

## **Unterrichtung**

**durch die Bundesregierung**

### **Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1998**

**und**

### **Stellungnahme der Bundesregierung**

#### Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Stellungnahme der Bundesregierung zum Bericht</b> .....	6
<b>Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1998</b> .....	9
<b>Zur Studie</b> .....	10
<b>Teil I</b>	
<b>Das Wichtigste im Überblick</b> .....	12
<b>Teil II</b>	
<b>Herausforderungen und Handlungsprinzipien für eine effektive Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik</b> .....	20
<b>Teil III</b>	
<b>Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1998</b>	
1 Konzeptionelle Grundlagen.....	28
1.1 Indikatoren und Innovationssystem.....	28
1.2 Nationale Innovationssysteme und institutioneller Rahmen – ein Einstieg .....	30
1.2.1 Zum Verständnis nationaler Innovationssysteme.....	30
1.2.2 Eigenheiten des deutschen Innovationssystems .....	31
1.2.3 Offene Fragen.....	35
2 Industrielle Spezialisierung in Deutschland.....	35
2.1 Deutschlands Industriestruktur im internationalen Vergleich.....	36
2.2 Kennzeichen der industriellen Spezialisierung Deutschlands im Detail...	36

	Seite
2.3 Querschnittstechnologien .....	41
2.3.1 Biotechnologie und Software .....	42
2.3.2 Mikrosystemtechnik .....	43
2.3.3 Umwelttechnik .....	44
3 Dienstleistungsinnovationen und Wettbewerbsfähigkeit .....	46
3.1 Interaktion von Industrie und Dienstleistungen .....	46
3.2 Dienstleistungsinnovationen und Wettbewerbsfähigkeit .....	46
3.3 Fazit .....	50
4 Indikatoren zur Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands .....	51
4.1 Kurzfristige Perspektive: Industrielle Innovationen und internationale Technologiemärkte im konjunkturellen Aufschwung .....	51
4.1.1 Erfindungen .....	51
4.1.2 Innovationsaktivitäten .....	53
4.1.3 Ausfuhr von forschungsintensiven Industrien .....	55
4.1.4 Produktion und Beschäftigung im forschungsintensiven Sektor ...	56
4.1.5 Beschäftigung in wissensintensiven Dienstleistungsbereichen .....	57
4.2 Mittelfristige Perspektive: Investitionen in die nahe Zukunft .....	59
4.2.1 Forschung und Entwicklung .....	59
4.2.2 Sachinvestitionen im forschungsintensiven Sektor .....	65
4.2.3 Gründungen und Schließungen von Unternehmen .....	66
4.3 Die langfristige Basis: Bildung, Wissenschaft und Forschung .....	69
4.3.1 Entwicklung des Qualifikationsbedarfs .....	69
4.3.2 Bildungsanstrengungen .....	70
4.3.3 Wissenschaft und Forschung .....	77
4.4 Zusammenfassung .....	81
5 Sonderbetrachtungen .....	82
5.1 Mittel-/osteuropäische Reformländer im technologischen Wettbewerb ...	82
5.2 Zum Aufholprozeß in den neuen Bundesländern .....	87
5.3 Ausgewählte Technologiebereiche: Gefährdung der Wettbewerbsposi- tion? .....	91
<b>A. Anhang</b> .....	95
<b>D. Literaturangaben</b> .....	108
<b>E. Verzeichnis der Abkürzungen</b> .....	111

## Abbildungen

	Seite
1-1 Innovationsprozeß und Indikatoren der technologischen Leistungsfähigkeit .....	29
2-1 Sektorale FuE-Aufwendungen im Ländervergleich 1994.....	37
2-2 Technologie- und Handelsportfolio Deutschlands bei FuE-intensiven Waren.....	39
2-3 Vergleich von europäischen Patenten und SCI-Publikationen deutscher Herkunft zur Mikrosystemtechnik .....	44
2-4 Welthandelsanteile der größten Anbieter von Umweltschutzgütern 1989 bis 1996.....	45
3-1 Relative Bedeutung der Hemmnisse auf die Entwicklungszeit von Innovationsprojekten in Dienstleistungsbranchen.....	48
3-2 Bedeutung der Ziele für innovative Dienstleister nach Technologieeinsatz .....	49
3-3 Bedeutung der Informationsquellen für innovative Dienstleister nach Technologieeinsatz .....	49
3-4 Anteil der Unternehmen mit Kooperationen bei Innovationsprojekten 1996 .....	49
4-1 Triadepatente der großen Industrieländer .....	52
4-2 Innovationsausgaben der Industrie.....	53
4-3 Innovatorenanteile in der Industrie .....	54
4-4 Welthandelsanteile Deutschlands, der USA und Japans bei FuE-intensiven Waren 1989 bis 1997/98.....	55
4-5 Entwicklung der Nettoproduktion in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1991 bis 1998.....	56
4-6 Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Wissensintensität der Wirtschaftsbereiche im früheren Bundesgebiet 1980 bis 1997.....	58
4-7 FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 1997 .....	60
4-8 FuE-Intensität im Unternehmenssektor in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 1998.....	61
4-9 FuE-Aufwendungen in vH der Bruttowertschöpfung und FuE-Personal in vH der Beschäftigten in der Verarbeitenden Industrie im früheren Bundesgebiet und in Deutschland.....	63
4-10 Anteil konkret von Hemmnissen betroffener Unternehmen (1994–1996)..	64
4-11 Entwicklung der Bruttoanlageinvestitionen in FuE-intensiven Industriezweigen 1989 bis 1999.....	65
4-12 Entwicklung des industriellen Produktionspotentials im früheren Bundesgebiet .....	66
4-13 Betriebsgründungs- und Schließungsquoten in ausgewählten Wirtschaftsgruppen in den alten Bundesländern (einschließlich West-Berlin)..	68
4-14 Wirtschaftswachstum und Beschäftigung nach Qualifikation .....	74

	Seite	
4-15	Entwicklung der Hochschulabsolventen in Deutschland .....	77
4-16	Internationale Ausrichtung der Publikationen der zehn „großen“ Länder .....	78
4-17	Patentanmeldungen von Hochschulen und anderen öffentlichen FuE-Einrichtungen 1973 bis 1996 .....	79
5-1	FuE-Intensität in ausgewählten Aufhol-Ländern und in Deutschland 1991 bis 1996.....	83
5-2	Patentanmeldungen mittel-/osteuropäischer Aufhol-Länder am EPA 1985 bis 1996.....	85
5-3	Konformität der Exportstrukturen ausgewählter OECD-Länder und der Importnachfrage mittel-/osteuropäischer Aufhol-Länder bei FuE-intensiven Waren 1996 .....	85
5-4	Preisstruktur der Importe Deutschlands für Produkte der Spitzentechnik 1996 .....	88
5-5	Preisstruktur der Importe Deutschlands für Produkte der Höherwertigen Technik 1996 .....	88

## Tabellen

1-1	Institutionelle Rahmenbedingungen im Vergleich.....	32
1-2	Inländische Produktion, Inlandsnachfrage und Beschäftigung bei FuE-intensiven Branchen in ausgewählten OECD-Ländern 1993 bis 1994/95 ..	34
2-1	Patentspezialisierung der großen Industrieländer (RPA) .....	38
2-2	Welthandelsanteile der OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1995 und 1996 in vH.....	40
2-3	Marktsegmente in der Biotechnologie- und Softwareindustrie.....	43
4-1	Triadepatente ausgewählter Länder 1996 .....	52
4-2	Patentintensitäten (Anmeldungen am EPA pro einer Million Erwerbspersonen) in der gesamten Technik.....	53
4-3	Staatliches FuE-Engagement in den G5-Ländern 1991 bis 1998.....	62
4-4	Entwicklung der Selbständigen, insgesamt und ohne Beschäftigte .....	67
4-5	FuE- und Bildungsausgaben in der Bundesrepublik Deutschland 1992 bis 1997 .....	71
4-6	Indikatoren zur Bildung und Ausbildung für ausgewählte OECD-Länder 1995 .....	72
4-7	Hochqualifiziertenquote ausgewählter Industrieländer, 1991 bis 1998 (in vH der Erwerbstätigen).....	73
4-8	Qualifikatorische Arbeitslosenquote im internationalen Vergleich .....	75
5-1	Indikatoren zu FuE in ausgewählten mittel-/osteuropäischen Aufhol-Ländern.....	84
5-2	Außenhandelsverflechtungen mittel-/osteuropäischer Aufhol-Länder sowie der Nicht-OECD-Länder insgesamt mit einzelnen Industrieländern/-ländergruppen bei FuE-intensiven Waren 1996 .....	86

	Seite
5-3 Position und aktuelle Entwicklung FuE-intensiver Industrien in den neuen Bundesländern .....	89
5-4 Kennziffern zu FuE und Innovationen in West- und Ostdeutschland im Vergleich.....	90
5-5 Technologie- und Außenhandelspezialisierung in ausgewählten Technologiebereichen .....	92
A-1 FuE- und Bildungsausgaben in der Bundesrepublik Deutschland 1992 bis 1997 .....	95
A-2 Anteile der FuE-intensiven Branchen an der Bruttowertschöpfung und an der Beschäftigung in ausgewählten OECD-Ländern 1973 bis 1995.....	96
A-3 Spezialisierung Deutschlands bei FuE-intensiven Waren insgesamt 1991 bis 1996 (RCA-Werte) und Außenhandel Deutschlands bei FuE-intensiven Waren 1996 .....	97
A-4 Exportquote, Veränderungen des Auslands- und des Inlandsumsatzes in FuE-intensiven Industrien in Deutschland 1995 bis 1997 und 1. Halbjahr 1998 .....	99
A-5 Veränderung der Nettoproduktion im Aufschwung (1993 bis 1997) nach Industriezweigen in Deutschland .....	100
A-6 Veränderung der Beschäftigung nach Industriezweigen in Deutschland 1995 bis 1997.....	101
A-7 Dienstleistungsintensität der Industrie in Deutschland 1990 bis 1997.....	102
A-8 Ausbildungskapitalintensität der Dienstleistungen in Deutschland 1990 bis 1997.....	102
A-9 Ausgebildetenquote in Deutschland 1990 bis 1997 .....	103
A-10 Hochqualifiziertenquote in Deutschland 1990 bis 1997 .....	104

## Übersichten

A-1 NIW-ISI-Liste FuE-intensiver Güter nach SITC III .....	105
A-2 Liste forschungsintensiver Industriezweige .....	106
A-3 NIW-Liste wissensintensiver Wirtschaftszweige.....	107

## Stellungnahme der Bundesregierung zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1998

Aufgrund der zentralen Bedeutung von Wissen, Bildung, Forschung und neuen Technologien für das gesamtwirtschaftliche Wachstum, Einkommen und insbesondere die Beschäftigung besteht ein hohes Interesse an belastbaren Einschätzungen zur Innovationskraft in Deutschland. Die Bundesregierung hat deshalb führende wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Forschungsinstitute beauftragt, Daten und Analysen zur Messung und Beschreibung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands zu entwickeln und die Stärken und Schwächen des deutschen Innovationssystem auch im internationalen Vergleich zu beschreiben.

Die erweiterte Berichterstattung des laufenden Jahres beleuchtet verstärkt den Strukturwandel zur Wissensgesellschaft und rückt den Zusammenhang zwischen Innovation und Qualifikation in den Vordergrund der Untersuchung. Die Institute bewerten insbesondere die Aufwendungen und Effizienz in Bildung und Forschung, beschreiben Stärke-Schwäche-Profile in Wissenschaft und Wirtschaft und analysieren die Wechselbeziehung von Qualifikation, Forschung und Arbeitsmarkt. Sie entwerfen detaillierte Handlungsempfehlungen einer zeitgemäßen Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik.

Die Bundesregierung sieht sich durch die Erkenntnisse der Untersuchung in den Ansatzpunkten ihrer Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik bestätigt. Sie teilt die grundsätzlich positive Einschätzung der Innovationsfähigkeit Deutschlands, sieht aber auch den hohen Reformbedarf, um den Wandel zur Wissensgesellschaft erfolgreich zu gestalten.

Als wichtigste Ergebnisse der Studie sind aus Sicht der Bundesregierung festzuhalten:

### **1. Die industrielle Produktion, wie auch die Produktionspotentiale, orientieren sich immer stärker in Richtung Forschung, Entwicklung und Wissensintensivierung.**

Spitzentechnologien wie die Nachrichtentechnik und Sparten der pharmazeutischen Industrie haben in Deutschland weiter zugelegt. Sie liegen im wirtschaftlichen Aufschwung der vergangenen Jahre mit einem Anteil von mittlerweile etwa 7,5 % an der industriellen Wertschöpfung ganz vorn bei der Wachstumshierarchie. Im Außenhandel konnten Spitzentechnologien zwischen 1995 und 1997 ihren Umsatz im Ausland sogar um 17,5 % steigern; die höherwertigen Technologien wuchsen um 9,5 %. Im Vergleich dazu legte die übrige Industrie nur um 5 % zu.

Die weltmarktrelevanten Patente Deutschlands entwickeln sich weiter positiv; die führende Position Deutschlands in Europa ist unangefochten.

Der forschungsintensive Sektor der Industrie hat im Aufschwung – angetrieben von der Auslandsnachfrage – wieder seine aus den 80er Jahren bekannte Rolle als Motor der industriellen Dynamik angedeutet. Er hat die Schubkraft, mit der er aus der Rezession kam, gehalten. Rund 85 % der zwischen 1994 und 1999 zusätzlich ausgegebenen oder geplanten industriellen Investitionsmittel fließen in forschungs- und entwicklungsintensive Branchen.

Dennoch verlief der Aufschwung der vergangenen Jahre schleppend. Im Durchschnitt ist die Ausweitung der Produktionskapazitäten auch in der forschungsintensiven Industrie noch zu schwach. Die Investitionsausgaben bei forschungsintensiven Industrien liegen voraussichtlich erst seit 1998 über dem Niveau von 1989 bis 1991. Die Produktionskapazitäten des Jahres 1997 hatten noch nicht jene des Jahres 1991 erreicht. Positiv entwickelten sich Sektoren, wie der Automobilbau, die frühzeitig überdurchschnittlich in Forschung und Entwicklung investiert hatten.

Die FuE-Aufwendungen der Industrie haben in den Ausgabenbudgets der Unternehmen wieder an Bedeutung gewonnen. Zwischen 1995 und 1997 erfuhren Forschung und Entwicklung eine Steigerung von gut 10 %. Auch das FuE-Personal weist erstmals seit 1989 wieder eine Zunahme auf (3 % gegenüber 1995). Die Wissensintensivierung der Wirtschaft insgesamt spiegelt sich auch in der Qualifikationsstruktur der Erwerbstätigen wider. Der Anteil der Akademiker an allen Erwerbstätigen ist von 11,7 % (1991) auf 15,6 % (1997) gestiegen (+33 %).

### **2. Der Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung am Bruttoinlandsprodukt ist leicht angestiegen.**

Die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität in Deutschland befindet sich mit einem Anteil von 2,4 % im internationalen Vergleich erst im Mittelfeld. Zwar haben auch andere Staaten ihre FuE-Anstrengungen in den 90er Jahren konstant gehalten bzw. sogar zurückgenommen, allerdings war der Rückgang nirgends so drastisch wie in Deutschland. Dies ist um so bedenklicher, als in den meisten Konkurrenzländern bereits seit einigen Jahren wieder kräftig in FuE investiert wird.

