Prozent), Gründungsphase (18 Prozent; EU: 9 Prozent), Wachstumsphase (43 Prozent; EU: 27 Prozent), Ersatz eines ausscheidenden Gesellschafters (4 Prozent; EU: 8 Prozent), MBO/MBI (29 Prozent; EU: 56 Prozent).

⁴⁰ Diese Intensität dürfte zudem etwas unterschätzt werden, da die Investitionen ausländischer Beteiligungskapitalfonds in Deutschland nicht mitgerechnet werden können. Im europäischen Vergleich weist Deutschland eine überdurchschnittlich hohe Inlandsinvestitionsquote der Beteiligungskapitalfonds auf.

der Wagniskapitalinvestition in technologieintensive Neugründungen im Jahr 1999 neue Rekordstände bei den zugesagten Beteiligungen erreicht.

Für die positive Entwicklung im Bereich der Gründungsfinanzierung lassen sich mehrere Ursachen ausmachen:

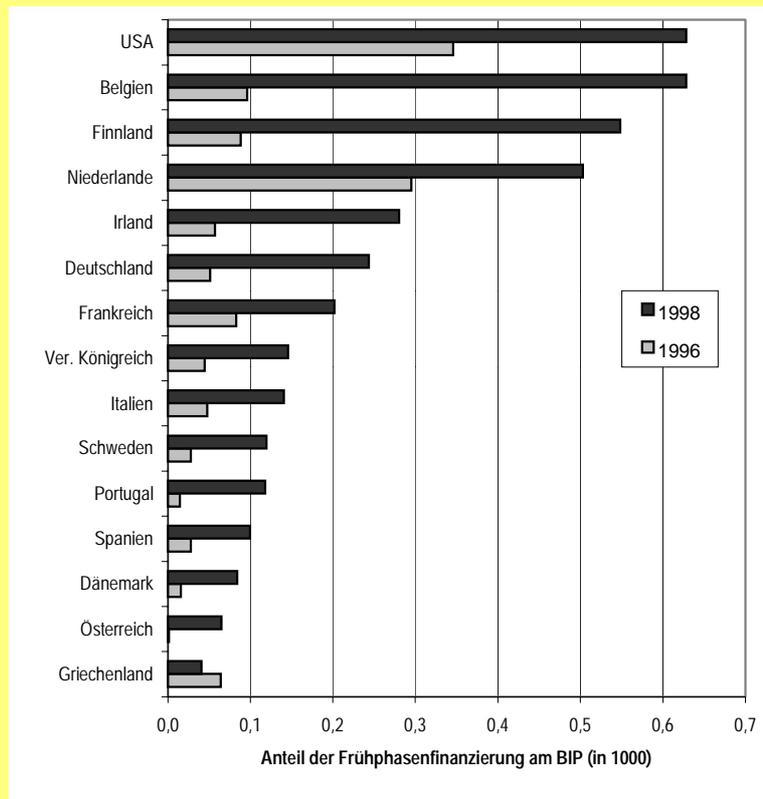
- Mit der Etablierung des Neuen Marktes eröffnete sich den Wagniskapitalfonds eine attraktive Möglichkeit, aus einer zuvor eingegangenen Beteiligung auch wieder – mit einer entsprechenden Rendite – auszusteigen. Der Neue Markt war damit eine wichtige Voraussetzung für die stürmische Entwicklung des Wagniskapitalmarkts in Deutschland. Der Ausstieg aus einem Engagement durch

den Gang an die Börse ist denn auch zu einer zunehmend wichtigen Ausstiegsoption für Beteiligungsgesellschaften geworden, auch wenn der Verkauf der Beteiligung an andere Unternehmen noch immer die wichtigste Ausstiegsmöglichkeit darstellt. So verfügten 1998 von den 46 Börseneinführungen am Neuen Markt in Frankfurt 15 Unternehmen über eine Wagniskapitalbeteiligung.

- Die Abschaffung der Vermögensteuer in Deutschland kam 1997 gerade rechtzeitig, um die einsetzende Dynamik des deutschen Beteiligungsmarkts nachhaltig zu unterstützen.
- Eine weitere wichtige Triebfeder für die Entwicklung des Frühphasensegments waren die Programme der Bundesregierung, der bundeseigenen Banken und einzelner Bundesländer zur Förderung von Beteiligungen an technologieorientierten Unternehmensgründungen. Der überdurchschnittlich hohe Anteil der Frühphasenfinanzierung an den Gesamtinvestitionen im Wagniskapitalmarkt in Deutschland ist sicherlich nicht zuletzt das Ergebnis der Hebelwirkung dieser Programme.
- Fallende Renditen alternativer Anlagen, wie beispielsweise im Immobilienbereich, ließen die Anlage von Kapital bei Beteiligungskapitalgesellschaften attraktiver erscheinen. Durch die zunehmende Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit wurde die Anlageform ‚Wagniskapital‘ für Investoren weiter bekannt. Insbesondere die hohen Renditeerwartungen, nicht zuletzt genährt durch erfolgreiche Börsengänge am Neuen Markt, trugen dazu bei.

Die Investitionen im deutschen Beteiligungskapitalmarkt kommen zudem zunehmend technologie- und wissensbasierten Unternehmen zugute. Mittlerweile liegt der Anteil der Investitionen, die in technologieintensive Wirtschaftszweige fließen, bei knapp 50 Prozent. Bemerkenswert ist dabei der hohe Anteil an Unternehmen aus dem Bereich der Spitzentechnolo-

Abb. 6-6: Frühphasenfinanzierung im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt 1996 und 1998



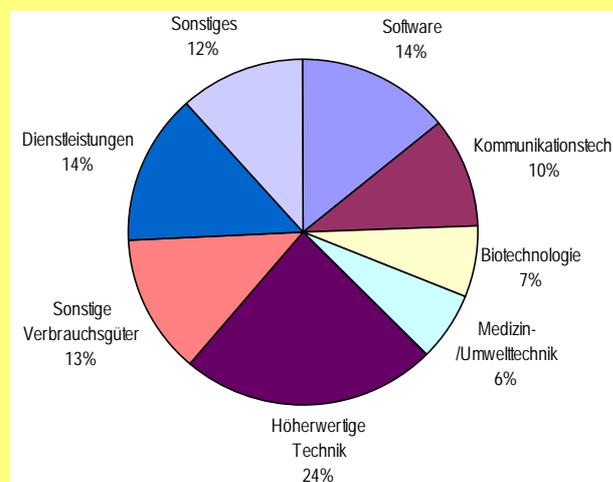
Quelle: EVCA 1999; Berechnungen des ZEW; USA 1996: Lessat et al; USA 1998 vorläufig.

gie, der bei weitem über dem Anteil dieser Branchen an der gesamten Gründungsaktivität liegt. Hervorzuheben ist beispielsweise der Anteil der Finanzierungen für Biotechnologieunternehmen, der den europäischen Durchschnittswert um ein mehrfaches übersteigt.⁴¹ Gerade in diesem Bereich liegt es nahe zu vermuten, dass die hohen Anstrengungen zur Förderung der Biotechnologie eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Die Branchenverteilung der durch Wagniskapital (teil-)finanzierten Unternehmen macht denn auch klar, dass die Entwicklung des Wagniskapitalmarkts eine zunehmend wichtige Stütze der Gründungsaktivitäten in diesem Segment ist. Es bleibt zu hoffen, dass durch das weitere Wachsen des Wagniskapitalmarktes nicht nur die Gründungsdynamik nachhaltig vorangetrieben wird, sondern dass auch die Anzahl und der Anteil der schnell wachsenden, jungen Technologieunternehmen wächst und damit eine entsprechende Dynamik für die Wettbewerbsfähigkeit in den Hochtechnologiemärkten und für die mittelfristige Beschäftigungsentwicklung ausgelöst werden kann.

Allerdings steht Deutschland im Hinblick auf die rapide Aufwärtsentwicklung des Beteiligungskapitalmarkts nicht allein da. In nahezu allen EU-Mitgliedsstaaten und auch in den USA zeigt sich in den letzten Jahren eine erhebliche Erhöhung der für die Gründungsfinanzierung aufgewendeten Mittel aus Wagniskapitalfonds. In einzelnen europäischen Ländern haben sich die Investitionen in diesem Segment in den letzten Jahren jeweils verdoppelt. Besonders bemerkenswert ist dabei - neben Deutschland - die Entwicklung in Irland, Belgien und Finnland. Die drei letztgenannten Länder liegen denn auch - gemessen am Bruttoinlandsprodukt - im Jahre 1998 noch vor Deutschland.⁴²

Noch sollte man nicht davon ausgehen, dass sich das Instrument der Wagniskapitalfinanzierung von Unternehmensgründungen in Deutschland vollständig etabliert hat. Die Entwicklung am amerikanischen Venture Capital Markt in den achtziger Jahren zeigt, dass Rückschläge nicht ausgeschlossen sind. Gerade angesichts der wachsenden Bedeutung von Venture Capital für junge Unternehmen in den schnellwachsenden High-tech Märkten sollten daher Änderungen der politischen Rahmenbedingungen mit Augenmass vorgenommen werden. Dies gilt auch für die Veränderung der Konditionen öffentlicher Förderprogramme. Das von der Bundesregierung vorgelegte Konzept für die Unternehmenssteuerreform lässt erwarten, dass durch die Steuerfreiheit der Veräußerungserlöse und die

Abb. 6-7: Branchenstruktur der Investitionen im deutschen Beteiligungskapitalmarkt 1998
- Verteilung der Zahl der Neuinvestitionen -



Quelle: BVK (1999); Berechnungen des ZEW.

⁴¹ Hier wird die Verteilung der Zahl der finanzierten Unternehmen und nicht die Verteilung der Investitionssummen verwendet, da die Investitionsvolumina in späteren Finanzierungsphasen erheblich höher liegen und der hier verwendete Anteil somit die auf Gründungen entfallende Aktivität eher widerspiegelt. Trotzdem dürfte der Branchenanteil der technologieintensiven Sektoren noch zu gering ausgewiesen sein. Darauf deuten Befragungen ausgewählter Beteiligungskapitalfonds hinsichtlich der Branchenstruktur ihrer Partnerunternehmen hin (vgl. VDI-Nachrichten vom 29.10.1999).

⁴² Verwendet man die Bruttoanlageinvestitionen des Unternehmenssektors als Messlatte, so zeigt sich ein erheblicher Vorsprung der Niederlande. Deutschland liegt dann 1998 auf Platz vier, nach Belgien und Großbritannien.

geringere steuerliche Belastung der Innenfinanzierung der Beteiligungskapitalmarkt in Deutschland zusätzlichen Schwung erhält.

Weiterhin ist festzustellen, dass ein Mangel an erfahrenen Fondsmanagern das weitere Wachstum der Investitionen in technologieintensive Unternehmen behindern kann. Denn gerade für diese Unternehmensgruppe ist Management von Wagniskapitalfonds besonders aufwendig und schwierig. Gleichzeitig aber profitieren gerade aufstrebende Hochtechnologieunternehmen häufig vom Know-how und den Netzwerken erfahrener Manager. Die rapide Entwicklung des Beteiligungskapitalmarkts in Deutschland, die sich insbesondere in den beratungsintensiven Frühphasen abspielt, ließ eine systematische Ausbildung einer ausreichenden Anzahl neuer Fondsmanager bei vielen Wagniskapitalanbietern nicht zu. Auch durch einen ‚Import‘ von Fondsmanagern aus dem Ausland kann diese Lücke aufgrund des Anforderungsprofils kaum geschlossen werden.

Zudem benötigen gerade die erfolgreichsten und am schnellsten wachsenden Unternehmen im Rahmen ihres Expansionsprozesses die Unterstützung durch (branchen-)erfahrene Manager. Gerade im Vergleich mit den USA wird allerdings deutlich, dass es selbst für die deutschen ‚Überflieger‘ nicht leicht ist, branchenerfahrene Manager aus etablierten Unternehmen für sich zu gewinnen. Neben der allgemein höheren Mobilität der Manager in den USA gibt es für die Tatsache, dass erfolgreiche Manager in Deutschland eher selten in junge Unternehmen wechseln, auch einen monetären Grund: Die Einräumung von sogenannten Stock-options (Aktienoptionen) ist – unter steuerrechtlichen Gesichtspunkten aus der Sicht der Manager – in Deutschland weit weniger lukrativ als in den USA.

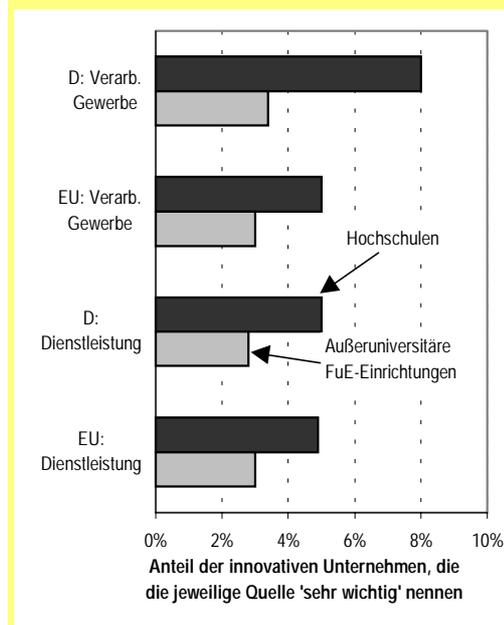
7 Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems

Wissensbasierte Technologien verzeichnen eine zunehmende Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit von Industrie und Dienstleistungen. Verschiebungen in der weltwirtschaftlichen Arbeitsteilung, die Beschleunigung der Diffusion neuen Wissens, die Verkürzung von Produktlebenszyklen in einer Reihe von wettbewerbsrelevanten Feldern wie der IuK-Technik, der verstärkte Imitationswettbewerb, von dem insbesondere die Wirtschaftszweige der höherwertigen Technik betroffen sind, rücken daher auch die Leistungsfähigkeit des Wissenschafts- und Forschungssystems und den Wissens- und Technologietransfer ins Blickfeld der Analysen zur technologischen Leistungsfähigkeit. Zudem: Parallel zum strukturellen Wandel der Wirtschaft wird das Spektrum der für den Wissens- und Technologietransfer relevanten Forschungs- und Ausbildungsaktivitäten öffentlicher und privater Forschungseinrichtungen breiter. Universitäten und außeruniversitäre Forschungsinstitute bilden für viele Unternehmen eine wichtige Informationsquelle für Innovationsaktivitäten. Dies gilt insbesondere für die neuen, forschungsintensiven und wissensbasierten Technologiefelder wie Biotechnologie, Mikroelektronik oder neue Materialien. In diesen Gebieten hat sich auch der zeitliche Abstand zwischen Grundlagenforschung und Umsetzung in neue Produkte und Verfahren verkürzt. Auch daher kommt der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft eine steigende Bedeutung zu.

Im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland bezeichnen ca. 8 Prozent der innovierenden Unternehmen Hochschulen als sehr wichtige Informationsquelle für ihre Innovationen (vgl. Abb. 7-1). Demgegenüber besitzen außeruniversitäre Forschungseinrichtungen als Informationsquelle für die Unternehmen eine geringere Bedeutung. Knapp 4 Prozent bezeichnen sie als sehr wichtige Informationsquelle. Auch in den meisten anderen europäischen Ländern erreicht das Wissensangebot der Hochschulen eine größere Anzahl von Unternehmen als das Wissensangebot der außeruniversitären Einrichtungen.⁴³ Unternehmen suchen die Zusammenarbeit mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen nicht nur im Kontext konkreter FuE-Projekte, sondern insbesondere auch um Informationen über neue wissenschaftlich-technische Erkenntnisse zu gewinnen. Hohe wissenschaftliche Qualität der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen ist daher eine häufig unterschätzte Voraussetzung für die Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft.

Die steigende Anzahl der in Patenten zitierten wissenschaftlichen Literatur ist ein Ausdruck für die wachsende Bedeutung wissenschaftlicher Forschung für die Innovationsaktivitäten privater Unternehmen. Wie die Abbildung (Abb. 7-2) zeigt, ist bei den vom US Patentamt gewährten Patenten aus den führenden Industrienationen ein Anstieg der Verweise auf wissenschaftliche Publikationen festzustellen. Dies ist weniger ein Resultat des Bedeutungsge-

Abb. 7-1: Öffentliche FuE als Informationsquelle für Innovationen

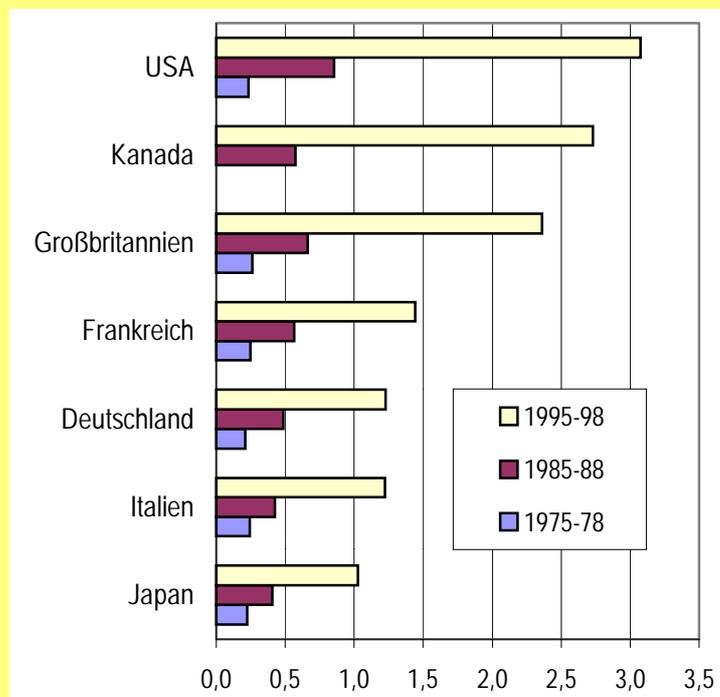


Quellen: EU insgesamt: EUROSTAT (1999);
D: ZEW Mannheimer Innovationspanel

⁴³ Die Wissenschafts- und Forschungssysteme der europäischen Länder unterscheiden sich noch immer sehr stark. Eine direkte Vergleichbarkeit ist daher nur eingeschränkt gegeben.

winns einzelner Technologiebereiche im Patentsystem, sondern diese Tendenz zeigt sich auf breiter Front. Der geringere Anteil Deutschlands sollte dabei nicht als eine geringere Leistungsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems interpretiert werden. Vielmehr dürfte sich darin widerspiegeln, dass die deutsche Wirtschaft sich in ihren Innovationsbemühungen auch innerhalb der wissenschaftsnahen Technologiebereiche auf deren „wissenschaftsfremde“ Teile konzentriert.⁴⁴

Abb. 7-2: Wissenschaftsergebnisse und Patente



Erläuterung: Dargestellt ist die durchschnittliche Anzahl von Zitaten in gewährten Patenten nach Herkunftsland des Patents.
Quelle: US Patentamt (1999). - Berechnungen des WZB.

In den letzten Jahrzehnten ist in Deutschland eine vielfältige Forschungslandschaft entstanden. Neben Universitäten und Fachhochschulen sind dabei insbesondere die Max-Planck-Gesellschaft (MPG), die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF), die Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) und die Wissensgemeinschaft Gottfried-Wilhelm-Leibnitz (WGL) zu nennen. Diese Einrichtungen nehmen vielfältige Aufgaben im Spannungsfeld von Lehre, Forschung, Technologieentwicklung und Technologietransfer wahr. Je nach Typ und Zielsetzung der Einrichtung sollte daher den unterschiedlichen Aufgabenstellungen eine unterschiedliche Bedeutung zukommen. Entsprechend muss sich die Einschätzung der Leistungsfähigkeit der

Einrichtungen auch auf ein Set unterschiedlicher Indikatoren stützen.

Weite Teile der wissenschaftlichen Forschung werden nicht aus Gründen ihrer wirtschaftlichen Nutzung betrieben. Sie schlagen sich als Grundlagenforschungsergebnisse am ehesten in Publikationen nieder. Daher lassen sich Fachpublikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften als Indikator der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit und der wissenschaftlichen Ausrichtung heranziehen. Als Indikator für den Bereich der angewandten Forschung und der Technologieentwicklung können in einer ersten Annäherung Patente verwendet werden. Die Leistungen im Bereich Wissens- und Technologietransfer schlagen sich neben Patenten auch in den Kooperationen zwischen Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen nieder.

7.1 Wissenschaftliche Publikationen und Patente

Um den Beitrag der wissenschaftlichen Forschung zur technologischen Leistungsfähigkeit adäquat beurteilen zu können, ist eine genauere Betrachtung nach Teilfeldern erforderlich. Zweckmäßig ist dabei die Unterscheidung zwischen „technikfernen“ und „techniknahen“ **Wissenschaftsfeldern**, die ihrerseits **Technikfeldern** gegenübergestellt werden können.

⁴⁴ Vgl. dazu ausführlicher die Darstellung in Soskice und Casper (1999)

Denn die Wissenschaftsgebiete sind unterschiedlich eng mit der Technikentwicklung verknüpft.

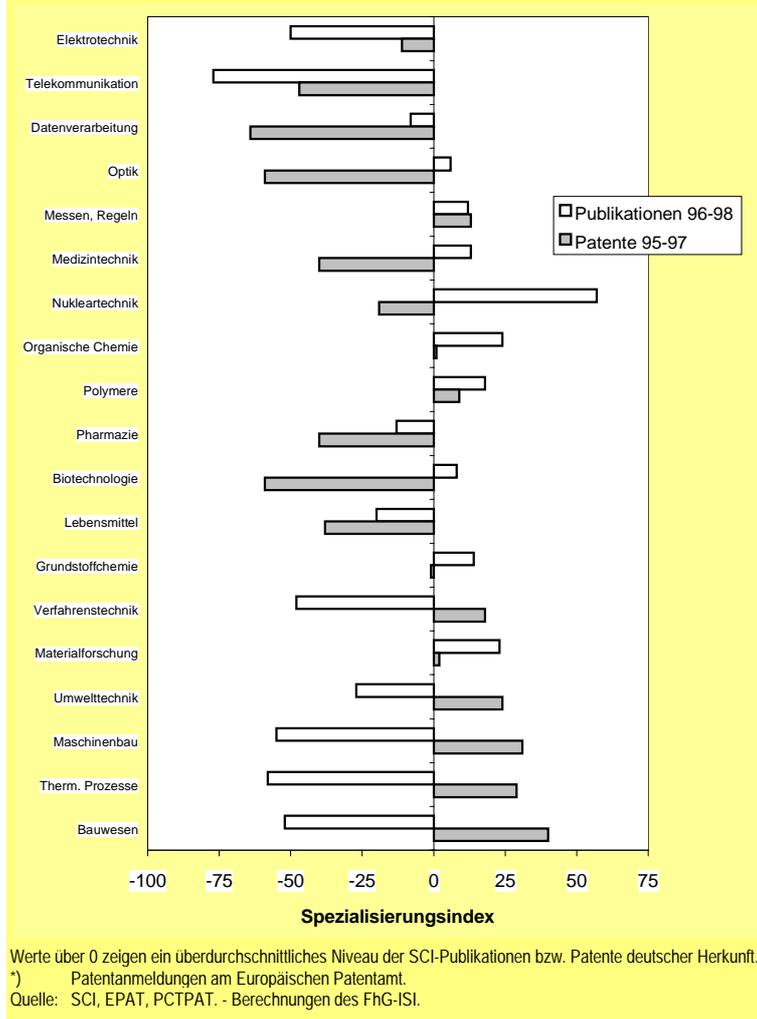
Wissenschafts- und Technikprofile Deutschlands: Unausgeschöpfte Potenziale?

Beschrieben werden Wissenschafts- und Technikprofile von Ländern durch die relative Häufigkeit von Publikationen.⁴⁵ Die deutsche Wissenschaft ist überdurchschnittlich auf Nukleartechnik und Physik spezialisiert; überdurchschnittliche Werte werden auch in Mess- und Regeltechnik, Medizintechnik, organische Chemie, Polymere, Grundstoffchemie, Materialforschung und Mathematik erreicht.⁴⁶ Dieses Profil hat sich auch nur unwesentlich verändert.

Es harmoniert jedoch nur in einigen Fällen mit der Spezialisierung in der **Technik**, wie es in der Patentstruktur zum Ausdruck kommt (Abb. 7-3).

- Übereinstimmung im „positiven“ Spezialisierungsbereich ergibt sich in der Mess- und Regeltechnik, bei Polymeren, Grundstoffchemie und eventuell noch in der Materialforschung.
- In den Feldern Telekommunikation, Pharmazie und Lebensmittel sind die Werte⁴⁷ negativ.
- In allen anderen Gebieten zeigt sich eine deutliche Diskrepanz: Die Wissenschaft ist auf die Felder Datenverarbeitung, Optik, Medizintechnik, organische Chemie und Biotechnologie deutlich stärker orientiert als die Technik.

Abb. 7-3: SCI-Publikationen und Patente*) deutscher Herkunft nach Wissenschafts- und Technikfeldern



- Umgekehrt ist in den Feldern Verfahrens- und Umwelttechnik, Maschinenbau, thermische Prozesse und Bauwesen die technische Spezialisierung höher als die wissenschaftliche. Hier sind die relevanten Technologien allerdings als weniger wissenschaftlich

⁴⁵ Nach Auswertungen des Science Citation Index (SCI).

⁴⁶ Zudem bestehen vergleichsweise hohe Publikationsanteile in den „technikfernen“ Wissenschaftsfeldern Physik und Mathematik.

⁴⁷ In Wissenschaft (Publikationen) und Technik (Patente).

einzustufen, so dass die technologische Position durch die geringe wissenschaftliche Spezialisierung nicht gefährdet erscheint.

Hervorzuheben ist, dass in den **Wachstumsfeldern** Datenverarbeitung und Biotechnologie, in denen Deutschland technologisch gesehen im internationalen Vergleich eine schwache Position hat, die Wissenschaft ein hohes Niveau aufweist. In diesen Feldern ist ein unausgeschöpftes Potenzial für eine fruchtbare Interaktion zwischen Wissenschaft und Technik zu vermuten. Dies gilt auch für die weniger wachstumsstarken Bereiche wie Optik, Medizintechnik und organische Chemie.

Steigende Zahl von Publikationen wissenschaftlicher Einrichtungen

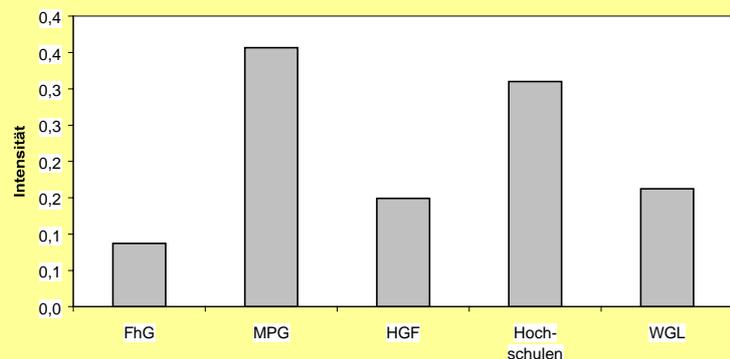
Die Hochschulen leisten mit etwa 24.000 Publikationen pro Jahr mit Abstand den größten Beitrag zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen in techniknahen Feldern. Es folgen mit deutlichem Abstand die HGF und die Max-Planck-Gesellschaft (MPG) mit jeweils etwas mehr als 3.000 Publikationen. Der Beitrag der FhG fällt dagegen mit etwa 550 Publikationen bescheiden aus.

Bei allen betrachteten deutschen Forschungseinrichtungen ist die Zahl der Publikationen zwischen 1980 und 1998 gestiegen.⁴⁸ Im Vergleich der Institutionen haben die Institute der Leibniz-Gemeinschaft (WGL) die stärkste Dynamik entwickelt, gefolgt von der FhG und der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF). Dies ist z.T. auf die Eingliederung von ostdeutschen Forschungseinrichtungen zurückzuführen. Im Falle der FhG hat die verstärkte Zunahme von wissenschaftlichen Publikationen aber schon vor der Wiedervereinigung begonnen. Dieses lässt auf eine stärkere Orientierung der FhG-Institute auf wissenschaftliche Ziele schließen.⁴⁹

Bei einem solchen Vergleich ist in Rechnung zu stellen, dass sich die Einrichtungen erheblich nach dem Volumen ihres Forschungspersonals unterscheiden. Die Publikationsintensitäten - berechnet als Zahl der jährlichen Publikationen bezogen auf das FuE-Personal - zeigen, dass das Publikationsverhalten der verschiedenen Einrichtungen ihrer spezifischen Aufgabe im System der öffentlichen Forschung entspricht.

- Die stärkste Publikationsintensität hat die MPG (Abb. 7-4), die sich als überwiegend grundlagenorientierte Einrichtung weitgehend auf die wissenschaftliche Forschung konzentrieren kann. Sie hat den Auftrag, exzellente Grundlagenforschung durchzuführen.

Abb. 7-4: *Publikationsintensität*) von Hochschulen und anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen in techniknahen Wissenschaftsfeldern*



*) SCI-Publikationen pro FuE-Beschäftigtem.
Quelle: SCI. - Berechnungen des FhG-ISI.

⁴⁸ Es hat den Anschein, als sei dieser Anstieg im internationalen Vergleich als überdurchschnittlich einzustufen, wohingegen die „Publikationsintensität“ - also der Beitrag zur Wissenschaft im Vergleich zur Zahl der Forscher oder auch der Einwohner - rein quantitativ betrachtet etwas zurückgeht. (Vgl. OECD 1999).

⁴⁹ Die Daten berücksichtigen noch nicht die beabsichtigte Integration von FhG und dem Forschungszentrum Informationstechnologie.

- An zweiter Stelle liegen die Hochschulen, die ebenfalls deutlich auf die Grundlagenforschung orientiert sind, aber zusätzlich wesentliche Aufgaben in der Lehre haben.
- Die HGF-Einrichtungen decken ein breites Spektrum ab, von technisch anspruchsvoller Grundlagenforschung über Vorsorgeforschung bis zu Aufgaben in der technologischen Entwicklung. Sie sollen neben der wissenschaftlichen Forschung wesentlich zum Technologietransfer beitragen.
- Den WGL-Instituten kommen im deutschen Wissenschaftssystem sehr unterschiedliche Aufgaben zu. Es verwundert insofern nicht, dass sie eine ähnliche Publikationsintensität aufweisen wie die HGF. Sie liegen nach dem Maß der Publikationsintensität jedoch nur knapp vor der HGF.
- Bei der FhG steht der Technologietransfer im Vordergrund. Der Vergleich der Publikationsintensitäten verdeutlicht, dass die FhG-Institute in nennenswerter Weise an wissenschaftlichen Publikationen beteiligt sind, dass aber angesichts ihrer sonstigen Aktivitäten in der angewandten Forschung und im Technologietransfer deren Ausmaß begrenzt bleibt.

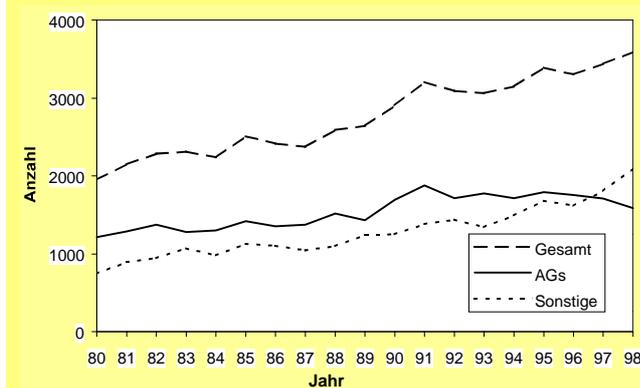
Große Unternehmen schränken Publikationstätigkeit ein

Neben öffentlichen Forschungseinrichtungen tragen auch Unternehmen zu wissenschaftlichen Publikationen bei. Unternehmenspublikationen sind ein Indikator für längerfristige, eher grundlegend orientierte Forschungsaktivitäten, die ihnen eine Teilnahme an der Fachdiskussion in den „Scientific communities“ ermöglichen. Aus deutschen Unternehmen stammen aktuell jährlich rund 3.500 Publikationen, was rund 4 Prozent aller deutschen Publikationen entspricht. Der überwiegende Teil (3.100) ist techniknahen Wissenschaftsfeldern zugeordnet. Hier erreichen die Unternehmen das Niveau der HGF oder der MPG. Der Beitrag der

Unternehmenspublikationen zur wissenschaftlichen Diskussion ist somit erheblich.

