

Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

Zusammenfassender Endbericht 1999

Kurzfassung

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

Mannheim
Januar 2000

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 viertletzter Stelle – deutlich hinter den Vereinigten Staaten, aber auch hinter Ländern wie Frankreich, Dänemark oder Belgien.

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 deut-

sche 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.

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.

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

Weitere Informationen:

Dr. Georg Licht
 Jürgen Egel
 Zentrum für Europäische
 Wirtschaftsforschung (ZEW)
 L7,1
 68161 Mannheim
 Tel.: 0621 / 1235-194
 Fax: 0621 / 1235-170
 Email: licht@zew.de
egeln@zew.de

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 Einrückungen 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.

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

Der zusammenfassende Endbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands wurde von Dr. Georg Licht (ZEW), Jürgen Egel (ZEW) und Dr. Harald Legler (NIW) erstellt. Die Untersuchung wurde durch das ZEW koordiniert. Dr. Harald Legler (NIW) leitete die Arbeiten zu den Indikatoren der technologischen Leistungsfähigkeit. Beteiligt daran waren: das Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW, Berlin), das Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI, Karlsruhe), das Niedersächsische Institut für Wirtschaftsforschung (NIW, Hannover), die Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft GmbH (Essen) und das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW, Mannheim). In die Bericht flossen darüber hinaus weitere Arbeiten zu regionalen Innovationspotenzialen (ISI, NIW, DIW, IfW), zum Wissens- und Technologietransfer (ISI, Ifo, ZEW) und zum institutionellen Rahmen des deutschen Innovationssystems (WZB) ein.

mischen 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 innovationsorientierte 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 (Aktioptionen) 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.

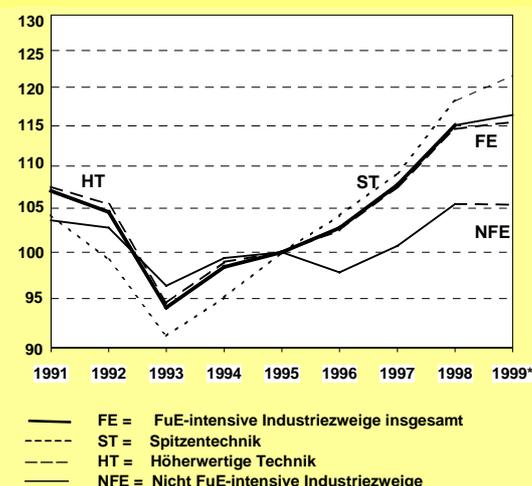
Verschiebung der wirtschaftlichen Gewichte zugunsten der FuE-intensiven Wirtschaftszweige

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

Entwicklung der Nettoproduktion in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1991 bis 1999

- fachliche Unternehmensteile, 1995 = 100 -



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 ge-

Der Bereich der Spitzentechnik umfasst in dieser Studie Güter mit einem durchschnittlichen FuE-Anteil von über 8,5 Prozent am Umsatz. Der Bereich der Höherwertigen Technik umfasst Güter mit einem durchschnittlichen FuE-Anteil am Umsatz zwischen 3,5 und 8,5 Prozent. Beide Bereiche zusammengenommen bilden den FuE-intensiven Bereich der Industrie.

ringer als in den ABL.

Beschäftigungsentwicklung im FuE- und wissensintensiven Branchen schwach ausgeprägt

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 Tiefstand.

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 Dienstleistungsbe-
reich.

Welthandelsposition bei FuE-intensiven Gütern weiter verbessert

Der Zuwachs der Industrie wird durch die Aus-
landskonjunktur geprägt. Auf FuE-intensive In-
dustriewaren entfallen wachsende Anteile des
deutschen Exports. Im Zeitraum 1994-1997
stiegen die Exporte FuE-intensiver Waren
jahresdurchschnittlich um 10 Prozent, die Ex-
porte 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 Ex-
porte 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 gesamtdeut-
schen Durchschnittswert. Zudem stammen aus
den neuen Ländern nur 3,5 Prozent des Aus-
landsumsatzes 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 lie-
genden 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 ü-
berdurchschnittlich 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 Ver-
gleich mit den USA und Japan deutlich. Denn
Deutschlands Defizite in der Spitzentechnik rüh-
ren wesentlich aus dem Warenaustausch mit
den USA und Japan her. Auf europäischer Ebe-
ne ist Deutschland hingegen vielfach selbst in
der Spitzentechnik Technologieführer.