Die gesamtwirtschaftlichen Ausgaben für Bildung, Ausbildung und Weiterbildung liegen in Deutschland bei 6,3 % des Inlandsprodukts; sie sind leicht rückläufig. In den kommenden Jahren steigt die Zahl der Jugendlichen in Schulen und in der beruflichen Ausbildung. Ab dem Jahr 2004 sinkt die Zahl der Kinder und Jugendlichen drastisch. Defizite in den aktuellen Bildungsanstrengungen würden individuelle Chancen, aber auch das Profil

Deutschlands als Innovationsstandort langfristig verschlechtern.

Die Bildungs- und FuE-Ausgaben Deutschlands zusammengenommen machten im Jahr 1997 etwa 8,6 % des Inlandsprodukts aus und lagen so niedrig wie schon lange nicht mehr (1993: 9,0 %).

Das Niveau der Zukunftsinvestitionen muß erhöht werden, um im internationalen Wettbewerb um hochwertige Güter und Dienstleistungen zu bestehen.

### **3. Die Perspektiven der Wissensgesellschaft für neue hochwertige Arbeitsplätze liegt bei den Dienstleistungen. In Technologiebranchen entstehen im Saldo keine neuen Arbeitsplätze.**

Der Dienstleistungssektor hat sich immer schneller zum Dreh- und Angelpunkt der Innovationskraft der Wirtschaft entwickelt. Er treibt vor allem die Nachfrage nach hochqualifizierten Arbeitskräften voran. Die eigentliche Bedeutung der forschungsintensiven Sektoren der Industrie für die Beschäftigung ist damit eher indirekt: In ihnen werden wissenschaftlich-technische Voraussetzungen für die Entwicklung neuer Beschäftigungsfelder im Dienstleistungssektor geschaffen. Interessante Zukunftsmärkte bei Medizin und Gesundheit, Verkehr, Kommunikation, Umwelt entwickeln sich in Clustern um Industrie und Dienstleistungen. In einzelnen Dienstleistungsbranchen, wie unternehmensnahe Dienstleistungen, Medien, Gesundheit, waren in den vergangenen Jahren positive Beschäftigungsentwicklungen zu verzeichnen. Gleichwohl ist Deutschland international gesehen jedoch noch immer relativ schwach mit innovativen und wissensintensiven Dienstleistungen ausgestattet.

### **4. Der Bedarf an gut ausgebildeten Arbeitskräften steigt.**

Der sich abzeichnende Nachwuchsmangel in naturwissenschaftlichen und Ingenieurberufen könnte sich künftig als Hemmschuh für die wirtschaftliche und technologische Entwicklung herausstellen. Im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik gibt es bereits gravierende Engpässe. Die Chancen weniger Qualifizierter werden am Arbeitsmarkt immer schlechter. Selbst bei Lehrberufen nimmt die Beschäftigung seit fünf Jahren trotz wirtschaftlichen Wachstums nicht mehr zu. Von Jahr zu Jahr ist ein höheres Wachstum der Wirtschaft erforderlich, um zusätzliche Personen in Beschäftigung zu bringen. Bei Meistern/Technikern und Hochschulabsolventen lag die Arbeitslosenquote bei 5 %. Bei Lehrberufsabsolventen betrug sie über 8 %, sie ist damit jedoch nicht einmal halb so hoch wie bei Unqualifizierten (18 %).

### **5. Deutschlands Spezialisierung auf inkrementale, schrittweise Innovationen entspricht seinen institutionellen Rahmenbedingungen.**

Die institutionellen Bedingungen für Innovationen in Deutschland sind geprägt durch hohe Investitionen in

berufs- und branchenspezifisches Wissen, gut funktionierende Ausbildungssysteme, eine enge Bindung der Beschäftigten an ihre Unternehmen, kooperative Gewerkschaften, einflußreiche Arbeitgeberverbände, die enge Zusammenarbeit von Unternehmen sowie die Verfügbarkeit von langfristigem Kapital. Unternehmen in Deutschland haben unter diesen Rahmenbedingungen Stärken bei Innovationen in hochwertige Systemprodukte. Sie eignen sich neue Technologien rasch an. Erfolge werden vor allem mit technologieintensiven Verbesserungen entlang vorgezeichneter Entwicklungslinien erzielt. Die deutsche „fast follower-Strategie“ kann beispielhaft für die Spitzentechnologien Biotechnologie und die Software gezeigt werden. Die Unternehmen tun sich allerdings vielfach schwer, eine Vorreiterrolle bei der Erschließung neuer Märkte durch radikale Innovationen zu übernehmen. Das deutsche Innovationssystem ist zudem empfindlich gegenüber technologischen Schocks und plötzlichen Veränderungen. Bei immer kürzeren Produkt- und Technologielebenszyklen wird sich in Zukunft die Anpassungszeit weiter verringern. Es steigt die Gefahr, gegenüber neuen Herausforderungen nicht mehr rechtzeitig reagieren zu können. Gefordert ist mehr Bereitschaft zu Flexibilität und Strukturwandel, ohne daß die Vorteile des deutschen Systems aufgegeben werden. Moderne Innovationspolitik muß hierzu beitragen.

Die Bundesregierung wird die mit dem Strukturwandel verbundenen Herausforderungen annehmen. Sie hat den Ausbau der Leistungsfähigkeit in Bildung und Forschung zu einem zentralen Handlungsfeld ihrer Politik für mehr Wachstum und Beschäftigung gemacht. Die aktuellen Haushaltsentscheidungen unterstreichen den Willen, Bekenntnissen zu Bildung und Forschung Taten folgen zu lassen. Der Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands macht die Bedeutung dieser Richtungsentscheidung deutlich. „Wissen“ ist danach die entscheidende Ressource für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland.

Als erste wichtige Schritte einer in diesem Sinne modernen Innovationspolitik sind zu nennen:

1. Das Innovationspotential muß in Deutschland durch eine Aufwertung der Bildungs- und Ausbildungspolitik gestärkt werden. Noch in diesem Jahr wird ein zeitlich befristetes Forum Bildung ins Leben gerufen, um sich über die Bausteine einer fundierten Allgemeinbildung zu verständigen und um zu klären, wie in Zukunft das Verhältnis von Erst- und Weiterbildung gestaltet werden soll. Die Bundesregierung wird Maßnahmen zur Qualitätssicherung in der Weiterbildung in die Wege leiten und eine aktive Rolle bei der Verankerung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien in Aus- und Weiterbildung übernehmen.
2. Den Hochschulen kommt für die künftige, internationale Wettbewerbsfähigkeit wie auch für die Arbeitsplatzentwicklung eine Schlüsselrolle zu. Die Bundesregierung wird deshalb die Modernisierung der Hochschulen durch eine Verstärkung des Hochschulbaus, der NachwuchswissenschaftlerInnenförderung, der

Forschungsförderung und des BAföG's vorantreiben. Sie wird die notwendige Strukturreform anpacken, wie die Modernisierung des Dienstrechtes für das Hochschulpersonal und die Internationalisierung.

3. Die Marktpotentiale neuer FuE-Verfahren und Entwicklungen müssen schneller erschlossen werden. Die Bundesregierung wird im Rahmen des Bündnisses für Arbeit auf eine schnellere Erschließung von wissensbasierten Wachstumsfeldern hinwirken. Es geht dabei insbesondere um die Bereiche Multimedia und Biotechnologie sowie der innovativen Dienstleistungen.
4. Die Forschungspolitik hat eine zentrale Rolle beim Aufbau von Kompetenzen bei neuen Technologien. Zur Stärkung des FuE-Potentials bei Wirtschaft und Staat muß das Verhältnis zwischen Grundlagenforschung, angewandter Forschung und Marktanwendung durchlässiger gestaltet werden. Dabei ist im Hinblick auf die Verwertungsrelevanz der außeruniversitären Forschung – auch unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung – eine hohe Heterogenität zwischen den einzelnen Einrichtungen zu beachten. Die Bundesregierung wird den eingeschlagenen Weg, den Wettbewerb zwischen den Einrichtungen der FuE-Infrastruktur zu stärken, konsequent weiter gehen. Sie wird eine Erhöhung der Personalmobilität zwischen Unternehmen und öffentlichen FuE-Einrichtungen ebenso prüfen, wie die Möglichkeiten für Public-Private-Partnerships. Als geeignete Ansatzpunkte kommen eine Reformierung des öffentlichen Dienstrechtes und eine Budgetierung von Einrichtungen der FuE-Infrastruktur in Betracht.
5. Unternehmensgründungen junger technologisch orientierter Unternehmen und die Bereitschaft von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, eigene Unternehmen aufzubauen, kommt im Hinblick auf die Innovationstätigkeit und dem Strukturwandel unserer

Volkswirtschaft eine besondere Bedeutung zu. Die Bundesregierung wird deshalb ihre Anstrengungen in der Förderung technologieorientierter Unternehmensgründungen, der Förderung von Ausgründungen aus Forschungseinrichtungen, sowie Existenzgründungen durch Hochschulabsolventen ausbauen und stärken.

6. Im Ausbau innovativer Dienstleistung liegt eine zentrale Herausforderung für die Entwicklung neuer Märkte und den Aufbau von Arbeitsplätzen. Die deutsche Forschungsinfrastruktur muß sich diesem Prozeß stärker stellen, indem die Prioritäten an Hochschulen und Forschungsinstituten entsprechend angepaßt werden. Die Bundesregierung wird die Entwicklung moderner Dienstleistungen zu einem Schwerpunkt ihrer Innovationspolitik machen.
7. In Deutschland bedarf es insgesamt einer größeren Bereitschaft zu Flexibilität und Strukturwandel. Die Bundesregierung wird hierzu beitragen, indem sie Innovationspolitik als Querschnitts- und Managementaufgabe in enger Zusammenarbeit verschiedener Politikbereiche gestaltet. Sie wird hierzu – wie in der Informationstechnik bereits eingeleitet – ressortübergreifende Konzeptionen entwickeln und umsetzen. Über Leitprojekte – wie Mobilität in Ballungsräumen oder MedNet – werden Kompetenzen in Bund, Land, Wirtschaft und Wissenschaft zu Problemlösungen zusammengeführt. Durch diesen Ansatz können innovative Märkte und Beschäftigungsfelder zur Lösung zentraler gesellschaftlicher Aufgaben (Gesundheit, Umwelt, Mobilität, Information und Kommunikation, Alter, Freizeit, Ernährung usw.) geschaffen werden.

Die Bundesregierung beabsichtigt, in den kommenden Jahren die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit als Informationsquelle und Planungsinstrument weiter auszubauen und durch wechselnde Schwerpunktsetzungen aktuelle Fragestellungen aufzugreifen.



## Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

### Zusammenfassender Endbericht 1998

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; Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin

Januar 1999

Die Untersuchung wurde im Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW, Mannheim, durch Dr. Georg Licht und Dr. Alfred Spielkamp koordiniert. Dr. Harald Legler (Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung NIW), der die Arbeiten zum Indikatorenbericht geleitet hatte, war an der Abfassung des Endberichts beteiligt.

#### An den verschiedenen Arbeitspapieren zum Endbericht waren beteiligt:

im Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW, Mannheim; Dipl.-Ing. Marian Beise, Dipl.-Volksw. Martin Falk, Dr. Georg Licht, Dr. Friedhelm Pfeiffer, Dr. Alfred Spielkamp

im Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung DIW, Berlin; Dr. Heike Belitz, Priv. Doz. Dr. Alfred Haid, Dr. Brigitte Preissl, Dr. Dieter Schumacher

im Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe; Dipl.-Volkw. Angela Hullmann, Dr. Andre Jungmittag, Dr. Thomas Reiss, Dr. Ulrich Schmoch

im Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung NIW, Hannover; Dr. Birgit Gehrke, Dr. Harald Legler, Dipl.-Geogr. Manfred Steincke

in der Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft WSV, Essen; Dr. Christoph Grenzmann

im Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung WZB, Berlin; Dr. Steven Casper, Dr. Mark Lehrer, Prof. Dr. Lars-Hendrik Röller, Prof. David Soskice

#### Weitere Informationen:

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

oder

Dr. Harald Legler  
Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW)  
Schiffgraben 33, 30175 Hannover  
Tel.: 0511 / 341392, Fax: 0511 / 3180400  
Email: legler@niw.h.shuttle.de

Folgende Arbeitspapiere lagen dem zusammenfassenden Endbericht zugrunde:

NIW	FuE-Aktivitäten der deutschen Industrie und im internationalen Vergleich FuE-intensive Industrien in Deutschland Wissensintensive Dienstleistungen in Deutschland Internationaler Handel mit FuE-intensiven Waren und Umweltschutzgütern Rolle von „Aufhol-Ländern“ im internationalen Technologiewettbewerb Einsatz von Ausbildungskapital in der Wirtschaft
DIW	Nicht-physische Investitionen im internationalen Vergleich FuE-Aktivitäten im Dienstleistungssektor FuE-Schwerpunkte der Industrieländer Unit Values im Handel mit FuE-intensiven Produkten
ZEW	Innovationsverhalten von Unternehmen (Industrie, Dienstleistungen) Dienstleistungen im „Nationalen Innovationssystem“ Einsatz und Bildung von Ausbildungskapital (Mikrozensus-Auswertung) Unternehmensgründungen
ISI	Patentaktivitäten im internationalen Vergleich, Aufhol-Länder Strukturelle Entwicklungen im Patentaufkommen Leistungsfähigkeit öffentlicher FuE-Einrichtungen Positionen und Trends in „neuralgischen Bereichen“, Mikrosystemtechnik
WSV	FuE in Deutschland
WZB	Nationale Innovationssysteme Fallstudien: Biotechnologie, Software
DIW/ZEW	Globale FuE-Netzwerke von Unternehmen in Deutschland
NIW/ZEW/ DIW/ISI	Handlungsfelder der Innovationspolitik
Redaktion	Dr. Harald Legler (NIW) Dr. Georg Licht (ZEW) Dr. Alfred Spielkamp (ZEW)
Layout	Dipl. Hdl. Thomas Eckert

## Zur Studie

Im internationalen Wettbewerb der Volkswirtschaften sowie im Wettbewerb der Unternehmen haben in den letzten Jahren Investitionen in Know-how und technischen Wandel als wichtige Determinanten von Wachstum und Einkommensentwicklung an Bedeutung gewonnen. Der Produktionsfaktor „Wissen“ kann heute als die treibende Kraft der ökonomischen Entwicklung angesehen werden. Der Wandel zur Dienstleistungsgesellschaft wird diese Entwicklung noch beschleunigen.

Auf Grund der zentralen Stellung, die Schaffung und Ausbreitung von Wissen für gesamtwirtschaftliches Wachstum, Einkommen und auch Beschäftigung haben, besteht ein hohes Interesse in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, aussagekräftige Einschätzungen zur technologischen Leistungsfähigkeit<sup>1)</sup> Deutschlands zu erhalten. Die Befunde sind im internationalen Vergleich zu beurteilen, die Konsequenzen von Veränderungen auf diesem Feld aufzuzeigen und die entscheidenden Grundlagen und Triebkräfte für Innovationen, wissensintensives Wachstum und einen hohen Beschäftigungsstand sind daneben ausfindig zu machen.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wurden seit Jahren „Berichte zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands“ vorgelegt. Sie füllten den an sich unbestimmten Begriff pragmatisch mit Inhalt und deckten mit Analysen zu u. a. folgenden Themen einen wichtigen Teil des gesamten Fragenkomplexes zum Standort Deutschland ab:

- Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsanstrengungen der deutschen Wirtschaft auch im Lichte der zunehmenden Internationalisierung von Unternehmen und des Auftretens neuer Wettbewerber aus aufholenden Schwellenländern,
- Effizienz von Forschung und Entwicklung in Deutschland, d. h. die Umsetzung in Innovationen, in neue Produkte und Verfahren sowie die dabei vorliegenden Hemmnisse,
- Niveau, Stärken und Schwächen bei auf den Weltmarkt gerichteten Erfindungen, insbesondere bei Technologien mit Basis- und Schlüsselfunktion,
- Stärken und Schwächen in der Dynamik des forschungsintensiven Sektors, seines strukturellen Wandels, seiner Einbindung in den internationalen Wettbewerb und seiner Bedeutung für die Leistungsstärke und gesamtwirtschaftliche Erfolgsbilanz der deutschen Wirtschaft, auch im Hinblick auf die Beschäftigungssituation,
- Bedeutung des Dienstleistungssektors als Anbieter und Nutzer neuer Technologien sowie als eine der

<sup>1)</sup> Bei der Betrachtung von Volkswirtschaften wird der Begriff „Leistungsfähigkeit“ verwendet, um einer Verwechslung mit den wettbewerblichen Beziehungen zwischen Unternehmen aus dem Wege zu gehen.

treibenden Kräfte für die Wissensintensivierung der Wirtschaft,

- Leistungsfähigkeit der öffentlich geförderten Wissenschaft und Forschung und
- Bildungsstand sowie Anstrengungen von Staat und Privaten im Bildungsbereich als wesentliche Bestimmungsfaktoren für das Innovationspotential.