Im Zeitverlauf ist seit 1980 eine ständige Erhöhung der Zahl der Unternehmenspublikationen zu beobachten (Abb. 7-5), was die These einer steigenden Wissensbasierung der Technik unterstützt. Allerdings bestätigt sich die Vermutung nicht, dass die Fachbeiträge überwiegend von sehr großen Unternehmen stammen.⁵⁰ Tatsächlich sinken deren Publikationen seit 1991, bei kleinen und weniger großen Unternehmen steigen die Publikationen dagegen weiter an. Daraus kann der

Abb. 7-5: SCI-Publikationen deutscher Unternehmen



Quelle: SCI - Berechnungen des FhG-ISI.

Schluss gezogen werden, dass diese sich zunehmend in der längerfristig orientierten Forschung engagieren. Der Rückgang bei den AGs deutet dagegen auf einen graduellen Rückzug aus diesem Forschungsbereich hin: Nachlassende Publikationstätigkeit fällt mit der Reduzierung der zentralen Forschungseinheiten zugunsten der Fachabteilungen zusammen,

⁵⁰ Im SCI ist eine Unterscheidung von Aktiengesellschaften gegenüber anderen Rechtsformen möglich, was im deutschen System einer groben Unterscheidung zwischen sehr großen Unternehmen und sonstigen Unternehmen entspricht.

um eine schnellere Umsetzung der Forschung in marktreife Produkte zu erzielen. Die Fachabteilungen beteiligen sich offensichtlich nicht mehr in gleicher Weise an der grundlagenorientierten Forschung, wie dies bei den zentralen Forschungseinheiten der Fall war. Die großen Unternehmen sollten daher kritisch verfolgen, inwieweit durch ein reduziertes Engagement in langfristig orientierter Forschung ihre Absorptionskapazität für externes Wissen beeinträchtigt wird. In wissensbasierten Bereichen der Technik kann der Erhalt dieser Fähigkeit wettbewerbsentscheidend sein.

7.2 Zur Verwertungsrelevanz der Ergebnisse der FuE-Tätigkeit der technologischen Infrastruktur

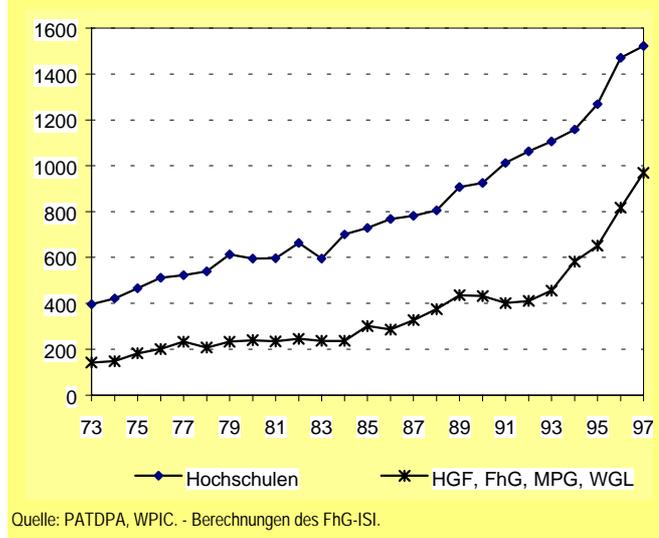
Die Zurückhaltung der Unternehmen in der strategischen Forschung erfordert ein Überdenken der Anforderungen an staatliche FuE-Einrichtungen. Neben der wissenschaftlichen Qualität stellt sich daher auch die Frage nach der Verwertungsrelevanz der öffentlichen Forschung in Deutschland. Aus Unternehmenssicht funktioniert der Wissenstransfer zwar bei den „Insidern“ unter ihnen, es existiert aber eine sehr große Zahl von „Outsidern“.

Einige öffentliche Forschungseinrichtungen haben explizit die Aufgabe, verwertungsrelevante Ergebnisse zu erzielen und die wissenschaftlichen Erkenntnisse direkt und in kurzer Zeit aus dem Wissenschafts- in das Wirtschaftssystem zu vermitteln. Andere sollen zumindest teilweise einen technologieorientierten Wissenstransfer leisten.

Angesichts der Tatsache, dass Hochschulen nicht nur in technikorientierten Bereichen forschen und eine dezidierte Ausrichtung auf die Grundlagenforschung haben, ist ihr Anteil von aktuell 4 Prozent an allen deutschen Patentanmeldungen als hoch einzustufen (Abb. 7-6). Aber: Das Potenzial der Hochschulen wird nicht vollständig ausgenutzt. Es gibt eine erhebliche Zahl von Hochschulerfindungen, die zwar patentfähig sind, jedoch nicht zur Patentanmeldung gelangen.

Auch durch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen ist ein deutlicher Anstieg der Patentanmeldungen zu beobachten, mit in jüngster Zeit erheblich zunehmenden Wachstumsraten.

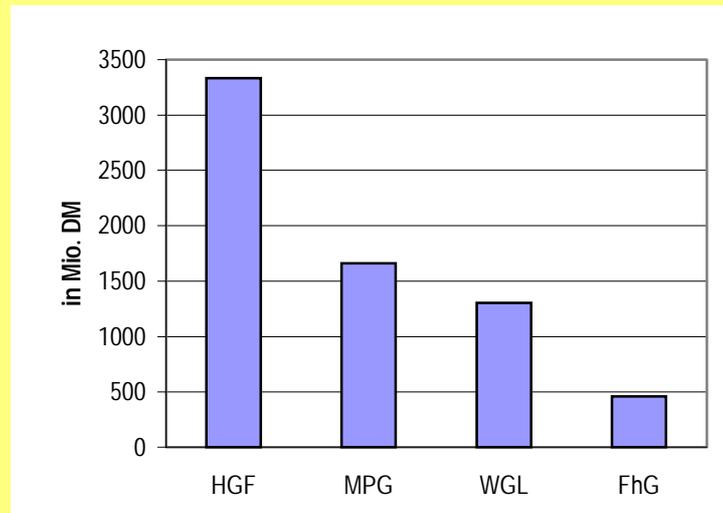
Abb. 7-6: Patentanmeldungen von Hochschulen und sonstigen öffentlichen Forschungseinrichtungen



- Die **HGF** meldete am Deutschen Patentamt (DPA) im Jahre 1998 ca. 420 Patente an. Damit liegen die Patentanmeldungen um mehr als 100 Prozent über dem Wert zu Beginn der neunziger Jahre. Allerdings sind die Verwertungsquoten der Anmeldungen aus der HGF eher bescheiden. Nach wie vor bestehen in der HGF erhebliche Probleme dem Wissens- und Technologietransferauftrag nachzukommen.
- Die Mehrzahl der Patentanmeldungen der **FhG** (ca. 390 Patentanmeldungen am DPA im Jahr 1998) entsteht im Kontext der Auftragsforschung für die Industrie und öffentliche Auftraggeber. Die FhG kann damit ihrem Technologietransferauftrag gerecht werden. Sie konnte die Anzahl ihrer Patentanmeldungen in der abgelaufenen Dekade deutlich steigern.

- Die ca. 90 Patentanmeldungen der **MPG** haben primär den Charakter der Verwertung von „zufälligen“ Ergebnissen der Grundlagenforschung. Aufgrund ihrer disziplinären Ausrichtung befinden sich darunter viele industrierelevante Ergebnisse in strategisch wichtigen Bereichen (Biotechnologie, Polymer- und Materialforschung) mit hohen Verwertungsquoten.
- Auf die **WGL-Institute** entfallen ebenfalls ca. 90 Patentanmeldungen im Jahre 1998. Aufgrund der großen disziplinären Heterogenität

Abb. 7-7: Anteile der vier großen außeruniversitären Forschungseinrichtungen an der Forschungsfinanzierung durch Bund und Länder 1999*



Erläuterung: * Soll; ohne Zuwendungen aus dem HSP III
Quelle: BLK Jahresbericht 1998, S. 36.

der WGL-Institute, die häufig in wenig patentrelevanten Bereichen arbeiten und zum Teil reine Dienstleistungsfunktionen wahrnehmen, ist es nicht erstaunlich, dass ein überwiegender Teil der Patentanmeldungen nur auf einige wenige Institute entfällt.

Generell lässt sich feststellen, dass in der HGF, der MPG und in den WGL-Instituten Patentanmeldungen im wesentlichen aus einem reinen Spin-off-Ansatz, d.h. der Verwertung eher zufälliger Ergebnisse der Grundlagenforschung, resultieren. Lediglich die FhG ist eindeutig an dem Modell des Technologietransfers und der anwendungsorientierten Forschung orientiert.

Die grundlegenden Unterschiede in der Orientierung der wissenschaftlichen Einrichtungen treten noch deutlicher hervor, wenn das Verhältnis von Patenten zu Publikationen betrachtet wird. Nach diesem Indikator liegt die FhG mit großem Abstand an der Spitze. Es folgen hier - genau umgekehrt zu den absoluten Publikationszahlen - die HGF-Einrichtungen, die Universitäten und erst dann die MPG-Institute. Diese Vergleiche verdeutlichen, dass nicht alle Einrichtungen in gleicher Weise zur wissenschaftlichen Forschung und zum Wissenstransfer zur Wirtschaft beitragen (können). Vielmehr ist die spezielle Mission der jeweiligen Einrichtung zu berücksichtigen.

Verstärkung der direkten Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft ist notwendig

Die primäre Orientierung des deutschen Wissenschaftssystems am Gedanken der **Spin-off-Verwertung** setzt der Verwertungsrelevanz der öffentlichen Forschung enge Grenzen. Technologietransfer ist nach diesem Verständnis lediglich ein punktueller, einseitiger Transfer von der Wissenschaft zur Wirtschaft, um Ergebnisse, die nicht nur für die Grundlagenforschung relevant sind, einer Umsetzung in neue oder verbesserte Produkte und Prozesse zuzuführen. Entsprechend diesem Ansatz ist neben der vielfältigen Forschungslandschaft eine nicht minder vielfältige Landschaft von Institutionen entstanden, die diesen Transfer von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung hin zur Entwicklung von marktreifen Produkten und Prozessen, unterstützen sollen.⁵¹

⁵¹ Vgl. dazu ausführlich Reinhard und Schmalholz (1995).

Dabei besteht heute weitgehend die Erkenntnis, dass das an der „quasi-linearen“ Abfolge von „Grundlagenforschung - angewandter Forschung – Entwicklung“ anknüpfende Spin-off-Modell eine i.d.R. obsoletere Charakterisierung moderner Innovationsprozesse darstellt. Technologietransfer ist damit kein einseitiger und in seiner Richtung eindeutig definierter Fluss von Erkenntnissen, sondern ein iterativer Prozess, in dem auch maßgebliche Rückflüsse von der Wirtschaft zur Wissenschaft die Regel sind.

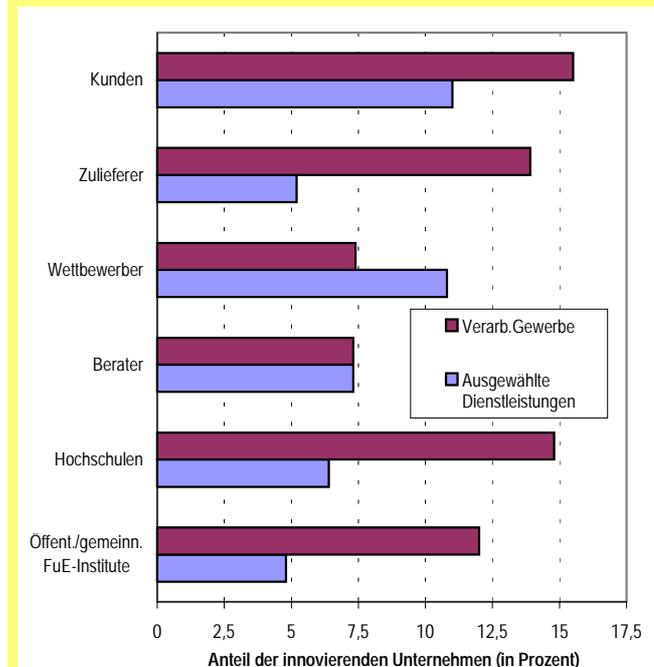
Folgt man diesen Ansätzen, dann stellen **direkte Kooperationen** von Wissenschaft und Wirtschaft ein sehr effizienteres Instrument des Technologie- und Wissenstransfers dar, denn erst bei diesem Kontakt stellt sich auch der wechselseitige Transfer von Know-how ein. Wissens- und Technologietransfer erfolgt zudem über eine Vielzahl von direkten und indirekten Instrumenten und Mechanismen (z.B. Mobilität von Forschern), die je nach Fachgebiet und Forschungseinrichtung ein unterschiedliches Gewicht haben. Für die Zukunft gilt, dass diesen Mechanismen ein höheres Gewicht – auch in der Evaluation von Forschungseinrichtungen – zu Lasten der Spin-off-Verwertung gegeben werden muss.

Wie die Abb. 7-8 zeigt, sind allerdings **Kooperationen zwischen Unternehmen** weiter verbreitet als Kooperationen zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und der Wirtschaft. Angesichts des für die meisten Unternehmen und die meisten Innovationsprojekte relevanten Know-hows ist dies auch nicht weiter verwunderlich.

Kooperationen mit Hochschulen kommen dabei eine höhere Bedeutung zu als Kooperationen mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Dies gilt sowohl für den Industrie- als auch für den Dienstleistungsbereich (vgl. Abb. 7-8). Welche Einrichtung von den Unternehmen als Partner bevorzugt wird, hängt stark von branchen-, unternehmensgrößen- und technologiespezifischen Faktoren ab. Es muss auch festgestellt werden, dass die Kooperation mit Forschungseinrichtungen auch eine Absorptionsbasis auf Seiten der Unternehmen benötigt. Denn je höher die FuE-Intensität und je regelmäßiger FuE-Aktivitäten durchgeführt werden, desto häufiger können Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen beobachtet werden. Die Steigerung der Absorptionsfähigkeit der Unternehmen ist eine Voraussetzung für die Intensivierung des Wissens- und Technologietransfers zwischen öffentlichen Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Dies gilt insbesondere auch für kleinere und mittlere Unternehmen.⁵²

Bei den kleineren und mittleren Unternehmen ist auch das größte Potenzial für eine Ausweitung der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft zu finden. Nur eine kleine

Abb. 7-8: Verbreitung von Kooperationen im Rahmen von Innovationsprojekten 1996



Quelle: ZEW Mannheimer Innovationspanel.

⁵² Vgl. dazu Beise, Licht und Spielkamp (1996).

Minderheit kooperiert bisher regelmäßig mit wissenschaftlichen Institutionen; eine Reihe weiterer KMU unterhält fallweise (projektbezogen) Kontakte mit der Wissenschaft. Die Masse der kleinen und mittleren Unternehmen kann jedoch als **Outsider** bezeichnet werden, denen der Zugang zu öffentlichen FuE-Einrichtungen schwerfällt.

Eine nach wie vor wichtige **Barriere für die Aufnahme von Kooperationen** mit wissenschaftlichen Einrichtungen ist die Angst der Unternehmen, wettbewerbsrelevantes Wissen im Rahmen solcher Kooperationen zu verlieren. Das Patentwesen und andere Möglichkeiten zur Sicherung intellektueller Eigentumsrechte spielen daher eine wichtige Rolle. Andererseits gilt aber auch, dass sich wettbewerbsrelevantes Wissen häufig nicht schützen lässt. Dieses Wissen ist in hohem Maße personengebundenes Erfahrungswissen, das nur über spezifische Formen der FuE-Kooperation transferiert werden kann. Die Angst vor dem Verlust dieses Wissens im Rahmen von FuE-Kooperationen mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungsinstitutionen ist bei den Outsidern des Technologietransfers besonders ausgeprägt.

Eine Erhöhung der unternehmerischen Absorptionskapazitäten und ein Abbau der häufig anzutreffenden mentalen Schranken für die Zusammenarbeit werden allerdings auch dann die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft nicht voranbringen, wenn es nicht gleichzeitig gelingt, die Anreize für die Forschungseinrichtungen und insbesondere ihre Mitarbeiter zur Zusammenarbeit mit der Wirtschaft zu erhöhen.

8 Spezialisierungsvorteile der deutschen Wirtschaft

Hochentwickelte Volkswirtschaften erzielen im internationalen Wettbewerb vor allem durch Spezialisierung auf Güter und Dienstleistungen mit hohem Qualitätsstandard und durch technische Neuerungen auf dem Weltmarkt hinreichend hohe Preise bzw. Austauschverhältnisse, die den inländischen Beschäftigten hohe Realeinkommen und den Anbietern zugleich Produktions- und Beschäftigungszuwächse ermöglichen. Mit Qualitäts- und Technologievorteilen kann Konkurrenten mit Produktionskostenvorteilen Paroli geboten werden. Bei diesen Gütern kommen die Ausstattungsvorteile hochentwickelter Volkswirtschaften (hoher Stand technischen Wissens, hohe Investitionen in FuE, hohe Qualifikation der Beschäftigten) am wirksamsten zu Geltung.

8.1 Trends der technologischen Struktur

Weltweit haben Patentanmeldungen aus dem **forschungsintensiven Sektor** der Industrie daher auch ein ständig wachsendes Gewicht bekommen. In diesem Bereich melden insbesondere Japan und die USA überdurchschnittlich häufig Erfindungen zum Patent an, während Deutschland nach wie vor auch einen vergleichsweise hohen Anteil an Patenten in den nicht-forschungsintensiven Technikfeldern erreicht. Deutschlands Rang bei Patenten aus dem forschungsintensiven Sektor der Industrie fällt im Vergleich zu dessen relativ hoher binnenwirtschaftlicher Bedeutung für Wertschöpfung und Beschäftigung⁵³ zurück. Allerdings zeichnet sich am aktuellen Rand für Deutschland eine leichte Verschiebung der Patentstruktur in Richtung auf FuE-intensive Sektoren ab, mit einer abnehmenden Despezialisierung auf den Bereich der Spitzentechnik.

Robuste Technologiestrukturen

Die Grundpositionen in der internationalen technologischen Arbeitsteilung sind zwischen den entwickelten Volkswirtschaften relativ robust. Denn trotz der z.T. starken Schwankungen in einzelnen Ländern und dem zuletzt stark gestiegenen weltweiten Patentaufkommen hat sich die technologische Spezialisierung der Industrieländer - d.h. die Schwerpunkte des nationalen Patentaufkommens verglichen mit den Schwerpunkten der weltweiten Patentaktivitäten - auf forschungsintensive Gütergruppen kaum verändert (Abb. 8-1).

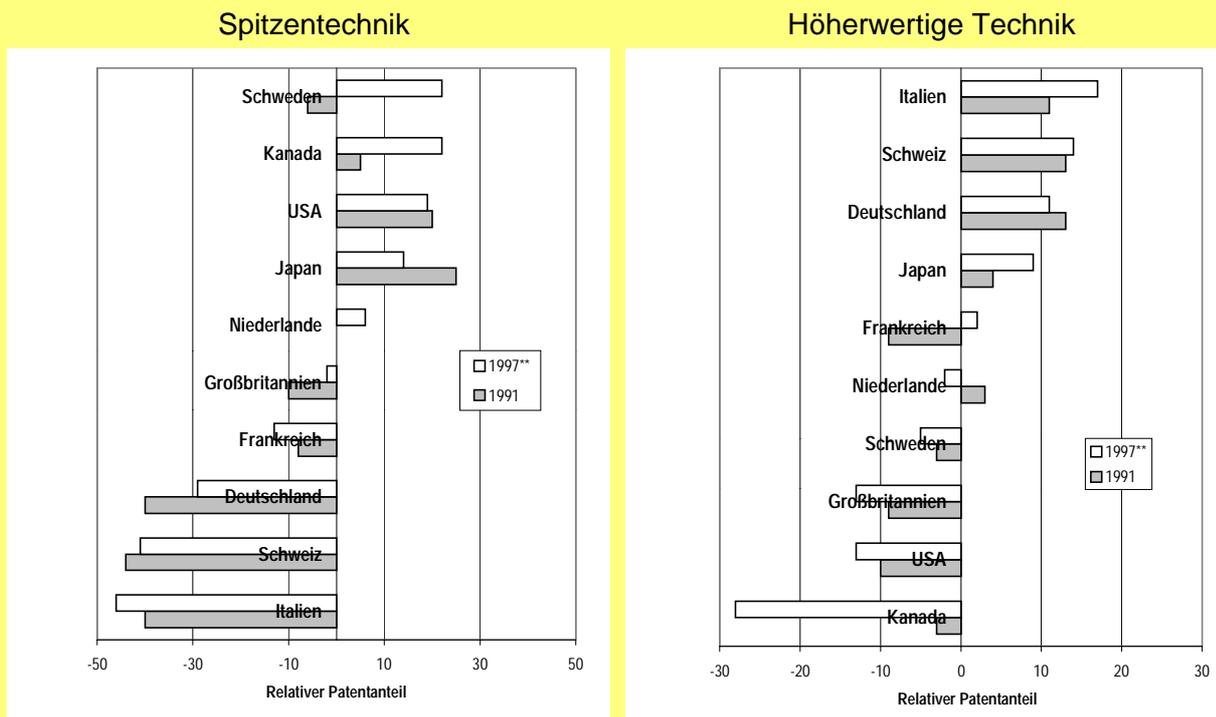
Verschiebungen zeigen sich eher **zwischen** den Ländern als innerhalb der Länder. Allerdings gibt es in den „großen Volkswirtschaften“ eine Tendenz zur Abflachung der Spezialisierungsmuster und damit einer Angleichung der Strukturen.⁵⁴ Wesentliche Ausnahmen unter den patentstärksten Ländern sind Kanada und Schweden, die inzwischen auf Spitzentechnologiepatente spezialisiert sind - ein Ergebnis ihrer starken Konzentration der FuE-Aktivitäten auf diesen Bereich (insbesondere im Bereich der Telekommunikation).

Bei einer detaillierteren Betrachtung zeigt sich, dass die **Spitzentechnik** traditionell die Domäne der USA und Japans darstellt, in Großbritannien entspricht der Spitzentechnikanteil bei Patenten mittlerweile der Durchschnittsposition. Deutschland, Frankreich, die Schweiz

⁵³ Der Beitrag des forschungsintensiven Sektors der Industrie für Wertschöpfung und Beschäftigung ist in Deutschland mit jeweils rund 10,5 Prozent vergleichsweise hoch. Lediglich in Japan entfällt ein höherer Anteil der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung auf die forschungsintensiven Industrien. Deutschland ist zusammen mit Japan vor allem in der Höherwertigen Technik (Maschinen- und Fahrzeugbau, Industriechemikalien, Elektrotechnik) stark vertreten. Der Bereich der Spitzentechnik hat im internationalen Vergleich in der japanischen Wirtschaft gesamtwirtschaftlich das größte Gewicht (4 Prozent), in USA sind es 3,5 Prozent, in Großbritannien 3 Prozent und in Deutschland 2,5 Prozent.

⁵⁴ Vergleiche dazu ausführlicher Jungmittag (1999) und Grupp und Jungmittag (1999).

Abb. 8-1: Patentspezialisierung der großen Industrieländer 1991 und 1997



Anmerkung: Relativer Patentanteil (RPA): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei den Patenten insgesamt.
 **1997 hochgerechnet
 Quelle: EPAT, PCTPAT; Berechnungen des FhG-ISI.

und Italien zeigen dagegen eine vergleichsweise geringe Orientierung auf Spitzentechnik. Allerdings hat Deutschland seine relative Position in der Spitzentechnik in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert. Bei Japan hat sich ein langanhaltender „Einbruch“ bei der Spezialisierung im Spitzentechnologiesegment ergeben, mit einer leichten Tendenzumkehr im Jahr 1997.

Deutschland ist technologisch hingegen unverändert auf die **Höherwertige Technik** ausgesprochen hoch spezialisiert. Hierhin lenkt die deutsche Industrie auch einen Großteil ihrer FuE-Ressourcen. Dort ist der Anteil der „Anwenderpatente“ besonders hoch; es dominieren weniger originäre wissenschaftliche Spitzenleistungen. Deutschland vollzieht schwerpunktmäßig die Kombination von Technologien und die Integration von Spitzenleistungen aus Wissenschaft und Forschung in traditionelle Bereiche. Die Schweiz, Italien und zunehmend auch Frankreich suchen ihren Weg zur Erhaltung und Verbesserung der technologischen Leistungsfähigkeit ebenfalls in der Höherwertigen Technik.

Unter den zehn **wachstumsstärksten Technikfeldern** (Tab. 8-1) befinden sich keineswegs nur solche der Spitzentechnik (Telekommunikation, Turbinen, fortgeschrittene Elektrotechnik, Agrarchemie, medizinische Elektronik), sondern zur Hälfte auch solche der Höherwertigen Technik (Schienenfahrzeuge, Papiermaschinen, Kraftwagen, medizinische Instrumente und Elektrizitätsverteilung). Deutschland hat in sechs dieser zehn wachstumsstarken Felder technologische Vorteile und steht damit im internationalen Vergleich durchaus günstig da. Allerdings zählen nur die Felder Kraftwagen und Elektrotechnik zu den Bereichen, die auch quantitativ von Bedeutung sind. Die USA haben in vier Feldern überdurchschnittliche Indexwerte, Japan in zwei.

Wird die Zukunftsfähigkeit von Innovationssystemen danach beurteilt, wie Chancen in **wachstumsstarken** und **großen** Marktsegmenten wahrgenommen werden, so gehört Deutschland zu den Ländern auf einem oberen Mittelplatz. Defizite bestehen vor allem in ei-

Tab. 8-1: Spezialisierung*) ausgewählter Länder in FuE-intensiven Technikfeldern mit hohen Wachstumsraten

	Wachstum **)	Größenindex ***)	USA	Japan	Deutschland	Frankreich	Großbritannien	Schweiz	Kanada	Schweden	Italien	Niederlande
Telekommunikation	13,6	100	10	-3	-34	-7	17	-75	50	70	-67	18
Turbinen	10,6	2	-8	-74	-40	87	8	83	-84	-7	-96	-52
Schienenfahrzeuge	8,5	5	-74	-41	67	9	-67	58	-22	-19	0	-26
Papiermaschinen	7,6	7	-4	-88	28	-71	-43	-54	30	85	-41	-62
Kraftwagen	6,7	43	-47	-14	57	35	-31	-84	-71	-12	10	-56
Medizin. Instrumente	6,6	27	46	-80	-38	-36	-7	38	-64	32	-20	-29
Fortg. Elektrotechnik	6,4	23	-18	46	1	-21	-18	-52	42	-52	-44	48
Elektrizitätsverteilung	6,4	28	-20	8	16	34	-23	-27	-53	13	-7	-36
Agrarchemie	6,1	8	35	-59	0	-3	5	22	52	-53	-13	-69
Medizin. Elektronik	5,8	9	42	-31	-47	-64	-9	-48	-19	10	-65	35

*) Spezialisierung = RPA (Relativer Patentanteil) in 1995 bis 1997.

**) Durchschnittlicher jährlicher Zuwachs der EPA-Anmeldungen in Prozent im Zeitraum 1989 bis 1997.

***) EPA-Anmeldungen 1997 im größten Feld (Telekommunikation) = 100.

Quelle: EPAT, PCTPAT. - Berechnungen des FhG-ISI.

nem vergleichsweise geringen Engagement in Feldern der IuK-Technik, die sich immer mehr als ein Schlüsselbereich entpuppt.

Spezialisierung in ausgewählten Technologiebereichen

Relevant für die Beurteilung des Portfolios und damit der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft ist jedoch nicht allein die Beteiligung am Wachstum bei „weltmarktrelevanten“ Patentanmeldungen. Denn Wachstum bei Patenten hängt auch eng mit der „Reife“ der Felder zusammen. Wichtig ist vielmehr die Beteiligung an Feldern, die wirtschaftliches Wachstum und Beschäftigung versprechen. In jedem Fall stellt sich die Frage, ob Deutschland bei Schlüsseltechnologien mit hoher Breitenwirkung, die die künftigen Marktentwicklungen entscheidend prägen werden (wie z.B. Mikroelektronik, Biotechnologie), technologisch den Anschluss halten kann. Hierzu ist eine tiefere Disaggregation der deutschen Position erforderlich, d.h. der Übergang von einer Analyse nach aggregierten Industriezweigen zu einer Betrachtung von einzelnen Feldern, die technologisch definiert sind und denen eine Schlüsselbedeutung zugewiesen wird. Exemplarisch wird hier eine Aufzählung von 25 „Schlüsseltechnologien“⁵⁵ der Europäischen Kommission verwendet, um zu zeigen, dass sich Deutschlands Spezialisierung im Technologiebereich auch bei feiner Gliederung systematisch vom Spezialisierungsmuster Japans und der USA unterscheidet.

Es überrascht angesichts der geringen Spezialisierung auf Spitzentechnologien nicht, dass Deutschland bei der Anmeldung in den hier ausgewählten Technologiefeldern am europäischen Patentamt nicht durchgängig im Spitzenfeld zu finden ist. Per Saldo kann man vielmehr sagen, dass Deutschland hier eher unterdurchschnittlich vertreten ist (Tab. 8-2):

- Bei einem Anteil von 17 Prozent an den gesamten Anmeldungen am EPA entfallen in den hier erfassten Schlüsselfeldern nur 11½ Prozent auf Deutschland. Insgesamt betrachtet überlassen die europäischen Länder eher das Feld den USA und Japan.

⁵⁵ Allerdings herrschen sehr große Differenzen darüber, was als Schlüsseltechnologie anzusehen ist. Daher existiert auch keine „maßgeschneiderte“ und fundierte „Liste“ von Technologiefeldern, sondern lediglich verschiedene Versuche, die z.T. nach völlig unterschiedlichen Zielkriterien gestartet wurden.

Tab. 8-2: Patentanteile bei 25 ausgewählten wichtigen Technologiebereichen am Europäischen Patentamt
- Anteile 1993 bis 1995*) -

	GER	EUR	EUR ohne GER	USA	JPN
Polymerrecycling	240	140	70	50	60
Verbesserung der Wiederverwertbarkeit von Autos	230	130	60	50	100
Wasserbehandlung und -qualitätskontrolle	140	120	100	80	80
Biologische Wasserreinigung	130	130	120	80	50
Aluminium- und Magnesiumstrukturen	120	100	90	60	190
Hausmüllbehandlung	120	130	130	70	80
Neue Materialien mit organischer Grundstruktur	110	80	60	110	180
Membranseparationstechnologie	100	80	70	130	70
Glasfaserkabel	90	90	80	120	130
Breitbandkommunikation	80	110	130	100	80
Arbeitsroboter	70	130	170	100	60
Batterien für tragbare elektrische Geräte	70	50	40	130	180
Elektrische Fahrzeuge	50	40	40	90	300
DNS Sequenzierung	50	60	60	180	30
Medizinische Bildtechnik	50	60	60	190	70
Genetisch modifizierte Pflanzen	50	90	130	120	60
Monoklonale Antikörper	40	70	90	150	70
Geräte mit geringem Verbrauch	40	40	40	150	210
Intelligente Netzwerktechnologie	40	80	110	170	40
Piezo-, ferroelektrische & magnetische Polymere	40	80	110	100	200
Flachbildschirme	30	50	60	70	380
Impfstoffe aus genetischer Produktion	20	70	100	160	20
Rekombinante Medikamente	20	50	60	190	50
Produktion von rekombinanten Eiweißen	20	60	80	180	40
alle erfassten Bereiche	70	80	90	130	110
nachrichtlich: Anteil der erfassten Bereiche insgesamt in Prozent	11,6	34,3	22,7	43,8	14,4
Anteil an insgesamt 1995 in Prozent	17,2	43,9	26,7	34,3	13,5

*) insgesamt 1995 = 100.

Quelle: Second European Report on S&T Indicators 1997 - Zusammenstellungen und Berechnungen des NIW.