Die **Positionsverbesserung in der Spitzen-
technik** ist vor allem dem durch die Deregulie-
rung ausgelösten Aufschwung der *Tele-
kommunikationsbranche* zu verdanken. **Eine
fortschreitende Erosion** der Vorteile im Au-
ßenhandel ist dagegen bei *pharmazeutischen
Wirkstoffen* zu verzeichnen. Bei der **Höherwert-
igen Technik** verbucht insbesondere der *Au-
tomobilbau* zunehmende Außenhandelsüber-
schüsse.

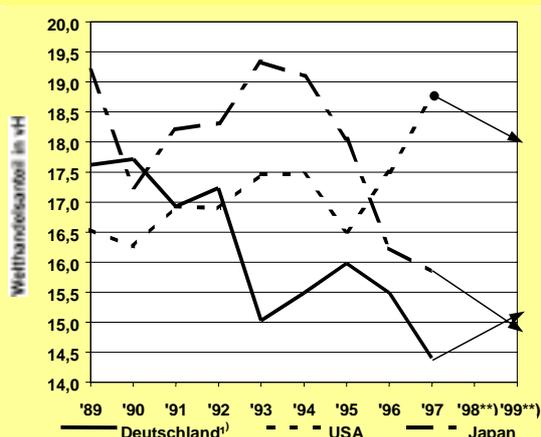
Geringe Dynamik beim Ausbau der Produktionskapazitäten

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

Die **Investitionen in Ausrüstungen und Sach-
anlagen** haben 1998 im FuE-intensiven Bereich
erstmals wieder ein ähnliches Niveau erreicht
wie vor der Rezession. Nahezu der gesamte
Zuwachs an Investitionen in der Industrie
entfällt auf den FuE-intensiven Bereich. In der
mittelfristigen Betrachtung (1994-2000: 90 Pro-
zent) wird dies besonders deutlich.

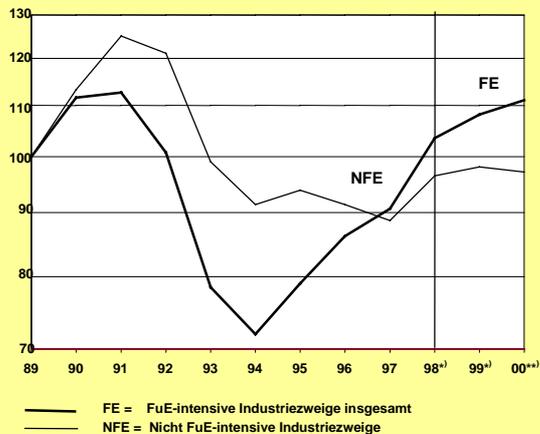
Für das laufende Jahr wird ein weiterer, wenn
auch geringerer, Anstieg erwartet. In den nicht
FuE-intensiven Sektoren liegen die Investitionen
noch deutlich unter ihrem Niveau zu Beginn der

**Welthandelsanteile Deutschlands, der USA
und Japans bei FuE-intensiven Waren
1989 bis 1998/99***



Entwicklung der Bruttoanlageinvestitionen in FuE-intensiven Industriezweigen 1989 bis 2000

- früheres Bundesgebiet, Betriebe, 1989 = 100 -



neunziger Jahre. 1999 und auch 2000 wird voraussichtlich kein Investitionswachstum in diesem Bereich zu verzeichnen sein.

Fortgesetzt hat sich auch die vergleichsweise hohe Investitionstätigkeit in den **neuen Ländern**. Die Investition pro Beschäftigten liegen in der Industrie noch immer oberhalb des Niveau der alten Länder.

Anstieg der Verbreitung der Innovationstätigkeit

Ein steigender Anteil von Unternehmen führt in der Industrie und in den wissensintensiven Dienstleistungssektoren Innovationen durch. Der **steigende Anteil innovativer Unternehmen** beruht zum einen darauf, dass zusätzliche Unternehmen Innovationen in Angriff genommen 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 **Innovationsaufwendungen** 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 Dienstleistungssektor noch knapp oberhalb der Innovationsintensität in den alten Ländern.