Die große Beachtung, die den Ergebnisberichten in Öffentlichkeit, Politik, Verwaltung und Wirtschaft beigemessen wurde, belegt das hohe Interesse an Einschätzungen und Indikatoren zur Innovationsdynamik. Entsprechend der Neustrukturierung des Projekts im vergangenen Jahr setzen die Arbeiten auf drei Ebenen an:

- Erstens werden Indikatoren zur regelmäßigen Beobachtung der technologischen Leistungsfähigkeit zusammengestellt, weiterentwickelt und bewertet. Sie bilden das Herzstück der gesamten Berichterstattung.
- Zweitens werden Studien zu Schwerpunktthemen, wie beispielsweise regionalen Innovations- und Technologiepotentialen<sup>2)</sup>, erstellt. Diese werden zwar in Form von Einzelprojekten abgewickelt, sollen jedoch inhaltlich die Bewertungen des „Indikatorenpakets“ und die daraus abgeleiteten Handlungsoptionen vertiefen und erweitern. Die Arbeiten zum Thema „Nationale Innovationssysteme“ gehören in der hier vorgestellten Form in diesen Bereich der Schwerpunktthemen. Sie stellen einen möglichen Ansatz dar, um einen Ordnungsrahmen zu konstruieren. Dieser könnte – nach und nach empirisch belegt – als Korsett zur Beurteilung von systemaren Unterschieden zwischen den Volkswirtschaften sowie ihrer Wirkungen auf Innovationen, Wachstum und Beschäftigung dienen.
- Auf der dritten Ebene schließlich erfolgt die organisatorische Abwicklung und inhaltliche Gestaltung der jeweils jährlich aktualisierten Berichterstattung. Dazu gehört insbesondere die Einbindung von Indikatorenpaket und Schwerpunktthemen sowie darauf aufbauend die Erstellung eines zusammenfassenden, jährlichen Endberichts.

An dieser Studie waren Wissenschaftler aus folgenden Forschungsinstituten beteiligt:

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

<sup>2)</sup> Eine entsprechende Studie ist derzeit in Bearbeitung.

- Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin
- Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim

Der Bericht knüpft eng an die Vorjahresberichte an. Der hier vorgelegte, zusammenfassende Endbericht wird durch eine ausführliche und erweiterte Darstellung der Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit sowie um die Studien zu Schwerpunktthemen ergänzt werden.

Die technologische Leistungsfähigkeit ändert sich nicht im Jahresrhythmus. Die Auswirkungen einer Veränderung der technologischen Leistungsfähigkeit auf die gesamtwirtschaftlichen Ziele Wachstum, Einkommen und Beschäftigung werden vielmehr erst mittel- und langfristig sichtbar. Dementsprechend ist bei der Betrachtung eine längerfristige 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 Kontinuität der Berichterstattung ist jedoch darin zu sehen, daß im Hinblick auf die Analyse jeweils auf die Vorjahresberichte verwiesen werden kann.

Der vorliegende Bericht besteht aus drei Teilen:

- Der Teil I enthält die Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung.
- Zu aktuellen Herausforderungen und Handlungsprinzipien der Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik wird auf der Basis der im Rahmen der Untersuchung erarbeiteten Grundlagen in Teil II Stellung genommen.
- Der ausführlichen Darstellung der Ergebnisse und der Untersuchungsgrundlagen der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1998 ist der Teil III gewidmet.

Der Teil III gliedert sich in mehrere Kapitel: Im Kapitel 1 wird das Untersuchungsdesign beschrieben. Ausgangspunkt ist die Vorstellung, daß Innovationsaktivitäten aus einem vernetzten Prozeß heraus entstehen. Die einzelnen Untersuchungsfelder und die korrespondie-

renden Indikatoren zur Messung der technologischen Leistungsfähigkeit werden vorgestellt. Anschließend erfolgt eine Erläuterung der wesentlichen Eigenschaften des deutschen Innovationssystems, um daraus Hypothesen zur Erklärung des nationalen Innovationsmusters abzuleiten.

In Kapitel 2 werden die aktuellen Daten zur technologischen Spezialisierung und über komparative Vorteile im Außenhandel mit FuE-intensiven Gütern interpretiert. Schließlich wird am Beispiel der Entwicklung ausgewählter Querschnittstechniken auf aktuelle Strukturfragen der technologischen Leistungsfähigkeit eingegangen.

Die wachsende Bedeutung des Dienstleistungssektors für die technologische Leistungsfähigkeit wird in Kapitel 3 anhand ausgewählter Indikatoren dargelegt. Dabei geht es auch um die Frage, wie sich die Wechselbeziehungen zwischen Industrie und Dienstleistungen gestalten und welche Konsequenzen dies für den Innovationsprozeß in Deutschland hat.

Im Kapitel 4 werden Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit in der kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Perspektive diskutiert. Dies umfaßt die Entwicklung der Patent-, FuE-, Innovations- und Investitionstätigkeit ebenso wie die aktuelle Entwicklung der Beschäftigung in wissensintensiven Wirtschaftszweigen. Diskutiert werden darüber hinaus aktuelle Entwicklungen beim Qualifikationsbedarf sowie die Investitionen in Aus- und Weiterbildung. Hingewiesen wird auf die wachsende Gefahr eines Mangels an Fachkräften bei gleichzeitig hoher Arbeitslosigkeit aufgrund von gering oder „falsch“ qualifizierten Erwerbspersonen. Untersucht wird außerdem die Frage der ökonomischen Verwertungsrelevanz der Forschungstätigkeit in Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

Kapitel 5 ist einigen Sonderbetrachtungen gewidmet. Unter dem Blickwinkel der Rolle der Innovationstätigkeit im ökonomischen Aufholprozeß wird dabei zum einen der aktuelle Stand der Innovationstätigkeit in den neuen Bundesländern thematisiert, zum anderen werden die Entwicklung und das Entwicklungspotential mittel- und osteuropäischer Reformländer dargestellt. Zudem wird für ausgewählte Technologiebereiche in Deutschland der Frage nachgegangen, inwieweit in diesen Bereichen die Wettbewerbsposition gefährdet ist.

## Teil I: Das Wichtigste im Überblick

Der Produktionsfaktor „Wissen“ gewinnt als eine wesentliche Triebkraft für Wachstum, Strukturwandel und damit für wirtschaftlichen und sozialen Wohlstand zunehmend an Bedeutung. Die Kompetenzen und die Bereitschaft der Unternehmen zu Innovationen, die Bedingungen für die Verbreitung und Umsetzung neuer Technologien in neue Produkte und Herstellungsverfahren sowie eine breite gesamtwirtschaftliche Wissensbasis spielen für den Erfolg im Innovationswettbewerb dabei ebenso eine Rolle wie die makroökonomische Entwicklung und die allgemeinen Rahmenbedingungen. Für den aktuellen Stand der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands ergibt sich komprimiert das folgende Bild:

### Kurzfristige Perspektive

In der kurzfristigen Perspektive zeigt sich eine relativ hohe Effizienz des deutschen Innovationssystems: Neues Wissen wird in der Industrie schnell in patentgeschützte Erfindungen umgemünzt, die Innovationsanstrengungen der Wirtschaft nehmen wieder zu, das Durchsetzungsvermögen auf dem Weltmarkt ist groß. Die Auslandsnachfrage nach FuE-intensiven Gütern ist ein wesentlicher Motor des wirtschaftlichen Wachstums.

Der Aufwärtstrend im FuE-intensiven Sektor der Industrie hielt an. In den Bereichen der Spitzentechnik zeigen sich höhere Wachstumsraten, während die Wirtschaftszweige der höherwertigen Technik – Deutschlands traditioneller Domäne – im Vergleich zu früheren Konjunkturzyklen an Dynamik verloren haben (Ausnahme: Automobilbau) und sich einem verstärkten Preiswettbewerb gegenüber sehen.

### Mittelfristige Perspektive

Der aktuelle Aufwärtstrend erscheint jedoch nicht kräftig genug, um das in den letzten Jahren beim Ausbau der Wissens- und Sachkapitalbasis in der Industrie Versäumte wieder wettmachen zu können. Offensichtlich reichen die mittelfristigen Markterwartungen der Unternehmen nicht aus, um das Produktionspotential im FuE-intensiven Sektor kräftig auszuweiten und um eine regelrechte Gründungswelle auszulösen. Insofern zeigen sich für den mittleren Zeithorizont erste Schatten.

Forschung und Entwicklung (FuE) ist eine Investition in technologisches Wissen, die sich erst in den Folgejahren in neue Produkte und Prozesse umsetzen läßt. Die jahrelang beobachtete Anpassung der FuE-Aktivitäten nach unten ist in Deutschland aller Voraussicht nach abgeschlossen. Die Intensität, mit der sich die Unternehmen in FuE engagieren, steigt wieder. Dies ist insofern ein Hoffnungsschimmer, als FuE-Aktivitäten eine wichtige Stimulanz des technischen Fortschritts sind. FuE spiegelt in den FuE-intensiven Industrien zwar nur einen

Teil des gesamten Innovationspotentials wider, darunter jedoch den „harten“ Kern.

Dennoch muß das FuE-Niveau der deutschen Industrie im mittelfristigen Vergleich als zu niedrig eingeschätzt werden, zumal die Unternehmen in den meisten Konkurrenzländern bereits seit einigen Jahren wieder kräftig in FuE investieren. Trotz der eher verhaltenen mittelfristigen Perspektive tut sich im einzelnen Beachtliches: Dies gilt bspw. für den Aufholprozeß in der Biotechnologie und für die kräftige Stärkung der sowieso schon beeindruckenden Position im Automobilbau. Auch aus der Dynamik des Dienstleistungssektors kommen prinzipiell positive Signale – am internationalen Maßstab gemessen ist jedoch nichts Außergewöhnliches zu berichten. Im Vergleich zu den USA und anderen hochentwickelten Volkswirtschaften hängt der Dienstleistungssektor immer noch zurück. Es wäre wünschenswert, wenn die Signale aus dem Dienstleistungsbereich, die vor allem Innovationen im Spitzentechnikbereich beflügeln, stärker wären.

### Langfristige Perspektive

Ob die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft nachhaltig ist, wird langfristig an den Schulen und Universitäten entschieden. Denn Bildung, Wissenschaft und Forschung sind die Fundamente der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Qualifizierte Arbeit und ein hoher Leistungsstand der wissenschaftlichen Forschung sind deshalb die Faktoren, die hochentwickelte Volkswirtschaften wie Deutschland im internationalen Standortwettbewerb in die Waagschale legen können. Innovationen sind letztlich das Ergebnis der Investitionen in Bildung, Wissenschaft und Forschung. Fehlt es dort, so könnte sich dies als Hemmschuh für Innovation, Wachstum und Beschäftigung erweisen.

Bei diesen, die technologische Leistungsfähigkeit langfristig prägenden Faktoren zeichnen sich aus deutscher Sicht größere Probleme ab, über die die kurzfristig im Aufschwung erzielten Erfolge auf den Weltmärkten sowie die gesteigerten Innovationsanstrengungen nicht hinwegtäuschen dürfen. Zwar ist die Leistungsfähigkeit von Hochschulen und Forschungsinstituten als hoch einzustufen. Doch zum einen zeigt sich hier ein entschiedener Reformstau, zum anderen beruht die aktuelle Leistungsfähigkeit auf in der Vergangenheit getätigten Investitionen. Aktuell wird zu wenig in die Zukunft investiert (Bildung, berufliche Ausbildung, Hochschulen). Es wäre sehr bedenklich, wenn Deutschland in seinen Bildungsanstrengungen weiter hinter die wichtigsten Konkurrenzländer zurückfallen würde. Eine entsprechende Projektion aus dem internationalen Status quo heraus würde für Deutschland nicht positiv ausfallen.

### **Defizite beim Aufbau neuer Arbeitsplätze durch Innovationen**

Trotz der kurzfristig positiven Perspektiven für die Industrie konnten die FuE-intensiven Wirtschaftszweige ihre aus den 80er Jahren bekannte Rolle als Anbieter zusätzlicher Arbeitsplätze im Konjunkturaufschwung nicht wahrnehmen. Wachstum und Beschäftigungsentwicklung haben sich auch in den FuE-intensiven Industrien entkoppelt. Zusätzliche Arbeitsplätze werden, wenn überhaupt, dann nur für qualifizierte Fachkräfte angeboten. Die Beschäftigungschancen für gering qualifizierte haben sich weiter verschlechtert. Der Trend zur Verschiebung der Qualifikationsstruktur setzt sich damit weiter fort.

Die FuE-intensiven Wirtschaftszweige bilden den Kern des Innovationspotentials der deutschen Wirtschaft. Nachgelagerte Bereiche profitieren von Effizienzsteigerungen, die in den FuE-intensiven Industrien ihren Ursprung haben. FuE-intensive Industrien leisten jedoch nur indirekt einen Beitrag zur Lösung der Beschäftigungsprobleme. Sie bündeln wissenschaftlich technisches Know-how und liefern die Lösungsansätze, die in anderen Wirtschaftszweigen – hierzu zählt vor allem auch der Dienstleistungsbereich – angewendet und dort in Arbeitsplätze umgesetzt werden. Zusätzliche Beschäftigung entsteht nur noch temporär in einzelnen Industriezweigen, in stabiler Form allein im Dienstleistungssektor. Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) gehören hier zu den treibenden Kräften. Die sektorale Mobilität der Arbeitskräfte ist im internationalen Vergleich allerdings gering. Wer seinen Arbeitsplatz in der Industrie verloren hat, tut sich schwer, einen neuen Arbeitsplatz im Dienstleistungssektor zu finden. Die Ausgangslage für den Abbau der Arbeitslosigkeit ist nicht einfacher geworden.

### **Schwächen beim Strukturwandel zu wissensintensiven Dienstleistungen**

Hinzu kommt: Die Stärken in der Industrie werden zwar verteidigt, neue Potentiale im Dienstleistungsbereich hingegen nur unzureichend mobilisiert. Trotz der Anteilsgewinne bei den Dienstleistungen ist Deutschland international gesehen – beispielsweise je Kopf gerechnet – immer noch relativ schwach mit innovativen und wissensintensiven Dienstleistungen ausgestattet. Zudem kommen weder Wachstum noch Beschäftigung im Dienstleistungssektor insgesamt voran, noch konnte in den letzten Jahren der Beschäftigungsabbau in der Industrie kompensiert werden. In Deutschland fehlt es dem Dienstleistungssektor an einer hinreichenden Eigendynamik, und somit auch an der Entwicklung neuer differenzierter und anspruchsvoller Dienstleistungsmärkte wie dies in anderen Ländern der Fall ist. Daher fehlen auch Herausforderungen an die Innovationsfähigkeit der Industrie.