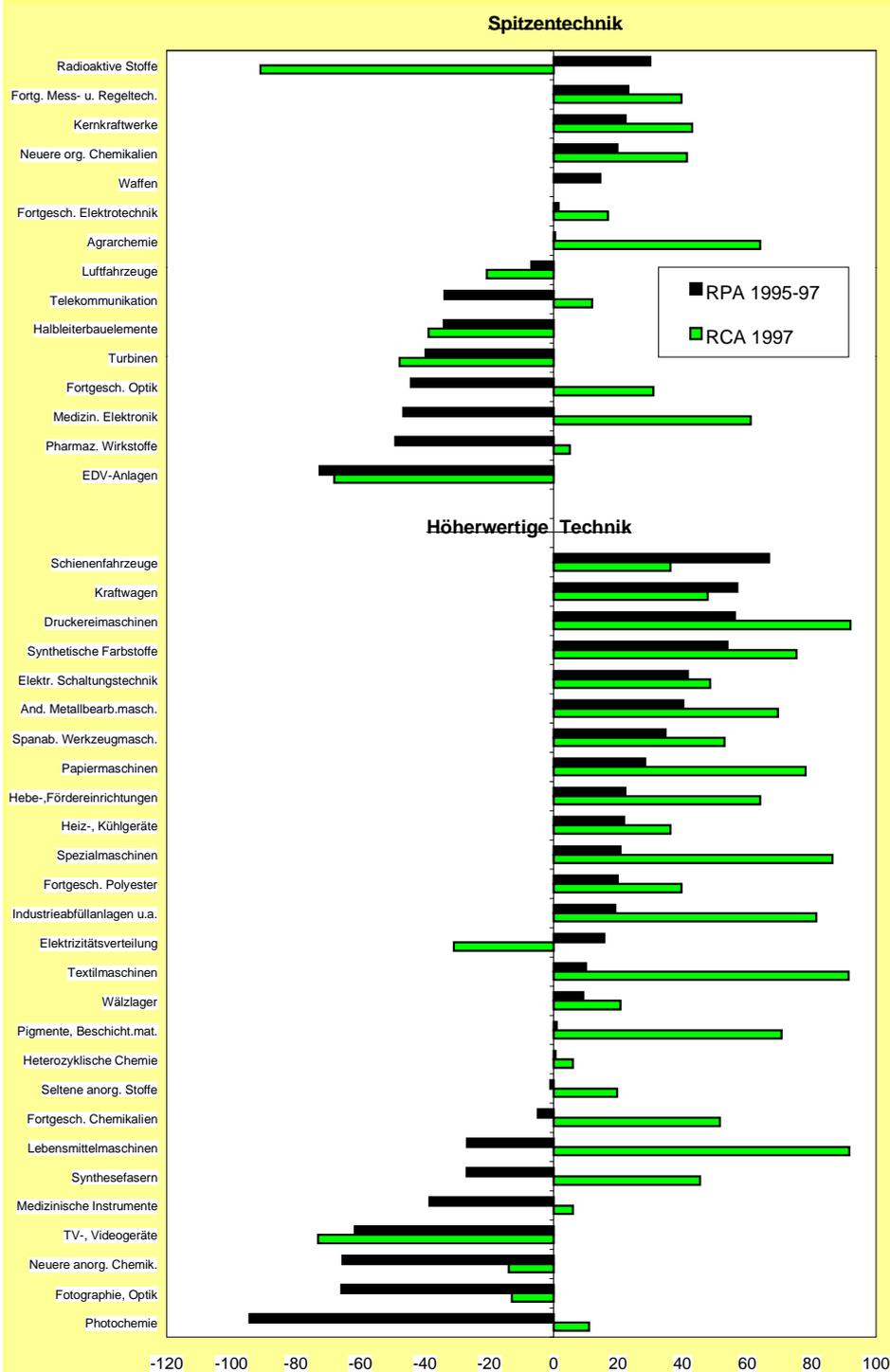
- Die deutschen Schwerpunkte liegen danach vor allem in umweltschutzrelevanten Technologiefeldern, in denen die Kombination von traditionellen Kompetenzen mit neuen Methoden und Verfahren üblich ist. Deutlich schwächer fallen die deutschen Patentanmeldungen jedoch in den Bereichen Biotechnologie und Informationstechnik aus.
- Die deutsche Struktur ist diametral zu jener der USA, die auf völlig andere Technologiebereiche konzentriert sind als Deutschland. Dies zeigt sich nicht nur bei der Betrachtung von Aggregaten, sondern auch bei der Aufschlüsselung nach eng definierten Technologiefeldern.

Die Konsequenz daraus kann natürlich nicht lauten, dass die „Schwächen“ im „Schlüsseltechnologiebereich“ - koste es, was es wolle - ausgeglichen werden müssen. Eine solche Strategie wäre wenig erfolgversprechend. Denn es handelt sich meist um Querschnittstechnologien, die nicht direkt als Endprodukte auf den Markt kommen, sondern als Vorprodukte, Komponenten oder als Verfahren Eingang in traditionelle Endprodukte finden. Deshalb lassen sich hieraus nur sehr bedingt ökonomische Bewertungen ableiten. Denn welche Marktvolumina aus den Inventionen letztlich entstehen, ist ex ante schwer abschätzbar. Häufig entstehen breite Märkte mit hohen Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenzialen durch die geschickte Anwendung von Schlüsseltechnologien. Insofern gilt es vor allem, die **Verfügbarkeit** von Schlüsseltechnologien zu gewährleisten und deren schnelle **Anwendung** zu unterstützen.

8.2 Außenhandel mit FuE-intensiven Waren

Patentschutz wird oftmals gerade deshalb gesucht, um die Exportchancen zu erhöhen und den Importsubstitutionssektor vor Imitatoren zu schützen. Technologische Vorteile spiegeln deshalb in aller Regel die internationale Arbeitsteilung bei FuE sowie die Schwerpunktsetzung in der Industriestruktur und der Innovationstätigkeit wider. In der Regel ergibt sich eine

Abb. 8-2: Technologie- und Handelsportfolio Deutschlands bei FuE-intensiven Waren



RPA (Relative Patentaktivitäten): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei den Patenten insgesamt.

RCA (Revealed Comparative Advantage): Pos. Vorzeichen bedeutet, dass die Exp./Imp.-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarb. Ind.ustriewaren insg.

Quelle: EPAT. - Berechnungen des FhG-ISI.

Übereinstimmung zwischen Technologieausrichtung und Außenhandelspezialisierung. Es ist daher zu erwarten, dass die relative Struktur der Patentaktivität und die relative Struktur des Außenhandels ein ähnliches Muster aufweisen (Abb. 8-2).

Vornehmlich im Bereich der Höherwertigen Technik ist in Deutschland der Zusammenhang zwischen Erfindung, Innovation, Produktion und Export recht eng. So wird deutlich, dass die starke deutsche Ausrichtung im Handel mit forschungsintensiven Gütern und Technologien auf die Höherwertige Technik, und dort zu wesentlichen Teilen auf den Automobilbereich, den Werkzeug- und Spezialmaschinenbau und Teile der Chemischen Industrie zurückgeht. In der Spitzentechnik

beeinflussen vielfach patent- und innovationsfremde Faktoren wie Marktformen und Protektionismus die Außenhandelsergebnisse, so dass sich diese Zusammenhänge aus deutscher Sicht nicht unbedingt einstellen müssen.

Leichte Veränderungen im Spezialisierungsmuster im Außenhandel

Dabei hat sich das deutsche Spezialisierungsmuster bei Handel mit FuE-intensiven Waren als im Zeitablauf insgesamt ausgesprochen stabil erwiesen (Tab. A-10). Nur nach und nach stellen sich auch im Außenhandel kleinere Veränderungen im Spezialisierungsmuster ein.

Bei **Spitzentechnologiegütern** hat sich, ebenso wie im Patentbereich, im Durchschnitt schrittweise ein etwas günstigeres Bild ergeben. Auffällig sind folgende Entwicklungen, die jedoch auch gegenläufige Bewegungen zeigen:

- Der Aufschwung der **Telekommunikationsgerätebranche** in Deutschland und die zunehmende Attraktivität Deutschlands für Anbieter von Telekommunikationsgeräten ist maßgeblich auf die - in Deutschland vergleichsweise spät vollzogene - Deregulierung zurückzuführen. Seit Mitte der 90er Jahre ist sowohl auf den Auslandsmärkten als auch gegenüber der Importkonkurrenz eine deutliche Positionsverbesserung zu verzeichnen.
- Innerhalb der besonders FuE-aufwendigen **Chemiewaren** gehen die Spezialisierungsvorteile im Außenhandel zurück. Hier macht sich die in der ersten Hälfte der 90er Jahre im Vergleich zu ausländischen Konkurrenten unterdurchschnittliche Innovations- und Wachstumsdynamik der Pharmaindustrie in Deutschland bemerkbar. Aber auch bei anderen forschungsintensiven Chemiewaren (z.B. Pflanzenschutzmitteln) geben die komparativen Vorteile tendenziell nach. Die über lange Zeit günstige Position deutscher Hersteller von Chemiewaren, die zunehmender Substitutionskonkurrenz durch Biotechnologie ausgesetzt sind, bröckelt mehr und mehr ab.
- Bei **Optik und Mess- und Regeltechnik** hat Deutschland sehr hohe Spezialisierungsvorteile. Im Aufschwung haben die Anwender dieser Erzeugnisse hingegen verstärkt auf Importerzeugnisse zurückgegriffen.
- **Informationstechnologien** sind zwar keine besondere Stärke Deutschlands im Außenhandel. Die hohe Bedeutung von Produkten aus der Informations- und Kommunikationstechnologie innerhalb des Importsortiments reflektiert jedoch Deutschlands Rolle als wichtiger **Anwender** von solchen Technologien in der **Produktion** von höherwertigen Technologiegütern und Dienstleistungen.
- Im **Luft- und Raumfahrzeugbau** hat die deutsche Wirtschaft komparative Nachteile. Arbeitsteilung impliziert auch Verzicht: Auch andere extrem aufwendige Spitzentechnologien (z.B. EDV-Teile, Elektronische Bauelemente, Brutstoffe) werden in Deutschland zwar intensiv eingesetzt, vielfach jedoch aus dem Ausland bezogen.

Im Handel mit **Höherwertiger Technik** bestehen klare komparative Vorteile - und zwar in großer Breite, allerdings nicht mehr so dominierend wie noch Ende der 80er Jahre. Es überwiegen jeweils gleichgerichtete Entwicklungen von Aus- und Einfuhr („intraindustrieller Handel“). Andererseits zeichnen sich jedoch deutliche Gewichtsverlagerungen innerhalb dieses Sektors ab:

- Chemische Industrie, Metallbearbeitungsmaschinen, Elektrotechnische Erzeugnisse, Feinmechanik/Foto, nachrichtentechnische Erzeugnisse, technische Keramik und Büromaschinen mussten tendenziell eine Verringerung der relativen Exportüberschüsse hinnehmen, die besonders markant bei Schienenfahrzeugen ausgefallen sind. In einigen Bereichen der Investitionsgüterindustrien zeigen sich Spuren der konjunkturell bedingten Zusatznachfrage, die nicht in Deutschland abgedeckt werden konnte. Von daher ergab sich ein kräftigerer Anstieg bei den Importen.

- Dem steht ein deutlicher Ausbau der traditionell hohen komparativen Vorteile bei Automobilen und Maschinen entgegen, insbesondere Spezial- und Arbeitsmaschinen sowie abnehmende Spezialisierungsnachteile in der Optik.

Zusammengefasst ist Deutschland zwar Nettoexporteur von Technologie, profitiert jedoch von den Vorteilen internationaler Arbeitsteilung auch im High-Tech-Bereich. Deutschland ist also weder einseitig auf die Anwendung noch einseitig auf die Produktion von technischem Wissen ausgerichtet.

Deutschland im internationalen Vergleich

Im internationalen Vergleich konzentrieren sich neben Deutschland auch Japan, die Schweiz, die USA, Großbritannien und Irland besonders stark auf den Export forschungsintensiver Waren. Ein ähnlich breites **Spektrum** von komparativen Vorteilen bei FuE-intensiven Waren wie Deutschland weisen sonst nur noch Japan und die USA auf. Die nach den „Regeln der weltwirtschaftlichen Arbeitsteilung“ zu erwartenden Unterschiede zwischen Ländern mit unterschiedlichem Entwicklungsstand finden sich in der Realität wieder: Das Spektrum an komparativen Vorteilen ist bei forschungsintensiven Waren um so breiter, je größer und fortgeschrittener - gemessen am Pro-Kopf-Einkommen und am Bestand an Ausbildungskapital - ein Land ist.

Trotz der fortschreitenden Anteilseinbußen im Außenhandel verfügt Japan als einziges Industrieland über ausgesprochen hohe Spezialisierungsvorteile sowohl bei Höherwertigen Technologien als auch bei **Spitzentechniken** (Tab. A-11 bis Tab. A-12). Allerdings haben sich diese bei Spitzentechnologiegütern merklich abgeschwächt. Die mit Abstand höchsten Spezialisierungsvorteile bei Gütern mit extrem aufwendiger FuE ergeben sich traditionell für die USA, was nicht zuletzt auf das über lange Zeit sehr hohe FuE-Engagement in militärnahen Bereichen zurückzuführen ist. Daneben sind außer Japan noch Großbritannien, Frankreich und Irland sowie neuerdings Schweden und die Niederlande nennenswerte **Netto-Exporteure** von Spitzentechnologien. Auch für Frankreich und Großbritannien spielt Forschung in militärnahen Bereichen eine vergleichsweise große Rolle, was sich auch in entsprechend hohen Welthandelsanteilen bei Spitzentechnologien, speziell im Luft- und Raumfahrzeugbau, niederschlägt.⁵⁶

Deutschland und Japan sind mit deutlichem Abstand vor den USA weltweit die beiden wichtigsten Anbieter von **Höherwertigen Technologien** und verfügen dort über hohe komparative Vorteile.⁵⁷ Auch die Schweiz ist auf dieses Feld hoch spezialisiert. Die USA - und dies darf auch bei einer Durchschnittsbetrachtung nicht außer Acht gelassen werden - haben in beinahe jeder Gütergruppe hohe Spezialisierungsvorteile - nur nicht bei Automobilen, wo sie als Exporteure klar zurückliegen und gleichzeitig extrem stark auf Importe zurückgreifen. Dies drückt die US-Messziffern bei Höherwertigen Technologien deutlich nach unten.

Größere **Veränderungen** zeigen sich in den letzten Jahren für Schweden und Finnland, die sich zunehmend auf Erzeugnisse der Spitzentechnologie spezialisiert haben. Die konzen-

⁵⁶ Bei Spitzentechnologien wird das Forschungs- und Marktgeschehen vielfach sehr stark durch den Staat bestimmt. Bezeichnet man als „protektionierte Bereiche“ jene Produktgruppen, bei denen die Intensität von FuE-Subventionen sowie internationale Abkommen darauf schließen lassen, dass der Staat zu einem wesentlichen Teil die Nachfrage nach diesen Produkten bestimmt, dann sind dies Waffen, radioaktive Stoffe sowie Luft- und Raumfahrzeuge. 34 Prozent aller Spitzentechnologieexporte zählten 1997 in Frankreich zu diesem Güterbündel, in den USA waren es 31 und in Großbritannien 30 Prozent. Deutschland fiel daran gemessen mit 17 Prozent deutlich ab, Japan ist bei diesen Gütern auf Auslandsmärkten praktisch nicht vertreten. Nähme man diese Gruppen aus den Analysen zum Spezialisierungsmuster heraus, so würde sich Japan bei Spitzentechnologien deutlich vor den USA und vor Großbritannien an die Spitze setzen, Frankreich würde hingegen hinter Deutschland und in Bereiche negativer Spezialisierungswerte zurückfallen.

⁵⁷ Spanien ist ein Sonderfall, der allein auf den Automobilausfuhren beruht.

triert in einzelnen Bereichen forcierten FuE-Anstrengungen tragen Früchte (vgl. Abschnitt 3.2.1).

Generell fallen die komparativen Nachteile vieler kleinerer Länder in den letzten Jahren schwächer aus. Spiegelbildlich dazu haben sich die komparativen Vorteile Deutschlands ebenso wie die der USA und Japans deutlich verringert: Die Bereiche, in denen es eindeutige Standortvorteile gibt, werden immer weniger. Dies lässt auch auf eine zunehmende intrasektorale Arbeitsteilung schließen.

Ausweitung des intraindustriellen Handels

Auch bei forschungsintensiven Waren ist kein Land mehr in der Lage, bei jedem Produkt einer Industrie der günstigste Produktionsstandort zu sein. Daher ist der überwiegende Teil des internationalen Handels zwischen fortgeschrittenen Industrieländern ein Handel mit ähnlichen Produkten („intraindustrieller“ oder „intrasektoraler“ Handel), die Länder spezialisieren sich **innerhalb** von Industrien.

Angebotsseitig ist dies in den Strategien der Unternehmen begründet, ihre Produkte horizontal und vertikal, d.h. qualitativ, zu differenzieren, durch neue Produkte oder Marketinginnovationen (temporäre) Wettbewerbsvorteile zu schaffen oder Skalenerträge auszunutzen. Nachfrageseitig liegt die Ursache im Verhalten der Nachfrager, die immer stärker auf spezielle Einsatz- und Verwendungszwecke ausgerichtete Produkte fordern, gerade bei hochwertigen technologieintensiven Gütern.

- In der Zunahme des intraindustriellen Handels spiegelt sich z.T. das Aufholen einzelner Länder bei FuE und Pro-Kopf-Einkommen wider. Vergleichbarer Entwicklungsstand, ähnliche Wirtschaftsstrukturen und Produktionsweisen, geringe Distanzen und Kundennähe, Präferenzen, kulturelle Gemeinsamkeiten und die Einbindung in den europäischen Binnenmarkt können erklären, dass der intraindustrielle Handel mit forschungsintensiven Waren aus deutscher Sicht innerhalb der EU am intensivsten ist, auch wenn er in letzter Zeit etwas zurückgegangen ist (vgl. Tab. 8-3).
- Der intraindustrielle Handel in Japan ist hingegen weiter deutlich angestiegen. Japan hatte sich bis in die 80er Jahre hinein vor allem mit verstärkter intersektoraler Spezialisierung auf den Weltmärkten etabliert, erst seit Mitte der 80er Jahre setzte eine verstärkte intrasektorale Spezialisierung ein. Japans Markt ist zwar offener geworden, die intrasektorale Spezialisierung ist dort jedoch weiterhin geringer als in den anderen großen Industrieländern, in denen sich das hohe Niveau in den 90er Jahren im wesentlichen gehalten hat.
- Eine geringe Zunahme der intraindustriellen Arbeitsteilung lässt sich in den letzten Jahren in den USA, Großbritannien und Frankreich in der Spitzentechnik beobachten.

Die hohe Einbindung der deutschen FuE-intensiven Industrien in den intrasektoralen Austausch beruht vor allem auf ihrer Fähigkeit, sich elastisch an Nachfragewünsche und Strukturveränderungen - insbesondere im europäischen Raum - anzupassen. Diese Entwicklung bedeutet jedoch nicht, dass die Spezialisierungsspielräume schrumpfen. Schon gar nicht bedeutet es, dass auf eine intensive Nutzung des Wissens- und Innovationspotenzials verzichtet werden kann. Denn eine wichtige Erklärung für die Ausweitung des intraindustriellen Handels ist gerade der wechselseitige Austausch **qualitativ** differenzierter hochwertiger Technologien.

Tab. 8-3: *Intraindustrieller Handel ausgewählter OECD-Länder mit FuE-intensiven Waren 1991 bis 1997*
 - Grubel-Lloyd-Index¹⁾ -

Länder	Durchschnitt 1991 bis 1997			1997		
	FuE-intensive Waren	Spitzentechnik	Höherwertige Technik	FuE-intensive Waren	Spitzentechnik	Höherwertige Technik
	- Handel Deutschlands nach ausgewählten Partnerländern und -ländergruppen -					
EU (15)	0,78	0,85	0,76	0,74	0,79	0,73
Schweiz	0,75	0,79	0,73	0,72	0,73	0,72
USA	0,57	0,62	0,55	0,56	0,64	0,52
Kanada	0,51	0,75	0,40	0,46	0,60	0,35
Japan	0,53	0,21	0,64	0,58	0,26	0,68
MOE (6) ²⁾	0,60	0,35	0,65	0,67	0,36	0,71
Asien, Ozeanien ³⁾	0,36	0,52	0,29	0,39	0,50	0,33
Israel	0,32	0,60	0,23	0,36	0,53	0,30
Mexiko	0,31	0,35	0,31	0,33	0,35	0,33
Brasilien	0,31	0,22	0,33	0,24	0,12	0,27
Argentinien	0,08	0,08	0,09	0,08	0,13	0,07
Welt	0,72	0,83	0,69	0,69	0,79	0,66
	- Handel der anderen großen Industrieländer mit der Welt -					
USA	0,72	0,74	0,71	0,73	0,75	0,72
Japan	0,42	0,49	0,38	0,49	0,61	0,44
Frankreich	0,88	0,84	0,90	0,86	0,85	0,86
Italien	0,70	0,84	0,66	0,67	0,82	0,63
Großbritannien	0,87	0,85	0,88	0,88	0,87	0,88

1) Der Index wird als Summe der „Überlappung“ von Exporten und Importen in den einzelnen Warengruppen bezogen auf die Summe der Exporte und Importe berechnet und kann Werte zwischen 0 (nur intersektoraler Handel) und 1 (nur intrasektoraler Handel) annehmen.

2) Polen, Tschechien, Slowakei, Ungarn, Rumänien, Bulgarien (1993 bis 1997).

3) Malaysia, Indonesien, Singapur, Korea, Taiwan, China.

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten und Berechnungen des DIW.

9 Die Regionalstruktur von Innovationstätigkeit und Innovationspotenzialen

9.1 Konzeptionelle Grundlagen

Bedeutung von Regionen

Innovationen und technologische Entwicklungen vollziehen sich nicht losgelöst von Raum und Zeit, sondern sind an die Standorte von Unternehmen und Forschungseinrichtungen gebunden. Unternehmen wählen nicht nur für ihre Produktions- und Vertriebsaktivitäten, sondern auch für ihre Forschungsaktivitäten die Standorte aus, die ihnen die günstigsten Rahmenbedingungen bieten. Regionale Vorteile sind beispielsweise die Nähe zu „Lead markets“, international renommierte Forschungseinrichtungen, qualifiziertes Humankapital, eine international wettbewerbsfähige Infrastruktur, qualitativ hochwertige „weiche“ Standortfaktoren und die Einbindung in globale Netzwerke. Eingebettet in das von ihnen gewählte regionale Umfeld mit seinen Wissensangeboten und Rückkopplungsmöglichkeiten agieren die Unternehmen auf nationalen und globalen Märkten. Die Unterschiede in den unternehmerischen Wettbewerbspositionen sind dabei auch wesentlich von Unterschieden der Standortregionen determiniert. Deshalb handelt es sich bei Regionen auch nicht um abgeschlossene Raumeinheiten, sondern um Plattformen für Netzwerke, die in engem Austausch und in Konkurrenz mit anderen regionalen, nationalen und internationalen Netzwerken stehen. Die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes - die Innovationsfähigkeit und -tätigkeit seiner Wirtschaft, die Leistungsfähigkeit seiner Forschungsinfrastruktur - wird ganz entscheidend auch durch die spezifischen Rahmenbedingungen in seinen einzelnen Regionen bestimmt.

Eine durchaus wichtige Rolle muss der regionalen Ebene für die Entstehung und Ausbreitung neuen Wissens zugeschrieben werden. Während standardisierbares Wissen über große Entfernungen räumlich mobil ist (z.B. Internet, Literatur- und Patentdatenbanken), wird implizites, noch nicht in Publikationen oder Produkten manifestiertes Wissen - wie es beispielsweise in jungen Technologien täglich neu entsteht - hauptsächlich durch persönliche Kontakte übertragen. Voraussetzungen für ein effizientes Funktionieren von Wissensdiffusion über persönliche Kommunikationsprozesse sind zum einen, dass eine hinreichend große Vertrauensbasis zwischen den Kommunikationspartnern aus Unternehmen oder anderen Einrichtungen besteht, und zum anderen, dass die Absorptionsfähigkeit in den Unternehmen groß genug ist, um externes Wissen tatsächlich für die eigene Innovationstätigkeit zu nutzen. Zentral für den Aufbau einer entsprechenden Vertrauensbasis im Rahmen der regionalen Informations-, Wissens- und Produktionsnetzwerke sind Netzwerkpromotoren mit der Fähigkeit, gerade das Vertrauen der beteiligten Partner zu stärken und entsprechende Motivationen und Mobilisierungen zu stimulieren.

Regional orientierte Innovationspolitik

Bei diesen Befunden kann es nicht verwundern, dass die Regionen in den vergangenen Jahren sowohl in der nationalen wie auch in der internationalen Technologiepolitik einen starken Bedeutungsgewinn erfahren haben. Standen vor einigen Jahren noch die gesamtwirtschaftlichen Standortfaktoren im Mittelpunkt des Interesses der Innovationspolitik, richtet sich ihr Augenmerk nun auch auf die regionalen Wissenspotenziale und die Möglichkeiten, dieses Wissen für Innovationsprozesse und damit letztlich auch für gesamtwirtschaftliches Wachstum nutzbar zu machen. Hierbei müssen die Interaktionsmechanismen zwischen den

Der BioRegio-Wettbewerb

Konzeptionelle Grundlagen: Der BioRegio-Wettbewerb verfolgt das Ziel, Neugründungen von Biotech-Firmen in deutschen Regionen zu stimulieren, das beschleunigte Wachstum bestehender Unternehmen anzuregen und für die ausreichende Bereitstellung von Wagniskapital zu sorgen, um Deutschland so langfristig im Bereich der Biotechnologie in eine Spitzenposition zu bringen. Jede der 17 Bewerber-Regionen musste eine Präsentation ihrer Stärken im Bereich der Biotechnologie (Forschung und kommerzielle Anwendung) sowie ein Entwicklungskonzept vorlegen.

Sieger: Gewonnen haben die Regionen Rheinland (Köln, Aachen, Düsseldorf und Wuppertal), Rhein-Neckar-Dreieck (Heidelberg-Mannheim-Ludwigshafen) und München.

Für jede Siegerregion stehen 50 Mio. DM Fördermittel bereit, die innerhalb von 5 Jahren mit Präferenz aus dem „Biotechnologie 2000“-Programm der Bundesregierung abgerufen werden können. Die Region Jena erhielt ein Sondervotum für ihr Konzept.

Die Sicht der Akteure (Ergebnisse einer Internet-Befragung): Deutsche Biotech-Firmen sehen als wesentliche Hemmnisse unzureichenden Technologietransfer, fehlende regionale Kommunikation und Kooperation, Überregulierung und Vorbehalte in der öffentlichen Meinung gegen die Biotechnologie. Außer in der Frage der Überregulierung sehen die Firmen in allen genannten Bereichen deutliche Verbesserungen durch den Wettbewerb. Zusätzlich entstand ein stimulierender interregionaler Wettbewerb.

Entwicklung der deutschen Biotechnologie: Ende 1995, als der BioRegio-Wettbewerb ausgeschrieben wurde, gab es 75 Biotechnologie-Unternehmen in Deutschland. 1998 waren es bereits über 222 (142 in Frankreich und 268 in UK). Schwerpunkt der Unternehmensneugründungen waren die 17 Teilnehmerregionen am BioRegio-Wettbewerb.

Schlussfolgerungen: Der Ansatz der Innovationsstimulierung auf regionaler Ebene scheint gelungen, er kann aber nur als Ergänzung notwendiger gesamtwirtschaftlicher Rahmenbedingungen wie Abbau unsinniger Regulierungen, Arbeitsmarktflexibilisierung, Steuerrecht und dergleichen angesehen werden.

Elementen der regionalen Innovationssysteme und ihre Einbettung in den nationalen Rahmen berücksichtigt werden. Neue technologiepolitische Strategien sind zu konzipieren und weiterzuentwickeln, die an die regionale Ebene angepasst sind. Ansatzpunkte solcher Strategien sind:

- Aufbau und Weiterentwicklung der regionalen Absorptionspotenziale für neues Wissen,
- Pflege und Entwicklung der regionalen Ausstattung mit Wissen und Humankapital und
- die Förderung von Neubildung und Entwicklung regionaler Netzwerke.

Hierbei sollte an vorhandene Potenziale und komparative Vorteile der jeweiligen Regionen angeknüpft werden. Wichtige Beispiele für Ansätze, welche die genannten Elemente betonen und auf schon vorhandene Stärken setzen, sind der international beachtete BioRegio- und der jüngst ausgeschriebene InnoRegio-Wettbewerb des BMBF. Während die Förderung von regionalen Netzwerken zwischen in der biotechnologischen Forschung, Entwicklung und Produktion engagierten Unternehmen und Forschungseinrichtungen sowie Beteiligungsgesellschaften zur Stärkung der nationalen technologischen Wettbewerbsfähigkeit in der Biotechnologie beiträgt, will der InnoRegio-Wettbewerb in den NBL durch den Aufbau und die Förderung von innovativen Netzwerken regionale Potenziale in unterschiedlichen Aufgabenfeldern erschließen und somit eine Grundlage für Beschäftigungs- und Wirtschaftswachstum schaffen.

Verschiedene Rollen unterschiedlicher Regionstypen

Die Rollen, welche die einzelnen Regionen und ihre regionalen Innovationssysteme im nationalen und globalen Wettbewerb einnehmen und einnehmen können, sind durchaus unterschiedlich und hängen zum Großteil auch von dem „Typ“ der jeweiligen Region ab. In einer sehr vereinfachenden Kategorisierung können die urbanen Zentren und die sie direkt umgebenden Verdichtungsregionen auf

der einen und die entfernteren Umlandregionen sowie die peripheren Räume auf der anderen Seite gegenübergestellt werden.

Erstere zeichnen sich durch eine räumliche Konzentration von Wissensgebern, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und physischer Infrastruktur aus. Sie sind vor allem im globalen Technologiewettbewerb engagiert und stehen in internationaler Konkurrenz zu weltweit führenden Forschungs- und Industriestandorten. Die anderen Regionstypen erfüllen häufig komplementäre Funktionen außerhalb des High-Tech-Sektors, beispielsweise im Bereich von Prozessinnovationen und Produktverbesserungen. Da Innovationen nicht nur auf technologische Spitzenleistungen ausgerichtet sind, sondern innovative Lösungen auch in anderen Bereichen der Wissenschaft, Technik und Gesellschaft zu Beschäftigung und Einkommen beitragen können, erfüllen auch die innovativen Potenziale außerhalb der urbanen Zentren wichtige Aufgaben.

9.2 Regionale Verteilung von Innovationspotenzialen

Die folgenden Indikatoren dokumentieren die unterschiedlichen Innovationspotenziale von Regionen innerhalb Deutschlands und im europäischen Kontext. Hierbei werden sowohl die unterschiedlichen Funktionen der Regionen in den Innovationssystemen als auch ihre indikatorbezogenen Positionierungen deutlich.

Räumliche Verteilung und räumliche Konzentration von industrieller FuE in Europa

Die **Verteilung von industriellen FuE-Standorten** in Europa ist durch zwei sich überlappende Effekte gekennzeichnet: Neben einem ausgeprägten **Nord-Süd-Gefälle** zwischen den Ländern gibt es innerhalb der Länder ein deutliches **Zentrum-Peripherie-Gefälle**. Die FuE-Kapazitäten sind in besonderem Maße auf die hochverdichteten Räume konzentriert – und zwar weitaus stärker als die wirtschaftlichen Aktivitäten insgesamt. Hinsichtlich FuE muss somit von spezifischen **Agglomerationseffekten** ausgegangen werden. Hierbei kann es sich um Skalenvorteile von Großunternehmen in forschungsintensiven Industrien (die einen Großteil des FuE-Personals beschäftigen) oder auch um marktorientierte Spillover-Effekte zwischen Unternehmen (z.B. zwischen forschenden Unternehmen, Zulieferern und Kunden) handeln. Durch solche Agglomerationseffekte haben Ballungsräume erhebliche Vorteile bei industrieller FuE.

Was macht regionale Innovationsinitiativen erfolgreich?