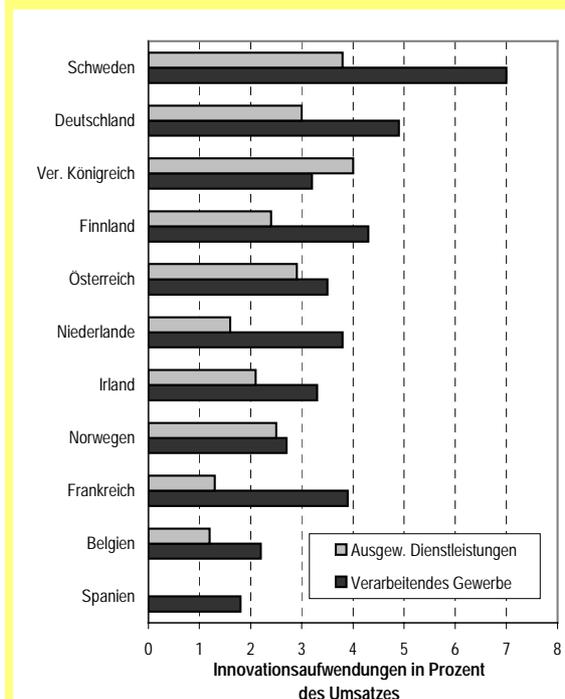
Der Umsatz der Unternehmen mit **Produktinnovationen** (d.h. mit Produkten, die für das Unternehmen neu sind) ist seit 1994 deutlich gestiegen. Innovationen zielen nun wieder vermehrt auf neue und verbesserte Produkte. Dies ist bei einem zunehmenden internationalen Innovationswettbewerb auch unerlässlich.

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 im internationalen Vergleich an Boden

Die **FuE-Aufwendungen** der Wirtschaft haben

Innovationsintensitäten in Europa 1996



Anmerkung: Unternehmen mit mind. 20 Beschäftigte

in den letzten Jahren auf einen Wachstumskurs 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 Jahre 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 FuE-intensiven Industrien ab und – besonders in Ostdeutschland – auch von dem mit wissensintensiven Dienstleistungsunternehmen.

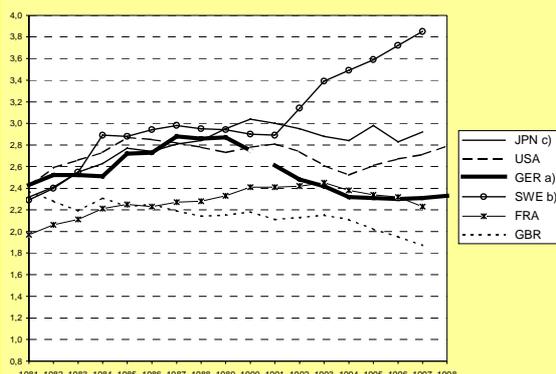
Die Verteilung der öffentlichen FuE-Kapazitäten folgt anderen Mustern als die der privaten und bewirkt dadurch zum Teil eine Angleichung der Verteilung der gesamten FuE-Kapazitäten. Die eher multizentrische FuE-Verteilung in Deutschland kann als Vorteil im Zusammenhang mit Standortqualitäten und Technologiediffusion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

FuE-Intensität großer Industrieländer 1981 bis 1998

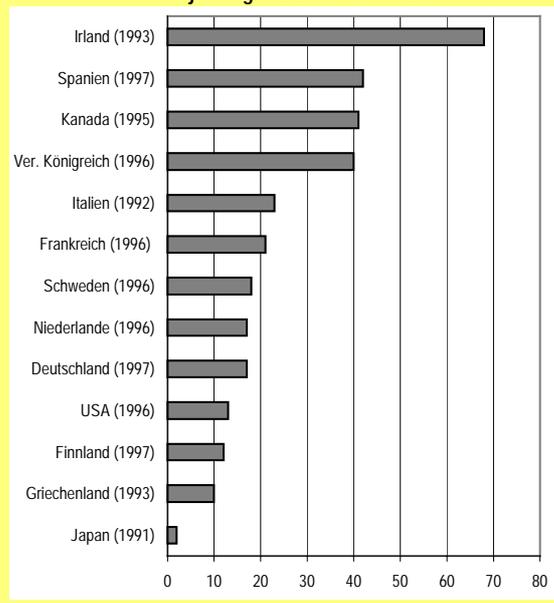
Gesamte FuE-Ausgaben in Prozent des Bruttoinlandsproduktes



hang 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.