### **Eigenheiten des deutschen Innovationssystems**

Es gibt kein allgemeingültiges, international bewährtes „Erfolgsrezept“, um die technologische Leistungsfähig-

keit eines Landes zu sichern und auszubauen. Länder haben ihre spezifischen Stärken und Schwächen, die es zu verstehen und zu nutzen gilt. Die traditionelle Stärke Deutschlands im Bereich der Höherwertigen Technik legt die Schlußfolgerung nahe, daß die deutschen Unternehmen vor allem mit technologieintensiven systematischen Verbesserungen entlang vorgezeichneter Entwicklungslinien Erfolg haben. Dies wird unterstützt durch die Fähigkeit, das weltweite Know-how in der Spitzentechnik durch eine breite und qualitativ hochwertige Wissensbasis in die Innovationsaktivitäten anderer Sektoren zu integrieren.

Andererseits aber tut sich Deutschland schwer, eine Vorreiterrolle in der Entwicklung von neuen Märkten einzunehmen. Es gibt keinen Grund, dies als fatale Schwäche zu werten. Vielmehr ist es ein anderer Weg. Gerade für Deutschland gilt: Auch eine „fast follower“-Strategie kann erfolgreich sein. Eine breite Wissensbasis und die regionale und sektorale Vielfalt Deutschlands ist die Grundlage für die schnelle Diffusion neuer Technologien in innovative Produkte und Prozesse und damit für allfällige Auf- und Überholprozesse. Ob in einer globalisierten Welt künftig für „Nachzügler“ wie Deutschland jeweils genügend Zeit zur Umsetzung von Innovationen in Wertschöpfung bleibt, ist daher eine entscheidende Frage.

### **Ansatzpunkte der Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik**

Ausgehend von den Charakteristika des deutschen Innovationssystems und den hier zusammengefaßten Ergebnissen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit sollte die Innovationspolitik darauf ausgerichtet sein

- die weltweite Spitzenstellung Deutschlands bei etablierten Spitzen- und Höherwertigen Technologien zu erhalten und weiter auszubauen,
- den Aufbau neuer Kompetenzen auf neuen Technologiefeldern zu unterstützen, damit die Basis für „fast-follower“-Strategien auf verschiedensten Technologiefeldern vorhanden ist,
- durch Bildungs-, Ausbildungs- und Weiterbildungspolitik den Wandel zur Wissensgesellschaft zu forcieren,
- die Anpassungsfähigkeit des deutschen Innovationssystems zu erhöhen und
- die Rahmenbedingungen für Innovationsaktivitäten in Deutschland zu verbessern.

Die Stärke des deutschen Innovationssystems liegt in der regionalen und sektoralen Vielfalt. Den sich daraus ergebenden vielfältigen Gefahren einer Vermischung von partikularen Interessen mit den Aufgaben der Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik sollte mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Gewichte von institutioneller, direkter, indirekt-spezifischer und indirekter Förderung haben sich in den letzten Jahren verschoben und die Spielräume in den Haushalten der Forschungs- und Innovationspolitik reduziert. Dies sollte

überdacht werden. Zudem: Die Schaffung klarer Verantwortlichkeiten unterstützt maßgeblich die Bemühungen zur Effizienzsteigerung im Bereich der FuE-Infrastruktur.

Die Ergebnisse innovationspolitischer Maßnahmen werden eher bescheiden sein, wenn ihre Maßnahmen nicht konsistent in das existierende Innovationssystem eingebettet sind oder von komplementären Reformen begleitet werden. Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik sind damit integraler Bestandteil einer weiter gefaßten wirtschafts- und sozialpolitischen Agenda.

### **Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik als Querschnittspolitik auffassen**

Deutschland kann sich den weltweiten Entwicklungen nicht entziehen: Auf die Wissensintensivierung der Wirtschaft, die Strukturverschiebung von Wertschöpfung und Beschäftigung zugunsten der Dienstleistungen und die zunehmende internationale Verflechtung der Wirtschaft und des Innovationssystems als Folge der Globalisierung müssen Antworten gefunden werden. Dies birgt Chancen und Risiken. Deutschland kann zu den Gewinnern zählen, wenn es seine Stärken ins Spiel bringt und die Herausforderungen annimmt. Die Politik kann Zeichen setzen, die in der Wirtschaft und Wissenschaft aufgenommen werden und das öffentliche Meinungsbild prägen. Für sie ergibt sich die Aufgabe, in Zusammenarbeit mit Anbietern und Nutzern von Technologien, Wissenschaft und Wirtschaft, Dienstleistungen und Industrie Konzepte und Zielvorstellungen zur Erarbeitung weltmarktfähiger Lösungen zu formulieren, ohne dabei die technologischen Lösungen noch die Umsetzung in Produkte und Prozesse vorzugeben. Dies gilt vor allem für die Felder Energie und Umwelt, Bildung, Gesundheit und Alter, Verkehr und Mobilität, aber auch für die Modernisierung des Staates. Innovationspolitik hat in diesem Sinne die Querschnittsaufgabe, sich zum Anwalt innovativer Lösungen über alle Ressortgrenzen hinweg zu machen.

Die Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik sieht sich einer umfangreichen Agenda für die nächsten Jahre gegenüber. Die kurzfristig positiven Perspektiven sollten genutzt werden, die mittel- und langfristigen strukturellen Herausforderungen anzunehmen.

### **Ausgewählte Ergebnisse**

Die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft kann nicht in einer „Meßziffer“ ausgedrückt werden. Vielmehr müssen verschiedene Indikatoren verwendet werden, um die Entwicklung einzelner, für die Einschätzung der technologischen Leistungsfähigkeit relevanter, Teilbereiche der Volkswirtschaft abzubilden. Erst aus der Gesamtschau der Indikatoren ergibt sich die Beurteilung der aktuellen Lage und ihrer Entwicklungsperspektiven.

**Die industrielle Produktion, wie auch die Produktionspotentiale orientieren sich immer stärker in Richtung Forschung, Entwicklung und Wissensin-**

**tensivierung. Die FuE-intensive Industrie entwickelte sich zuletzt dynamisch; Produktion und Auslandsabsatz legten kräftig zu.**

- Die Wirtschaftszweige der Spitzentechnik<sup>3)</sup> liegen mit einem Anteil von mittlerweile etwa 7½ vH an der industriellen Wertschöpfung an vorderster Front der Wachstumshierarchie. Sie verzeichnen einen jährlichen Produktionszuwachs von 4 vH, die Wirtschaftszweige der Höherwertigen Technik von 3 vH. Für 1998 ist sogar mit einer Produktionsausweitung um die 8 vH für die FuE-intensiven Industrien insgesamt zu rechnen, die damit doppelt so hoch wie die der übrigen Industrie ausfallen dürfte.
- Die FuE-intensiven Industrien konnten in besonderem Maße von der stürmischen Auslandskonjunktur profitieren: 90 vH des Umsatzzuwachses bei FuE-intensiven Industrien zwischen 1995 und 1997 ist auf die Nachfrage aus dem Ausland zurückzuführen. Während der Auslandsumsatz der weniger FuE-intensiven Industrien zwischen 1995 und 1997 um rund 5 vH wuchs, ist in der Spitzentechnik ein Zuwachs von 17 ½ vH und in der Höherwertigen Technik um 9 ½ vH zu verzeichnen.
- Auf dem Weltmarkt ist Deutschland mit einem Anteil von 18 vH der größte Exporteur Höherwertiger Technik (vor Japan mit 16½ vH und den USA mit knapp 13 vH); in der Spitzentechnik beträgt der Welthandelsanteil 11½ vH.
- Nach wie vor liegt Deutschlands besondere Stärke in den Bereichen, die anspruchsvolle und überdurchschnittlich hohe Innovationsanstrengungen („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 leichte Positionsverbesserung in der Spitzentechnik ist vor allem dem Aufschwung der Telekommunikationsbranche im Rahmen der Deregulierung in diesem Bereich 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.
- Hinsichtlich der Regionalstruktur der Exporte hat es sich als günstig herausgestellt, daß Deutschlands breite Angebotspalette sehr gut auf die Bedürfnisse der mittel- und osteuropäischen Volkswirtschaften mit

<sup>3)</sup> Der Bereich der Spitzentechnik umfaßt in dieser Studie Güter mit einem durchschnittlichen FuE-Anteil von über 8 ½ vH am Umsatz. Der Bereich der Höherwertigen Technik umfaßt Güter mit einem durchschnittlichen FuE-Anteil am Umsatz zwischen 3 ½ und 8 ½ vH. Beide Bereiche zusammengenommen bilden den FuE-intensiven Bereich der Industrie.

ihrem hohen Kapital- und Umweltschutzgüterbedarf zur Modernisierung und Sanierung zugeschnitten ist.

**Die Sachinvestitionen des FuE-intensiven Bereichs der Industrie nahmen wieder zu; sie haben aber den aus der letzten Rezession herrührenden Rückstand noch nicht ausgleichen können. Die Anzahl der Unternehmensgründungen entwickelt sich in den wissensorientierten Wirtschaftsbereichen überdurchschnittlich gut. Die Anzahl der Selbständigen und die Selbständigenquote steigen. Der Zuwachs geht aber wesentlich auf die Erhöhung der Anzahl der Selbständigen ohne Beschäftigten zurück.**

- Die Investitionsneigung in den FuE-intensiven Industrien Deutschlands zeigte 1996 und 1997 nach oben. Investitionen in Sachanlagen und Ausrüstungen machten 1996/97 knapp 4½ vH des Umsatzes aus – nach 4 vH in den beiden Vorjahren. Dennoch ist die Ausweitung des Produktionspotentials mit einer Rate von gut 1½ vH pro Jahr im Anschluß an die Rezession als ausgesprochen mager zu bezeichnen. Die Produktionskapazitäten haben 1997 noch nicht das Volumen von 1991 erreicht; die aus der Rezession stammende Lücke im Produktionspotential konnte noch nicht geschlossen werden.
- Zwischen 1994 und 1999 sind rund 85 vH der zusätzlich ausgegebenen (bzw. geplanten) industriellen Investitionsmittel in den FuE-intensiven Sektor geflossen. Kapazitätserweiterung hat als Investitionsmotiv aber erst in jüngster Zeit an Gewicht gewonnen, gerade in Know-how-intensiven Industriezweigen. Dies ist – zusammen mit der Ausweitung der FuE-Kapazitäten – ein positives Signal.
- Die Unternehmensgründungen sind 1997 in den wissensorientierten Wirtschaftsbereichen weiter angestiegen. Die Anzahl der Neuerrichtungen von Unternehmen in FuE-intensiven Industrien erhöhte sich 1997 um 1,6 vH (Zum Vergleich: Sonstige Industrie: 0,3 vH). Im Dienstleistungssektor sind die Gründungsaktivitäten in den technologieintensiven Branchen (hauptsächlich im Bereich der Softwareerstellung) und unternehmensnahen Dienstleistungsbereichen wie bereits in den vergangenen Jahren besonders reger. Die Anzahl der Neuerrichtungen wuchs 1997 dort um ca. 6 ½ vH. Dennoch ist der Anteil der Gründungen in technologieintensiven Industriezweigen an allen Gründungen noch recht gering.
- Unternehmensgründungen werden überproportional von Universitäts- und Fachschulabsolventen vollzogen, vor allem in freiberuflichen Tätigkeiten. 19 vH der Universitäts- und 13 vH der Fachhochschulabsolventen sind selbständig. Technologieintensive Unternehmen werden dabei verstärkt von Absolventen mit ingenieur- oder naturwissenschaftlicher Fachrichtung gegründet. Die derzeitige Entwicklung der Studentenzahlen in diesen Fächern läßt eine skeptische Prognose für die Entwicklung technologieintensiver Unternehmensgründungen eher angebracht erscheinen.
- Der Selbständigenquote ist in der ersten Hälfte der 90er Jahre deutlich gestiegen. Dieser Anstieg beruht

aber wesentlich auf einer Zunahme der Anzahl der Selbständigen ohne Beschäftigten und dem Rückgang der Anzahl der abhängig Beschäftigten. Die Anzahl der Selbständigen mit Beschäftigten ist seit 1994 rückläufig. Eine Ausnahme bilden die beiden Bereiche unternehmensorientierte Dienstleistungen und Verkehr/Nachrichten, in denen auch die Anzahl der Selbständigen mit Beschäftigten in den letzten Jahren angestiegen ist. Die arbeitsplatzschaffende Wirkung des Wechsels in die Selbständigkeit ist insgesamt gesunken.

**Die Patentaktivität steigt weltweit an. Deutschland kann seine Spitzenstellung bei den weltmarktrelevanten Patentanmeldungen behaupten. Auch in der Erfindungstätigkeit ist Deutschland auf den Bereich der Höherwertigen Technik spezialisiert. Die relative Ausrichtung der Erfindungstätigkeit der großen Volkswirtschaften verändert sich kaum.**

- Das Aufkommen an weltmarktrelevanten „Triadepatenten“ steigt nach einer Atempause zu Beginn der 90er Jahre seit 1994 wieder an. Diese Entwicklung zeigt sich für alle großen Industrieländer. Sie ist nicht zuletzt Ausdruck des verschärften internationalen Innovationswettbewerbs. Auch eine Reihe kleinerer Volkswirtschaften (z. B. Schweiz, Schweden, Kanada) verzeichnet eine deutliche Zunahme.
- Bezogen auf Bevölkerungszahl und Wirtschaftskraft ist Deutschland – in etwa gleich auf mit Japan und deutlich vor den USA – unter den großen Industrieländern das patentstärkste Land. Nimmt man die jährliche Exportleistung als Maßstab, ergeben sich allerdings deutliche Vorteile für die USA und Japan.
- Die führende Position Deutschlands in Europa ist unangefochten. Die Intensität der weltmarktrelevanten Patentaktivität Frankreichs und Großbritanniens ist etwa halb so hoch wie die Deutschlands.
- Auch aus der Struktur der Patentaktivität geht hervor, daß die spezifischen Vorteile Deutschlands im Bereich der Höherwertigen Technik liegen. Gemessen an der Patentaktivität in der Höherwertigen Technik, ist die Patentaktivität in der Spitzentechnik eher schwach ausgeprägt. Auch die Spezialisierung in der Erfindungstätigkeit bleibt bei den großen Volkswirtschaften in den 90er Jahren nahezu konstant. Lediglich einige kleinere Volkswirtschaften (insbesondere Kanada und Schweden) können durch starke Zugewinne in einzelnen Bereichen der Spitzentechnik das Profil ihrer Erfindungstätigkeit nachhaltig ändern.

**Die Industrie weitet Forschungsbudgets und Innovationsausgaben aus; allerdings hinken die investiven Innovationsaufwendungen noch hinterher. Das Gewicht von Produktinnovationen nimmt zu; Prozeßinnovationen verlieren an Bedeutung.**

- 1997 hat es in der Breite eine deutliche Steigerung der FuE-Aufwendungen von gut 10 vH gegenüber 1995 gegeben. Der Zuwachs von FuE ist damit erstmals in den 90er Jahren oberhalb des Umsatzwachstums geblieben. Auch das FuE-Personal (3 vH ge-

genüber 1995) weist erstmals seit 1987 wieder eine Zunahme auf.