In Europa und in Deutschland präsentieren sich die unterschiedlichen regionalen Innovationsinitiativen recht heterogen. Dennoch sind einige Kriterien für ihren Erfolg zu identifizieren:

Ziele: *Vorrangig sollten solche Initiativen auf die Verbreiterung der regionalen Wissensbasis in Unternehmen und anderen Institutionen, auf die Entwicklung einer vertrauensvollen Kommunikationsplattform zum Austausch von nicht standardisiertem Wissen sowie auf die Verbesserungen der Absorptionmöglichkeiten zielen.*

Erfolgsfaktoren: *Regionale Innovationsinitiativen sollten einen integrativen und umfassenden Ansatz wählen, der auf den vorhandenen regionalen Potenzialen aufsetzt und diese verstärkt, der langfristig orientiert ist und offen gegenüber den Erfahrungen anderer Regionen, der über geeignete Promotoren gerade im privaten Bereich die Entwicklung regionaler Netzwerke fördert und diese als Schnittstellen zu interregionalem Austausch entwickelt.*

Problemfaktoren: *Problematisch für die Initiativen ist es, wenn die Zielsetzungen zu breit gewählt oder auf eine „Protektion“ der Region ausgerichtet werden, wenn Machtkonfrontationen innerhalb der Region in die Initiativen hineinspielen oder wenn der Aufbau einer hinreichenden Vertrauensbasis nicht gelingt.*

Die **Konzentration der FuE-Beschäftigten** in den europäischen Ländern folgt keinem einheitlichen Muster, im Kern lassen sich drei Kategorien von Konzentrationsmustern identifizieren (vgl. Tab. 9-1):

Tab. 9-1: *Konzentration der industriellen FuE in ausgewählten Ländern Europas*

(Rund die Hälfte der landesweiten FuE-Beschäftigten entfällt in auf die Großräume ...)

Deutschland 1997	Frankreich 1995	Großbritannien 1995	Italien 1995	Spanien 1995	Österreich 1993
München (12%) Stuttgart (12%) Hessen-Süd (9%) Rhein-Neckar (6%) Berlin (4%) Düsseldorf (4%) Braunschweig (3%) Köln (3%)	Paris (Île de France) (48%) Rhône-Alpes (Zentrum: Lyon) (11%)	London (South East) (41%) East Anglia (11%)	Mailand (Lombardia) (33%) Turin (Piemonte) (24%) Rom (Lazio) (10%)	Madrid (32%) Barcelona (Cataluna) (29%)	Wien (52%)
53%	59%	52%	67%	61%	52%
Dänemark 1995	Schweden 1995	Finnland 1995	Norwegen 1995	USA ¹	
Kopenhagen (63%)	Stockholm (34%) Göteborg (Västsverige) (25%)	Helsinki (47%) nördl. Umland von Helsinki (Etelä-Suomi) (32%)	Oslo (37%) südl. Umland von Oslo (Ostlandet Sudre) (17%)	New Jersey Essex (9%) Boston (8%) Los Angeles (7%) Philadelphia (6%) Chicago (5%) Detroit (4%) New York (4%) San José (3%) Washington D.C. (3%)	
63%	59%	79%	54%	rd. 50%	

Hauptstadtregionen hervorgehoben.

¹ USA entnommen aus: Beise, Gehrke u.a. (1998) S.19.

Quelle: Eurostat, New Cronos Regio-Datenbank. - SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

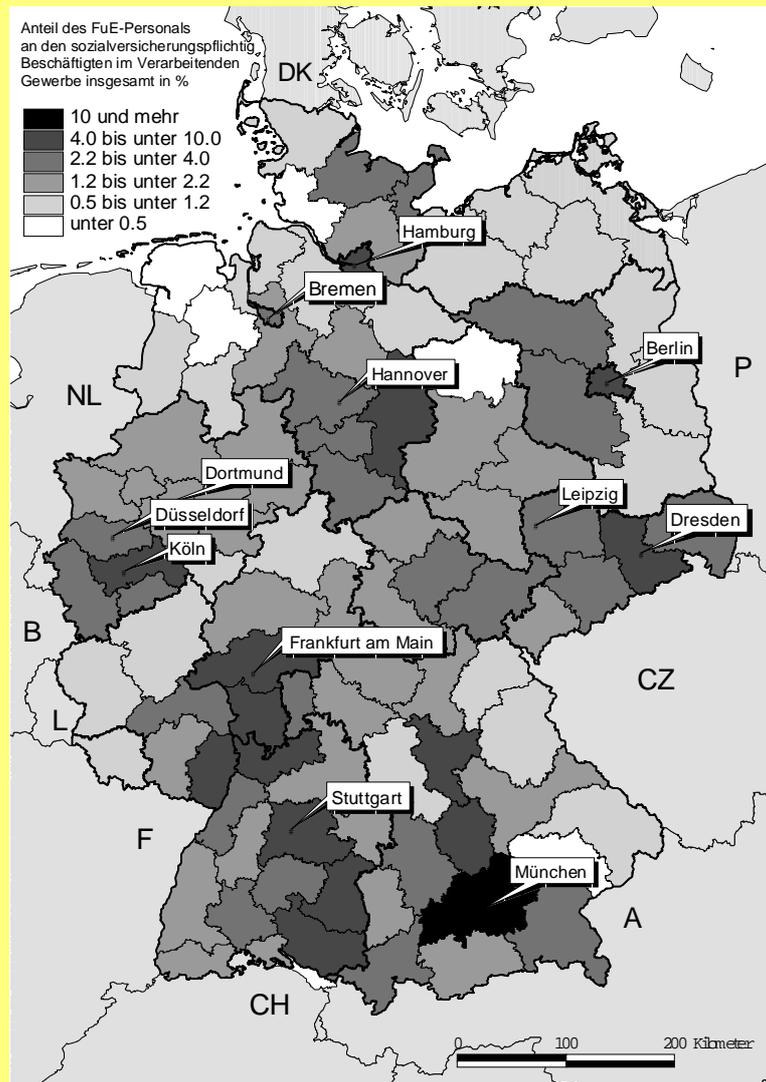
- **Monozentrische Konzentration.** In den meisten europäischen Ländern ist eine sehr starke Ballung der FuE-Beschäftigten auf die Zentralregion (Hauptstadtregion) festzustellen. Für die **kleinen Länder (Finnland, Norwegen, Österreich, Dänemark)** ist dies aufgrund ihrer geografischen Gegebenheiten kaum anders möglich. Zu dieser Gruppe zählen allerdings auch einige **große Länder (Frankreich, Großbritannien)**, bei denen die Monozentralität nicht Ergebnis geografischer Restriktionen sein kann. Der Großraum Paris absorbiert allein fast die Hälfte des französischen FuE-Personals und der Großraum London gut 40 Prozent der landesweiten industriellen FuE-Beschäftigten (zu Beginn der 90er Jahre waren es sogar noch rund 50 Prozent).
- **Oligozentrische Konzentration.** In anderen Volkswirtschaften zeigen sich hingegen mehrere regionale (zum Teil eher lokale) Schwerpunkte. In den **Niederlanden** ist das FuE-Personal vor allem in den Regionen Rotterdam, Amsterdam und Eindhoven konzentriert, in **Belgien** entfallen fast 80 Prozent auf den nördlich gelegenen flämischen Landesteil sowie den Großraum Brüssel. In **Italien** (Mailand, Turin), **Spanien** (Madrid, Barcelona) und **Schweden** (Göteborg, Stockholm) bestehen jeweils zwei räumlich getrennte FuE-Zentren, in denen zusammen mehr als die Hälfte der landesweiten FuE-Beschäftigten registriert sind.
- **Multizentrische Konzentration.** Die Konzentration der FuE-Beschäftigten in **Deutschland** unterscheidet sich deutlich von der anderer europäischer Länder. Begünstigt durch das föderative System mit starker wirtschaftspolitischer Kompetenz der Bundesländer ist das FuE-Personal weniger auf einzelne, stark dominierende Räume konzen-

triert, sondern es haben sich eine ganze Reihe von Schwerpunkten mit einem im europäischen Regionenvergleich durchaus hohen Niveau an FuE etabliert. Durch diese multizentrische Struktur ist in Deutschland das Zentren-Peripherie-Gefälle weit weniger ausgeprägt als in den Ländern mit anderen Konzentrationsmustern.

FuE-Ballungsräume bildeten sich in Deutschland nach dem zweiten Weltkrieg verstärkt im süddeutschen Raum (Abb. 9-1). Insgesamt ein Viertel des FuE-Personals entfällt auf die Großräume München und Stuttgart. Weitere Zentren - an diesen Großräumen gemessen jedoch deutlich zurückliegend - bilden (1997) die Verdichtungsräume Rhein-Main, Rhein-Neckar, Berlin, Düsseldorf, Darmstadt, Braunschweig, Köln und Nürnberg-Erlangen. Die FuE-Intensitäten (Anteil des FuE-Personals an allen industriellen Beschäftigten) von deutschen Regionen, die aus der Innensicht heraus eher zu den weniger forschungsintensiven zählen, liegen vielfach deutlich höher als in anderen europäischen Regionen außerhalb der jeweiligen Metropolen. Zu dieser Spitzengruppe zählen zusätzlich zu den oben genannten Regionen die Räume Ingolstadt, Friedrichshafen, Ulm, Dresden und Hamburg. Darüber hinaus erreicht noch Bremen die für Deutschland insgesamt ausgewiesene durchschnittliche FuE-Intensität.

Der FuE-Abstand der deutschen **Flächenländer** zu den Metropolen fällt deutlich geringer aus als bspw. in Frankreich. Bayern, Baden-Württemberg und Hessen liegen damit in der Spitzengruppe aller großräumigen Regionen außerhalb der Metropolen auf ähnlichem Niveau wie der Südosten Englands (South East und East Anglia),⁵⁸ die Schweiz, aber auch einzelne Regionen in Schweden⁵⁹ und Finnland, wo die FuE-Beschäftigten vergleichsweise stark auf einzelne Unternehmen konzentriert sind. Auch Berlin ist hier zu nennen, das infolge

Abb. 9-1: *FuE-Personal-Intensität im deutschen Verarbeitenden Gewerbe nach Raumordnungsregionen (1997)*



Quelle: Wsv - Bundesanstalt für Arbeit, Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

⁵⁸ Mit dem Oberzentrum London und den Universitätsstädten Oxford und Cambridge.

⁵⁹ Umlandregionen von Stockholm (Östra Mellansverige) und Raum Göteborg.

der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten als FuE-Standort wieder an Attraktivität gewonnen hat. Dieser Prozess wurde durch die Wiedererlangung des Hauptstadtstatus zusätzlich beschleunigt.

Die FuE-Intensitäten in Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen fallen im europäischen Vergleich bereits deutlich ab, z.B. auch gegenüber Regionen wie Ostösterreich (Zentrum Wien), Nordostitalien (Turin) und insbesondere dem Großraum Madrid. In Deutschland werden sie nur noch vom Saarland und Schleswig-Holstein sowie den neuen Bundesländern unterboten. Dahinter rangieren lediglich das restliche Österreich, einzelne britische und französische Räume sowie die meisten südeuropäischen Regionen, wovon insbesondere Griechenland und Portugal in der wirtschaftlichen Entwicklung noch deutlich zurückstehen.

Die Konzentrationstendenzen bringen es mit sich, dass **regionale Spezialisierungen** auf lediglich eine Hochtechnologieindustrie in Europas Technologieregionen eher **die Ausnahme** sind. Vor allem der Raum Paris, der fast die Hälfte der französischen FuE-Kapazitäten beheimatet, bietet Raum für Spitzenforschung in allen wichtigen Technologielinien. Ähnliches gilt für den Großraum London (Region South East). Die Konzentration einzelner FuE-intensiver Industrien auf nur einen Agglomerationsraum lässt sich für Deutschland nicht nachweisen, es existieren jeweils mehrere Zentren. Dies gilt nicht nur für traditionelle FuE-intensive Branchen, sondern bestätigt sich auch für die Entstehung von Standorten neuer Wirtschaftszweige⁶⁰ in Deutschland.

Die relativ breite Regionalverteilung der innovativen Potenziale in Deutschland kann ein Vorteil sein. Die regionale **und** fachliche **Breite** der technologischen Kompetenz ermöglicht eine stärkere Ausdifferenzierung von Technologiefeldern und Märkten und schafft so die Bedingungen für eine hohe Wettbewerbsintensität. Sie bietet wachsenden internationalen Unternehmen eine Vielzahl von Standortalternativen. Deshalb ist die Ausgangsposition für die meisten deutschen Regionen im zunehmenden technologischen „Wettbewerb der Regionen“ durchaus als günstig zu bezeichnen.

Veränderungstendenzen der räumlichen Konzentration von industrieller FuE in Europa

Gegenüber dem Beginn der 90er Jahre hat die räumliche Konzentration der FuE-Beschäftigten in fast allen forschungsintensiven mittel- und südeuropäischen Ländern abgenommen. Dies hängt mit dem generellen Trend nachlassender Industrieforschung zusammen, wobei insbesondere Großunternehmen ihre zentralen Forschungskapazitäten zugunsten einer stärker projektorientierten und damit dezentralen FuE reduziert haben. Ausnahmen von dieser Entwicklung bilden nur die Metropolregionen in **Schweden, Finnland, Dänemark, den Niederlanden und Irland**. In diesen ist das FuE-Personal seit 1991 (in Finnland seit 1993) aufgestockt worden. In den anderen Hauptverdichtungsräumen ist die Zahl der FuE-Beschäftigten jedoch deutlich zurückgegangen. Leichte Zunahmen konnten dagegen die eher FuE-schwächeren Regionen verzeichnen. Somit verbessert sich die relative Position der weniger verdichteten Räume – bei allerdings insgesamt leicht abnehmendem FuE-Personal.

Insbesondere in **Großbritannien** ist eine deutliche Umverteilung des industriellen FuE-Personals zu beobachten. Die industrielle FuE-Beschäftigung ist in den dominierenden Zentren merklich abgebaut worden. Hiervon profitierten vor allem Regionen im Süden (East Anglia, South West), aber auch die noch vergleichsweise wenig forschungsintensiven Teil-

⁶⁰ Vgl. dazu die Studie von Beise/Belitz/Reger (1997) zur Internationalisierung industrieller FuE in den Bereichen Biotechnologie/Pharma, Halbleiter und Telekommunikation.

räume Schottland und Nordirland. Teilweise ist dies das Ergebnis expliziter regionaler Strukturpolitik, die darauf abzielte, dem Beschäftigungsabbau in stark schrumpfenden Altindustrien mit einem zukunftsorientierten, technologie- und wissensintensiven Gegengewicht zu begegnen (z.B. in Schottland). In **Frankreich** legte die Metropolregion Ile de France durch den Rückgang der gesamten industriellen Beschäftigung zwar in Bezug auf die FuE-Personalintensität nochmals zu, allerdings bei absolut rückläufiger Zahl des FuE-Personals. In vielen Teilräumen Frankreichs mit insgesamt weniger forschungsintensivem Verarbeitenden Gewerbe wurde dagegen die Zahl der FuE-Beschäftigten aufgestockt.

In **Deutschland** hat die räumliche Konzentration von industrieller FuE im Verlauf der letzten zehn Jahre allerdings tendenziell leicht zugenommen, die industriellen Produktionskapazitäten dagegen haben sich zunehmend breiter im Raum verteilt. Innerhalb Deutschlands zeigen sich somit bei einer **Bundesländerbetrachtung** keine einheitlichen Trends. Zunahmen der FuE-Personalintensitäten verzeichnen in den letzten zehn Jahren **Berlin** und **Niedersachsen**, **Sachsen** und **Thüringen**.⁶¹ Demgegenüber wiesen die großen forschungsreichen Flächenländer **Bayern**, **Baden-Württemberg**, **Hessen** parallel zum weltweiten Trend nachlassender Industrieforschung eine ungünstige Entwicklung auf. Das Gleiche gilt für **Rheinland-Pfalz**. **Nordrhein-Westfalen** ist schon seit längerem eindeutiger Verlierer im Wettbewerb um industrielle Forschungskapazitäten und ist, wie auch **Schleswig-Holstein**, weiter zurückgefallen. Unverändert sind die Positionen von **Hamburg** und **Bremen**, wo die industrielle Forschungslandschaft allerdings stark von einzelnen Unternehmen geprägt ist.

Die relative Verschiebung der Forschungskapazitäten zwischen verschiedenen Regionstypen hat innerhalb der deutschen Regionen dazu geführt, dass einige bisher wenig forschungsintensive Räume Anschluss an die führenden Regionen gefunden haben. Ein wichtiger Faktor für die Ausbreitung von Innovationspotenzialen ist die gütermäßige Verflechtung von Firmen aus den weniger verdichteten Regionen mit forschungsintensiven Unternehmen aus den Verdichtungsräumen als "Zugpferden". So konzentrierte sich das industrielle Forschungsgeschehen in **Bayern** zunächst fast ausschließlich auf Nürnberg/Erlangen und München. Inzwischen ist die räumliche "FuE-Lücke" zwischen diesen beiden Regionen durch die strukturellen Veränderungen im Raum Ingolstadt geschlossen worden und auch der Voralpenraum hat nachgezogen. In **Baden-Württemberg** hatten das "Dreiländereck" mit den Ballungszentren Rhein-Main-Neckar und Stuttgart herausragende Positionen eingenommen, aber auch der Bodenseeraum zeigte sich zumindest in den Bereichen Luft- und Raumfahrt und Elektronik gut behauptet. Auch in diesem Land konnte eine räumliche Lücke geschlossen werden: Ulm gelang der "Schulterschluss" sowohl zu Stuttgart als auch zum Bodenseeraum.

Regionales industrielles Innovationspotenzial und seine Ausschöpfung in Deutschland

Inwieweit in einzelnen Regionen Personal für industrielle FuE eingesetzt wird hängt auch – und in hohem Maße – davon ab, wie bedeutend die FuE-intensiven Industrien in den jeweiligen Regionen sind. Der Anteil der Spitzen- und Höherwertigen Technik an der gesamten industriellen Beschäftigung kann als industrielles Innovationspotenzial der Regionen interpretiert werden, denn immerhin 90 Prozent aller industriellen FuE-Mittel werden von diesen Industrien aufgebracht. Inwieweit dieses Potenzial dann tatsächlich auch genutzt und ausgeschöpft wird, hängt von einer Reihe von Faktoren ab und wird wesentlich von den in den Regionen angesiedelten Branchen beeinflusst. Die tatsächliche Nutzung des Innovationspotenzials durch die Industrieunternehmen kann ansatzweise durch den Anteil der Wis-

⁶¹ Die FuE-Personalfördermaßnahmen in den neuen Bundesländern sind hierbei allerdings zu berücksichtigen.

senschaftler an den Beschäftigten der FuE-intensiven Industriezweige gemessen werden. Die auf dieser Basis vorgenommene Abschätzung des Ausschöpfungsgrades in den Regionen zeigt deutliche Brancheneinflüsse.

Im Bereich forschungsintensiver **Elektrotechnik / EDV / MSR / Feinmechanik-Optik** sind München und Stuttgart in der Spitzengruppe zu finden. In beiden Regionen werden in weit überdurchschnittlichem Maße Wissenschaftler in der Produktion eingesetzt. Auch Berlin und Nürnberg/Erlangen, Rhein-Main-Neckar und Karlsruhe weisen noch überdurchschnittliche Anteile auf. Die Regionen um Jena und Dresden sowie Prignitz-Oberhavel im Nordwesten von Berlin sind ostdeutsche Schwerpunkorte mit hohem Innovationspotenzial im Sektor Elektrotechnik / EDV / MSR / Feinmechanik-Optik, bei allerdings insgesamt nur geringem absolutem Gewicht.

Die fünf großen Standorte der **Chemischen Industrie** in den ABL (Köln, Düsseldorf, Rhein-Main, Rheinpfalz, Berlin) wie auch weite Teile des Ruhrgebiets (Region Emscher-Lippe) zeichnen sich durch überdurchschnittliche Innovationspotenziale und ebensolche Wissenschaftleranteile aus. Die Chemieindustrie hat in Hamburg eine relativ hohe Bedeutung für das Innovationspotenzial, die Wissenschaftler sind aber stärker auf das Umland konzentriert. In den NBL sind die traditionellen Chemieregionen Dessau und Halle/Saale überdurchschnittlich vertreten.

Im Bereich **Maschinen- und Fahrzeugbau** finden sich die großen Automobilzentren in der Spitzengruppe, wobei Stuttgart, München und Köln deutlich mehr Wissenschaftler einsetzen als die stärker monostrukturierten Regionen Braunschweig und Ingolstadt. Hamburg und vor allem Bremen sind (neben München) herausragende Standorte des Luft- und Raumfahrzeugbaus. Darüber hinaus haben die Großräume Darmstadt und Würzburg, die Nachbarregionen Ostwürttemberg und Augsburg sowie Bodensee-Oberschwaben sektorale Schwerpunkte mit überdurchschnittlichem Innovationspotenzial.

Regionale Schwerpunkte von FuE-intensiven Industrien und wissensbasierten Dienstleistungen in Deutschland

Neben dem Gewicht der FuE-intensiven Branchen **innerhalb** des Verarbeitenden Gewerbes ist es für die Innovationspotenziale in den Regionen auch von beträchtlicher Bedeutung, welches Gewicht diesen forschungsintensiven Industriebranchen an der gesamten regionalen Wirtschaft zukommt. Im Bundesdurchschnitt haben in den Branchen der Spitzentechnologie und denen der Höherwertigen Technik rund 11,5 Prozent aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ihren Arbeitsplatz. Dieser Anteil variiert allerdings erheblich zwischen den einzelnen deutschen Raumordnungsregionen (ROR) (Abb. 9-2).

Hinsichtlich des relativen Gewichts dieses Bereichs für die gesamte Beschäftigung präsentiert sich Deutschland gewissermaßen in einer Dreiteilung. Deutliche Schwerpunkte bilden dabei die **süd- und südwestdeutschen** Regionen (wo sich die Bedeutung der FuE-intensiven Industrie auch jeweils über mehrere Branchen erstreckt), die mit wenigen Ausnahmen alle – zum Teil erhebliche – überdurchschnittliche Anteile aufweisen. Deutlich geringer ist die Bedeutung dieser Industrien für die gesamte regionale Wirtschaft in den **west- und nordwestdeutschen** Regionen. Ihre Anteile schwanken – allerdings mit einer erheblichen Zahl von Ausnahmen – um den bundesdurchschnittlichen Wert. In den **ostdeutschen** Regionen ist die Bedeutung des FuE-intensiven Verarbeitenden Gewerbes für die dortige gesamte Wirtschaft vergleichsweise gering. Hier sind, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, die Anteile weit unterdurchschnittlich und auch in den für ostdeutsche Verhältnisse „besser“ ausgestatteten Regionen werden bestenfalls durchschnittliche Anteile erreicht (vgl. SVRG, 1999, 76ff).

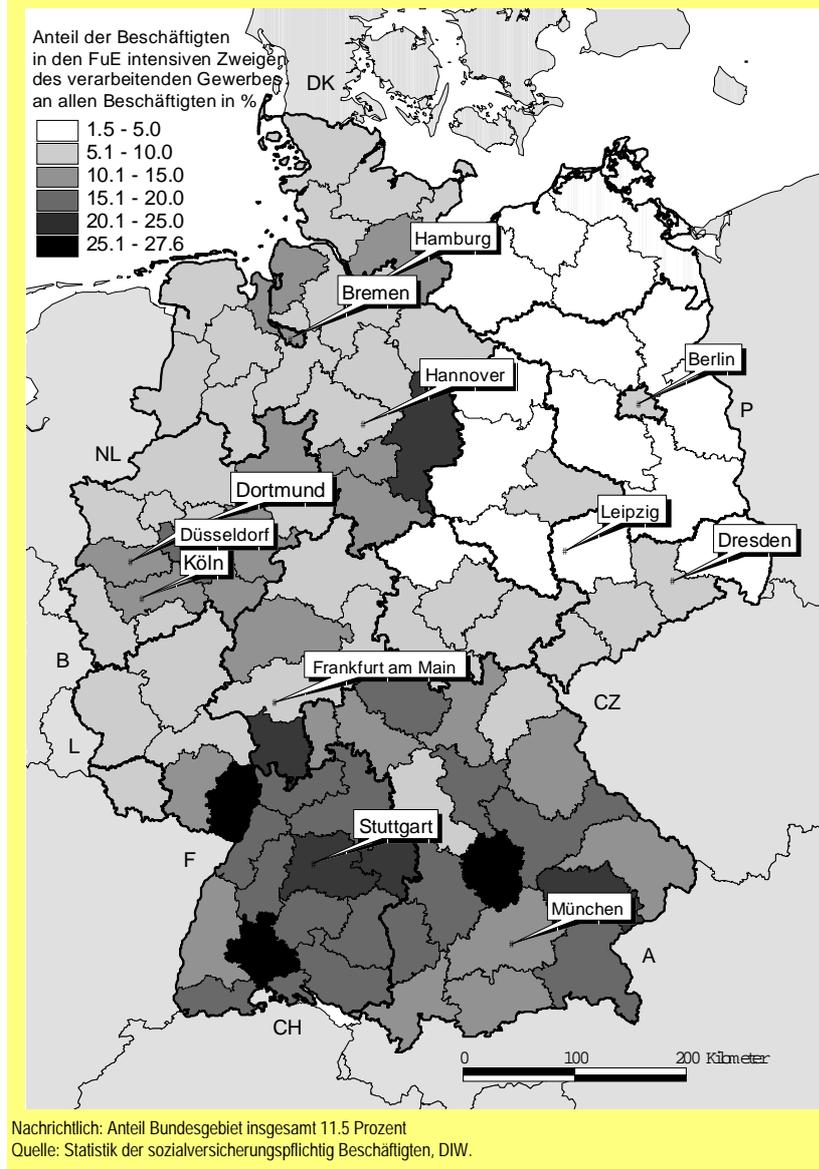
Relevant für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit in den Regionen sind neben Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes auch „**wissensintensive**“ **unternehmensnahe Dienstleistungen**, deren Erbringung in erheblichem Maß hochqualifizierte Arbeitskräfte mit entsprechend guter Ausbildung und Fachwissen erfordert. Diese Gruppe kann weiter untergliedert werden nach „technologieorientierten“ und nach „nicht-technologieorientierten“ Diensten. Zur ersten Gruppe werden hier die Datenverarbeitung, die Forschung und Entwicklung sowie die technische Beratung gezählt, zur zweiten zählen die wirtschaftliche Beratung, die Markt- und Meinungsforschung sowie die Werbung.

Im Jahre 1998 waren in Unternehmen der wissensintensiven unternehmensnahen Dienstleistungen rund 5,1 Prozent aller

Beschäftigten angestellt, jeweils die Hälfte von ihnen ist in den technologieorientierten bzw. in den nicht-technologieorientierten Zweigen. Auch von diesen avancierten Dienstleistungen gehen wichtige Innovationsimpulse aus. Der zunehmende Wandel in Richtung einer wissensbasierten Dienstleistungsgesellschaft lässt ihre Bedeutung in der Zukunft eher noch zunehmen. Für die Beurteilung der regionalen Innovationspotenziale kann nicht mehr nur auf den relativen Besitz mit forschungsintensiven Industriebranchen rekurriert werden, die regionale „Ausstattung“ mit wissensintensiven Dienstleistungsbranchen ist ebenfalls zu berücksichtigen.

Betrachtet man das relative Gewicht der wissensintensiven unternehmensnahen Dienstleistungen an der gesamten Wirtschaft (wieder gemessen an Anteilen der Gesamtbeschäftigung) in den ROR Deutschlands (Abb. 9-3) wird deutlich, dass kein zur Situation bei den forschungsintensiven Industrien analoges Nord-Süd-, bzw. West-Ost-Gefälle existiert. Die Schwerpunkte liegen in diesen Branchen eher in den westdeutschen (Ausnahme: München) und in einigen ostdeutschen Regionen, während sich besonders der Osten Süddeutschlands erheblich unterdurchschnittlich erweist. Es deutet mithin einiges darauf hin, dass die in den

Abb. 9-2: Beschäftigtenanteil FuE-intensiver Industrien an der Gesamtbeschäftigung nach Raumordnungsregionen (1998)



FuE-intensiven Industrien eher relativ schwachen Regionen durchaus relative Stärken in den wissensintensiven Dienstleistungen aufweisen können (und umgekehrt).

In den zehn Regionen mit den höchsten Anteilen der im Bereich wissensintensive unternehmensnahe Dienstleistungen Tätigen an allen Beschäftigten liegt dieser Anteil zwischen 10,2 Prozent (München) und 6,5 Prozent (Duisburg/Essen). Dazwischen rangieren die Regionen Rhein-Main, Hamburg, Unterer Neckar, Mittlerer Oberrhein, Berlin, Mittelfranken, Aachen und Stuttgart

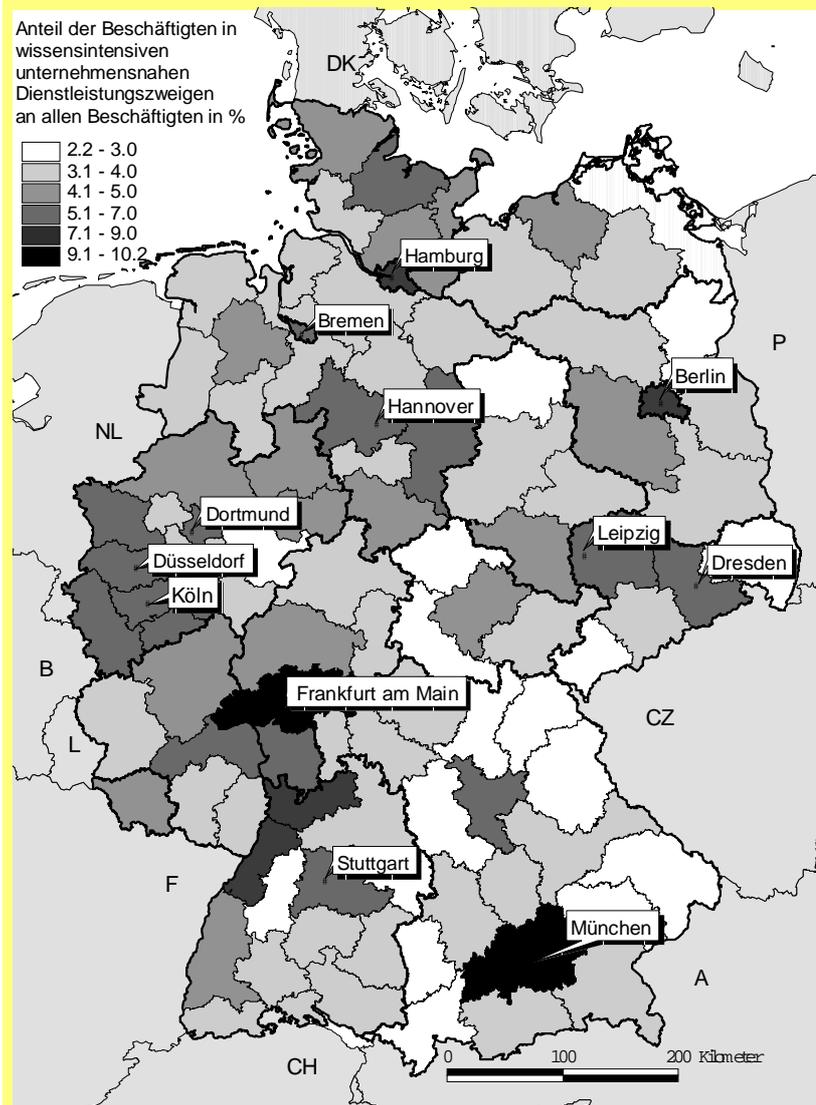
Regionale Schwerpunkte öffentlicher FuE-Einrichtungen in Europa

In den meisten europäischen Metropolregionen, in denen auch die Technologieaktivitäten der Wirtschaft konzentriert sind, ist auch der Bestand an öffentlichem FuE-Personal überdurchschnittlich hoch.

Die unterschiedliche Streuung von öffentlicher FuE innerhalb der verschiedenen Länder geht auf unterschiedliche technologie-⁶² und vor allem auch regionalpolitische⁶³ Akzentsetzungen zurück.