Anteil der Töchter ausländischer Unternehmen an den FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes

- in den jeweiligen Ländern in Prozent -



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 ausländischer 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.

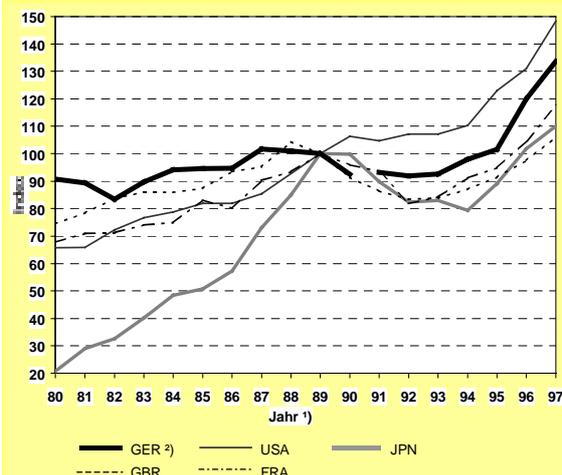
Seit 1993 kann Deutschland das von den USA angeschlagene **Wachstumstempo** bei weltmarktrelevanten Patenten mithalten. Allerdings konnte der Einbruch in der Patentaktivität zu Beginn der neunziger Jahre, der sich mit besonderer Schärfe im Vergleich zu den USA zeigt, nicht wett gemacht werden.

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 –

Triadepatente der großen Industrieländer 1980 bis 1997

- 1989 = 100 -



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.

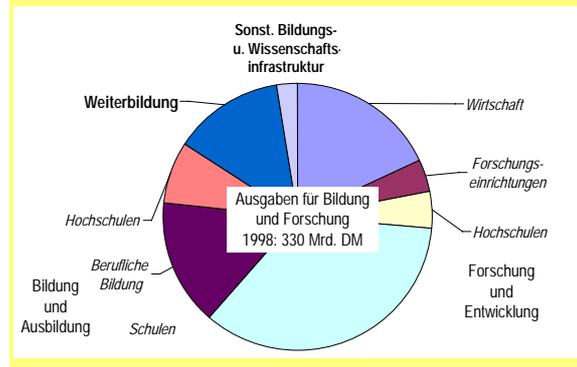
Ein starkes Wachstum der weltweiten Patentanmeldungen insgesamt zeigt sich jedoch nicht nur im Bereich der Spitzentechnik, auch in einigen Feldern der Höherwertigen Technik nimmt die Patentaktivität stark zu. Daher ist Deutschland auch auf schnell **wachsenden Technologiefeldern** gut vertreten. So beispielsweise 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.

Struktur der Ausgaben für Bildung und Forschung in Deutschland 1998



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 wissenschaft-

schaftlicher 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.

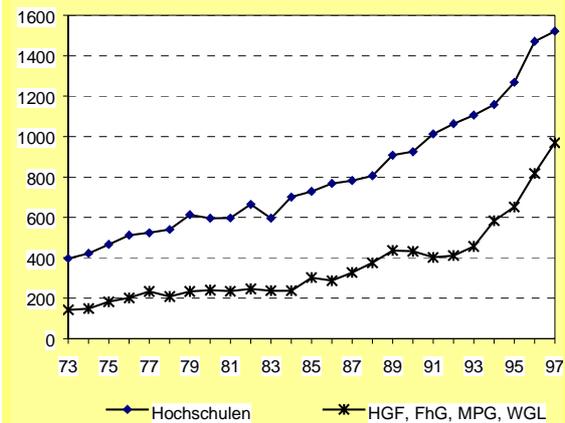
Zu den wichtigsten **Innovationshemmnissen** gehören in KMU der Mangel an ausreichenden Finanzmitteln für Innovationen und – mit zunehmender Bedeutung – auch der Mangel an Fachpersonal. Auch lange Verwaltungsverfahren und einige rechtliche Rahmenbedingungen tragen - trotz einer Reihe von Verbesserungen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

Patentanmeldungen von Hochschulen und sonstigen öffentlichen Forschungseinrichtungen



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.

Die 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 plaziert**. 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 – sowohl für die Umwelt, als auch für die technologische Leistungsfähigkeit.