- FuE allein reicht zur Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit noch nicht aus. Andere Faktoren (z. B. die schnelle Adaption neuer Technologien; marktnahe, kundenorientierte Innovationsaktivitäten) haben für die Innovationsfähigkeit und für die Ausschöpfung der Wachstumspotentiale an Bedeutung gewonnen.
- Die Innovationsbudgets der Unternehmen sind in den Jahren 1996 und 1997 erstmals wieder ausgeweitet worden (um 9 vH gegenüber 1995). Von 1992 bis 1995 waren sie stetig zurückgegangen. Dabei sind allerdings vorrangig die laufenden Aufwendungen für die kurzfristige Umsetzung von Know-how in neue Produkte und Prozesse gesteigert worden. Die eher längerfristig orientierten investiven Ausgaben sind hingegen nur sehr schleppend in Gang gekommen, sogar noch langsamer als die Anlageinvestitionen insgesamt.
- Der Umsatz der Unternehmen mit Produktinnovationen (d. h. mit Produkten, die für das Unternehmen neu sind) ist im Aufschwung deutlich gestiegen. Innovationen zielen nun wieder vermehrt auf neue und verbesserte Produkte sowie auf ein modernes Produktionsprogramm. Die Bewertung dieser Verbesserung ist schwierig, da kürzere Produktlebenszyklen – bei gleichbleibender Wettbewerbsposition – einen steigenden Anteil neuer Produkte am Umsatz erfordern. Zudem gilt, daß sich der Innovationswettbewerb auf der Produktseite verschärft hat.
- Die größere Marktnähe der Innovationsaktivitäten und die Verstetigung der FuE-Anstrengungen hat Wirkung gezeigt. Die Umsatzanteile mit Marktneuheiten sind wieder gestiegen. Andererseits konzentrieren sich Marktneuheiten auf immer weniger Unternehmen. Ein Großteil der Produktinnovationen hat eher den Charakter von graduellen Weiterentwicklungen, Produktdifferenzierungen und Imitationen; ihr hoher Anteil ist jedoch ein Zeichen für eine beschleunigte Diffusion technischen Wissens.
- FuE-Verhalten und Innovationsverhalten der Unternehmen sind mittelfristig eng gekoppelt. Insbesondere ist die Nutzung externen Wissens vielfach komplementär zu eigenen FuE-Anstrengungen. Die FuE-Kooperationsfähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen mit Forschungseinrichtungen und Industriebetrieben nimmt in dem Maße zu, in dem sich die FuE-Beteiligung weiter verstetigt.

**Der Rückgang der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensitäten in den meisten Industrieländern scheint gestoppt. Dies gilt auch für Deutschland. Das öffentliche Engagement zur Förderung und Finanzierung von Wissenschaft und Forschung verliert weltweit an Gewicht. Die nationalen Schwerpunkte der FuE-Tätigkeiten der Wirtschaft verändern sich nur wenig.**

- In den meisten großen Volkswirtschaften sind die FuE-Anstrengungen in den 90er Jahren nicht mehr

gestiegen bzw. real zurückgenommen worden, allerdings nirgends so nachhaltig und langandauernd wie in Deutschland. Deutschland hat daher seine Spitzenposition bei den FuE-Intensitäten vom Anfang der 90er Jahre eingebüßt. Eine weitere Abwärtsentwicklung konnte zwar jüngst gestoppt bzw. leicht umgekehrt werden, ohne daß jedoch die Defizite aus der ersten Hälfte der 90er Jahre wettgemacht werden konnten.

- Schweden liegt derzeit mit 3,6 vH bei der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität im weltweiten Vergleich an der Spitze, gefolgt von Japan, Korea und Finnland (jeweils 2,8 vH), der Schweiz (2,7 vH) und den USA (2,6 vH). Deutschlands FuE-Intensität liegt bei 2,4 vH. Auf Deutschland entfallen 8½ vH der 1996 in den OECD-Ländern aufgewandten Mittel.
- In Deutschland und Großbritannien sind konstant annähernd 40 vH der gesamten FuE-Aufwendungen auf staatliches Engagement zurückzuführen. In Frankreich liegt dieser Anteil etwas höher (ca. 47 vH in 1996) allerdings mit stark fallender Tendenz. Auch in den USA hat das staatliche FuE-Engagement seit Beginn der 1990 Jahre an Gewicht (Rüstung, Großprojekte) verloren. Dagegen ist das in Japan traditionell geringe staatliche FuE-Engagement in den 90er Jahren deutlich ausgebaut worden und liegt bei ca. 20 vH.
- Jedes Land setzt andere Schwerpunkte in FuE: Deutschland sucht seine Vorteile dabei überwiegend in der Breite und setzt seine Schwerpunkte traditionell in Bereichen der Höherwertigen Technik (Automobil-, Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemische Industrie). Verschiebungen zugunsten der Spitzentechnik sind zu verzeichnen (Büromaschinen/EDV, Pharma, Luft- und Raumfahrt, Instrumente). Frankreich, Großbritannien, die USA und auch Japan konzentrieren demgegenüber hohe Anteile ihrer FuE-Aufwendungen in Spitzentechnikbereichen wie Luft- und Raumfahrzeugbau (Frankreich, USA), Telekommunikation (Frankreich, Japan), EDV (USA, Japan), Pharma (mit beachtlicher Expansion der FuE-Kapazitäten in Großbritannien).
- Kleine Volkswirtschaften holen stark bei Forschung und Entwicklung auf. Dort werden die Strukturen meist von jeweils wenigen international agierenden Großunternehmen geprägt (Skandinavien, Niederlande). Diese setzen selektiv Akzente, vorwiegend in Spitzentechnologiebereichen (z. B. Pharma, EDV und Nachrichtentechnik).

**Deutschland droht bei den Investitionen in Bildung und Ausbildung zurückzufallen. Gleichzeitig hält der Trend zu höheren Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten an. Der sich abzeichnende Mangel in hochqualifizierten natur- und ingenieurwissenschaftlichen Tätigkeitsbereichen könnte sich künftig als Hemmschuh für die wirtschaftliche und technologische Entwicklung herausstellen.**

- 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 1997 auf 312,5 Mrd. DM und damit auf 8,5 vH des Inlandsprodukts veranschlagen.

- Der Anteil der öffentlichen und privaten Ausgaben für Bildung und Ausbildung am Inlandsprodukt liegt in Deutschland bei 5,8 vH und damit – unter Berücksichtigung von demographischen Effekten – geringfügig über dem Durchschnitt der OECD-Länder. Er hat jedoch wie in den meisten anderen OECD-Ländern erneut – und etwas schneller – nachgegeben. Es ist bedenklich, wenn Deutschlands Bildungsanstrengungen im Vergleich zu hochentwickelten Konkurrenzländern zurückbleiben.
- Deutschland investiert besonders viel in den Sekundarbereich. Dies liegt vor allem an den hohen Aufwendungen der Wirtschaft für die duale Berufsausbildung. Die USA und der übrige englischsprachige Raum engagieren sich hingegen überdurchschnittlich im Tertiärbereich. Dort deutet der internationale Vergleich insofern auf strukturelle Defizite hin, als in Deutschland ein abgeschlossenes Studium wegen der meist langen Studiendauer besonders teuer ist.
- Zu der Frage kürzerer Ausbildungszeiten gibt es pro und contra. Auf die Vorteile höherer beruflicher und sektoraler Mobilität bei kürzerer Ausbildungszeit wird in Deutschland zugunsten einer gründlichen berufsspezifischen Ausbildung verzichtet. Immer wichtiger wird die ständige Weiterbildung, weil die Halbwertszeiten des ökonomisch verwertbaren Wissens immer kürzer werden.
- Mittlerweile verfügen gut 72 vH der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der gewerblichen Wirtschaft über eine abgeschlossene Berufsausbildung; der Anteil gering Qualifizierter ist im Verlauf der 90er Jahre um fast fünf Prozentpunkte (alte Länder) gesunken.
- Hochqualifizierte Personen werden verstärkt nachgefragt. Der Anteil der (sozialversicherungspflichtig) Beschäftigten mit Fachhochschul- oder Universitätsabschluß in der deutschen Wirtschaft liegt inzwischen bei knapp 8 vH gegenüber rund 5½ vH im Jahr 1990.
- Zwar hat die Arbeitslosigkeit mittlerweile alle Qualifikationsstufen erfaßt. Bildungsinvestitionen sind jedoch immer noch die beste Versicherung gegen Arbeitslosigkeit: Bei Meistern/Technikern und Hochschulabsolventen liegt die Arbeitslosenquote bei 5 vH. Bei Lehrberufsabsolventen beträgt sie über 8 vH und ist damit nicht einmal halb so hoch wie bei Unqualifizierten (18 vH).
- Die Dienstleistungsintensivierung innerhalb der Industrie ist mit Verschiebungen im Personal hin zu hoch qualifizierten Arbeitskräften verbunden. Insbesondere der Anteil hochqualifizierter Angestellter ist im industriellen Durchschnitt von 15 vH im Jahr 1990 (früheres Bundesgebiet) auf 19 vH im Jahr 1997 (Deutschland) gestiegen. Dieser Zuwachs ist überwiegend auf einen verstärkten Einsatz von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren zurückzuführen, die über die Schlüs-

selqualifikationen für technische Innovationen verfügen.

- Der Dienstleistungsbereich absorbiert einen immer größeren Teil der Hochschulabsolventen, verstärkt auch Naturwissenschaftler und Ingenieure. Vor allem der expandierende Bereich unternehmensorientierter Dienstleistungen, Kreditinstitute und Versicherungen sowie Verkehr und Nachrichten bieten gute Aussichten auch für andere Akademiker.
- Deutschlands reichliche und hochwertige Ausstattung mit Naturwissenschaftlern und Ingenieuren war für internationale Unternehmen immer einer seiner wichtigsten Standortvorteile. Es besteht die Gefahr, daß sich dies umkehrt, wenn es nicht auf andere Weise gelingt, die benötigten Qualifikationen verfügbar zu machen. Kurzfristig wird sich eine Engpaßsituation Anfang des nächsten Jahrzehnts nicht mehr vermeiden lassen, weil die Entscheidungen der Studierenden bereits gefallen sind.

**Deutschlands ingenieur- und naturwissenschaftliche Wissenschafts- und FuE-Einrichtungen haben im allgemeinen eine hohe Leistungsfähigkeit unter Beweis gestellt. Bei Fachpublikationen und Patenten ist eine positive Entwicklung festzustellen.**

- Gemessen am weltweiten Aufkommen an wissenschaftlichen Publikationen im natur-, ingenieur- und medizinwissenschaftlichen Bereich liegt Deutschland mit einem Anteil von 8 vH in etwa gleich auf mit Japan und Großbritannien. Dabei konnte Deutschland seinen Anteil – der aus erhebungstechnischen Gründen unterzeichnet ist – tendenziell weiter ausdehnen. Auf die USA entfällt rund ein Drittel. Gemessen an der Beachtung der Veröffentlichungen (gemessen durch die Zitierhäufigkeit) liegt Deutschland gleich auf mit den USA.
- Die besondere Stärke Deutschlands liegt im Bereich der physikalischen und chemischen Kerngebiete (z. B. Festkörperphysik/Halbleiter, Materialwissenschaften, Polymerforschung), dem Meßwesen und der Astrophysik.
- Die ökonomische Verwertungsrelevanz der Forschungsergebnisse aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, gemessen an den Patentanmeldungen, hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Allerdings zeigen sich beim erreichten Grad der Verwertungsrelevanz deutlich Unterschiede auch zwischen Einrichtungen mit einer vergleichbaren Aufgabenstellung. Zudem: Nicht jede Patentanmeldung kann mit einer ökonomischen Umsetzung gleichgestellt werden. Maßgeblich für die Anwendungsnähe ist nicht die Patentanmeldung, sondern deren tatsächliche Verwertung, wie sie sich z. B. in Lizenzentnahmen widerspiegelt. Zieht man die Lizenzentträge heran, so zeigen sich geringere Verwertungsquoten insbesondere bei den Helmholtz-Zentren.

**Die Beschäftigung in den FuE-intensiven Industrien kommt nicht voran. Die Beschäftigungsperspektiven in der Wissensgesellschaft liegen im Dienstleistungs-**

**bereich. Aber auch hier zeigen sich zunehmend sektoral differenzierte Entwicklungen.**

- Im FuE-intensiven Sektor der deutschen Industrie waren 1997 mit 2,7 Mio Beschäftigten rund 45 vH der Industriebeschäftigten tätig. Bei einem Anteil an der Wertschöpfung von rund der Hälfte zeigt dies, daß die FuE-intensiven Industrien eine überdurchschnittlich hohe Arbeitsproduktivität haben.
- Zwischen Beschäftigungs- und Produktionsentwicklung zeigt sich mittlerweile eine deutliche Schere. Während noch in der Aufschwungsperiode der 80er Jahre Wachstum und Beschäftigungszuwächse Hand in Hand gingen und praktisch alle zusätzlich geschaffenen industriellen Arbeitsplätze im FuE-intensiven Sektor entstanden sind, konnte der FuE-intensive Sektor der Industrie diese treibende Rolle für die Beschäftigungsentwicklung in den letzten Jahren nicht mehr übernehmen. Nur wenige Bereiche (Automobilbau und mit ihm verbundene Elektrotechnik, Medizintechnik, Verbrennungsmotoren und Turbinen) können in jüngerer Zeit eine positive Beschäftigungsbilanz vorweisen.
- Die direkten Beiträge des FuE-intensiven Sektors zur Schaffung von Arbeitsplätzen werden aller Voraussicht nach auch in den nächsten Jahren eher bescheiden bleiben. Die eigentliche Bedeutung der FuE-intensiven Industrien für die Beschäftigung ist eher indirekt: Sie bündeln einen erheblichen Teil der wissenschaftlich-technischen Problemlösungskompetenz einer Gesellschaft. Neue Technologien liefern die Lösungsansätze, die im Dienstleistungssektor angewendet und dort in Arbeitsplätze umgesetzt werden.
- Im Jahre 1997 waren rund 8,6 Mio. sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland in wissensintensiven Dienstleistungsbereichen tätig. Gemessen an den Beschäftigten entfallen mittlerweile knapp  $\frac{2}{3}$  aller Arbeitsplätze des Dienstleistungssektors auf die wissensintensiven Teilbereiche. Dies entspricht gut 35 vH aller Beschäftigten in der Wirtschaft. Zum Vergleich: In den alten Ländern betrug dieser Anteil im Jahr 1990 erst 30 vH.
- Gerade die unternehmensnahen Dienstleistungen konnten durch den Einsatz und die Verbreitung von IuK-Technologien neue Marktfelder erschließen. Dies war eine wesentliche Triebfeder für die positive Beschäftigungsentwicklung in diesem Bereich. Auch profitierten sie von der seit Anfang der 80er Jahre steigenden Nachfrage aus der Industrie. Diese Tendenzen werden sich weiter fortsetzen.
- Demgegenüber ist die Beschäftigung im Kredit- und Versicherungsgewerbe mittlerweile rückläufig. Rationalisierungsbestrebungen, umgesetzt über „Technikintensivierung“ und den verstärkten Einsatz von IuK-Technologien, sind hierfür eine maßgebliche Ursache. Allen Anzeichen nach dürfte sich diese Entwicklung mit der Zunahme des Wettbewerbs eher noch verstärken.