In **Frankreich** ist das öffentliche FuE-Personal noch stärker auf einzelne zentrale Regionen konzentriert als die privaten FuE-Beschäftigten. Dies ist ein Spiegelbild der traditionellen zentralistischen Ausrichtung, deren Strukturen sich nur sehr langsam verändern.⁶⁴ Auch in

Abb. 9-3: Beschäftigtenanteil wissensintensiver unternehmensnaher Dienstleistungsbranchen an der Gesamtbeschäftigung nach Raumordnungsregionen (1998)



Nachrichtlich: Anteil Bundesgebiet insgesamt 5.1 Prozent
 Quelle: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, DIW.

⁶² Dies betrifft insbesondere die Einrichtung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen der Großforschung oder auch transferorientierter Institute (z.B. der Fraunhofer-Gesellschaft).

⁶³ Beispiel hierfür ist die Ansiedlung von Hochschulen an peripheren Standorten wie Vechta oder Kaiserslautern. Hierbei steht die Ausbildungsfunktion und die Wissenschaft (Grundlagenforschung) im Vordergrund.

⁶⁴ Neben der Metropolregion ist u.a. der Raum um Marseille (Méditerranée) vergleichsweise gut ausgestattet. Hierbei dürfte auch das Telekom-Valley an der Côte d'Azur eine Rolle spielen, das mit einem erheblichen Aufwand an öffentlichen Fördermitteln errichtet wurde (entsprechend hoch fällt dort auch der Anteil des öffentlichen FuE-Personals außerhalb der Hochschulen aus).

Finnland ist öffentliche Forschung und Entwicklung noch stärker auf den Süden des Landes konzentriert als die industriellen FuE-Beschäftigten.

In **Spanien, Italien** und **Belgien** ist die Konzentration der öffentlichen Forschung auf die Hauptstadtregion besonders ausgeprägt. Dennoch sind in Italien die öffentlichen FuE-Kapazitäten deutlich breiter im Raum verteilt als die hochkonzentrierten privaten FuE-Kapazitäten. Hierbei dürften auch regionalpolitische Aspekte eine wesentliche Rolle spielen. In **Belgien, Schweden, Irland, Österreich** und auch **Spanien** findet öffentliche FuE vorwiegend in Hochschulen statt, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen spielen hier kaum eine Rolle.

In **Großbritannien, Schweden** und **Italien** findet sich eine im Vergleich zur industriellen FuE breitere räumliche Verteilung der öffentlichen FuE und damit gewisse Nivellierungswirkungen hinsichtlich der regionalen FuE-Disparitäten.

Noch ausgeprägter sind derartige Nivellierungswirkungen in **Deutschland**. Hier sind die öffentlichen FuE-Kapazitäten gleichmäßiger verteilt als in allen anderen europäischen Ländern. Sie sind ebenso stark räumlich konzentriert⁶⁵ wie die industrielle FuE, allerdings nach einem anderen regionalen Muster. Dieses ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die öffentliche Forschung zu einem Teil in der Verantwortung der Bundesländer liegt. So haben z.B. Niedersachsen und Schleswig-Holstein in den 80er Jahren auf institutionelle (angebotsseitige) Forschungsförderung gesetzt, um mit Hilfe von breit gestreuten FuE-Einrichtungen die geringen betrieblichen FuE-Kapazitäten in den Regionen ihrer Länder zu überwinden. Eine ähnliche Strategie verfolgen Bund- und Länderinitiativen seit Anfang der 90er Jahre in den NBL.

Die regionalpolitische Bedeutung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird deutlich, wenn ihr Einfluss auf die regionale Beschäftigung betrachtet wird. In Aachen und in Karlsruhe ist sie am größten, dort beläuft sich der Anteil des öffentlichen FuE-Personals an allen Beschäftigten auf 1,3 Prozent. Mit ein wenig Abstand folgen die Regionen Göttingen, Bonn, München, Berlin und Braunschweig. Auch in vielen nord- und ostdeutschen Regionen liegt der Anteil über dem Bundesdurchschnitt.

9.3 Fazit

Die privaten und die öffentlichen FuE-Kapazitäten in Deutschland sind gekennzeichnet durch eine im europäischen Vergleich bemerkenswert breite regionale Verteilung. Dabei werden, den Agglomerations- und Fühlungsvorteilen von Wissen und Forschung entsprechend, in einer beträchtlichen Zahl von deutschen Regionen Niveaus und Konzentrationen von privater FuE erreicht, die den Vergleich mit den meisten Regionen Europas (abgesehen von den Metropolregionen) nicht zu scheuen haben und deutsche Regionen in großer Zahl wettbewerbsfähig erscheinen lassen. Die Standortwahl für öffentliche Forschungseinrichtungen ist wesentlich auch von regionalpolitischen Erwägungen bestimmt. Dabei sind im Einzelfall auch zu geringe Anbindungen an die Bereiche unternehmerischer Forschung nicht auszuschließen.

Im Großen und Ganzen ist in der multizentrischen Struktur der Forschung in Deutschland ein Vorteil für die technologische Leistungsfähigkeit zu sehen. Die herausgebildeten Kapazitäten in den regionalen Zentren haben generell eine genügend „kritische“ Größe um kom-

⁶⁵ Die zehn ROR mit dem meisten öffentlichen FuE-Personal haben einen Anteil von 60 Prozent. In den am stärksten besetzten Regionen, Berlin und München, sind es jeweils 12 Prozent, in Aachen und im Raum Karlsruhe (Region Mittlerer Oberrhein) jeweils 6 Prozent und in Braunschweig 4 Prozent. Hierin kommt, deutlicher noch als bei den Hochschulen, die Ausgleichsorientierung der Standortpolitik zum Ausdruck.

petente regionale Wissenspools und Innovationssysteme zu bilden. Gerade hinsichtlich einer schnellen Diffusion und Absorption von neuen technologischen Entwicklungen sind diese Bedingungen günstig. Eine weitere regionale „Verbreiterung“ der Forschungslandschaft erscheint allerdings nicht wünschenswert.

Bemerkenswert ist die nach großen Räumen differenzierte Ausstattung mit industriellem Innovationspotenzial – hier gemessen als Anteil FuE-intensiver Industrien an der Gesamtbeschäftigung. Bezüglich dieser Industrien besteht ein erheblicher Nachholbedarf in den ostdeutschen Regionen, dort kann die gegenwärtige Situation bei weitem nicht befriedigen. Bezogen auf Westdeutschland erscheinen die Regionen im Vorteil, deren Industriestruktur nicht durch altindustrielle Bereiche belastet ist. Der Verzicht auf langfristig strukturkonservierende Maßnahmen zugunsten einer auf neue Technologiebereiche setzenden Industriestruktur erscheint eine erfolgversprechende regionale Strategie zu sein.

Die regionalen Potenziale gemessen durch den relativen Besitz mit avancierten Dienstleistungen kompensieren zum Teil die Nachteile von Regionen hinsichtlich der technologieorientierten Industrien. Wegen der erheblich geringeren Investitionserfordernisse in Sachkapital und wegen der deutlich kürzeren Amortisationszeiten erscheint eine zunächst auf moderne Dienstleistungen setzende Entwicklungsstrategie für strukturschwache oder aufholende Regionen erfolgversprechend. Gerade die industriell schwachen Regionen Ostdeutschlands weisen in den wissensintensiven Dienstleistungsbranchen durchaus beachtliche Kapazitäten auf.

Eine regional orientierte Innovationspolitik muss auf den jeweiligen komparativen Vorteilen der Regionen aufbauen und sie verstärken. Entwicklungsszenarien und -strategien, die das vorhandene Wissen, die vorhandene Kompetenz außer Acht lassen, sind zum Scheitern verurteilt. Beachtet werden sollte allerdings auch, dass ein erfolgversprechender Ansatz auf bestimmte „kritische Massen“ aufsetzen sollte.

10 Nachhaltige Wirtschaft und Umweltinnovationen: Impulse, Hemmnisse, Wettbewerbsposition

Sollen die Prinzipien einer umweltgerechten, nachhaltigen Entwicklung der Wirtschaft - denen auch Deutschland bei der Konferenz in Rio de Janeiro 1992 zugestimmt hat - nach und nach zur Geltung kommen, dann sind neben erheblichen Investitionen und zahlreichen Innovationen für (auf die gegenwärtig implementierten Technologien aufbauenden) additiven Umweltschutz auch langfristig durchaus weitreichende Veränderungen der Produktionsverfahren und Technologien nötig. Derartige Veränderungen können nur durch eine Vielzahl von **Innovationen für nachhaltiges Wirtschaften**⁶⁶ erfolgen, denn entlang der vorhandenen Technologielinien sind die angestrebten Emissionsreduktionen (beispielsweise im Bereich der Treibhausgase) nicht zu erreichen. Die Erwartungen an solche Innovationen richten sich neben den Umweltverbesserungen auch darauf, dass die Kostenbelastungen durch Umweltvorsorge ausgeglichen werden und Wettbewerbsvorteile auf dem Gebiet der Umwelttechnologien entstehen, und so neue Märkte erschlossen werden können – mit positiven Auswirkungen für Wachstum und Beschäftigung ("doppelte Dividende").

10.1 Umweltinnovationen und ihre Besonderheiten⁶⁷

Ökologische Aspekte sind bei der Beschreibung nationaler und regionaler Innovationssysteme bislang kaum systematisch integriert worden. Dieses Defizit ist besonders erstaunlich, weil gerade die aus Umweltproblemen erwachsenden Innovationsanforderungen besonders gut in das deutsche Innovationssystem passen. Denn es handelt sich bei der Umwelttechnik im Allgemeinen nicht um einen originären Technologiebereich, der Spitzenleistungen der Grundlagen- und angewandten Forschung verlangt. Vielmehr geht es um die problemadäquate Anwendung von Forschungsergebnissen. Dies zählt aber gerade zu den Stärken des deutschen Innovationssystems. Die Umwelttechnik ist ein wichtiger Technologiebereich mit hohen Innovations- und FuE-Intensitäten.

Auf Umweltinnovationen wirkende Faktoren

Die Faktoren, die auf Unternehmen einwirken und Produkt- oder Prozessinnovationsprojekte aus dem Umweltbereich anstoßen, kommen aus verschiedenen Einflussbereichen (Abb. 10-1). Einen wichtigen Einfluss hat die **Nachfrageseite** (Market Pull), von der aus sich die Präferenzen der Verbraucher für umweltfreundliche oder für mit umweltfreundlichen Verfahren erstellte Produkte auswirken. Auf der **Angebotsseite** lassen sich Einflüsse von technologischen Trends (Technology Push) auf das Innovationsverhalten im Umweltbereich identifizieren, so wirkt hier beispielsweise die kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz als eine wichtige Triebkraft.

⁶⁶ Hierunter werden nach einer Definition des Forschungsverbundes „Innovative Wirkungen umweltpolitischer Instrumente“ alle „technisch-ökonomischen, institutionellen oder sozialen Neuerungen, die zu einer Verbesserung der Umweltqualität führen (...) gleichgültig ob diese Innovationen auch unter anderen – namentlich ökonomischen – Gesichtspunkten vorteilhaft wären“ verstanden (Klemmer/Lehr/Löbke (1999), 29).

⁶⁷ Erkenntnisse darüber liegen gegenwärtig im Wesentlichen bezüglich Umweltinnovationen im industriellen Bereich vor, nicht aber über die Innovationsbedingungen im Bereich umweltorientierter Dienstleistungen. Da gerade bei Dienstleistern aber ein hohes Potenzial für Innovationen und Beschäftigung vermutet werden kann, beispielsweise in den Bereichen Energieeinsparung, Mobilität, Kreislauflogistik und technische Beratung, verdient der Dienstleistungsbereich hinsichtlich seiner ökologischen Innovationsfähigkeit in Zukunft verstärkte Aufmerksamkeit.

Die Marktfaktoren liefern häufig nur **unzureichende Anreize** für Umweltinnovationen. Für den Bereich Umweltverbesserung wirken neben den externen Effekten, die von Innovationsprojekten im allgemeinen ausgehen (die Möglichkeit zur Imitation der Innovation ohne die Kosten der Entwicklung zu tragen) und generell eine zu geringe Innovationsstätigkeit zur Folge haben können, auch noch ein zusätzlicher externer Effekt.

Die Verbesserung der Produkte durch Umweltinnovationen ist nicht ausschließlich an die Käufer der Produkte selbst gebunden, eine Überwälzung der durch mehr Nachhaltigkeit entstandenen Kosten auf die Verbraucher ist somit kaum vollständig möglich. Dieser Effekt kann dämpfend auf die Neigung zu Innovationen für nachhaltiges Wirtschaften wirken. Aus dieser Besonderheit erwächst der **staatlichen Regulierung** (beispielsweise in Form verbindlicher Emissionsziele oder gesetzter Steuerpreise für Güter mit externen Effekten) ein sehr wichtiger Einfluss (Regulatory Push/Pull) auf das Innovationsgeschehen im Umweltbereich.⁶⁸

Einflussfaktoren für Umweltinnovationen

Die Einflussfaktoren, die Impulse zur Innovation im Umweltbereich geben, sind in Abb. 10-2 nach ihrer Wichtigkeit für westdeutsche Umweltinnovatoren dargestellt.⁶⁹ Den wichtigsten Einflussfaktor stellt die Umweltgesetzgebung dar, denn für mehr als

Abb. 10-1: Einflussfaktoren von Umweltinnovationen

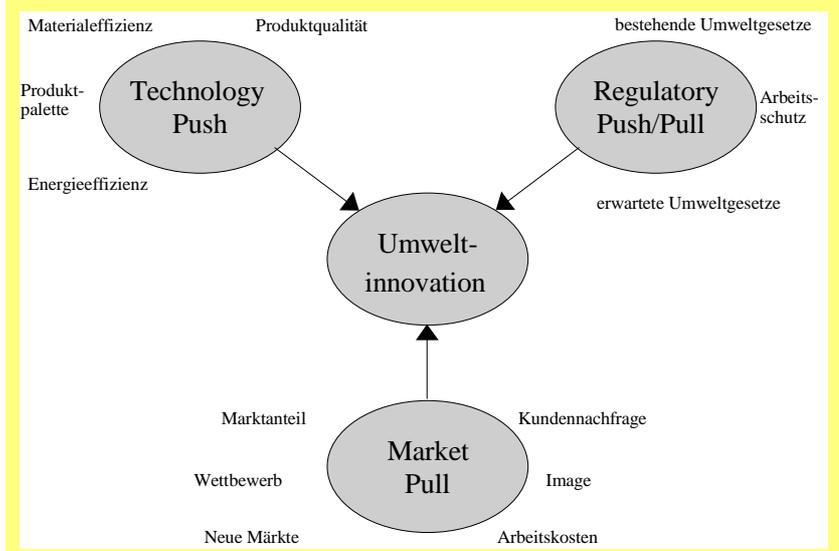
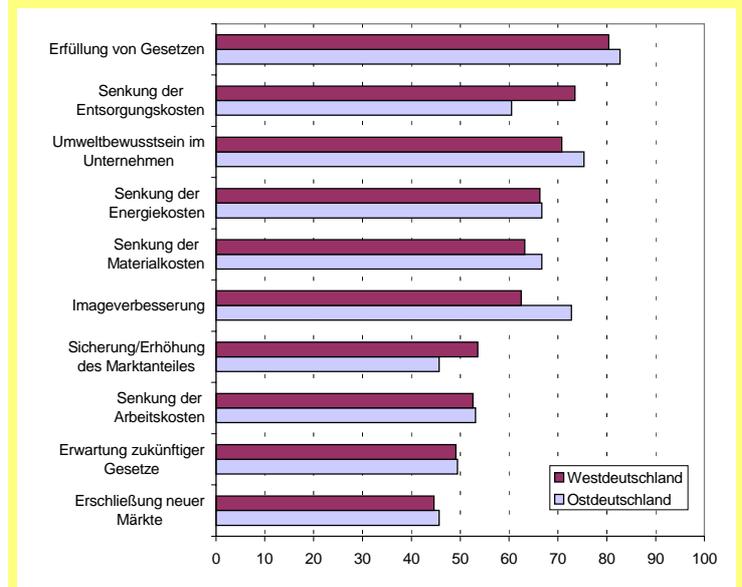


Abb. 10-2: Einflussfaktoren von Umweltinnovationen im deutschen Verarbeitenden Gewerbe im Zeitraum 1994 - 1996



Prozentanteile der Umweltinnovatoren, welche den genannten Einflussfaktoren eine große oder sehr große Bedeutung beimessen. Quelle: ZEW (1997).

⁶⁸ Etliche empirische Studien zeigen einen besonders starken Einfluss des staatlichen Ordnungsrahmens und der umweltpolitischen Instrumente auf das Innovationsverhalten im Umweltbereich (vgl. beispielsweise Porter/van der Linde, 1995; Kemp; 1997, Hemmelskamp, 1999 oder Cleff/Rennings, 1999).

⁶⁹ Hierbei handelt es sich um Ergebnisse einer telefonischen Zusatzerhebung im Rahmen des Mannheimer Innovationspanels (MIP) bei Unternehmen aus dem west- und ostdeutschen Verarbeitenden Gewerbe, die im Zeitraum 1994 bis 1996 mindestens eine Umweltinnovation durchgeführt haben.

80 Prozent der Unternehmen resultiert aus diesem Bereich ein wichtiger Impuls. Selbst der Einfluss aus der Erwartung hinsichtlich zukünftiger (verschärfter) Gesetze besitzt noch einen bemerkenswerten Stellenwert. Für immerhin fast die Hälfte der Umweltinnovatoren hat die Antizipation der zu erwartenden Gesetzgebung einen großen Einfluss.

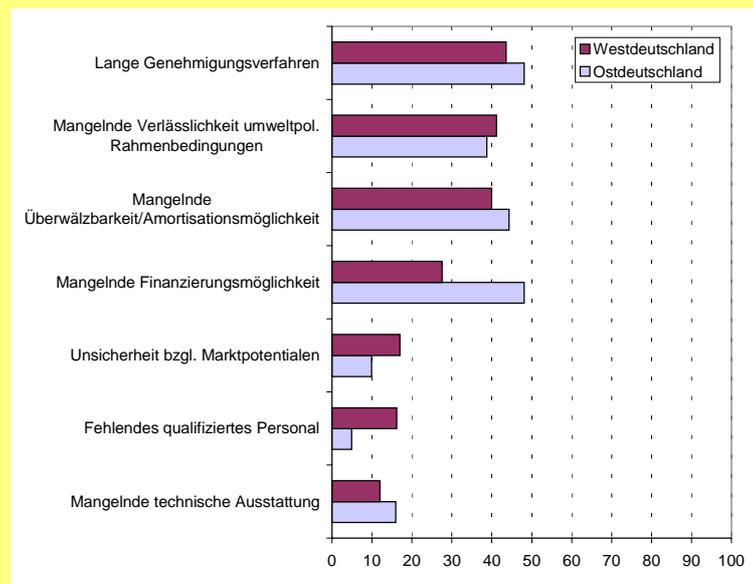
Einen hohen Stellenwert haben auch die Faktoren, die unter dem Bereich „Kostensparnis durch mehr Ressourcen- und Verwertungseffizienz“ zusammengefasst werden können. Die Möglichkeit die Kosten für die Entsorgung, für Energie oder Material zu senken hat für einen Großteil der Umweltinnovatoren eine hohe Bedeutung. Relativ wichtig ist der Bereich Umweltbewusstsein, hier spielt wahrscheinlich der mögliche Imagegewinn als „umweltfreundliches“ Unternehmen eine wichtige Rolle. Vergleichsweise nur untergeordneten Einfluss haben Faktoren wie die Erschließung neuer Märkte oder die Ausweitung oder Sicherung des Marktanteils. Umweltrelevante Produkteigenschaften scheinen sich daher zur Produktdifferenzierung, nicht aber für sich genommen als wesentliche Produktattribute, die neue Märkte erschließen lassen, zu eignen.

Hindernisse für Umweltinnovationen

In Abb. 10-3 sind die Faktoren nach ihrer Wichtigkeit dargestellt, die Hemmnisse von großer oder sehr großer Bedeutung für die Umweltinnovatoren darstellen. Auch bei den Hemmnisfaktoren haben die gesetzgeberisch oder administrativ definierten Bereiche, wie lange Genehmigungsverfahren oder mangelnde Verlässlichkeit der Umweltgesetzgebung die höchste Bedeutung.

Dieser Effekt wird dadurch verstärkt, dass fast die Hälfte aller Unternehmen bereits die mangelnde Amortisationsmöglichkeit der Kosten von Umweltinnovationen als bedeutendes Hindernis ansehen. Insbesondere in den NBL werden fehlende Finanzierungsmöglichkeiten als weiteres wichtiges Hemmnis angesprochen. In den ABL tritt fehlendes Finanzierungspotenzial deutlich seltener als wichtiger Hemmnisfaktor auf. Die Projekthemmnisse, denen weniger Bedeutung zugemessen werden, sind fehlende technische Ausstattung, fehlendes qualifiziertes Personal und Unsicherheiten bezüglich der Marktlage.

Abb. 10-3: Hemmnisfaktoren für Umweltinnovationen im deutschen Verarbeitenden Gewerbe im Zeitraum 1994 - 1996



Prozentanteile der Umweltinnovatoren, welche den genannten Hemmnisfaktoren große oder sehr große Bedeutung beimessen.

Quelle: ZEW (1997).

10.2 Deutschlands Spezialisierung im Umweltechnikbereich

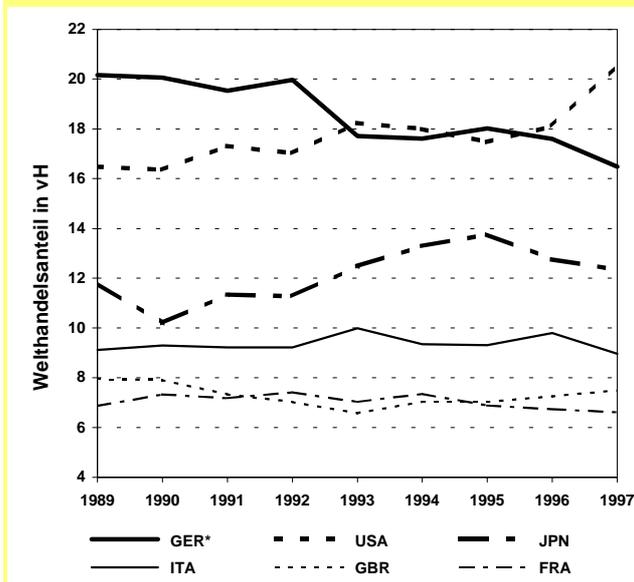
Deutschlands Weltmarktposition auf dem Markt für Umweltschutzgüter

Die Umweltechnik gilt als wichtiger Wachstumsmarkt der Zukunft. Ein hohes Umweltbewusstsein in der Bevölkerung sowie eine entsprechend ausgerichtete Gesetzgebung in den 80er Jahren gaben wichtige Impulse zur Entwicklung einer dynamischen Umweltwirtschaft in (West-)Deutschland, auf die heute aufgebaut werden kann. Der Anteil der statistisch messbaren „potenziellen“ Umweltschutzgüter – von denen erfahrungsgemäß 35 - 40 Prozent auch tatsächlich für Umweltschutzzwecke eingesetzt werden - an der deutschen Industrieproduktion blieb in der zweiten Hälfte der 90er Jahre einigermaßen stabil. 1998 betrug er rund 4,2 Prozent (72 Mrd. DM). Ein Großteil davon – nämlich rund drei Viertel – konzentriert sich auf Forschungs- und Wissensintensive Industriezweige wie Maschinenbau, MSR-Technik, Metallerzeugung, Gummi/Kunststoffverarbeitung und Chemie.

Die deutsche Industrie hat im Jahr 1997 potenzielle Umweltschutzgüter im Wert von knapp 41 Mrd. DM exportiert, das sind knapp 5 Prozent ihrer Industriewarenausfuhren. Deutschland ist damit zweitgrößter Exporteur auf den Umweltschutzmärkten, deutlich hinter den USA aber mit hohem Abstand zu Japan (Abb. 10-4). In den Rückgängen der (wertmäßigen) deutschen Welthandelsanteile in jüngster Zeit schlagen sich auch die Wechselkursentwicklungen nieder.

Deutschland verfügt über hohe komparative Vorteile in **allen Sparten** der Umweltechnik. Es ist mit diesen Gütern beispielsweise auf dem amerikanischen Markt vergleichsweise besser vertreten als mit FuE-intensiven Waren insgesamt. Im deutschen Ausfuhrsortiment dominieren (Ab-)Wassertechnologien und MSR-Technik mit jeweils knapp 16 Mrd. DM

Abb. 10-4: Welthandelsanteile der größten Anbieter von Umweltschutzgütern 1989 bis 1997



1) Die Daten für 1989 bis 1994 wurden auf Basis von OECD-29 zurückgerechnet.
 *) Ab 1991 Gesamtdeutschland, daher mit den Vorjahreswerten nur bedingt vergleichbar.
 Quellen: OECD: Foreign Trade By Commodities; 1989 bis 1995 unveröffentlichte Daten; 1996/97 CD-ROM. - Berechnungen des NIW.

deutlich vor Luftreinhaltetechnologien (8 Mrd. DM) und der Abfalltechnik (gut 5,5 Mrd. DM). Das Gewicht der einzelnen Umweltbereiche innerhalb des deutschen Ausfuhrgüterbündels spiegelt recht gut die weltweite Verteilung der Nachfrage nach Produkten der verschiedenen Umweltmedien wider, denn die deutschen Anteile an den weltweiten Ausfuhren schwanken meist zwischen gut 17 und 18 Prozent. Bemerkenswert ist weiterhin, dass die Spezialisierungsvorteile Deutschlands für die Umweltschutzgüter insgesamt dem Trend nach durchaus bemerkenswert zunehmen (Abb. 10-5) und auf eine gefestigte Stellung Deutschlands in diesem Bereich hindeuten.

Die Statistiken zu Umweltechnologien und –märkten lassen vor allem Aufschlüsse zu **additiven Umweltechnikbereichen** zu. Für eine Bewertung der künftigen Wettbewerbsposition sind aber nicht nur diese Bereiche relevant, sondern zunehmend auch der Bereich integrierter Umweltechnologie. Ein Grundproblem aller Versuche, umwelttechnologische oder umweltwirtschaftliche Daten zu erfassen, besteht darin, dass es sich etwa bei der Luft- und Gewässerreinigung zum großen Teil um „End of pipe“-Technologien handelt, also additive

Umwelttechnik. Integrierte Umwelttechnik - Innovationen, bei denen Produkte aufgrund eines verbesserten Designs weniger Rohstoffe zu ihrer Herstellung benötigen, oder Motoren mit verbessertem Wirkungsgrad und damit verminderten Schadstoffemissionen - kann nur sehr begrenzt als Umweltgut statistisch erfasst werden.

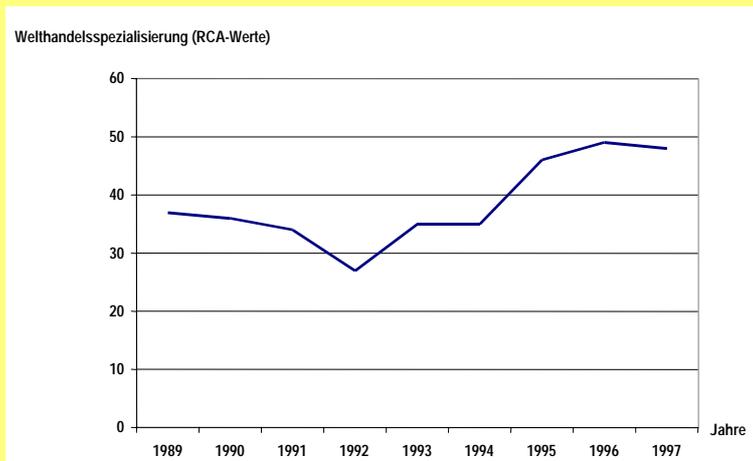
Technologische Position in umweltrelevanten Technikfeldern

Die Erfindungstätigkeit, und damit die Umsetzung von technologischer Kompetenz in Patente, in umweltrelevanten Technikgebieten hat in den 80er Jahren ein erhebliches Wachstum zu verzeichnen, welches 1991 seinen Höhepunkt erreicht. Bis 1995 gehen die Anmeldezahlen am Europäischen Patentamt (EPA) dann zurück, gefolgt von einem Wiederanstieg bis auf das Niveau von 1991 (Abb. 10-6). Ungeachtet dieses aktuellen Anstiegs ist der Anteil von Umwelt-Patentanmeldungen an allen europäischen Patentanmeldungen seit 1990 um rund 20 Prozent zurückgegangen, womit die Umwelttechnik den Anschluss an die Gesamtdynamik der technischen Entwicklung ein Stück weit verloren hat.⁷⁰ Deutschland folgt dem internationalen Trend in der Umwelttechnik bis 1994 und hat nach einem vorübergehenden Einbruch im Jahre 1995 wieder an das internationale Niveau aufgeschlossen.

Der Rückgang der Patentanmeldungen seit Beginn der neunziger Jahre spiegelt sich in dem Rückgang der Welthandelsanteile wider. Bei Annahme eines zeitlichen Vorlaufs der Innovationsaktivitäten vor den Außenhandelsergebnissen legen die aktuell wieder steigenden Patentanmeldungen den Schluss nahe, dass der deutsche Welthandelsanteil in der Umwelttechnik wieder leicht steigen wird oder zumindest das gegenwärtige Niveau gehalten werden kann.

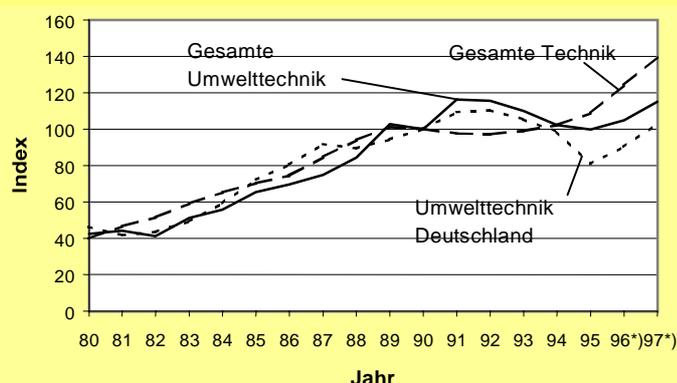
Im internationalen Vergleich ist Deutschland hinsichtlich des Patentverhaltens innerhalb seines gesamten Technologieportfolios überdurchschnittlich auf die Umwelttechnik spezialisiert (Abb.

Abb. 10-5: Welthandelsspezialisierung Deutschlands bei Umweltschutzgütern (RCA-Werte) 1989 bis 1997



1) Mess- Steuer-, Regeltechnik.
 2) Abfall, Wasser, Luft, Mess- Steuer-, Regeltechnik sowie Güter zum Lärmschutz.
 Quellen: OECD: Foreign Trade By Commodities. - Berechnungen des NIW.

Abb. 10-6: Trendentwicklung bei Patentanmeldungen in der Umwelttechnik.



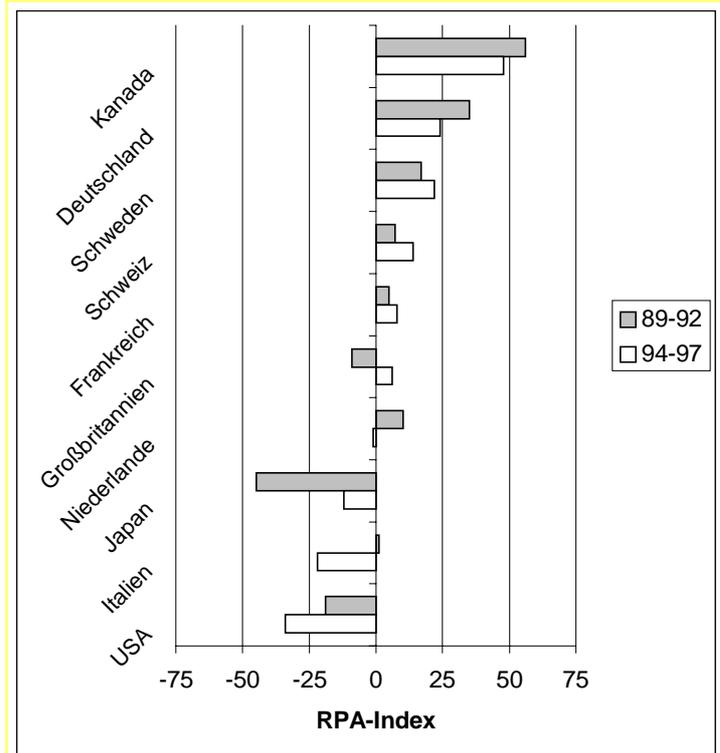
*) hochgerechnet.
 Deutschland ab 1991 alte und neue Bundesländer.
 Quelle: EPAT, PCTPAT, Berechnungen des FhG-ISI.