**Die Innovationsaktivitäten von Industrie und Dienstleistungen befruchten sich gegenseitig. Auch im**

**Dienstleistungsbereich nimmt die Bedeutung von Innovationen zu. Doch staatliche Regulierungen behindern die Ausnutzung von Innovationspotentialen.**

- Leistungsfähigkeit in Industrie und Dienstleistungen bedingen sich gegenseitig. Ohne ein leistungsfähiges Dienstleistungsangebot ist die starke internationale Wettbewerbsposition der deutschen Industrie kaum mehr denkbar. Es entstehen immer mehr neue „Cluster“ zwischen innovativen Industriebetrieben und Dienstleistern. Beispielhaft sind die engen Beziehungen zwischen der Medizintechnik und der Pharmazie auf der einen und dem Gesundheitswesen auf der anderen Seite, zwischen der Nachrichtentechnik und den Telefongesellschaften oder zwischen der Luftfahrzeugtechnik und den Fluggesellschaften.
- In den letzten Jahren läßt die Eigendynamik des Dienstleistungssektors insgesamt jedoch zu wünschen übrig, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung neuer Märkte. Trotz der relativen Erhöhung des Gewichts des Dienstleistungssektors in den letzten Jahren ist Deutschland international gesehen – bspw. je Kopf gerechnet – immer noch relativ schwach mit innovativen und wissensintensiven Dienstleistungen ausgestattet. Damit fehlen die Herausforderungen an die Innovationsfähigkeit der Industrie. Die „lead market“-Funktion des Dienstleistungssektors wird in Deutschland vielfach noch nicht ausreichend genutzt.
- Innovationspotentiale können nicht genutzt werden, weil Dienstleistungen in Deutschland stärker als in anderen Ländern Regulierungen unterliegen, die sich dämpfend auf das Innovationsgeschehen ausgewirkt haben. Insbesondere ausländische Investoren klagen über die hohe Regulierungsdichte und über die Marktzugangsvoraussetzungen gerade in Teilen des eher an „öffentlichen Bedürfnissen“ ausgerichteten Dienstleistungssektors (z. B. Gesundheitswesen, Stromversorgung, Verkehr, kommunale Versorgungsunternehmen).
- Unverkennbar ist ein Trend zur Standardisierung („Industrialisierung der Dienstleistungen“) und damit zu einer Verstärkung der internationalen Arbeitsteilung bei Dienstleistungen. Die Bedeutung der Innovationstätigkeit für die Exportleistung nimmt auch im Dienstleistungssektor zu.
- FuE-Aktivitäten spielen für die Innovationsdynamik im Dienstleistungssektor eine deutlich geringere Rolle als in der Industrie. Sie konzentrieren sich auf die Bereiche Software, Verkehr und Telekommunikation. FuE im Dienstleistungsbereich ist grundsätzlich weniger technikhorientiert und weniger formalisiert als in anderen Sektoren. Technische Entwicklungen in der Industrie bilden häufig den Anstoß zur Entwicklung und Modifikation von Dienstleistungen.

**Die Integration der neuen Bundesländer in den internationalen Innovationswettbewerb kommt langsam voran, steht aber insgesamt noch immer deutlich hinter derjenigen der alten Bundesländer zurück. Die Stabilisierung des FuE-Potentials macht Fortschritte.**

- Die Steigerung der Aktivitäten im ostdeutschen Auslandsgeschäft ist ein positives Signal. Dennoch haben ostdeutsche Unternehmen 1997 erst 25 vH der Umsätze mit FuE-intensiven Waren im Ausland erzielt, während dieser Anteil gesamtdeutsch bei der Hälfte lag. Dementsprechend entfiel 1997 lediglich 2 ½ vH des deutschen Auslandsumsatzes FuE-intensiver Industrien auf ostdeutsche Betriebe. Auch an der Industrieproduktion hat der FuE-intensive Sektor in den neuen Bundesländern mit rund einem Drittel ein wesentlich geringeres Gewicht als im früheren Bundesgebiet.
- Die Zahl FuE-betreibender Unternehmen hat in jüngerer Zeit zugenommen. Auch die FuE-Aufwendungen dürften 1997 leicht zugelegt haben. Bei den Patentanmeldungen liegt der Zuwachs bei ostdeutschen Unternehmen deutlich über dem gesamtdeutschen Schnitt, allerdings bei einem Ausgangsniveau von einem Drittel. Die Zahl der Neuerrichtungen von Gewerbetreibenden nimmt in den neuen Ländern nach der dynamischen Entwicklung bis zur Mitte der 90er Jahre ab. Dies gilt auch für die FuE-intensiven Industriebereiche. Ausgehend von einem niedrigen Anteil an unternehmensnahen Dienstleistungen, zeigt sich in diesem Bereich eine ähnlich hohe Dynamik der Neuerrichtung von Unternehmen wie in den alten Ländern.

**Die nationalen Volkswirtschaften haben im Innovationswettbewerb ihre spezifischen Stärken und Schwächen, die mit dem Bild der nationalen Innovationssysteme umschrieben werden. Im deutschen Innovationssystem haben die Unternehmen vor allem mit technologieintensiven kumulativen Verbesserungen entlang vorgezeichneter Entwicklungslinien Erfolg. Auf neue technologische Herausforderungen reagiert Deutschland zunächst eher zögerlich, steigt aber dann um so vehementer in diejenigen Teilbereiche ein, die zum deutschen Innovationsmuster passen.**

- Entscheidend für den technischen und ökonomischen Innovationserfolg sind neben den Anstrengungen für Bildung und Forschung unter anderem die Infrastruktur, die Kredit- und Kapitalmärkte, die staatliche Regulierung, die Funktionsweise der Arbeitsmärkte, die staatliche Nachfrage und nicht zuletzt Marktpotentiale. Aus der Perspektive des internationalen Vergleichs entspricht das deutsche Innovationsmuster – hochwertige Innovationen entlang sich abzeichnender Entwicklungslinien – einer Reihe wichtiger insti-

tutioneller Bedingungen: Verfügbarkeit von langfristigem Kapital, kooperative Gewerkschaften, einflußreiche Arbeitgeberverbände, gut ausgebaute berufliche Bildungssysteme, eine hohe Bindung der Beschäftigten an ihre Unternehmen sowie die enge Zusammenarbeit von Unternehmen.

- Auch bei den Spitzentechnologien Biotechnologie und Software hat sich Deutschland auf Segmente spezialisiert, die den deutschen Stärken entsprechen: Plattformtechnologien und Softwaredienstleistungen. Dort verspricht eine kumulative, am „lead-user“-orientierte Produkt- und Prozeßentwicklung besonderen Erfolg. Deutsche Unternehmen haben hier Kompetenzen mit breiter Anwendbarkeit erworben; dagegen sind deutsche Unternehmen im Therapeutikazweig der Biotechnologie und im Standardsoftwarebereich vergleichsweise weniger vertreten.
- Die Mikrosystemtechnik wird als potentielle Schlüsseltechnik des kommenden Jahrhunderts betrachtet. Dort hat sich Deutschland gegenwärtig sowohl in der Wissenschaft als auch in der Technologie eine günstige Ausgangsposition erarbeitet. In den kommenden Jahren gilt es vor allem, die Mikrosystemtechnik stärker als bislang mit Anwendungsmöglichkeiten in den traditionell starken Gebieten deutscher Unternehmen zu koppeln.
- In der Umwelttechnik kann Deutschland seine typischen Stärken in der Umsetzung vorhandenen Wissens und der Plazierung am Markt besonders gut ausspielen. Gemeinsam mit den USA ist Deutschland der führende Exporteur von Umwelttechnik. Jedoch zeigen sich in den letzten Jahren deutliche Spuren der schwachen Umweltkonjunktur in der Innovationstätigkeit deutscher Unternehmen. Neue Anreize für Investitionen in den Umweltschutz und die daraus resultierende Marktpotentiale in Deutschland werden auch die Wettbewerbsfähigkeit der Produzenten von (additiven und integrierten) Umweltschutzgütern im internationalen Raum befördern.
- Die Risiken einer Strategie, die auf Auf- und Überholprozesse und Breitenwirksamkeit für Einkommen und Beschäftigung setzt, sind in Phasen sich verkürzender Produktlebenszyklen und eines sich beschleunigenden Strukturwandels größer geworden. Die Akteure des deutschen Innovationssystems müssen daher künftig eine höhere Risikobereitschaft zeigen, um mit einer größeren Flexibilität auf den technologischen, beruflichen und sektoralen Strukturwandel reagieren zu können.

## Teil II: Herausforderungen und Handlungsprinzipien für eine effektive Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik

Die Zukunft Deutschlands basiert auf den Bereichen Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. Hier liegen die „klassischen“ deutschen Stärken und das entscheidende Fundament für die Zukunftsvorsorge. Beim Wettlauf um die Gunst der Kunden haben deutsche Unternehmen oftmals die Nase vorn. Aber: Der Vorsprung an der Spitze schmilzt, Know-how-Vorsprünge werden kurzlebiger, der Produktivitätsdruck steigt und damit die Notwendigkeit, Wissen in kürzer werdenden Zyklen marktfähig zu machen.

Es gibt kein allgemeingültiges, international bewährtes „Erfolgsrezept“, um die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes zu sichern und auszubauen. Länder haben ihre spezifischen Stärken und Schwächen. Diese gilt es zu verstehen und zu nutzen. Das deutsche nationale Innovationssystem wird vielfach als „kooperatives Konsensmodell“ beschrieben, in dem sich Innovationen und neue Technologien in Abstimmung von Wissenschaft und Forschung, Unternehmen, Staat, Gewerkschaften, Banken und Verbänden entwickeln und durchsetzen. Wichtig ist vor allem, daß die Interdependenzen im System beachtet werden: Schwächen in einem Bereich restringieren andere und limitieren die Handlungsmöglichkeiten.

### Das deutsche Innovationssystem im weltweiten Wettbewerb

Deutschlands Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik weist – gemessen am internationalen Standard – stärker diffusionsorientierte Elemente auf. Sie zielt auf eine breite fachliche, sektorale und regionale Verankerung des Innovationspotentials in der Wirtschaft ab. Die traditionelle Stärke Deutschlands im Bereich der Höherwertigen Technik legt die Schlußfolgerung nahe, daß die deutschen Unternehmen vor allem mit technologieintensiven systematischen Verbesserungen entlang vorgezeichneter Entwicklungslinien Erfolg haben.

- Diese Vorgehensweise wird unterstützt durch die Fähigkeit des deutschen Innovationssystems, das weltweite Know-how in der Spitzentechnik durch eine breite und qualitativ hochwertige Wissensbasis in die Innovationsaktivitäten anderer Sektoren zu integrieren. Eine breite Diffusion neuer Technologien verbunden mit einem auf Breitenwirkung abstellenden Aus- und Weiterbildungssystem sind dabei wesentliche Erfolgsfaktoren.
- Andererseits tut sich das deutsche Innovationssystem schwer, eine Vorreiterrolle in der Entwicklung von Marktfeldern einzunehmen, die auf neuen Technologien basieren. Häufig liegt eine gewisse Zeitspanne zwischen Innovationen in der Spitzentechnik und deren Aufnahme durch die deutsche Wirtschaft.

Es gibt allerdings keinen Grund, dies als fatale Schwäche des deutschen Innovationssystems zu werten. Vielmehr handelt es sich um einen anderen Weg. Die jüngste Entwicklung in der Biotechnologie belegt, daß es möglich ist, auf einen „fahrenden Zug“ aufzuspringen, wenn es gelingt, das Potential des deutschen Innovationssystems geschickt mit den Anforderungen neuer Technologien zu kombinieren. Gerade für Deutschland gilt: Auch eine „fast follower“-Strategie in neuen Marktfeldern kann erfolgreich sein. Einen derartigen Weg einzuschlagen bedeutet jedoch nicht, daß Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie an Bedeutung verlieren. Im Gegenteil: Eine breite Wissensbasis und die regionale und sektorale Vielfalt des deutschen Innovationssystems sind die Grundlage für die schnelle Diffusion und Umsetzung neuer Technologien in innovative Produkte und Prozesse und damit für allfällige Auf- und Überholprozesse.

Gleichzeitig muß es aber gelingen, die Spitzenstellung im Bereich von Innovationen in etablierten Technologiefeldern zu bewahren und auszubauen. Dies ist nicht nur aus der Perspektive der Bewahrung von Wachstum und Beschäftigung erforderlich, sondern auch eine zentrale Voraussetzung für die schnelle Integration neuer Innovationsfelder in das „Portfolio“ Deutschlands. Gerade dann, wenn die neuen Marktfelder zunehmend mit den Charakteristika des deutschen Innovationssystems vereinbar sind, bieten sich – für eine kurze Zeitspanne – den deutschen Unternehmen Chancen, diese zu erschließen. Gelingt dabei noch die Nutzung der etablierten Branchennetzwerke zwischen Herstellern und Zulieferern, kann die Stärke des deutschen Innovationssystems voll zur Geltung gebracht werden.

### Begründung einer zeitgemäßen Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik:

- Die Prozesse zur Generierung, Umsetzung und Diffusion neuen Wissens werden durch unvollständige Märkte und Externalitäten beeinträchtigt. Staatliche Aktivitäten können zur Milderung der Auswirkungen von Marktversagen und Marktunvollkommenheiten beitragen.
- Lock-in-Effekte bewirken, daß Unternehmen zu spät auf neue technologische Entwicklungen reagieren und neue technologische Entwicklungslinien eröffnen. Staatliche Maßnahmen können geeignet sein, diese Lock-in-Effekte überwinden zu helfen.
- Verhinderung der Gefahr der Unterinvestition in FuE-Infrastruktur und – insbesondere zur Stimulierung der Entwicklung bei innovativen Dienstleistungen – Förderung der Investitionen in die IuK-Infrastruktur.

- Rapide technologische Entwicklungen, z. B. im Bereich der IuK-Technologien, führen zu einem schnellen Verfall des Absorptionspotentials und verringern damit die Adaptionsmöglichkeiten (insbesondere der kleinen und mittleren Unternehmen); Aus- und Weiterbildungspolitik und die Unterstützung permanenter Lernprozesse helfen den Unternehmen, mit der technologischen Entwicklung Schritt zu halten.
- Staatliche Innovationspolitik sollte auch darauf achten, daß die Effektivität des Marktes als Selektionsmechanismus gefördert wird. Ein zu schwacher Selektionsmechanismus ist ebenso gefährlich wie ein zu starker Selektionsmechanismus, der neuen Unternehmen mit neuen Produktideen keine Chance läßt und mittelfristig die Vielfalt der Innovationsmöglichkeiten der Volkswirtschaft reduziert.
- Schließlich bleibt als zentrale Aufgabe staatlicher Innovationspolitik, dafür zu sorgen, daß die Komplementaritäten innerhalb des deutschen Innovationssystems zum Tragen kommen. Eine effiziente und effektive staatliche Innovationspolitik erfordert die fortlaufende Evaluation und gegebenenfalls die Anpassung der öffentlichen FuE-Infrastruktur. Nur so kann rechtzeitig auf neue technologische Entwicklungen reagiert und durch die Veränderung bestehender Regularien und Institutionen im Rahmen des deutschen Innovationssystems eine adäquate Förderung der Innovationsbemühungen der Unternehmen sichergestellt werden.

Gerade im Hinblick auf die Fähigkeit des schnellen Übergangs auf neue Märkte erweisen sich einige Elemente des deutschen Innovationssystems als nachteilig: Die langfristige Orientierung des Systems der Unternehmensfinanzierung, der hohe Grad an Investitionen in berufs- und branchenspezifisches Wissen und das traditionell hohe Ausmaß an Abstimmung und Kooperation zwischen den Akteuren im Innovationssystem erleichtern zwar die Optimierung innerhalb des Systems, schränken aber die Flexibilität ein. Das deutsche Innovationssystem ist daher empfindlich gegenüber technologischen Schocks und plötzlichen radikalen Veränderungen. So reduziert sich zum Beispiel bei kürzeren Produkt- und Technologielebenszyklen der Anpassungsspielraum, und außerdem steigt die Gefahr, auf neuen Marktfeldern nicht rechtzeitig Fuß fassen zu können. Die Akteure des deutschen Innovationssystems müssen daher künftig eine höhere Risikobereitschaft zeigen, was natürlich voraussetzt, daß auch höhere Renditen für die Investitionen in die Zukunft in Aussicht gestellt werden. Dies gilt für die Investitionen sowohl in Humankapital als auch in Sachkapital.