⁷⁰ Aber auch hier gilt, dass der Übergang von additiver zur integrierten Umwelttechnik Erfassungprobleme mit sich bringt, die den Bedeutungsrückgang überzeichnen.

10-7). Die ebenfalls hohen Patent-spezialisierungen von Kanada, den Niederlanden und Schweden beruhen auf niedrigen absoluten Zahlen von etwa 40 EPA-Anmeldungen im Jahr 1997. Bemerkenswert bei der Gesamtbetrachtung der Länder ist die steigende Ausrichtung Japans auf die Umwelttechnik, die auf eine kontinuierlich steigende absolute Zahl von Patentanmeldungen zurückgeht, während die Spezialisierung der Vereinigten Staaten rückläufig ist.

Bei der Betrachtung der Spezialisierungsindizes für einzelne Teilgebiete der Umwelttechnik (Abfallbeseitigung, Lärmschutz, Luftreinhaltung, Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR), Recycling und Wasserreinhaltung) zeigen sich für Deutschland ausgeprägt positive Werte bei Lärmschutz und Luftreinhaltung (Tab. 10-1). In den Vereinigten Staaten, Frankreich und Großbritannien liegt dem gegenüber ein deutlicher Schwerpunkt auf der Messtechnik; Frankreich ist außerdem auf die Abfallentsorgung spezialisiert. Bei Kanada und den Niederlanden stehen dagegen Recycling und Wasserreinhaltung im Vordergrund.

Abb. 10-7: Patentspezialisierung auf Umwelttechnik



Quelle: EPAT; Berechnung des FhG-ISI.

In den Vereinigten Staaten, Frankreich und Großbritannien liegt dem gegenüber ein deutlicher Schwerpunkt auf der Messtechnik; Frankreich ist außerdem auf die Abfallentsorgung spezialisiert. Bei Kanada und den Niederlanden stehen dagegen Recycling und Wasserreinhaltung im Vordergrund.

Tab. 10-1: Patentspezialisierung ausgewählter OECD-Länder in der Umwelttechnik, 1994-1997

	Abfallbeseitigung	Lärmschutz	Luftreinhaltung	MSR-Technik	Recycling	Wasserreinhaltung	Umwelt gesamt
USA	-41	-50	-41	22	-39	-25	-34
JAPAN	-30	-32	34	-61	-48	-51	-12
DEUTSCHLAND	24	48	40	-6	26	25	24
FRANKREICH	44	5	-51	38	-25	3	8
VER. KÖNIGREICH	-1	-38	2	23	-12	5	6
SCHWEIZ	31	-9	1	13	31	-25	14
KANADA	56	2	-76	41	75	85	48
SCHWEDEN	-24	65	66	63	36	53	22
ITALIEN	22	14	-71	-37	1	-44	-22
NIEDERLANDE	-44	43	-76	-9	38	24	-1

*) Berechnet nach Patentanmeldungen am EPA, Referenz: Gesamte EPA-Anmeldungen.
Quelle: EPAT, PCTPAT, Berechnungen des FhG-ISI.

10.3 Elemente einer umweltorientierten Innovationspolitik

Der Staat nimmt über die Gestaltung der Rahmenbedingungen und durch sein eigenes Nachfrageverhalten maßgeblich Einfluss auf die Umweltqualität der Nachfrage nach Technologien. Mit nachlassenden Innovationsanreizen gewinnen Imitatoren die Oberhand. Deutschland sollte gerade in Bereichen, in denen es seine spezifischen Stärken ausspielen kann, einen Platz an der Spitze und Technologieführerschaft anstreben. Dies bedeutet jedoch, dass ökonomische Anreize für einen Umweltschutz über „den Stand der Technik“ hin-

aus zu geben sind. Mit einer Orientierung am Stand der Technik, der ex definitione wenig innovationsfreundlich ist, wird Deutschland weder im eigenen Land bezüglich der Umweltsituation in großen Schritten vorankommen noch auf den internationalen Märkten expandieren können.

Eine nationale Vorreiterrolle hinsichtlich einer strengen Umweltschutzgesetzgebung, so die viel diskutierte Hypothese von Porter (1991), führe aufgrund der dadurch hervorgerufenen Steigerungen der Öko-Effizienz von Produkten und Prozessen auf lange Sicht auch zu Wettbewerbsvorteilen der heimischen Industrie auf den Weltmärkten. Diese These steht im Gegensatz zu der gängigen Auffassung, dass staatliche Umweltauflagen die heimische Industrie im internationalen Wettbewerb benachteiligen. Die Analyse der Einflussfaktoren bestätigt die bedeutende Rolle der **Umweltgesetzgebung als Impulsgeber für Umweltinnovationen**. Diese wiederum bilden die Basis für eine weiterhin starke technologische- und Weltmarktposition Deutschlands im Bereich der Umweltschutztechnologie.

Ungeklärt allerdings sind die Auswirkungen einer solchen Regulierung auf andere Technikfelder, da generell von einem negativen Zusammenhang zwischen Regulierungsdichte und Innovationsneigung auszugehen ist. Wegen der erheblichen externen Effekte von ökologisch verbesserten Produkten besteht auch eine gewisse Skepsis bezüglich der Möglichkeit zur „Privatisierung“ der Erträge aus ihnen,⁷¹ die sich im wesentlichen auf die betriebswirtschaftlich wirksame Steigerung der Ressourceneffizienz beschränken dürfte. Eine Überschätzung des einzelwirtschaftlichen Nutzens von Umweltinnovationen würde dann zu einer grundsätzlichen Überschätzung des Marktpotenzials für sie führen.

Aus diesen Gründen sollte sich eine umweltorientierte Innovationspolitik nicht ausschließlich und zu stark auf Regulierung und Gesetzgebung verlassen. Andererseits darf die hohe positive Bedeutung derselben für Umweltinnovationen aber keinesfalls ignoriert werden. Im Bereich der Umweltpolitik gibt es nicht **das** eine richtige Instrument, erfolgversprechend erscheint vielmehr ein **Mix verschiedener umwelt- und innovationspolitischer Instrumente**. Im Rahmen des vom BMBF initiierten Forschungsverbunds „Innovative Wirkungen umweltpolitischer Instrumente“ wurden, auch aufbauend auf Jänicke(1999), Erfolgsfaktoren für eine innovationsfreundliche Umweltpolitik identifiziert,⁷² aus denen sich einige Grundsätze ableiten lassen:

- Gerade hinsichtlich der umweltrelevanten Gesetzgebung muss die Politik verlässlich, kontinuierlich und damit **langfristig berechenbar** sein.
- Die Politik sollte so instrumentiert sein, dass **ökonomische Anreize** für potenzielle Anbieter, aber auch für die Nachfrager von umweltverbesserten Produkten oder Verfahren gesetzt werden, die permanent und langfristig wirksam sind.
- Für die unterschiedlichen Politikbereiche (wie Innovations-, Technologie-, Wirtschafts- oder Umweltpolitik) sollten die jeweiligen Politikinstrumente **konsistent** abgestimmt sein, so dass keine widersprüchlichen Innovationsanreize gesetzt werden.
- Gerade wegen der starken externen Effekte im Bereich umweltorientierter Innovationspolitik darf die Politik es nicht vernachlässigen auch eine entsprechende **Akzeptanz** für die politischen Instrumente zu befördern. Die über die individuellen Effekte hinausgehenden Verbesserungen müssen im wesentlichen politisch vermittelt werden.

⁷¹ Vgl. beispielsweise Ulph (1996), Carraro (1999), Oates/Palmer/Portney (1994) oder auch Jänicke (1999).

⁷² Vgl. Blazejczak et.al. (1999).

A Anhang

A-1 Übersicht

Übersicht 1: NIW-ISI-Liste FuE-intensiver Güter nach SITC III

SITC III	Kurzbezeichnung (amtliche Terminologie in Kurzfassung)
Spitzentechnik:	
516	Andere organische chemische Erzeugnisse
525*	Radioaktive Stoffe und dergleichen
541	Medizinische und pharmazeutische Erzeugnisse, andere als Arzneiwaren
575	Andere Kunststoffe in Primärformen
591	Insectizide, Rodenticide, ... und ähnliche Erzeugnisse
714*	Motoren und Kraftmaschinen, nichtelektrisch; Teile, a.n.g., davon
718*	Andere Kraftmaschinen und Teile davon, a.n.g.
752	Automatische Datenverarbeitungsanlagen und ihre Einheiten
764	Geräte für die Nachrichtentechnik, a.n.g.; Teile a.n.g.
774	Medizinische, ... Elektrodiagnoseapparate und -geräte; radiologische Apparate u.ä.
776	... Röhren, Dioden, Transistoren u.ä. Halbleiterbauelemente, ... Leuchtdioden, ..., Mikrobausteine
778	Elektrische Maschinen, Apparate und Geräte, a.n.g.
792*	Luftfahrzeuge ...; Raumfahrzeuge...; Trägerraketen; Teile davon
871	Optische Instrumente, Apparate und Geräte, a.n.g.
874	Instrumente ... zum Messen, Prüfen, Analysieren und Kontrollieren, a.n.g.
891*	Waffen und Munition
Höherwertige Technik:	
266	Synthetische Spinnstoffe
277	Natürliche Schleifstoffe, a.n.g. (einschl. Industriediamanten)
515	Organisch-anorganische Verbindungen, ..., Nucleinsäuren und ihre Salze
522	Anorganische chemische Elemente, Oxide und Halogensalze
524	Andere anorganische Erzeugnisse; Edelmetallverbindungen
531	Synthetische organische Farbstoffe und Farblacke
533	Pigmente, Farben und Lacke und ähnliche Erzeugnisse
542	Arzneiwaren (einschl. Veterinärmedizin)
551	Etherische Öle und Riechmittel
574	Polyacetale, andere Polyether und Epoxidharze; Polycarbonate, Alkydharze u.ä.
598	Verschiedene chemische Erzeugnisse, a.n.g.
663	Waren aus mineralischen Stoffen, a.n.g.
689	Verschiedene in der Metallurgie verwendete unedle NE-Metalle, Cermets
724	Maschinen, Apparate und Geräte für die Textil- und Lederindustrie; Teile davon
725	Maschinen und Apparate für die Papier- und Papierhalbstoffherstellung, Teile davon
726	Druckerei- und Buchbindereimaschinen, -apparate und -geräte; Teile davon
727	Lebens- und Futtermittelverarbeitungsanlagen
728	Andere Maschinen, Apparate u.ä. für besondere Zwecke; Teile davon, a.n.g.
731	Spanabhebende Werkzeugmaschinen
733	Werkzeugmaschinen zum spanlosen Bearbeiten von (Hart)metallen oder Cermets
735	Teile und Zubehör ... für 731 und 733
737	Metallbearbeitungsmaschinen (ohne Werkzeugmaschinen), Teile davon, a.n.g.
741	Einrichtungen zum Heizen und Kühlen; Teile davon, a.n.g.
744	Hebe- und Fördervorrichtungen; Teile davon, a.n.g.
745	Andere nichtelektrische Maschinen, Apparate u.ä.; Teile davon, a.n.g.
746	Wälzlager
751	Büromaschinen
759	Teile und Zubehör für 751 und 752
761	Fernsehempfangsgeräte (einschl. Videomonitore und -projektoren)
762	Rundfunkempfangsgeräte (auch kombiniert mit 763 oder einer Uhr)
763	Ton- und Fernsehaufnahme- und -wiedergabegeräte
772	Elektrische Geräte für Stromkreise (z.B. Schalter); gedruckte Schaltungen, ...
773	Einrichtungen für die Elektrizitätsverteilung, a.n.g.
781	Personenkraftwagen verschiedener Art (ausgen. Omnibusse), Kombinationskraftwagen, Rennwagen
782	Lastkraftwagen und Kraftfahrzeuge zu besonderen Zwecken
791	Schienefahrzeuge (einschl. Luftkissenzüge) und zugehörige Ausrüstungen
872	Instrumente, Apparate u.ä., a.n.g. für medizinische ... Zwecke
873	Zähler, a.n.g.
881	Fotografische Apparate und Ausrüstungen, a.n.g.
882	Fotografisches und kinematografisches Zubehör
884	Optische Waren, a.n.g.

Der Bereich Spitzentechnik umfasst Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz von über 8 1/2 vH. Der Bereich Höherwertige Technik umfasst Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz von zwischen 3 1/2 und 8 1/2 vH. Die Unterteilung ist nicht als Wertung zu verstehen:

Die beiden Warengruppen unterscheiden sich durch die Höhe der FuE-Intensität und durch den Protektionsgrad. Die Güter der Spitzentechnik sind die Güter mit der höchsten FuE-Intensität und unterliegen vielfach starker staatlicher Einflußnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage und/oder Importschutz (mit * gekennzeichnet).

Quelle: Grupp/Legler, Innovationspotenzial und Hochtechnologie. Bericht des FhG-ISI, des NIW und Gewiplan an den BMFT (1991).

A-2 Tabellen/Grafiken

Tab. A-1: Triadepatente in ausgewählten Ländern 1997^{*)}

	Zahl	je Mio. Einwohner	je Mio. Erwerbspers.	je Mrd. KKP\$ BIP	je Mrd. US\$ Ausfu- ren
USA	23.422	88	171	3,5	24,7
Japan	14.441	114	213	5,5	31,0
Deutschland	9.116	111	230	6,3	16,3
Großbritannien	3.088	52	108	2,9	8,4
Frankreich	2.972	51	116	2,7	8,0

^{*)} Patentzahlen für 1997 sind hochgerechnet.

Quellen: EPAT; INPADOC. - OECD: OECD in Figures. - Berechnungen des FhG-ISI.

Tab. A-2: Patentintensitäten^{*)} in der gesamten Technik 1989 bis 1997

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996 ^{*)}	1997 ^{*)}
USA	135	141	138	139	140	144	155	171	191
Japan	209	205	181	164	165	157	175	199	213
Deutschland ^{**)}	417	386	293	299	304	323	336	400	449
Großbritannien	144	131	128	128	130	135	140	153	165
Frankreich	213	204	205	193	198	204	210	230	257
Schweiz	543	523	445	484	469	484	484	541	596
Kanada	48	43	44	47	49	52	58	66	82
Schweden	216	218	214	252	270	326	339	410	483
Italien	97	94	96	91	100	103	109	128	137
Niederlande	259	234	218	217	221	224	250	298	324

^{*)} Anmeldungen am EPA pro Million Erwerbspersonen.

^{**)} Zahlen für 1996 und 1997 sind hochgerechnet.

^{***)} Daten ab 1991 für ganz Deutschland, davor nur Westdeutschland

Quelle: EPAT, PCTPAT, Berechnungen des FhG-ISI

Tab. A-3: Veränderung der Nettoproduktion im Aufschwung (1993 bis 1998) nach Industriezweigen in Deutschland

- Deutschland, fachliche Unternehmensteile, WZ 93 - angepasste Liste -		
jahresdurchschn. Veränderungsrate 1993-98 in Prozent	Spitzentechnik	Höherwertige Technik
> 4,1 (> Durchschnitt der FuE-intensiven Industrien insgesamt)	Elektronische Bauelemente Datenverarbeitungsgeräte u. -einrichtungen Schädlingsbekämpfungsmittel u. Pflanzenschutzmittel Pharmazeutische Grundstoffe Nachrichtentechn. Geräte u. Einrichtungen	Kunststoff in Primärformen Masch. für Metallerezeug., Walzwerkseinr. u. Gießmasch. Dampfkessel (ohne Zentralheizungskessel) Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g. Kraftwagen und Kraftwagenmotoren Lager, Getriebe, Zahnräder u. Antriebselemente Elektromotoren, Generatoren u. Transformatoren Werkzeuge Farbstoffe und Pigmente Sonst. organ. Grundstoffe u. Chemikalien Chemische Erzeugnisse a.n.g. Etherische Öle Optische u. fotografische Geräte Industriegase Sonst. anorgan. Grundstoffe u. Chemikalien Werkzeugmaschinen
2,9 bis 4,1 (noch > Durchschnitt der Industrie insg.)	Waffen und Munition	Elektrische Ausrüst. für Motoren u. Fahrzeuge a.n.g. Isolatoren u. Isolierteile aus Keramik Elektrizitätsverteilungs- u. -schalt-einr. Pumpen und Kompressoren Chemiefasern Verbrennungsmot. u. Turbinen (außer f. Luft- u. Str.fzge.)
0 bis < 2,9 (< Durchschnitt der Industrie insg., aber positive Veränderungsrate)	Meß-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente und Vorrichtungen Pharmaz. Spezialität. u. sonst. pharm. Erzeugnisse	Kälte- u. lufttechn. Erzeugn. für gewerbl. Zwecke Medizinische Geräte u. orthopädische Vorrichtungen Büromaschinen Anstrichfarben, Druckfarben und Kitte Hebezeuge und Fördermittel Sonstige elektrische Ausrüstungen a.n.g. Masch. für das Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe Armaturen Maschinen für das Papiergewerbe Maschinen für unspezifische Verwendung a.n.g. Isolierte Elektrokabel, -leitungen u. -drähte
< 0 (negative Veränderungsrate)	Luft- und Raumfahrzeugbau	Fotochemische Erzeugnisse Elektrische Lampen und Leuchten Akkumulatoren und Batterien Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen Masch. für das Ernährungsgewerbe u. die Tabakverarb. Öfen und Brenner Duft- und Körperpflegemittel Rundfunk-, Fernseh- sowie phono- u. videotech. Geräte Schienenfahrzeugbau

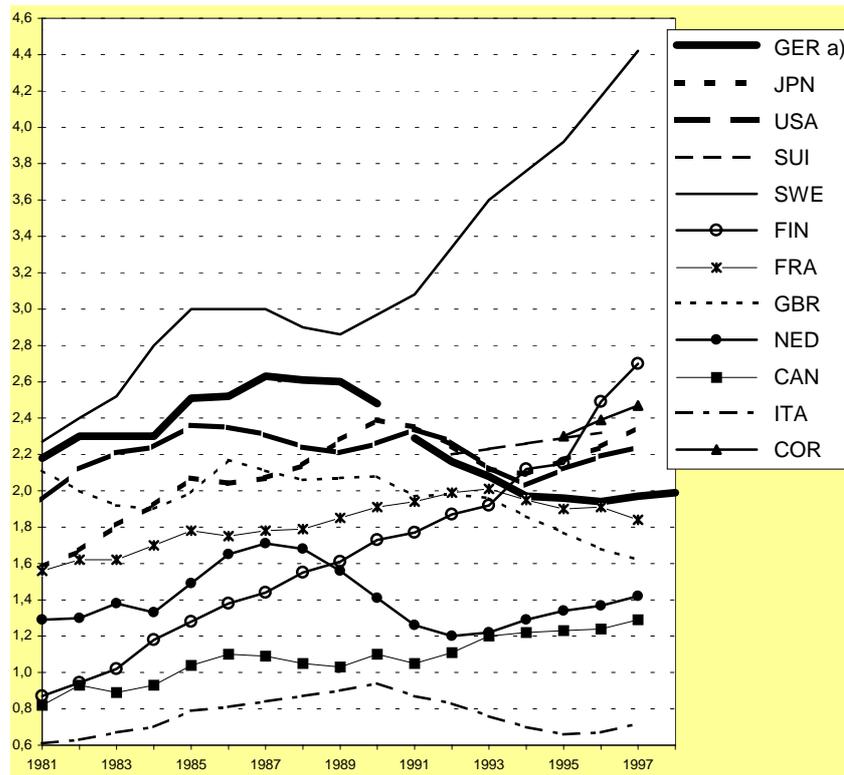
Quelle: Statistisches Bundesamt: Internet Datenbank; Zahlen und Fakten, Statistik des Produzierenden Gewerbes. - Berechnungen des NIW.

Tab. A-4: Veränderung der Beschäftigung nach Industriezweigen in Deutschland 1995 bis 1998

- fachliche Betriebsteile, WZ93 - angepasste Liste -		
jahresdurchschn. Veränderungsrate 1995-98 in vH	Spitzentechnik	Höherwertige Technik
> 0 (positive Veränderung)	Pharmazeutische Grundstoffe Nachrichtentechn. Geräte u. Einrichtungen Waffen und Munition Schädlingsbekämpfungs- u. Pflanzenschutz- mittel	Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g. Kraftwagen und Kraftwagenmotoren Medizinische Geräte u. orthopädische Vorrichtungen Werkzeuge Lager, Getriebe, Zahnräder u. Antriebsselemente
0 bis > -1,9 (negative Veränderung, aber > FuE- intensive Industrien insg.)		Anstrichfarben, Druckfarben und Kitten Chemische Erzeugnisse a.n.g. Elektrische Ausrüstungen für Motoren u. Fahrz. a.n.g. Maschinen für unspezifische Verwendung a.n.g. Werkzeugmaschinen Industriegase Maschinen für das Papiergewerbe
< -1,9 (< Durchschnitt der FuE-intensiven In- dustrie insgesamt)	Luft- und Raumfahrzeugbau Elektronische Bauelemente Meß-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente und Vorrichtungen Pharmaz. Spezialitäten u. sonst. Pharmaz Er- zeugnisse Datenverarbeitungsgeräte u. -einrichtungen Spalt- und Brutstoffe	Armaturen Isolierte Elektrokabel, -leitungen u. -drähte Etherische Öle Kälte- u. Lufttechn. Erzeugn. für gewerbl. Zwecke Elektrische Lampen und Leuchten Pumpen und Kompressoren Elektromotoren, Generatoren u. Transformatoren Öfen und Brenner Duft- und Körperpflegemittel Hebezeuge und Fördermittel Sonst. Organ. Grundstoffe u. Chemikalien Elektrizitätsverteilungs- u. -schalteinr. Sonstige elektrische Ausrüstungen a.n.g. Verbrennungsmotoren u. Turbinen (außer für Luft- u. Straßenfahrzeuge) Sonst. Anorgan. Grundstoffe u. Chemikalien Masch. für das Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe Kunststoff in Primärformen Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen Büromaschinen Isolatoren u. Isolierteile aus Keramik Optische u. fotografische Geräte Dampfkessel (ohne Zentralheizungskessel) Masch. für das Ernährungsgewerbe u. die Tabakverarbeitung Farbstoffe und Pigmente Masch. für die Metallerzeug., Walzwerkseinricht. und Gießmaschinen Chemiefasern Akkumulatoren und Batterien Schienenfahrzeugbau Fotochemische Erzeugnisse Rundfunk- u. Fernsehgeräte sowie phono- und Videotechnische Geräte

Quelle: Statistisches Bundesamt, Statistik für das Produzierende Gewerbe, Fachserie 4, Reihe 4.1.1. - Berechnungen des NIW.

Abb. A-1: *FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 1998**
 - Bruttoinlandsaufwendungen für FuE in vH der Bruttowertschöpfung der Wirtschaft -



a) Bis 1990: Früheres Bundesgebiet.

*) Geschätzt.

Quelle: OECD: Main Science And Technology Indicators. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

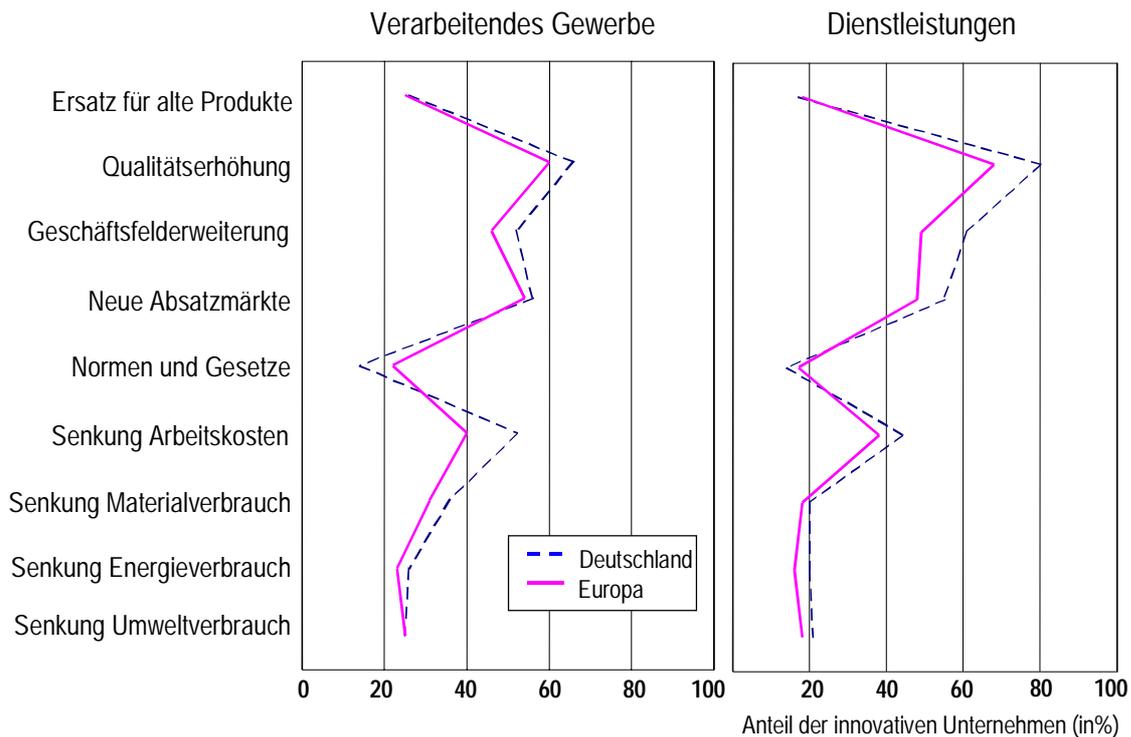
Tab. A-5: *FuE in der deutschen Wirtschaft 1995 bis 1998*
 - einschl. Gemeinschaftsforschungseinrichtungen -

Wirtschaftszweig	FuE-Gesamtaufwendungen				interne FuE-Aufwendungen				FuE-Personal	
	in % des Umsatzes ¹⁾								in % der Beschäftigten	
	1995	1997	1998	1999	1995	1997	1998	1999	1995	1997
Bergbau, Steine/Erden	0,42	0,67	0,9		0,40	0,63	0,8		0,20	0,30
Ernährung, Tabak	0,24	0,21	0,2		0,21	0,18	0,2		0,51	0,48
Textil, Bekleidung, Leder	0,58	0,70	0,7		0,56	0,74	0,7		0,88	1,10
Holz, Papier, Druck	0,21	0,17	0,2		.	.	0,0		0,26	0,26
Energie	.	.	.		.	.			.	.
Chem. Industrie	5,76	6,41	7,0		4,23	5,65	0,6		8,90	9,30
Gummi, Kunststoff	1,03	1,22	1,2		0,98	1,17	1,1		1,49	1,39
Glas, Keramik, Steine/Erden	0,87	0,89	1,0		0,79	0,82	0,9		1,20	1,10
Metallerzeugung	0,66	0,71	0,7		0,60	0,64	0,6		0,84	0,93
Maschinenbau	2,91	2,85	2,8		2,67	2,63	2,5		3,78	3,99
Büro, EDV, Elektro, Feinmechanik	6,71	5,75*	5,7		6,13	5,28*	5,2		8,12	8,19*
Fahrzeugbau	7,25	7,33*	7,0		6,31	5,92*	5,5		8,45	9,25*
Möbel, MUSS, Recycling	.	.	.		.	.			.	.
<i>nachr. Verarb. Gewerbe</i>	<i>3,13</i>	<i>3,31</i>	<i>3,3</i>	<i>3,4</i>	<i>2,81</i>	<i>2,88</i>	<i>2,8</i>	<i>2,9</i>	<i>3,92</i>	<i>4,22</i>

1) Aus eigenen Erzeugnissen, ohne Verbrauchsteuern. - *) Verzerrung durch Schwerpunktwechsel zugunsten des Fahrzeugbaus.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Daten. - Stat. Bundesamt, Fachserie 4, R. 4.1.1. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. A-2: Vergleich der Innovationsziele von deutschen und europäischen Unternehmen 1996



Erläuterung: Anteil der innovierenden Unternehmen, die das jeweilige Ziel als wichtiges Ziel ihrer Innovationsaktivitäten bezeichneten. Europa schließt auch die Angaben deutscher Unternehmen mit ein.
 Quellen: EUROSTAT (1999); Statistics in Focus; für Deutschland: ZEW Mannheimer Innovationspanel.

Tab. A-6: Anteil der Naturwissenschaftler/Ingenieure an den Beschäftigten in Deutschland 1980 bis 1998 (in Prozent)

Wirtschaftszweig	Früheres Bundesgebiet			Deutschland		
	1980	1992	1996	1996	1997	1998
Energie, Wasser, Bergbau	3,4	4,4	5,2	5,5	5,6	5,6
Verarbeitendes Gewerbe	2,4	3,5	4,0	3,9	4,0	4,1
darunter						
Maschinenbau	3,9	5,5	6,2	6,4	6,5	6,5
Kraftwagen u. Motoren	.	5,2	6,2	6,2	6,3	6,3
Luftfahrzeugbau	14,2	18,0	16,1	16,0	16,0	16,0
Elektrotechnik	5,8	8,5	9,9	9,9	10,2	10,6
Feinmechanik, Optik	1,9	3,0	3,2	3,5	3,6	3,9
Chemie	4,2	5,6	6,2	6,3	6,3	6,2
Büromaschinen/EDV	6,6	9,7	11,7	11,4	11,0	10,5
Baugewerbe	1,6	2,0	2,1	2,1	2,2	2,1
Handel	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9
Verkehr/	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,6
Nachrichtenübermittlung						
Kreditinst., Versicherungen	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Dienstleistungen, a. n. g.	2,4	3,0	3,2	3,4	3,3	3,2
darunter						
Untern.orient. Dienstl.	8,1	8,1	8,2	9,0	8,7	7,9
Gewerbliche Wirtschaft *)	1,9	2,5	2,8	2,8	2,8	2,8

*) Ohne Landwirtschaft und Staat.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.

- Früheres Bundesgebiet: Unveröffentlichte Berechnungen von Bade (Universität Dortmund) . - Berechnungen des NIW.

Tab. A-7: Hochqualifiziertenquote¹⁾ in Deutschland 1990 bis 1998

Wirtschaftszweig	Früheres Bundesgebiet		Deutschland		
	1990	1996	1996	1997	1998
Energie, Wasser, Bergbau	6,9	8,9	10,1	10,4	10,6
Verarbeitendes Gewerbe	4,8	6,1	6,4	6,7	6,8
darunter					
Maschinenbau	5,9	8,0	9,0	9,2	9,2
Kraftwagen u. Motoren	6,2	8,5	8,7	8,9	9,0
Luftfahrzeugbau	21,9	20,4	20,6	20,7	20,9
Elektrotechnik	10,2	13,4	13,7	14,4	14,9
Optische Erzeugnisse	6,3	7,6	9,7	10,3	10,9
Feinmechan. Erzeugn.	4,2	5,0	5,2	5,4	5,8
Chemie	9,5	11,9	12,6	12,9	12,9
Büromaschinen	4,3	4,6	6,9	7,4	7,6
EDV-Einrichtungen	21,1	22,3	22,2	24,1	23,0
Handel	2,4	3,2	3,4	3,5	3,5
Verkehr/Nachrichtenübermittlung	1,5	1,9	2,8	2,8	3,0
Kreditinst., Versicherungen	5,9	8,1	8,7	9,1	9,3
Dienstleistungen, a. n. g.	10,2	11,4	12,7	13,0	12,4
darunter					
Untern.orient. Dienstl.	11,8	15,1	15,6	15,9	15,6
Gewerbliche Wirtschaft *)	5,4	6,8	7,4	7,7	7,6

1) Anteil der Uni/FH-Absolventen an den Beschäftigten insg. in vH.

*) Ohne Landwirtschaft und Staat.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

Tab. A-8: Ausgaben für FuE, Bildung und Wissenschaft in der Deutschland 1995-1998

	In Mrd. DM			
	1995	1996	1997	1998
Ausgaben für Forschung und Entwicklung (Durchführung) ¹⁾⁹⁾¹⁰⁾	79,5	80,9	83,8	87,5
Wirtschaft	52,8	53,6	56,3	59,6
Staatl. Forschungseinrichtungen ¹¹⁾ , Priv.Org.o.E.	12,3	12,3	12,4	12,5
Hochschulen	14,4	15,0	15,1	15,4
Ausgaben für den Bildungsprozeß (Durchführung)¹⁾	209,5	212,7	212,2	214,1
Öffentliche Vorschulen, Schulen, Hochschulen	124,7	127,1	127,7	127,9
Schulen und vorschulische Erziehung ²⁾	89,5	91,0	91,4	
Berufliche Schulen ³⁾	14,7	15,0	15,2	
Hochschulen ⁴⁾	20,5	21,1	21,1	
Private Vorschulen, Schulen, Hochschulen	18,0	18,0	17,9	18,0
Schulen und vorschulische Erziehung ²⁾	15,8	15,8	15,6	
Berufliche Schulen ³⁾	1,7	1,8	1,9	
Hochschulen ⁴⁾	0,4	0,4	0,4	
Betriebliche Ausbildung (duales System)	32,5	32,2	32,3	33,4
Betriebliche Weiterbildung der Unternehmen, Priv.Org o. Erwerbszweck, Gebietskörperschaften⁵⁾	16,7	17,2	17,6	18,1
Unterrichtsverwaltung und sonstige Bildungseinrichtungen⁶⁾⁷⁾	17,6	18,3	16,7	16,8
Förderung von Bildungsteilnehmern⁹⁾	19,4	22,2	21,0	20,3
Bildungsförderung durch Gebietskörperschaften	7,2	7,3	6,9	6,4
Schülerförderung	3,7	3,8	3,8	
Förderung der Studierenden	3,5	3,4	3,0	
Zuschüsse an Teilnehmer von Weiterbildungsmaßnahmen	0,0	0,1	0,1	
Kindergeld + Förderung von Bildungsteilnehmern durch die Bundesanstalt für Arbeit⁶⁾⁷⁾	12,2	14,9	14,1	13,9
Sonstige Bildungs- und Wissenschaftsinfrastruktur¹⁾	7,8	7,8	7,9	8,0
Summen				
Bildungsbudget	228,9	234,9	233,2	234,5
FuE	79,5	80,9	83,8	87,5
Ausgaben für Bildung, Forschung und Wissenschaft zusammen	316,2	323,5	324,9	330,0
Anteile am Bruttoinlandsprodukt				
Bildungsbudget	6,5	6,5	6,4	6,2
FuE	2,3	2,3	2,3	2,3
Ausgaben für Bildung, Forschung und Wissenschaft	9,0	9,0	8,9	8,7

¹⁾ Ausgaben nach dem Durchführungskonzept (Personalausgaben, laufender Sachaufwand, Investitionsausgaben, z.T. Kosten bzw. geschätzt auf der Basis der öffentlichen Zuschüsse)

²⁾ Kindergärten (ohne Kinderhorte), Vorklassen, Schulkindergärten; Berechnungsergebnisse durch Privatisierung von Kindergärten u.U. verzerrt

³⁾ einschließlich Fachschulen, Berufsakademien, Schulen des Gesundheitswesens.

⁴⁾ ohne Ausgaben für die Krankenbehandlung, Forschung und Entwicklung

⁵⁾ Schätzung der Kosten für interne und externe Weiterbildung (ohne Personalkosten der Teilnehmer) auf der Basis der Erwerbstätigen (ohne Auszubildende) laut Mikrozensus und der durchschnittlichen Weiterbildungskosten je Beschäftigten laut Erhebungen des IW für 1995 und 1998. Laut IW beliefen sich die Kosten der Weiterbildung 1995 einschl. der Personalkosten der Bildungsteilnehmer auf 33,9 Mrd. DM, ohne Personalkosten auf 12,1 Mrd. DM. Die Weiterbildungskosten der nicht vom IW berücksichtigten Wirtschaftszweige betragen bei gleichen Kosten je Teilnehmer 4,5 Mrd. DM. Die IW-Ergebnisse wurden auf der Basis der Angaben von 1369 bzw. 1048 Unternehmen (1995 bzw. 1998) ermittelt. Da die Weiterbildungskosten vom Wirtschaftszweig, der Unternehmensgröße und dem angewandten Weiterbildungskonzept stark beeinflusst werden, sind die Angaben zur Weiterbildung mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Eine Fortschreibung der Berechnungen des Bundesinstituts für Berufsbildung auf der Basis der Weiterbildungserhebung 1993 des EU - Force- Programms ergaben Weiterbildungskosten, die zum Teil rund 1/3 unter den Angaben des IW lagen.

⁶⁾ Zuschüsse der staatlichen und kommunalen Haushalte sowie der Bundesanstalt für Arbeit an private überbetriebliche Aus- und Weiterbildungsstätten; eventuelle Doppelzählungen (Duale Ausbildung, Weiterbildung) konnten nicht bereinigt werden.

⁷⁾ Aufteilung der Bildungsausgaben der Bundesanstalt für Arbeit auf Ausgaben für den Bildungsprozeß und Bildungsförderung aufgrund von vorläufigen Ergebnissen einer Studie des StBA über die Bildungsausgaben der Bundesanstalt für Arbeit. Ausgaben für 1995 und 1996 mit Anteilen von 1997 errechnet.

⁸⁾ Nicht enthalten sind die Ausgaben für die Ausbildung von Beamtenanwärtern, für Nachhilfeunterricht, für Käufe von Lernmitteln u. dgl. durch private Haushalte. Die Ausgaben hierfür dürften sich 1997 auf 7 bis 10 Mrd. DM belaufen haben.

⁹⁾ Zahlungen der öffentlichen Haushalte an Bildungsteilnehmer, Studentenwerke u. dgl. zur Finanzierung der Lebenshaltung auf Zuschuß- oder Darlehensbasis (brutto).

¹⁰⁾ Berechnet nach den Methoden der FuE-Statistik (Frascati-Handbuch/OECD-Meldung).

¹¹⁾ Einschl. FuE-Ausgaben der wissenschaftlichen Bibliotheken und Museen.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Berechnungen und Schätzungen des BMBF. Berechnung des ZEW

Tab. A-9: Rendite der Bildungsabschlüsse

	Lohnprämie ¹⁾ (β_i)		Durchschnittliche Ausbildungsjahre		Bildungsrendite ²⁾ (%)	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen
Kein Berufsabschluss	Ref.	Ref.	9,0	9,3	Ref.	Ref.
Lehre	0,113	0,087	10,7	10,9	6,8	5,4
Meister	0,258	0,150	11,3	11,6	12,4	6,8
Abitur + Lehre/Meister	0,280	0,224	13,9	14,0	6,5	5,4
Fachhochschule	0,546	0,358	15,7	15,9	10,8	6,4
Universität	0,627	0,439	18,2	18,0	9,5	6,2

1) z.B. ein Lehrabsolvent verdient im Durchschnitt 11,96 Prozent ($=[\exp(0,113)-1]*100$) mehr als ein Mann ohne Abschluss.

2) z.B. die jährliche Bildungsrendite eines Lehrabschlusses beträgt bei Männern etwa 6,8 Prozent relativ zu einer Person ohne Abschluss.

Quelle: SOEP1994-97, Berechnungen des ZEW.

Methodische Erläuterung zur Berechnung von Bildungsrenditen

Methodisch basiert die Berechnung der Bildungsrenditen auf einer Schätzung einer empirischen Lohnfunktion. Bildungsinvestitionen verursachen zunächst Kosten, bringen aber künftig eine Rendite in Form von höheren Löhnen. Der Verdienst wird dabei als Rückfluss von Bildungsinvestitionen verstanden. Dabei kann zwischen zwei Formen des Humankapitals unterschieden werden: Zum einen dem erworbenen Abschluss, zum anderen der Berufserfahrung. Als Datengrundlage dient eine Stichprobe aus dem Sozioökonomischen Panel für den Zeitraum 1984 bis 1997. Betrachtet werden nur vollzeiterwerbstätige abhängig Beschäftigte in Westdeutschland. Die Lohnfunktion wird in Abhängigkeit des höchsten Berufsabschlusses, der Berufserfahrung und sonstigen Charakteristika modelliert:

$$\ln(\text{Bruttostundenlohn}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Lehre} + \beta_2 \text{Meister} + \beta_3 \text{AbiLehre} + \beta_4 \text{Fachhochschule} + \beta_5 \text{Uni} + \beta_6 \text{Berufserfahrung} + \beta_7 \text{Berufserfahrung}^2 + \beta_8 \text{Kontrollvariablen} + \varepsilon$$

wobei *Lehre* (Lehrabschluss), *Meister* (Meisterabschluss), *AbiLehre* (Abitur mit oder ohne zusätzlichen Berufsabschluss), *Fachhochschule* (Fachhochschulabschluss) und *Uni* (Universitätsabschluss) Dummyvariablen sind, die den Wert 1 einnehmen, wenn der höchst erworbene Abschluss der angegebenen Ausbildung entspricht und 0 sonst. Als Referenzgruppe werden die Individuen, die keinen Berufsabschluss haben, verwendet. *Berufserfahrung* ist durch die potentielle Berufserfahrung approximiert (Alter-Schul-/Ausbildungsjahre-6). Zusätzlich werden Lohneffekte von Region, Firmengröße, Industriezweig und Familienstand berücksichtigt. Die Schätzung wird für Männer und Frauen getrennt durchgeführt.

Die geschätzten Koeffizienten β_i ergeben die – logarithmierte – Lohnprämie für den Abschluss *i*. Daher ergibt $[\exp(\beta_i)-1]*100$ den zusätzlichen Lohn (in Prozent), der mit dem Abschluss *i* relativ zu den Personen ohne Berufsabschluss verbunden ist. Um die jährliche Rendite eines Bildungsabschlusses zu errechnen, muss man aber auch berücksichtigen, dass die verschiedenen Bildungsabschlüsse unterschiedliche Ausbildungsdauern benötigen. Die Rendite, die die Bildungsabschlüsse relativ zu den Personen ohne Abschluss bringen (in Prozent), ist durch $[\exp(\beta_i)-1]*100/(d_i-d_{\text{ohne Abschluss}})$ gegeben, wobei d_i die Ausbildungsdauer für den Abschluss *i* symbolisiert.

Tab. A-10: Spezialisierung Deutschlands bei FuE-intensiven Waren insgesamt 1991 bis 1997 (RCA-Werte) und Außenhandel Deutschlands bei FuE-intensiven Waren 1997

Warengruppe	SITC	RCA-Werte							Ausfuhr in	Einfuhr in
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Mrd. DM 1997	Mrd. DM 1997
<i>FuE-intensive Waren insgesamt</i>		21	24	23	24	26	24	24	429,5	258,8
<i>Spitzentechnik</i>		-11	-10	-14	-12	-6	-9	-9	134,5	112,7
Radioaktive Stoffe	(525)	-25	-124	-136	-162	-146	-120	-151	0,2	0,8
Kraftwerke	(718)	93	83	74	107	90	56	46	2,1	1,0
ex: Chemische Industrie		36	36	40	43	34	32	31	23,1	13,0
Neuere organ. Chemikalien	(516)	12	6	4	34	39	42	44	2,9	1,5
Pharmazeutische Wirkstoffe	(541)	34	35	37	33	20	8	5	6,9	5,0
Neuere Kunststoffe	(575)	39	39	41	37	30	36	38	10,4	5,5
Pflanzenschutz usw.	(591)	61	67	101	117	87	79	76	2,9	1,0
EDV	(752)	-77	-95	-89	-86	-81	-87	-83	13,2	23,2
Telekommunikation	(764)	-21	-18	-21	-14	-4	6	12	18,5	12,6
ex: Elektrotechnik		5	9	-2	-4	-5	-7	-5	37,4	30,0
Medizinische Elektronik	(774)	76	73	83	87	78	72	71	4,3	1,6
Halbleiterbauelemente	(776)	-26	-38	-42	-42	-42	-47	-41	13,9	16,0
Fortgeschr. Elektrotechnik	(778)	14	27	11	11	12	14	17	19,2	12,4
Luft- und Raumfahrt		-34	-28	-37	-33	-16	-31	-28	23,0	23,4
Turbinen und -teile	(714)	5	8	-28	-34	-59	-46	-52	5,1	6,6
Luffahrzeuge	(792)	-40	-34	-38	-33	-4	-26	-21	17,9	16,8
ex: Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik		37	39	48	44	54	45	41	16,7	8,4
Fortgeschrittene Optik	(871)	29	25	40	37	43	36	32	1,4	0,8
Fortg. Meß- u. Regeltech.	(874)	38	41	48	45	55	46	42	15,3	7,7
Waffen	(891)	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Höherwertige Technik</i>		37	42	44	46	44	43	44	295,0	146,1
ex: Chemische Industrie		46	43	48	42	38	39	40	55,1	28,3
Synthesefasern	(266)	66	66	67	59	47	55	49	1,2	0,6
Heterozyklische Chemie	(515)	36	35	45	26	20	21	6	6,2	4,5
Seltene anorganische Stoffe	(522)	46	34	31	30	29	28	19	3,3	2,1
Neuere anorgan. Chemikal.	(524)	7	-6	3	15	-9	-10	-14	0,7	0,7
Synthetische Farbstoffe	(531)	140	135	126	125	108	97	98	4,2	1,2
Pigmente, Beschicht.mat.	(533)	78	72	77	81	78	85	88	6,8	2,2
Medikamente	(542)	30	30	38	26	22	22	33	13,3	7,3
Geruchs-, Geschmacksstoffe	(551)	2	7	12	8	10	11	25	1,0	0,6
Fortgeschrittene Polyester	(574)	22	20	22	37	41	39	42	4,4	2,2
Fortgeschr. Chemikalien	(598)	60	56	65	57	56	55	57	10,3	4,5
Fotomaterial	(882)	-5	-2	-2	2	-3	5	11	3,8	2,6
ex: Arbeitsmaschinen		113	119	131	129	142	142	140	44,7	8,5
Textilmaschinen	(724)	153	163	181	170	171	166	156	9,6	1,6
Papiermaschinen	(725)	82	82	97	87	109	106	105	3,0	0,8
Druckmaschinen	(726)	126	126	140	137	149	160	158	8,1	1,3
Lebens- und Futtermittel- verarbeitungsmaschinen	(727)	93	84	103	124	138	145	157	2,1	0,3
Fortgeschr. Werkzeugmasch.	(728)	102	108	111	115	133	133	131	21,9	4,5
Metallbearbeitungsmaschinen		58	65	90	89	80	76	70	11,8	4,5
Spanabheb. Werkzeugmasch.	(731)	52	66	96	93	75	68	59	4,8	2,1
Werkzeugmaschinen zur spanlosen Bear- beitung	(733)	89	99	123	122	115	126	115	2,1	0,5
Werkzeugmaschinenteile	(735)	24	21	47	51	50	44	45	2,2	1,1
Andere Metallbearb.masch.	(737)	77	73	89	90	93	89	86	2,8	0,9
ex: Übriger Maschinenbau		62	56	63	65	65	65	65	28,3	11,3
Heiz-, Kühlgeräte	(741)	58	43	43	49	45	41	38	7,9	4,1
Hebe-, Fördereinrichtungen	(744)	49	44	49	54	65	72	76	7,6	2,7
Spezielle Maschinen	(745)	100	101	115	115	114	115	114	9,4	2,3
Wälzlager	(746)	24	24	31	22	21	16	21	3,4	2,1
Büromaschinen		-53	-56	-72	-73	-67	-71	-79	8,5	14,3
Büromasch., Textverarb.	(751)	-39	-32	-43	-43	-35	-34	-24	2,1	2,1
Fortgeschr. EDV-Zubehör	(759)	-58	-63	-81	-81	-76	-80	-92	6,4	12,2
ex: Nachrichtentechnik		-85	-83	-106	-95	-90	-93	-93	3,4	6,6
TV-, Videogeräte	(761)	-56	-78	-98	-77	-76	-93	-94	1,2	2,4
Rundfunkempfangsgeräte	(762)	-132	-132	-157	-157	-147	-125	-135	0,8	2,4
Tonaufn.-/wiedergabegeräte	(763)	-134	-57	-81	-74	-63	-70	-56	1,4	1,9
ex: Elektrotechnik		42	38	37	31	33	31	27	24,1	14,1
Traditionelle Elektronik	(772)	63	66	63	59	58	57	53	18,7	8,4
Einr. zur Stromverteilung	(773)	-17	-30	-29	-37	-27	-26	-32	5,4	5,7
ex: Automobilbau		27	42	48	59	50	49	52	103,9	47,1

Warengruppe	SITC	RCA-Werte							Ausfuhr in	Einfuhr in
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Mrd. DM 1997	Mrd. DM 1997
PKW	(781)	29	45	50	62	52	52	56	91,8	40,2
Nutzfahrzeuge	(782)	15	19	30	34	36	29	29	12,1	6,9
Schienenfahrzeuge	(791)	134	152	125	127	84	54	38	1,4	0,7
ex: Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik		34	29	26	19	15	11	8	5,7	4,0
Medizin. Instr., Apparate	(872)	30	23	21	14	9	6	6	4,7	3,4
Zähler	(873)	58	60	56	42	41	33	22	1,1	0,7
ex: Foto, Optik		-15	-17	-17	-20	-16	-24	-13	3,9	3,4
Foto- und Filmgeräte	(881)	-18	-20	-19	-27	-25	-41	-30	1,6	1,6
Glasfasern und Linsen	(884)	-12	-14	-16	-13	-7	-9	0	2,3	1,8
Sonstige höherwertige Technik		15	-1	5	0	0	-5	-3	4,0	3,2
Fortgeschr. Schleifmittel	(277)	-65	-72	-25	-15	-39	-16	-60	0,1	0,1
Seltene Metalle	(689)	-73	-82	-66	-67	-72	-79	-69	0,4	0,6
Technische Keramik u.a.	(663)	31	13	15	12	14	7	11	3,5	2,4
Verarbeitete Industriewaren insg.									845,4	647,8

1995 bis 1997 Daten des Statistischen Bundesamtes. Die aus nationalen Statistiken errechneten Indikatoren weichen gelegentlich von denen aus internationalen Statistiken ab.

*) Angabe nicht sinnvoll.

Positive Vorzeichen: Die Export/Import-Relation ist bei dieser Produktgruppe höher als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

Quellen: OECD und Statistisches Bundesamt: Foreign Trade By Commodities; unveröffentlichte Sonderauswertungen. - Berechnungen des NIW.

Tab. A-11: Welthandelsanteile der wichtigsten OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 1995 bis 1997 in Prozent

	Deutschland			Frankreich			Großbritannien			Italien		
	1995	1996	1997	1995	1996	1997	1995	1996	1997	1995	1996	1997
Spizentechnik	12,4	11,8	10,9	8,0	8,1	7,7	8,4	9,4	9,4	3,0	3,2	2,7
Höherwertige Technik	18,4	17,9	16,8	6,4	6,2	6,3	6,1	6,5	6,5	5,9	6,2	5,6
FuE-intensive Waren	16,0	15,5	14,4	7,0	7,0	6,8	7,0	7,7	7,7	4,7	5,0	4,4
darunter												
Biotechnologie/-substitutionssektor ^{*)}	17,8	16,8	14,8	8,9	8,9	8,9	9,1	9,4	8,8	4,3	4,5	4,1
Radioaktive Stoffe	3,5	3,7	2,6	31,6	28,2	22,2	14,4	13,5	13,6	0,8	0,5	0,3
Übrige Chemie	19,2	18,7	17,9	7,9	7,9	7,7	8,2	8,6	8,2	4,5	4,9	4,8
Maschinenbau	22,5	21,6	20,4	5,4	5,3	5,3	4,7	4,9	5,0	11,0	12,2	11,7
Automobile	20,3	20,3	19,7	6,5	6,4	6,6	4,6	5,3	5,3	4,0	3,7	3,0
Luft-und Raumfahrt	11,1	9,9	10,3	18,7	16,5	14,3	12,2	13,2	14,7	2,9	3,5	2,6
Informationstechnik	7,9	7,6	6,8	5,2	5,6	5,5	8,3	9,2	8,6	2,6	2,6	2,1
Elektrotechnik, a.n.g.	18,6	17,7	16,5	6,9	7,0	6,6	5,4	6,0	6,0	3,7	3,9	3,5
Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik	17,5	16,8	15,2	5,8	5,5	5,4	8,7	9,2	9,6	3,5	3,8	3,3
Foto, Optik	12,6	11,7	11,2	5,0	4,7	4,2	4,0	4,3	3,6	7,6	8,5	7,5
Übrige FuE-intensive Waren	12,9	11,5	11,4	5,3	4,9	5,0	7,7	11,1	12,4	5,2	5,4	5,2
	Niederlande			EU-15			Schweiz					
	1995	1996	1997	1995	1996	1997	1995	1996	1997			
Spizentechnik	4,5	3,7	5,2	45,8	46,4	46,0	1,9	1,9	1,6			
Höherwertige Technik	3,4	3,3	3,7	54,2	54,7	53,1	3,3	3,2	3,0			
FuE-intensive Waren	3,8	3,4	4,3	50,8	51,5	50,2	2,8	2,7	2,4			
darunter												
Biotechnologie/-substitutionssektor ^{*)}	6,1	5,7	6,5	63,9	64,3	63,4	9,6	9,2	8,7			
Radioaktive Stoffe	4,8	5,0	5,8	59,2	53,7	47,2	0,3	0,2	0,2			
Übrige Chemie	7,2	5,3	6,8	63,3	62,5	62,3	5,9	6,2	5,7			
Maschinenbau	2,4	2,4	2,3	57,8	58,1	56,4	5,2	4,8	4,6			
Automobile	1,4	1,6	1,6	53,6	54,7	52,3	0,1	0,1	0,1			
Luft-und Raumfahrt	3,1	1,2	1,1	53,2	49,2	47,5	1,2	1,4	1,1			
Informationstechnik	5,0	5,1	6,8	38,9	41,3	41,1	0,6	0,6	0,5			
Elektrotechnik, a.n.g.	3,3	2,4	3,7	48,1	47,5	47,1	2,8	2,7	2,5			
Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik	3,2	3,3	3,6	49,1	49,0	46,8	4,4	4,0	3,4			
Foto, Optik	4,1	4,9	10,5	41,2	42,1	44,8	2,1	2,3	2,2			
Übrige FuE-intensive Waren	2,9	2,3	3,3	49,0	48,4	50,6	1,9	2,0	2,1			
	USA			Japan			Korea					
	1995	1996	1997	1995	1996	1997	1995	1996	1997			
Spizentechnik	22,9	24,9	25,9	18,0	15,9	14,6	6,0	4,5	5,1			
Höherwertige Technik	12,3	12,8	13,8	18,1	16,4	16,7	2,5	2,7	2,6			
FuE-intensive Waren	16,5	17,5	18,8	18,1	16,2	15,8	3,9	3,4	3,6			
darunter												
Biotechnologie/-substitutionssektor ^{*)}	14,7	14,9	16,1	7,0	6,7	6,9	0,8	0,9	0,9			
Radioaktive Stoffe	26,3	27,5	33,9	0,9	0,8	0,7	0,1	0,0	0,0			
Übrige Chemie	13,2	14,0	14,4	10,0	9,6	9,4	2,4	2,3	2,5			
Maschinenbau	13,0	13,5	15,4	17,6	16,4	16,1	1,8	1,9	2,0			
Automobile	7,8	7,9	8,0	19,0	17,1	18,9	3,0	3,5	3,3			
Luft-und Raumfahrt	36,9	40,8	42,9	1,4	1,6	2,0	1,0	0,4	0,7			
Informationstechnik	19,7	21,1	21,8	26,3	23,1	20,9	8,2	6,6	7,5			
Elektrotechnik, a.n.g.	15,4	16,6	17,7	19,6	17,7	17,5	4,5	3,6	2,2			
Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik	25,6	26,6	28,7	15,2	13,9	13,6	1,1	0,9	1,5			
Foto, Optik	12,7	13,4	13,9	38,5	36,0	33,0	3,0	2,9	2,7			
Übrige FuE-intensive Waren	28,3	29,3	26,1	10,2	9,5	10,0	0,9	1,0	1,2			

*) Umfasst chemische Produkte auf der Basis biotechnologischer Verfahren sowie traditionelle Chemiewaren, die unter Biotechnologiesubstitutionsdruck stehen.
Quellen: OECD: Foreign Trade By Commodities. - Berechnungen des NIW.

Tab. A-12: Außenhandelskennziffern Deutschlands 1997 nach Produktgruppen und Regionen

nach Produktgruppen	Welthandelsanteile	RWA	RCA
Biotechnologie/-substitutionssektor ^{*)}	14,8	11	32
Radioaktive Stoffe	2,6	-162	-167
Übrige Chemie	17,9	30	38
Maschinenbau	20,4	43	97
Automobile	19,7	40	50
Luft-und Raumfahrt	10,3	-25	-14
Informationstechnik	6,8	-66	-50
Elektrotechnik, a.n.g.	16,5	22	24
Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik	15,2	14	31
Foto, Optik	11,2	-17	-16
Übrige FuE-intensive Waren	11,4	-15	2
Spitzentechnik	10,9	-19	-4
Höherwertige Technik	16,8	24	42
FuE-intensive Waren insgesamt	14,4	8	25
nach Regionen	Anteile a. d. Exporten der OECD-Länder	RWA	RCA
Frankreich	26,6	15	19
Großbritannien	18,9	8	10
Italien	29,0	14	78
Belgien/Luxemburg	25,3	15	6
Niederlande	18,3	-16	41
Dänemark	24,9	8	70
Irland	9,0	26	32
Griechenland	17,3	15	185
Spanien	21,3	12	9
Portugal	20,5	24	6
Schweden	21,7	7	48
Finnland	20,4	10	119
Österreich	43,2	-7	23
EU-15	18,3	9	29
MOE	36,1	-3	45
USA	9,8	20	-3
Japan	14,0	42	-8
übrige OECD	5,0	26	64
KITSCH ^{**)}	8,1	10	19
übrige Nicht-OECD	13,2	5	91

*) Umfasst chemische Produkte auf der Basis biotechnologischer Verfahren sowie traditionelle Chemiewaren, die unter Biotechnologiesubstitutionsdruck stehen.

***) Korea, Singapur, Taiwan, Israel, China, Hongkong.

Quellen: OECD: Foreign Trade By Commodities. - Berechnungen des NIW.

Tab. A-13: Qualifikatorische Erwerbslosenquote im internationalen Vergleich

	1995	1998
<i>Deutschland</i>		
Ohne Berufsabschluss	15,1 (11,4)	18,1 (13,7)
Lehrberufs- oder Berufsfachabschluss	9,2 (8,2)	10,7 (9,6)
Hochschulabschluss	5,6 (5,0)	5,7 (5,1)
<i>Frankreich</i>		
Aucun diplôme ou CEP/BEPC seul ^a	15,7	16,7
CAP, BEP ou autre diplôme de ce niveau ^b	10,4	11,0
Diplôme supérieur, Baccalauréat + 2 ans ^c	7,4	7,4
<i>Italien</i>		
Licenza element., Nessun titolo/Lic media ^a	11,9	13,0
Qualific. accesso uni./Diploma accesso univ.	13,3	13,0
Laurea (4 years), Diploma Uni. (3 years) ^c	7,8	7,1
<i>Niederlande</i>		
Primary education, Junior general secondary education ^a	14,1	9,9
Pre-vocational, voc. Education/ Senior sec. Edu. ^b	7,4	4,6
Vocational college, university ^c	5,9	3,3
<i>Vereinigtes Königreich</i>		
no qualification, below GCSE A to C ^a	10	9
Trade apprenticeship/GCE A level or equiv. ^b	6	5
University degree and higher education ^c	3	3
<i>USA</i>		
Less than a high school diploma ^a	9,0	7,1
Less than a bachelor's degree/High school grad., no college ^b	4,4	3,5
College graduates ^c	2,4	1,8

Erwerbslose in Prozent der Erwerbspersonen (ILO-Definition). Deutschland: (i) In Klammern: Erwerbslosenquote auf Basis von Erwerbslosen, die innerhalb von 2 Wochen dem Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen (Neues EU-Konzept ab 1996). (ii) Annahme: Verteilung der Nichtantworter ist unabhängig von der Qualifikationsstruktur. Seit 1996 wird die Entwicklung der Erwerbstätigen und Erwerbslosen ohne Berufsabschluss mit der Beschäftigtenstatistik fortgeschrieben. ^a ohne Berufsabschluss, ^b mit Berufsabschluss, ^c: Hochschulabschluss. Hochschulabschlüsse in Niederlanden und in Grossbritannien beinhalten Kurzzeitstudiengänge, für die kein Abitur erforderlich ist (z.B. Krankenschwesterausbildung).

Quelle: USA: Bureau of labour statistics, UK: Labour Force Survey, Frankreich: INSEE, Niederlande: Labour Force Survey, Italien: Forze di lavoro, Eigene Berechnungen.

Tab. A-14: Patentspezialisierung der großen Industrieländer (RPA ^{*)})

Länder	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996**	1997**
Spitzentechnik									
USA	20	18	20	20	22	22	22	20	19
Japan	25	25	25	22	21	17	12	10	14
Deutschland***)	-35	-36	-40	-36	-37	-38	-35	-30	-29
Großbritannien	-4	-3	-10	1	-3	0	0	7	-2
Frankreich	-13	-9	-8	-13	-11	-15	-17	-17	-13
Schweiz	-44	-45	-44	-50	-43	-35	-44	-42	-41
Kanada	-20	-2	5	4	2	22	23	26	22
Schweden	-11	-19	-6	-7	-8	7	10	19	22
Italien	-42	-44	-40	-39	-42	-37	-37	-28	-46
Niederlande	-6	-1	0	1	-4	-10	-1	7	6
Höherwertige Technik									
USA	-11	-11	-10	-9	-12	-10	-11	-11	-13
Japan	3	5	4	9	9	7	7	7	9
Deutschland***)	12	9	13	10	11	12	14	14	11
Großbritannien	-6	-6	-9	-12	-8	-10	-14	-14	-13
Frankreich	-4	-5	-9	-6	-4	-3	-3	1	2
Schweiz	15	12	13	2	12	7	11	11	14
Kanada	-9	-15	-3	-9	-7	-18	-30	-21	-28
Schweden	-19	-2	-3	-9	-7	-10	-7	-7	-5
Italien	13	18	11	10	14	10	14	13	17
Niederlande	-3	0	3	1	-4	6	0	4	-2

^{*)} RPA (Relativer Patentanteil): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei den Patenten insgesamt.

^{**)} Zahlen für 1996 und 1997 sind hochgerechnet.

^{***)} Daten ab 1991 für ganz Deutschland, davor nur ABL.

Quelle: EPAT, PCTPAT. - Berechnungen des FhG-ISI.