Erfolgreiche Innovationsprozesse sind charakterisiert durch die langfristige Interaktion aller an der Innovationsentwicklung Beteiligten; Rückkoppelungen und Lerneffekte sind essentielle Bestandteile jeder Innovation. Dadurch ist ein Innovationssystem dynamisch. Durch die Internationalisierung, die strategische Ausrichtung multinational operierender Unternehmen, Ka-

pitalverflechtungen und grenzüberschreitenden Wissenstransfer – innerhalb und außerhalb Europas – ist das deutsche Innovationssystem kein geschlossenes System, an dem weltweit wirkende Trends abprallen. Diese neuen Herausforderungen stellen die Flexibilität des Systems auf die Probe. Es liegt in der Verantwortung aller Akteure des Systems, die Voraussetzung dafür zu schaffen, daß Deutschland auch in Zukunft vom Wandel zur Wissensgesellschaft profitieren kann.

#### **(A) Stärkung des Innovationspotentials durch Bildungs- und Ausbildungspolitik**

*An den Schulen und den Universitäten wird über die künftige internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und der Arbeitsplätze entschieden!*

Humankapital ist der Schlüsselfaktor für die mittel- und langfristige Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der wissensintensiven Gesellschaft. Daher darf bei den Investitionen in die Bildung nicht nachgelassen werden. Im Gegenteil: Den Investitionen in die Aus- und Weiterbildung sind eine höhere Priorität in den öffentlichen Haushalten, in denen sie in Verkennung ihrer ökonomischen Natur als Konsumgut behandelt werden, einzuräumen. Hier sind alle gebietskörperschaftlichen Ebenen angesprochen. Eine Kürzung im Bildungsbereich mag heute als „Sparen“ angesehen werden. Tatsächlich sinken damit aber die für die Zukunftsvorsorge aufgewendeten Mittel mit der Folge geringerer Einkommen und Steuereinnahmen in den kommenden Jahrzehnten. Richtig ist eine Doppelstrategie, die auf Effizienzerhöhung durch Reformen setzt und gleichzeitig durch erhöhten Mitteleinsatz die Leistungsfähigkeit des Bildungswesens steigert (vgl. Abschnitt 4.3.1 und 4.3.2).

*Eine fundierte allgemeine Ausbildung erhöht die Zukunftssicherheit und verbessert die Ausgangssituation für das „lebenslange Lernen“!*

Die Halbwertszeiten der ökonomischen Verwertbarkeit von Qualifikationen werden immer kürzer. Die Spezialisierung – und damit der Weiterbildungsbedarf bzw. die spezifische Qualifizierung – nimmt weiter zu. Umgekehrt bedeutet dies, daß in der Erstausbildung die Vermittlung von „allgemeinem“ Wissen an Gewicht gewinnt. Denn die Aneignung spezifischen Wissens im Rahmen des lebenslangen Lernens fällt auf der Basis einer breiten allgemeinen Bildung leichter. Eine fundierte allgemeine Ausbildung ist darüber hinaus eine wichtige Voraussetzung für die Mobilität zwischen Unternehmen, Sektoren und Berufen. In der beruflichen Bildung kann aus dieser Gewichtsverschiebung in den Ausbildungsinhalten eine Reduktion der Ausbildungsberbereitschaft der Unternehmen resultieren. Dem gilt es durch parallele Maßnahmen vorzubeugen.

Mit einer Neuordnung des Verhältnisses von beruflicher Erst- und Weiterbildung könnte den sich im Laufe des Erwerbslebens verschiebenden Gewichten allgemeiner und spezifischer Wissenskomponenten entgegengewirkt werden. Es ist zu prüfen, ob in der Ausbildung Modelle

zu realisieren sind, in denen die Primärausbildungszeit verkürzt wird und die „eingesparte Zeit“ später in Form von Weiterbildungszeiten wieder aufgegriffen wird, um das Humankapital besser an veränderte qualifikatorische Notwendigkeiten anzupassen. Eine derartige „Institutionalisierung des lebenslangen Lernens“ könnte den Erwerbstätigen signalisieren, daß die Qualifizierung nicht mit Erreichen eines Abschlusses beendet ist.

*Die Ausrichtung der Ausbildung von Hochqualifizierten an internationalen Standards verbessert die Wettbewerbsfähigkeit des Ausbildungssystems und der Unternehmen!*

Deutschland ist bekannt für seine solide Breitenausbildung auf hohem Niveau. Sie ist ein wesentliches Element des deutschen Innovationssystems und muß unbedingt beibehalten werden. Demgegenüber hat die Förderung von Leistungseliten in der öffentlichen Meinung oft noch einen negativen Beigeschmack. Dieser muß abgebaut werden. Eine verstärkte Elitenorientierung würde nicht nur den Bedürfnissen von Wirtschaft und Staat als Nachfrager von hochqualifizierten Arbeitskräften Rechnung tragen, sondern auch die Attraktivität des „Ausbildungsstandorts Deutschland“ für Ausländer erhöhen.

Insbesondere die Universitäten müssen ihre Strukturen und Ausbildungsgänge internationalen Standards anpassen, damit der deutsche Abschluß leichter internationale Anerkennung findet. Mit solchen Schritten könnte auch von hier verstärkt „Bildungsexport“ betrieben werden. Dadurch würden zum einen hochqualifizierte Arbeitsplätze entstehen. Zum anderen würde sich die Basis für Kooperationen zwischen dem Ausland und Deutschland verbessern, wenn man bedenkt, daß eine relativ starke Tendenz besteht, mit dem Land, in dem man ausgebildet wurde, im späteren Berufsleben in Kontakt zu treten.

Gleichzeitig verbessern sich auch die Berufschancen von in Deutschland in internationalen Studiengängen ausgebildeten Personen. Sie finden später leichter in multinationalen Unternehmen und im Ausland eine Beschäftigung. Auch dies hat positive Rückwirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit – sowohl des deutschen Ausbildungssystems als auch der deutschen Wirtschaft: Zum einen profitiert Deutschland von den Netzwerken und darauf aufbauenden Geschäftsbeziehungen, zum anderen verbessert die internationale Mobilität von Hochqualifizierten die Möglichkeiten, am weltweiten Wissenszuwachs zu partizipieren.

*Die stärkere Verankerung von Informations- und Kommunikationstechnologien in den Ausbildungsinhalten erhöht die Zukunftssicherheit der Ausbildung!*

Informations- und Kommunikationstechnologien sind für eine Verstärkung der Dynamik in der wissensintensiven Gesellschaft essentiell. Die Vermittlung der Basiskenntnisse im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken sind auf allen Ausbildungsebenen zu verstärken. Fachpersonalmangel, insbesondere der Mangel an in IuK-Technologien geschulten Kräften, wird bereits heute von vielen Dienstleistungsunternehmen

beklagt. Die Schaffung neuer Berufsbilder im Informations- und Kommunikationsbereich könnte mittelfristig einen Beitrag zur Abhilfe leisten. Aber auch in traditionellen Berufsbildern sind an neuen Technologien orientierte Ausbildungsinhalte stärker zu verankern.

*Die Gefahr einer Knappheit an Fachkräften für Informations- und Kommunikationstechnologien ist virulent! Ein Mangel an Ingenieuren zeichnet sich ab!*

Ein zunehmende Zahl von Unternehmen, insbesondere in technologieintensiven Dienstleistungsunternehmen, klagt über den Mangel an hochqualifizierten Fachkräften für die Anwendung und Integration von IuK-Technologien in Produkt- und Prozeßinnovationen. Die weitere Verknappung an Fachkräften und Ingenieuren kann nicht nur im Dienstleistungsbereich den Aufschwung bremsen, sondern auch in forschungsintensiven Industrien (vgl. Abschnitt 4.3.2.3). Trotz des sich abzeichnenden Mangels an hochqualifizierten IuK-Fachkräften zeigt sich nur ein allmählicher Anstieg der Studentenzahlen mit entsprechender Ausrichtung. Die Studierneigung in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern, insbesondere aber in Fächern mit informationstechnischer Ausrichtung, muß gesteigert und auf höherem Niveau verstetigt werden. Kurzfristig wird sich an der Knappheit hochqualifizierter Arbeitskräfte nur wenig ändern lassen. Die Studierentscheidungen sind gefallen und legen den Nachwuchs bis in die ersten Jahre des nächsten Jahrtausends fest. Über kurzfristig gangbare Wege muß verstärkt nachgedacht werden, um die Konsequenzen aus dem Mangel an IuK-geschulten Fachkräften für die Wettbewerbsfähigkeit und das Wachstum der Unternehmen in Deutschland zu mildern.

Insbesondere am Mangel an IuK-Fachkräften zeigt sich die Kehrseite des Innovationssystems, welches im (Aus-)Bildungssektor durch langfristige Bindung des Humankapitals an den Arbeitgeber gekennzeichnet ist, und wo die Schüler und Studenten ihre Karrieren am aktuellen Einstellungsverhalten der Unternehmen zyklisch und nicht an den langfristigen Perspektiven einer Ausbildung ausrichten. Auf die modernen Anforderungen paßt das deutsche Ausbildungssystem (noch) nicht, denn der Trend zur intensiven spezifischen Ausbildung ist ungebrochen. Die Bildungs- und Ausbildungspolitik stellt damit unter mehreren Perspektiven den zentralen Ansatzpunkt für die Förderung des Wandels zur Informations- und Dienstleistungsgesellschaft dar. Eine Erhöhung der staatlichen und privaten Investitionen in Humankapital ist der Schlüssel zum weiteren Ausbau der technologischen Leistungsfähigkeit.

*Bildung ist die beste Versicherung gegen Arbeitslosigkeit!*

Der rasche Übergang zu einer wissensintensiveren Wirtschaft hat nicht nur eine Sonnenseite. Denn Innovationen sind mit hohen Selektionswirkungen auf dem Arbeitsmarkt verbunden. Die Beschäftigung von Hochqualifizierten nimmt zwar weiter zu, die Arbeitsmarktposition unqualifizierter Arbeitskräfte hat sich hingegen dauerhaft verschlechtert. Dies gilt selbst im Aufschwung

und sogar für den Dienstleistungsbereich, der ja vielfach als Hoffnungsträger bei der Milderung der Beschäftigungsprobleme gehandelt wird. Im übrigen trifft dies auch für die USA zu, wo sich eine immer größere Schere zwischen Arm und Reich auf tut, über die selbst die Beschäftigungserfolge nicht hinwegtäuschen können.

Innovationen führen zwar über Produktivitätseffekte zur Einsparung von Arbeitsplätzen. Ohne Innovationen wären unproduktive Arbeitsplätze unter dem Druck der internationalen Konkurrenz jedoch ohnehin gefährdet. Es gibt daher keine Alternative zu einer innovationsorientierten Politik. Die größte Problemgruppe am Arbeitsmarkt sind falsch oder wenig qualifizierte Personen, deren Tätigkeiten sich immer leichter automatisieren lassen. Die Herausforderung für die Bildungspolitik liegt darin, jenen Menschen neue Chancen zu verschaffen, deren Erwerbsmöglichkeiten durch den Strukturwandel entwertet worden sind, und Qualifizierungsmöglichkeiten für diejenigen zu schaffen, die den Anforderungen des Dualen Ausbildungssystems nicht gewachsen sind. Bildung ist die beste Versicherung gegen Arbeitslosigkeit. Die Konsequenzen zur Bekämpfung der strukturellen Arbeitslosigkeit im Bereich der Niedrigqualifizierten sind jedoch vor allem im Arbeitskostenbereich zu ziehen.

#### *Ausbildungskapitalförderung der Sachkapitalbildung gleichstellen!*

Ausbildungskapitalbildung und Sachkapitalbildung sind im Rahmen der staatlichen Förderung mindestens gleichrangig zu behandeln. In Deutschland mangelt es nicht an Finanzierungshilfen für Investitionsprojekte, die häufig einfache Tatbestände (Sach- und Bauinvestitionen) begünstigen und so etabliert sind, daß sie faktisch kaum zur Disposition stehen (z. B. die zentrale Regionalförderung). Die Begünstigung des einen ist jedoch die Diskriminierung des anderen. „Ausbildungskapital“ und „technisches Wissen“ werden bei reiner Investitionsförderung diskriminiert: Die relativen Preise für den Einsatz von Sachkapital verbessern sich im Vergleich zu den Preisen für die Nutzung von Qualifikation und Wissen. Traditionelle Finanzierungshilfen begünstigen die „industriellen Kerne“, die jedoch nicht notwendigerweise mit den Innovationskernen deckungsgleich sein müssen.

#### **(B) Stärkung des gesamtwirtschaftlichen FuE-Potentials**

##### *Die Qualität und Differenziertheit der FuE-Infrastruktur ist ein wichtiger Wettbewerbsfaktor!*

Forschung und Entwicklung haben in Deutschland einen vergleichsweise hohen Stellenwert. Im öffentlichen und privaten FuE-Bereich sind hochqualifizierte, kreative Personen beschäftigt, und das unternehmensinterne Know-how ist hoch. Die Ingenieur- und Facharbeiterausbildung gelten als hervorragend. Zu den Vorteilen des Standorts Deutschland zählt neben den umfangreichen Aktivitäten der Wirtschaft das breite Wissen-

schafts- und Forschungspotential im Bereich der Grundlagen- sowie der angewandten Spitzen- und strategischen Forschung (in Fachhochschulen, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wie Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft, der Max Planck-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft und der Blauen Liste). Auch die Zugangsmöglichkeiten zu technischem Wissen gelten für technologieorientierte Unternehmen als gut, wenn auch ausbaufähig (vgl. Abschnitt 4.3.3).

##### *Die laufende Überprüfung und kontinuierliche Effizienzsteigerungen der staatlichen FuE-Infrastruktur ist eine zunehmend wichtige Aufgabe!*

Die Grundlagenforschung darf zwar nicht kurzfristigen Marktanforderungen untergeordnet werden, doch muß das System durchlässiger gestaltet werden. Dazu müssen einerseits vom Markt ausgehende Signale rechtzeitig erkannt und von der Grundlagenforschung gegebenenfalls aufgegriffen werden können und andererseits die Unternehmen über Forschungsziele sowie -fortschritte frühzeitig informiert werden.

Strategische Forschung ist Zukunftsvorsorge. Eine zu eng ausgelegte und sich an zu kurzfristigen Zielen orientierende strategische Forschung läuft Gefahr, inflexibel zu werden. Aber auch die Frage nach den ökonomischen Effekten der Grundlagen- und der angewandten Forschung, insbesondere im außeruniversitären Bereich, hat ihre Berechtigung (vgl. Abschnitt 4.3.3). Gerade im Hinblick auf die Verwertungsrelevanz der außeruniversitären Forschung zeigt sich – auch unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung – eine hohe Heterogenität zwischen den einzelnen Einrichtungen und damit der Bedarf einer sorgfältigen Reanalyse der Aufgabenstellung unter veränderten ökonomischen Rahmenbedingungen. Zudem sollte der temporäre Charakter der staatlichen Unterstützung beim Aufbau von Kompetenzzentren stärker in das Blickfeld gerückt werden. Denn wenn eine Einrichtung aufgrund sich ändernder Aufgabenstellungen ihre ursprüngliche „Mission“ verliert, entstehen bei der Weichenstellung und Neuorientierung Probleme.