Literaturverzeichnis

- Acs, Z. und D. Audretsch (1990), *Innovation and Small firms*, Cambridge, Mass.: MIT Press
- Audretsch, D. (1995), *Innovation and Industry Evolution*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Balassa, B. (1965), *Trade Liberalization and Trade in Manufactures among the Industrial Countries*, in: *American Economic Review*, Vol. 56, S. 466-473.
- Beise, M., G. Ebling, N. Janz, G. Licht und H. Niggemann (1999), *Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe – Ergebnisse der Innovationserhebung 1997*, in: N. Janz und G. Licht (Hrsg.), *Innovationsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft. Analyse der Mannheimer Innovationspanels im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor*, Baden-Baden: Nomos, S. 9-98.
- Beise, M., G. Licht und A. Spielkamp (1996), *Technologietransfer an kleine und mittlere Unternehmen. Analysen und Perspektiven für Baden-Württemberg*, Schriftenreihe des ZEW, Bd. 3, Nomos: Baden-Baden.
- Beise, M., B. Gehrke u. a. (1998), *Zur regionalen Konzentration von Innovationspotenzialen in Deutschland*, Hannover/Mannheim. ZEW-Dokumentation Nr. 98-09.
- Beise, M., H. Belitz, G. Reger u. a. (1997), *Internationalisierung industrieller FuE. Gutachten des ISI, DIW, ZEW im Auftrage des BMBF*, Mannheim, Karlsruhe, Berlin.
- Blazejczak, J., D. Edler, J. Hemmelskamp, M. Jänicke (1998), *Umweltpolitik und Innovation: Politikmuster und Innovationswirkungen im internationalen Vergleich*. In: *Zeitschrift für Umweltpolitik (ZfU)*, 1/99, S. 1-32.
- Bürgel, O., A. Fier, G. Licht und G. Murray (2000), *The Internationalisation of New Technology Based Firms in Germany and the United Kingdom*, Report to the Anglo-German Foundation, ZEW und London Business School, Mannheim und London.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (1998), *Bundesbericht Forschung 1998- Faktenbericht*, Bonn.
- BVK (Bundesverband Deutscher Beteiligungsgesellschaften) (1999), *Jahrbuch 1999*, Berlin.
- Carraro, C. (1999): *Environmental Technological Innovation and Diffusion: Model Analysis*. Paper Prepared for the Conference „Innovation-oriented Environmental Regulation“ in Potsdam. In: J. Hemmelskamp, K. Rennings, F. Leone: „Innovation-oriented Environmental Regulation“, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Casper, S. und Soskice, D. (1999), *Institutions and Innovation: The Promotion of Entrepreneurial Technology Firms in Germany*, Endbericht an das BMBF, WZB Berlin.
- Cleff, T. und K. Rennings (1999), *Empirische Evidenz zu Besonderheiten und Determinanten von Umweltinnovationen*. In: K. Rennings (Hrsg.): *Innovation durch Umweltpolitik*. ZEW Wirtschaftsanalysen, Band 36, Nomos-Verlag Baden-Baden, 47 – 99.
- Creditreform (1999), *Insolvenzen, Neugründungen, Löschungen 1999/2000*, Neuss.
- Ebling, G., C. Hipp, N. Janz, G. Licht und H. Niggemann (1999), *Innovationsaktivitäten im Dienstleistungssektor – Ergebnisse der Innovationserhebung 1997*, in: N. Janz und G. Licht (Hrsg.), *Innovationsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft. Analyse der Mannheimer Innovationspanels im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor*, Baden-Baden: Nomos, S. 99-222.
- Europäische Kommission (1997), *Second European Report on Science and Technology Indicators*, Luxemburg
- EVCA (1999), *EVCA Yearbook 1999*.
- Gehrke, B., H. Grupp u. a. (1995), *Wissensintensive Wirtschaft und ressourcenschonende Technik. Studie des NIW und des ISI für den BMBF*, Hannover, Karlsruhe.
- Gehrke, B., H. Grupp u. a. (1994), *Innovationspotenzial und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb*. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Heidelberg
- Grubel, H. G. und P. J. Lloyd (1975), *Intra-Industry Trade: The Theory and Measurement of International Trade in Differential Products*, London.
- Grupp, H. und Jungmittag, A. (1999), *Convergence in Global High Technology? Eine Dekompositions- und Spezialisierungsanalyse fortgeschrittener Volkswirtschaften*, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 218, 553-573.

- Grupp, H. u. a. (1997), Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb, ISI-Beitrag im Rahmen der gemeinsamen Berichterstattung 1996 zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Karlsruhe.
- Harhoff, D., G. Licht u. a. (1996), Innovationsaktivitäten kleiner und mittlerer Unternehmen: Ergebnisse des Mannheimer Innovationspanels. ZEW-Schriftenreihe, Bd. 8.
- Hemmelskamp, J. (1999), Umweltpolitik und technischer Fortschritt. Physica-Verlag: Heidelberg.
- Jänicke, M. (1999): Innovation und Umweltschutz. In: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung (ZAU), Jg. 12, H. 2, S. 162–165.
- Jungmittag, A. (1999), Die Messung der Veränderung der technologischen Spezialisierung entwickelter Volkswirtschaften: eine Fallstudie für die Bundesrepublik Deutschland, Mimeo, FhG-ISI.
- Kemp, R. (1997), Environmental Policy and Technical Change. Cheltenham: Brookfield.
- Klemmer, P., U. Lehr, K. Löbke (1999), Umweltinnovationen: Anreize und Hemmnisse. Band 2 der Reihe "Innovative Wirkungen umweltpolitischer Instrumente". Analytica Verlag: Berlin.
- Krull, W. (Hrsg.) (1999), Forschungsförderung in Deutschland. Bericht der internationalen Kommission zur Systemevaluation der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Max-Planck-Gesellschaft, Hannover.
- Legler, H., H. Grupp u. a. (1992), Innovationspotenzial und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb. Physika: Heidelberg.
- Lessat, V., J. Hemer, T. Eckerle, M. Kulicke, G. Licht, E. Nerlinger, F. Steil, M. Steiger (1999), Beteiligungskapital und technologieorientierte Unternehmensgründungen, Wiesbaden: Gabler-Verlag.
- Licht, G., C. Hipp, M. Kukuk, G. Münt und N. Janz (1997), Innovationen im Dienstleistungssektor. Ergebnisse der Erhebung 1995. ZEW-Schriftenreihe Bd. 24.
- Loske, R. (1997), Innovationen im Bereich Dienstleistungen – Eine zukunftsfähige Wirtschaft braucht eine bessere Infrastruktur. In: K. Rennings, O. Hohmeyer (1997): Nachhaltigkeit. ZEW-Wirtschaftsanalysen Band 8, Nomos-Verlag Baden-Baden, S. 261-296.
- Meyer-Krahmer, F., G. Reger, D. Archibugi, T. Durand, J. Molero, K. Pavitt, L. Soete und Ö. Sövell (1998), Internationalisation of Research and Technology. Trends, Issues and Implications for S&T Policies in Europe, ETAN Working Paper prepared by an Expert Working Group for the European Commission, Brussels/Luxembourg.
- NRC Board on Science, Technology and Economic Policy (1999), Securing America's Industrial Strength, National Academy Press: Washington, D.C.
- Oates, W.E., K. Palmer and P.R. Portney, (1994), Environmental Regulation and International Competitiveness: Thinking About the Porter Hypothesis. Discussion Paper 94-02, Resources for the Future, Washington.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1999b), Main Science and Technology Indicators - 1999,1, Paris
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1999), OECD in Figures, Paris.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1999), Science, Technology and Industry Scoreboard 1999. Benchmarking Knowledge-Based Economies, Paris.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1999a), Economic Growth in the OECD Area, Are the Disparities Growing?. DSTI / EAS / INO / SVP (99) 3.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1992), Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data, Paris.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1995), Wissenschafts- und Technologiepolitik. Bilanz und Ausblick 1994, Paris.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1995a), Employment in Industries and Occupations: Trends and Structural Shifts, Joint Expert Group on Technology, Productivity and Job Creation, Room Document 1, 19-20 October 1995.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (1998a), Human Capital Investment - An International Comparison, Paris.
- Organization for Economic Co-Operation and Development (versch. Jgge.), Education at a Glance, Paris.

- Patel, P. und M. Vega (1999), Patterns of Internationalisation of Corporate Technology: Location vs. Home Country Advantages, *Research Policy*, 28, 145-156.
- Pfeiffer, F. und K. Rennings (Hrsg.) (1999), Beschäftigungswirkungen des Übergangs zu integrierter Umwelttechnik. Physica-Verlag, Heidelberg.
- Pleschak, F., M. Fritsch und F. Stummer (1999), Anforderungen an die Industrieforschung in den neuen Ländern. Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, FhG-ISI und Forschungsstelle Innovationsökonomik der TU/Bergakademie Freiberg, Karlsruhe und Freiberg.
- Porter, M. (1991), America's Green Strategy. In: *Scientific American*, April, 264, p. 168.
- Porter, M.E. und C. van der Linde (1995), Green and Competitive: Ending the Stalemate. In: *Harvard Business Review*, September - October 1995, 120-134.
- Reinhard, M. und H. Schmalholz (1995), Der Beitrag des Technologietransfers zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft – Stand und Reformbedarf -, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, München.
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (1999), Wirtschaftspolitik unter Reformdruck, Jahresgutachten 1999/2000, Metzler-Poeschel: Stuttgart.
- Schmoch, U. (1999), Forschung auf dem Prüfstand, in: *Bild der Wissenschaft 1/99*
- Serapio, M.G. und D.H. Dalton (1999), Globalization of Industrial R&D: An Examination of Foreign Direct Investments in R&D in the United States, *Research Policy*, 28, 303-316.
- Spielkamp, A. et al. (1998), Industrielle Forschung und Entwicklung in Ostdeutschland, Schriftenreihe des ZEW, Band 29, Baden-Baden: Nomos.
- Ulph, A.M. (1996), Strategic Environmental Policy and International Competitiveness, in: H. Siebert (Ed.), *Elemente einer rationalen Umweltpolitik. Thesen für eine umweltpolitische Neuorientierung*, Tübingen, 337 – 376.
- Weiß, R. (1998), Wettbewerbsfaktor Weiterbildung. Ergebnisse der Weiterbildungserhebung der Wirtschaft 1995, IW, Köln.
- WestLB (1998), Branchenprognose Deutschland 1998/99, Düsseldorf.
- Winter, S. G. (1984), Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes, *Journal of Economic Behavior and Organisation*, Vol. 5, S. 287-320.
- Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (1997), *Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1995 bis 1997*, Essen.

Liste der Übersichten und Tabellen

ÜBERSICHT 1: NIW-ISI-LISTE FUE-INTENSIVER GÜTER NACH SITC III.....	I
TAB. 3-1: BESCHÄFTIGTENENTWICKLUNG BEI WISSENSINTENSIVEN DIENSTLEISTUNGSBEREICHEN IN DEUTSCHLAND.....	27
TAB. 3-2: WEITERBILDUNGSQUOTEN ^{A)} 1996	37
TAB. 3-3: ERWERBSLOSENQUOTE NACH QUALIFIKATION, 1993-1998, DEUTSCHLAND	38
TAB. 4-1: POSITION UND AKTUELLE ENTWICKLUNG FUE-INTENSIVER INDUSTRIEN IN DEN NEUEN BUNDESLÄNDERN.....	41
TAB. 4-2: QUALIFIKATIONSSTRUKTUREN IN DER VERARBEITENDEN INDUSTRIE 1995 UND 1998.....	43
TAB. 4-3: KENNZIFFERN ZU FUE, PATENTEN UND INNOVATIONEN IN DEN NEUEN BUNDESLÄNDERN UND IM FRÜHEREN BUNDES GEBIET.....	45
TAB. 5-1: FUE-POTENZIAL AUSLÄNDISCHER UNTERNEHMEN IN DEUTSCHLAND UND ANTEIL AM GESAMTEN FUE-POTENZIAL 1997	50
TAB. 5-2: FUE-AUFWENDUNGEN DEUTSCHER UNTERNEHMEN IM AUSLAND UND RELATION ZU DEN FUE-GESAMTAUFWENDUNGEN IN DEUTSCHLAND 1997	52
TAB. 8-1: SPEZIALISIERUNG ^{*)} AUSGEWÄHLTER LÄNDER IN FUE-INTENSIVEN TECHNIKFELDERN MIT HOHEN WACHSTUMSRATEN	79
TAB. 8-2: PATENTANTEILE BEI 25 AUSGEWÄHLTEN WICHTIGEN TECHNOLOGIEBEREICHEN AM EUROPÄISCHEN PATENTAMT - ANTEILE 1993 BIS 1995 ^{*)} -	80
TAB. 8-3: INTRAINDUSTRIELLER HANDEL AUSGEWÄHLTER OECD-LÄNDER MIT FUE-INTENSIVEN WAREN 1991 BIS 1997 - GRUBEL-LLOYD-INDEX ¹⁾ –	85
TAB. 9-1: KONZENTRATION DER INDUSTRIELLEN FUE IN AUSGEWÄHLTEN LÄNDERN EUROPAS	89
TAB. 10-1: PATENTSPEZIALISIERUNG AUSGEWÄHLTER OECD-LÄNDER IN DER UMWELTECHNIK, 1994-1997	103
TAB. B-1: TRIADEPATENTE IN AUSGEWÄHLTEN LÄNDERN 1997 ^{*)}	II
TAB. B-2: PATENTINTENSITÄTEN ^{*)} IN DER GESAMTEN TECHNIK 1989 BIS 1997	II
TAB. B-3: VERÄNDERUNG DER NETTOPRODUKTION IM AUFSCHWUNG (1993 BIS 1998) NACH INDUSTRIEZWEIGEN IN DEUTSCHLAND.....	III
TAB. B-4: VERÄNDERUNG DER BESCHÄFTIGUNG NACH INDUSTRIEZWEIGEN IN DEUTSCHLAND 1995 BIS 1998	IV
TAB. B-5: FUE IN DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT 1995 BIS 1998 - EINSCHL. GEMEINSCHAFTSFORSCHUNGSEINRICHTUNGEN -	V
TAB. B-6: ANTEIL DER NATURWISSENSCHAFTLER/INGENIEURE AN DEN BESCHÄFTIGTEN IN DEUTSCHLAND 1980 BIS 1998 (IN PROZENT).....	VI
TAB. B-7: HOCHQUALIFIZIERTENQUOTE ¹⁾ IN DEUTSCHLAND 1990 BIS 1998	VII
TAB. B-8: AUSGABEN FÜR FUE, BILDUNG UND WISSENSCHAFT IN DER DEUTSCHLAND 1995-1998.....	VIII
TAB. B-9: RENDITE DER BILDUNGSABSCHLÜßE	IX
TAB. B-10: SPEZIALISIERUNG DEUTSCHLANDS BEI FUE-INTENSIVEN WAREN INSGESAMT 1991 BIS 1997 (RCA-WERTE) UND AUßENHANDEL DEUTSCHLANDS BEI FUE-INTENSIVEN WAREN 1997	X
TAB. B-11: WELTHANDELSANTEILE DER WICHTIGSTEN OECD-LÄNDER BEI FUE-INTENSIVEN WAREN NACH WARENGRUPPEN 1995 BIS 1997 IN PROZENT	XII
TAB. B-12: AUßENHANDELSKENNZIFFERN DEUTSCHLANDS 1997 NACH PRODUKTGRUPPEN UND REGIONEN	XIII
TAB. B-13: QUALIFIKATORISCHE ERWERBSLOSENQUOTE IM INTERNATIONALEN VERGLEICH.....	XIV
TAB. B-14: PATENTSPEZIALISIERUNG DER GROßEN INDUSTRIELÄNDER (RPA ^{*)})	XIV

Liste der Abbildungen

ABB. 1-1: WACHSTUM DER OECD-LÄNDER IN DEN NEUNZIGER JAHREN	1
ABB. 3-1: PATENTAUFGKOMMEN AM EUROPÄISCHEN PATENTAMT PRO MILLIONEN ERWERBSPERSONEN.....	17
ABB. 3-2: TRIADEPATENTE DER GROßEN INDUSTRIELÄNDER 1980 BIS 1997 - 1989 = 100 -	18
ABB. 3-3: INNOVATIONS-AUFWENDUNGEN DER INDUSTRIE	18
ABB. 3-4: INNOVATORENANTEILE IN DER INDUSTRIE	19
ABB. 3-5: INNOVATIONSINTENSITÄTEN IM EUROPÄISCHEN VERGLEICH 1996.....	20
ABB. 3-6: UMSATZ MIT NEUEN PRODUKTEN UND PRODUKTLEBENSZYKLUS (PLZ) IM INVESTITIONSGÜTERGEWERBE 1992-1998.....	20
ABB. 3-7: WELTHANDELSANTEILE DER OECD-LÄNDER BEI FUE-INTENSIVEN WAREN 1997 IN PROZENT.....	22
ABB. 3-8: WELTHANDELSANTEILE DEUTSCHLANDS, DER USA UND JAPANS BEI FUE-INTENSIVEN WAREN 1989 BIS 1998/99*	23
ABB. 3-9: ENTWICKLUNG DER NETTOPRODUKTION IN FUE- INTENSIVEN INDUSTRIEZWEIGEN IN DEUTSCHLAND 1991 BIS 1999 - FACHLICHE UNTERNEHMENSTEILE, 1995 = 100 -	24
ABB. 3-10: ENTWICKLUNG DER BESCHÄFTIGUNG IN FUE-INTENSIVEN INDUSTRIEZWEIGEN 1978 BIS 1998 - FRÜHERES BUNDESGBIET, FACHLICHE BETRIEBSTEILE, 1995 = 100 -	25
ABB. 3-11: ENTWICKLUNG DER SOZIALVERSICHERUNGSPFLICHTIG BESCHÄFTIGTEN NACH DER WISSENSINTENSITÄT DER WIRTSCHAFTSBEREICHE IM FRÜHEREN BUNDESGBIET 1980 BIS 1998 - JAHRESDURCHSCHNITTLICHE VERÄNDERUNG DER BEREICHE -	26
ABB. 3-12: FUE-INTENSITÄT IN AUSGEWÄHLTEN OECD-LÄNDERN 1981 BIS 1998 - GESAMTE FUE- AUSGABEN IN PROZENT DES BRUTTOINLANDSPRODUKTES –	29
ABB. 3-13: ENTWICKLUNG DER BRUTTOANLAGEINVESTITIONEN IN FUE-INTENSIVEN INDUSTRIEZWEIGEN 1989 BIS 2000 - FRÜHERES BUNDESGBIET, BETRIEBE, 1989 = 100 -	32
ABB. 3-14: ENTWICKLUNG DES INDUSTRIELLEN PRODUKTIONSPOTENZIALS IM FRÜHEREN BUNDESGBIET 1980 - 1998	33
ABB. 3-15: STRUKTUR DER AUSGABEN FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG IN DEUTSCHLAND 1998.....	34
ABB. 3-16: INDIKATOREN FÜR DEN BESTAND AN HUMANKAPITAL UND PRO-KOPF-EINKOMMEN 1995.....	36
ABB. 3-17: BILDUNGSRENDITEN IN DEN ALTEN LÄNDERN 1984-97 (ANGABEN IN PROZENT)	37
ABB. 3-18: BILDUNGSRENDITEN IN EUROPA.....	38
ABB. 3-19: WIRTSCHAFTSWACHSTUM UND QUALIFIKATORISCHE ERWERBSTÄTIGENENTWICKLUNG.....	39
ABB. 5-1: ANTEIL DER TÖCHTER AUSLÄNDISCHER UNTERNEHMEN AN DEN FUE-AUFWENDUNGEN DES VERARBEITENDEN GEWERBES IM INTERNATIONALEN VERGLEICH - IN DEN JEWEILIGEN LÄNDERN IN PROZENT -	49
ABB. 5-2: FUE-INTENSITÄTEN*) IN DEUTSCHEN UND AUSLÄNDISCHEN UNTERNEHMEN 1997 IN DEUTSCHLAND	50
ABB. 6-1: INNOVATIONS-AUFWENDUNGEN VON KLEINEN UND MITTLEREN UNTERNEHMEN IM VERARBEITENDEN GEWERBE 1992-1998.....	55
ABB. 6-2: INNOVATIONS-AUFWENDUNGEN VON KMU 1994 BIS 1998 IM DIENSTLEISTUNGSSEKTOR	57
ABB. 6-3: ENTWICKLUNG DER GRÜNDUNGEN IN AUSGEWÄHLTEN WIRTSCHAFTSZWEIGEN IN DEN ALTEN LÄNDERN 1989-98.....	60
ABB. 6-4: ENTWICKLUNG DER GRÜNDUNGEN IN AUSGEWÄHLTEN WIRTSCHAFTSZWEIGEN IN DEN NEUEN LÄNDERN 1992-98	61
ABB. 6-5: WACHSTUM DES DEUTSCHEN BETEILIGUNGSKAPITALMARKTES IN DEN NEUNZIGER JAHREN	64
ABB. 6-6: FRÜHPHASENFINANZIERUNG IM VERHÄLTNIS ZUM BRUTTOINLANDSPRODUKT 1996 UND 1998	65
ABB. 6-7: BRANCHENSTRUKTUR DER INVESTITIONEN IM DEUTSCHEN BETEILIGUNGSKAPITALMARKT 1998 – VERTEILUNG DER ZAHL DER NEUINVESTITIONEN -	66

ABB. 7-1: ÖFFENTLICHE FUE ALS INFORMATIONSQUELLE FÜR INNOVATIONEN	68
ABB. 7-2: WISSENSCHAFTSERGEBNISSE UND PATENTE	69
ABB. 7-3: SCI-PUBLIKATIONEN UND PATENTE*) DEUTSCHER HERKUNFT NACH WISSENSCHAFTS- UND TECHNIKFELDERN	70
ABB. 7-4: PUBLIKATIONSINTENSITÄT*) VON HOCHSCHULEN UND ANDEREN ÖFFENTLICHEN FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN IN TECHNIKNAHEN WISSENSCHAFTSFELDERN.....	71
ABB. 7-5: SCI-PUBLIKATIONEN DEUTSCHER UNTERNEHMEN	72
ABB. 7-6: PATENTANMELDUNGEN VON HOCHSCHULEN UND SONSTIGEN ÖFFENTLICHEN FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN.....	73
ABB. 7-7: ANTEILE DER VIER GROßEN AUßERUNIVERSITÄREN FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN AN DER FORSCHUNGSFINANZIERUNG DURCH BUND UND LÄNDER 1999*	74
ABB. 7-8: VERBREITUNG VON KOOPERATIONEN IM RAHMEN VON INNOVATIONSPROJEKTEN 1996	75
ABB. 8-1: PATENTSPEZIALISIERUNG DER GROßEN INDUSTRIELÄNDER 1991 UND 1997	78
ABB. 8-2: TECHNOLOGIE- UND HANDELSPORTFOLIO DEUTSCHLANDS BEI FUE-INTENSIVEN WAREN.....	81
ABB. 9-1: FUE-PERSONAL-INTENSITÄT IM DEUTSCHEN VERARBEITENDEN GEWERBE NACH RAUMORDNUNGSREGIONEN (1997)	90
ABB. 9-2: BESCHÄFTIGTENANTEIL FUE-INTENSIVER INDUSTRIEN AN DER GESAMTBESCHÄFTIGUNG NACH RAUMORDNUNGSREGIONEN (1998)	94
ABB. 9-3: BESCHÄFTIGTENANTEIL WISSENSINTENSIVER UNTERNEHMENSNAHER DIENSTLEISTUNGSBRANCHEN AN DER GESAMTBESCHÄFTIGUNG NACH RAUMORDNUNGSREGIONEN (1998)	95
ABB. 10-1: EINFLUSSFAKTOREN VON UMWELTINNOVATIONEN	99
ABB. 10-2: EINFLUSSFAKTOREN VON UMWELTINNOVATIONEN IM DEUTSCHEN VERARBEITENDEN GEWERBE IM ZEITRAUM 1994 - 1996	99
ABB. 10-3: HEMMNISFAKTOREN FÜR UMWELTINNOVATIONEN IM DEUTSCHEN VERARBEITENDEN GEWERBE IM ZEITRAUM 1994 - 1996	100
ABB. 10-4: WELTHANDELSANTEILE DER GRÖßTEN ANBIETER VON UMWELTSCHUTZGÜTERN 1989 BIS 1997	101
ABB. 10-5: WELTHANDELSSPEZIALISIERUNG DEUTSCHLANDS BEI UMWELTSCHUTZGÜTERN (RCA- WERTE) 1989 BIS 1997	102
ABB. 10-6: TRENDENTWICKLUNG BEI PATENTANMELDUNGEN IN DER UMWELTTECHNIK.....	102
ABB. 10-7: PATENTSPEZIALISIERUNG AUF UMWELTTECHNIK	103
ABB. B-1: FUE-INTENSITÄT IN DER WIRTSCHAFT IN AUSGEWÄHLTEN OECD-LÄNDERN 1981 BIS 1998*) - BRUTTOINLANDSAUFWENDUNGEN FÜR FUE IN VH DER BRUTTOWERTSCHÖPFUNG DER WIRTSCHAFT -	V
ABB. B-2: VERGLEICH DER INNOVATIONSZIELE VON DEUTSCHEN UND EUROPÄISCHEN UNTERNEHMEN 1996	VI

Liste der Abkürzungen

ABL	Alte Bundesländer
a.n.g.	anderweitig nicht genannt
BEL	Belgien
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn
BVK	Bundesverband der Kapitalbeteiligungsgesellschaften e.V., Berlin
CAN	Kanada
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin
DM	Deutsche Mark
DPA	Deutsches Patentamt, München
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EU	Europäische Union
EPA	Europäisches Patentamt
EPAT	Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes
ESP	Spanien
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Union
EVCA	European Venture Capital Association
FhG	Fraunhofer-Gesellschaft, München
FhG-ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe
FIN	Finnland
FRAU	Frankreich
FuE	Forschung und Entwicklung
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
GBR	Großbritannien und Nordirland
GDP	Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
GER	Deutschland
HGF	Großforschungsgemeinschaft
HS	Harmonisiertes System der Außenhandelsstatistik
IAB	Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung
Ifo	ifo Institut für Wirtschaftsforschung e.V., München
ILO	International Labour Organization, Genf
ITA	Italien
IuK	Information und Kommunikation
IW	Institut der deutschen Wirtschaft, Köln
JPN	Japan
k.A.	keine Angabe
KFZ	Kraftfahrzeuge

KKP	Kaufkraftparitäten
Mio.	Million
MOE	mittel-/osteuropäische Reformländer
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
Mrd.	Milliarde
MSR	Meß-, Steuer-, Regeltechnik
NBL	Neue Bundesländer
NED	Niederlande
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris
PATDPA	Patentdatenbank des Deutschen Patentamtes
RCA	Revealed Comparative Advantage: Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Export/Import-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.
R&D	Research and Development
RPA	Relative Patentaktivitäten: Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei Patenten insgesamt.
RWA	Relativer Welthandelsanteil: Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil am Weltmarktangebot bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.
SCI	Science Citation Index
SITC	Standard International Trade Classification
SOEP	Sozio-Ökonomisches Panel
SUI	Schweiz
SV	Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Essen
SVG	Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
SWE	Schweden
Tsd.	Tausend
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, New York
USA	United States of America
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VH	vom Hundert
WGL	Einrichtungen der Blauen Liste, Leibnitz-Institute
WSV	Gemeinnützige Gesellschaft für Wirtschaftsstatistik des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, Essen
WZ	Klassifikation der Wirtschaftszweige
WZB	Wissenschaftszentrum Berlin
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim
\$	US-Dollar

Projektmitarbeiter

Die Untersuchung wurde im Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW, Mannheim durch *Dr. Georg Licht* und *Dipl.-Volkswirt Jürgen Egel*n koordiniert und in diesem Endbericht zusammengefasst. *Dr. Harald Legler* vom Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung NIW, der die Arbeiten zum Indikatorenbericht leitet, war an der Abfassung des Endberichts beteiligt. Im Laufe des Jahres fanden mehrere Projektgruppensitzungen statt, auf der Teilergebnisse diskutiert und bewertet wurden. Die hier zusammengefassten Arbeiten beruhen zum einen auf den Untersuchungen zum Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit und zum anderen auf den Ergebnissen weiterer Teilprojekte.

Die Untersuchungen zu den **Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit** führten durch:

im Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung NIW, Hannover
Dr. Harald Legler, Dr. Birgit Gehrke, Dipl.-Geogr. Jörg Schmidt

im Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung DIW, Berlin
Dr. Heike Belitz, Prof. Dr. Alfred Haid, Dr. Dieter Schumacher

im Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
Dr. Ulrich Schmoch, Angela Hullmann, Andre Jungmittag, Rebecca Ragnow

in der Wissenschaftsstatistik im Stifterverband SV-WiStat, Essen
Dr. Christoph Grenzmann

im Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW, Mannheim
*Dipl.-Ing. Marian Beise, Dipl.-Volkswirt Martin Falk, Dr. Georg Licht, Charlotte Lauer,
Dr. Viktor Steiner*

In die Abfassung des zusammenfassenden Endberichts flossen verschiedene **Arbeitspapiere zu spezifischen Themen** der technologischen Leistungsfähigkeit ein. Diese Arbeitspapiere beruhen auf Projekten, die ebenfalls im Auftrag des BMBF durchgeführt wurden oder in Kürze abzuschließen sind. Die Themenstellungen der Arbeitspapiere waren:

Regionale Innovationspotenziale

Dr. Knut Koschatzky (Projektkoordination), Dipl.-Geogr. Andrea Zenker, Dr. Emmanuel Muller; ISI
Dr. Birgit Gehrke, Dr. Harald Legler, Dipl.-Geogr. Jörg Schmidt; NIW
Alexander Eickelpasch, Ingo Pfeiffer; DIW
Dr. Dirk Dohse, Dr. Eckehard Bode, Institut für Weltwirtschaft, Kiel

Wissens- und Technologietransfer in Deutschland

Dr. Ulrich Schmoch (Projektkoordination), Dr. Jacob Edler, Rainer Bierhals,
Rebecca Ragnow; ISI
Dr. Michael Reinhard, Heinz Schmalholz ; ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München
Dr. Georg Licht, Dirk Czarnitzki, ZEW

Innovationen für nachhaltige Wirtschaft

Dr. Klaus Rennings; ZEW

Institutions and Innovation: The Promotion of Entrepreneurial Technology Firms in Germany

Steven Casper, David Soskice; WZB, Berlin

Im Rahmen des Indikatorenberichts wurden die folgenden Arbeitspapiere erarbeitet:

NIW	FuE-Aktivitäten der deutschen Industrie im internationalen Vergleich FuE-intensive Industrien in Deutschland Wissensintensive Dienstleistungen in Deutschland Produktion und internationaler Handel bei Umweltschutzgütern Qualifikationsstrukturen in der Wirtschaft Entwicklung in den neuen Bundesländern
DIW	Nicht-physische Investitionen im internationalen Vergleich FuE-Schwerpunkte der Industrieländer Technologieorientierter sektoraler Strukturwandel im internationalen Vergleich
DIW und NIW	Internationaler Handel mit FuE-intensiven Waren
ISI	Patentaktivitäten im internationalen Vergleich Strukturelle Entwicklungen im Patentaufkommen Leistungsfähigkeit öffentlicher FuE-Einrichtungen Wissenschaftsprofile und Technikprofile Technologische Position bei Umweltschutzgütern
SV-WiStat	FuE in Deutschland FuE-Internationalisierung in Deutschland
ZEW	Innovationsverhalten von Industrie- und Dienstleistungsunternehmen Innovationsaktivitäten im europäischen Vergleich Einsatz, Bildung und Ertrag von Humankapital in Deutschland Internationaler Vergleich der Qualifikationsstrukturen Unternehmensgründungen und Selbständigkeit
DIW und ZEW	Internationalisierung von FuE

Ansprechpartner

Zu den Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit:

Im NIW	Dr. Harald Legler Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung Schiffgraben 33 30175 Hannover Tel.:0511-341392; Fax:0511-3180400 e-mail: legler@niw.de
Im DIW	Dr. Heike Belitz Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Königin-Luise-Str. 5 14195 Berlin Tel.:030-89789(0)664; Fax:030-89789200 e-mail: hbelitz@diw-berlin.de
Im ISI	Dr. Ulrich Schmoch Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Breslauer Str. 48 76139 Karlsruhe Tel.:0721-6809(0)114; Fax:0721-6809176 e-mail: us@isi.fhg.de
Im SV-WiStat	Dr. Christoph Grenzmann SV Wissenschaftsstatistik Barkhovenallee 1 45239 Essen Tel.:0201-8401(0)426; Fax:0201-8401431 e-mail: grenzmann@stifterverband.de
Im ZEW	Dipl.-Ing. Marian Beise Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung L 7, 1 68161 Mannheim 0621-1235(01)172; Fax:0621-1235170 e-mail: beise@zew.de

Zu spezifischen Themenbereichen:

Zu regionalen Innovationspotenzialen	Dr. Knut Koschatzky Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Breslauer Str. 48 76139 Karlsruhe Tel.:0721-6809(0)184 Fax:0721-6809176; e-mail: ko@isi.fhg.de
Zum Wissens- und Technologietransfer	Dr. Ulrich Schmoch Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Breslauer Str. 48 76139 Karlsruhe Tel.:0721-6809(0)114; Fax:0721-6809176 e-mail: us@isi.fhg.de
Zu Umweltinnovationen	Dr. Klaus Rennings Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung L 7, 1 68161 Mannheim 0621-1235(01)172; Fax:0621-1235170 e-mail: rennings@zew.de