Der eingeschlagene Weg, den Wettbewerb zwischen den Einrichtungen der FuE-Infrastruktur zu stärken, ist konsequent weiter zu gehen. Dies schafft Raum für die Erhöhung der wissenschaftlichen Qualität der Forschung und induziert eine Erhöhung der Verwertungsrelevanz. Dies setzt allerdings voraus, daß das Instrument des „Peer-review“ konsequent eingesetzt wird. Gleichzeitig liefert dies einen Ansatzpunkt, das Gewicht der institutionellen Förderung, deren Zunahme die Entscheidungsspielräume der Forschungs- und Innovationspolitik in den letzten Jahren zunehmend begrenzte, wieder auf einen geringeren Anteil zurückzuführen.

##### *Forschung und Entwicklung in der Industrie verstetigen!*

Eine der wichtigsten Aufgaben muß es sein, die Wirtschaft wieder zu mehr FuE-Anstrengungen zu ermutigen. Mittel zur Aufstockung des FuE-Personals in klei-

nen und mittelgroßen Unternehmen stellen einen grundsätzlich problemadäquaten Förderansatz dar, denn der damit einhergehende Wissensintensivierungseffekt stärkt die Wettbewerbsposition der Unternehmen auch auf lange Sicht. Die Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an der Industrieforschung ist daher zu verstetigen (vgl. Abschnitt 4.2.1).

In Deutschland gibt es - im Gegensatz zu vielen europäischen Konkurrenten - keine steuerliche Förderung von FuE-Aufwendungen mehr. Sie ließe sich wegen der externen Effekte von FuE und Innovation indessen gut begründen. Die indirekte Förderung der FuE-Intensivierung durch eine steuerliche Förderung oder eine „zulagenähnliche“ Förderung wäre somit erwägenswert. Sie würde – anders als Personaltransfermaßnahmen – auch neutral in Bezug auf den Einsatz von Produktionsfaktoren sein. Je indirekter die Förderung gestaltet wird, desto niedriger fällt auch der Verteilungsaufwand bei der Vergabe der Fördermittel aus. In Zeiten knapper Kassen ist jedoch auf die Opportunitätskosten für derartige Maßnahmen hinzuweisen. Durch ein adäquates Design der Fördermaßnahmen sollten die jeder Förderung inhärenten Mitnahmeeffekte daher möglichst gering gehalten werden. Bedacht werden sollten dabei auch, ob die durch eine solche Maßnahme induzierte Mehrnachfrage nach Fachkräften mit dem verfügbaren Angebot vereinbar ist.

Neben der Generierung technischen Wissens ist die Fähigkeit und Kapazität der Unternehmen, technisches Wissen aus Forschungseinrichtungen zu adaptieren und im Innovationsprozeß mit Partnern zu kooperieren, eine entscheidende Komponente für die technologische Leistungsfähigkeit. Der Wissenstransfer über Köpfe ist um so erfolgversprechender, als über das neu eingestellte FuE-Personal die betriebliche Fähigkeit zu FuE-Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und mit Unternehmen steigt. Es sind fast ausschließlich Unternehmen mit eigenen FuE-Kapazitäten, die auf die technologiepolitischen Angebote zur Erweiterung der Adaptionfähigkeit zurückgreifen (können). Die Aufnahme externen technischen Wissens ist in aller Regel komplementär zu eigenen FuE- und Innovationsanstrengungen der Klein- und Mittelbetriebe; je höher die interne FuE-Intensität, desto mehr Wissen wird von externen Partnern aufgenommen. Kooperationen mit Forschungseinrichtungen substituieren dabei in aller Regel unternehmensinterne Forschungsanstrengungen nicht, sondern beflügeln sie: Die Möglichkeit zu kooperieren steigert die Anreize für das Unternehmen, mehr in FuE zu investieren. Auch „outsourcing“ von FuE führt in aller Regel nicht zu einer Reduzierung von interner FuE, sondern geht vielfach mit einer Ausweitung der eigenen FuE-Anstrengungen einher.

*Vorhandene Netzwerke und Innovationspartnerschaften stärken, neue Netzwerke aufbauen!*

Durch den Austausch von Personen innerhalb der Wirtschaft und zwischen Wissenschaft und Wirtschaft kann ein Wissens- und Technologietransfer nach dem Gegenstromprinzip aufgebaut werden. Zwischen der for-

schungsintensiven Industrie und ihren Nachfragern auf der einen Seite sowie zwischen Wirtschaft und Wissenschaft andererseits bestehen vielfältige, häufig bewährte und eingeübte Kooperationsmöglichkeiten. Die vorhandenen Netzwerke und Wissensverbände dürfen nicht dadurch rissig werden, daß Schlüsselemente herausbrechen. Es sind die Bedingungen dafür zu schaffen, daß sich die Kompetenzen finden können. Zwar funktioniert der Wissenstransfer bei den „Insidern“. Es gibt jedoch noch zu viele „Outsider“, die nur gelegentlich eigenständige Entwicklungen betreiben und daher kaum Zugang zu den öffentlichen FuE-Einrichtungen haben (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Gerade beim Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft haben Studien in den letzten Jahren die verschwommenen Grenzen zwischen Grundlagenforschung, angewandter Forschung sowie Produkt- und Prozeßentwicklung deutlich gemacht. Hier gibt es eine Reihe konkreter Reformoptionen (angefangen vom öffentlichen Dienstrecht bis hin zu Budgetierung der Einrichtungen der FuE-Infrastruktur), die dazu beitragen können, die Personalmobilität zwischen Unternehmen und öffentlichen FuE-Einrichtungen und die Möglichkeiten für Public-Private-Partnerships zu erhöhen. Weiter erscheint es wichtig, daß bei einer Vielzahl von Forschungseinrichtungen eine stärkere Profilierung stattfindet, die den eigentlichen Aufgaben und technischen Möglichkeiten der Institute Rechnung trägt, damit interessierte Unternehmen adäquate Unterstützung finden.

Aber auch die Wirtschaft ist gefordert: Im Unternehmen wird ein „managing agent“, der die persönlichen Kontakte zu anderen Unternehmen und zu Wissenschaftlern hält und für die Umsetzung der Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung im Unternehmen verantwortlich ist, als ein entscheidender Erfolgsfaktor beim Technologietransfer angesehen. Suchinitiativen auf Seiten der Unternehmen sollte ein stärkeres Gewicht im innerbetrieblichen Innovationsmanagement eingeräumt werden.

### **(C) Stimulierung der Dynamik im Dienstleistungssektor und der Gründungsaktivität**

*Innovationsaktivitäten im Dienstleistungssektor sind zu stärken!*

Innovationen sind im Dienstleistungssektor so wichtig wie in der Industrie. Früher waren Dienstleistungen insbesondere lohnintensiv, heute steigt der Technologiegehalt vor allem durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien. Technologie- und IuK-intensive Dienstleistungsunternehmen erreichen damit eine Bedeutung in der technologischen Leistungsfähigkeit analog zu den Unternehmen der Spitzen- und Höherwertigen Technologie.

Die industrielle Basis wird um so eher wachsen, je besser sie von vorgelagerten, begleitenden und nachgelagerten Dienstleistungen unterstützt wird (vgl. Abschnitt 3.1 und 3.2). Dienstleistungsunternehmen werden einerseits zu Technologiegebern, sie setzen anderer-



seits die verarbeitenden Unternehmen unter Zugzwang, Produkte zu produzieren, die den qualitativen und technischen Anforderungen der Dienstleister gerecht werden. Durch die Ansprüche der „lead user“ aus dem Dienstleistungssektor werden die produzierenden Unternehmen zu neuen Forschungsleistungen animiert. Es bilden sich innovative „Netzwerke“ zwischen industrieller Spitzentechnik und Technologie- und IuK-intensiven Dienstleistern. Deutschland sollte den Dienstleistungsbereich insgesamt stärken, um die technologische Leistungsfähigkeit in der High-tech Industrie wie im Dienstleistungssektor verbessern zu können.

Effiziente Innovationspolitik heißt auch, die Schwerpunkte richtig zu setzen. Hier sind Korrekturen u. a. deshalb angebracht, weil sich mit dem Trend zur Dienstleistungsgesellschaft innerhalb der Wertschöpfungsketten die Beiträge von der Hardware-Produktion zur Software verschieben und innerhalb der Wirtschaft von den Produzenten zu den Nutzern. Viele expansive Dienstleistungsbereiche sind zwar von den Standorten der Technologieproduktion unabhängig. Zur Erfüllung ihrer originären Funktionen sind sie jedoch auf die Anwendung hochwertiger technischer Lösungen angewiesen. Insofern gilt es, den Anwendungsmöglichkeiten und der optimalen Kombination von Technologien im Dienstleistungssektor in der Förderung vermehrt Beachtung zu schenken.

Die deutsche Forschungsinfrastruktur hat sich bislang dem Strukturwandel zum Dienstleistungssektor kaum angepaßt. Hier gilt es daher ein entsprechendes Angebot der Hochschulen und Forschungsinstitute, die in ihren FuE-Aktivitäten noch sehr stark auf industrielle Produktions- und Entwicklungsprozesse ausgerichtet sind, durch veränderte Prioritätensetzung zu stimulieren.

*Die Entstehung von neuen Unternehmen mit neuen Produktideen ist zu unterstützen!*

Unternehmensgründungen und jungen technologieorientierten Unternehmen wird in der aktuellen Diskussion eine hohe wirtschaftliche Bedeutung im Hinblick auf Innovationstätigkeit und Strukturwandel einer Volkswirtschaft beigemessen, da von ihnen Impulse für die Beschäftigung und den Einsatz neuer Technologien erwartet werden (vgl. Abschnitt 4.2.3).

Darüber hinaus bringen viele forschende Klein- und Mittelunternehmen Vorteile für den deutschen Standort. Multinationale Unternehmen finden durch sie hier gute Möglichkeiten zum arbeitsteiligen Produzieren auf hohem Niveau vor. Sie bilden mit Klein- und Mittelunternehmen entsprechende Netzwerke von Produzenten und Zulieferern, die die Bindung an den Standort fördern. Darüber hinaus haben Klein- und Mittelunternehmen nicht nur wichtige Funktionen in bezug auf die Diffusion von Wissen und die flexible Bedienung von kleineren Marktsegmenten, sondern viele von ihnen sind auch ausgesprochen innovativ und finden sich an der Spitze des Fortschritts.

Gerade in der Start- und Gründungsphase kleiner und mittelgroßer Unternehmen gilt: Je höher der Neuheitsgrad, desto stärker der Gegenwind und desto mehr Pro-

jekte werden verzögert, abgebrochen oder verhindert. Vor allem das hohe wirtschaftliche Risiko und das Kapital, das benötigt wird, um neue Ideen in forschungintensiven Branchen zur Marktreife zu bringen, führt zu negativen Auswirkungen. Hauptsächlich trifft der Kapitalmangel kleine, mittelgroße und junge Unternehmen (vgl. Abschnitt 3.2 und 4.2.3).

Die Verfügbarkeit von Beteiligungskapital für innovative Unternehmensgründungen hat sich in den letzten Jahren erheblich verbessert. Staatliche Fördermaßnahmen und die Erweiterung der Exit-Möglichkeiten für die Kapitalgeber (Stichwort: „Neuer Markt“) haben dazu entscheidend beigetragen. Als weitere Reformschritte zur Sicherung der Entwicklung des Beteiligungskapitalmarkts kämen in Frage: Die Einführung von Pensionsfonds angelsächsischen Stils, eine Verbesserung der steuerlichen Rahmenbedingungen für wissensintensive, junge Unternehmen oder ihrer Kapitalgeber sowie die steuerliche Förderung der Geldanlage in Beteiligungsgesellschaften. Die Zweckmäßigkeit dieser Maßnahmen muß vor dem Hintergrund der angestrebten Reform der Unternehmensbesteuerung und der Entwicklung auf dem Beteiligungskapitalmarkt beurteilt werden. Eine sorgfältige Bewertung der Möglichkeiten der einzelnen Maßnahmen erscheint angebracht.

Das Gründungspotential von Hochschulabsolventen und Mitarbeitern öffentlicher Forschungseinrichtungen liegt in vielen Feldern noch weitgehend brach. Gerade angesichts rückläufiger Absolventenzahlen in den naturwissenschaftlich-technischen Fächern und des verstärkten Wettbewerbs um hochqualifizierte Fachkräfte erscheint eine Mobilisierung des Gründungspotentials erforderlich, um einen adäquaten Nachschub an gründungswilligen Hochschulabsolventen mittelfristig zu sichern und auszubauen. Eine Anreicherung der Hochschulabschulung um „Entrepreneurship“-Elemente an Hochschulen kann dazu beitragen.

#### **(D) Verbesserung der institutionellen Ausgestaltung des Innovationssystems**

*Die kontinuierliche Verbesserung und laufende Anpassung der Rahmenbedingungen zählt weiterhin zu den zentralen Aufgaben der Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik!*

Bedingung für eine Erhöhung der Unternehmensinvestitionen in Produktion, Forschung und Entwicklung ist, daß Deutschland auch attraktive Marktpotentiale und Produktionsbedingungen für hochwertige Güter und Dienstleistungen bietet. Alle Maßnahmen, die die Investitionsbedingungen und die Rentabilität verbessern, stellen Anreize dar und sind innovationsfreundlich. Forschungs- und Innovationspolitik muß Hand in Hand gehen mit der Verbesserung der Marktmechanismen auf Güter-(Dienstleistungs-) und Faktormärkten, Veränderungen im Finanzsystem, Arbeitsmarktbeziehungen und Reformen im Bildungssektor.

*Innovationshemmnisse abbauen und re-regulieren!*

Gute Regulierungssysteme zeichnen sich dadurch aus, daß sie einerseits stabile Rahmenbedingungen schaffen

und Vertrauensschutz bieten, andererseits jedoch genügend Spielraum für die Realisierung ökonomisch-technischer Kreativität geben. Dies ist in Deutschland nicht in allen Bereichen der Fall. Zwar ist eine hohe Regulierungsdichte ein Merkmal für eine weit entwickelte Volkswirtschaft, doch darf es zu keiner Überregulierung kommen. Auch darf das Regulierungssystem nicht erstarren.

Alle innovationsrelevanten Rahmenbedingungen sind auf den Prüfstand zu stellen. Sie müssen daraufhin betrachtet werden, ob sie Innovationen Impulse geben oder ihnen im Wege stehen. Innovationspolitik muß breiter angelegt und mit den übrigen innovationsrelevanten Politikbereichen verzahnt werden. Einige Innovationshemmnisse sind fundamental und können prohibitiv wirken (z. B. hohes Marktrisiko oder fehlende Nachfrage nach neuen, hochwertigen Gütern und Diensten).

- Viele Unternehmen fordern für Neu- und Erweiterungsinvestitionen zügigere Genehmigungsverfahren. Auch wird über unabgestimmte Auflagen und Genehmigungsverfahren für Investitionen und neue Produktionsprozesse mit unkalkulierbarem Ausgang geklagt sowie über die Gefahr der Nachbesserung bei bereits genehmigten Anlagen. Allerdings darf trotz dieser Klagen die Beschleunigung nicht zulasten der Qualität der Zulassung gehen. Genehmigungsverfahren müssen nach klaren Vorgaben organisiert und zwischen den in die Zulassung involvierten Stellen abgestimmt sein. Maßnahmen zur schnelleren Bearbeitung von Investitionsverfahren haben bereits vertrauensbildend gewirkt. Weitere Verbesserungsmöglichkeiten wären zentrale Anlaufstellen für alle Regulierungserfordernisse, z. B. bei der Erstellung von Neuanlagen oder der Veränderung von Altanlagen, die Unternehmen auf ihrem Weg durch die vielfältige Regulierungslandschaft begleiten könnten.
- Zulassungsverfahren für Produkte sind zeit- und motivationsraubend und drücken auf den „Erfinderlohn“. Gerade bei neuen Technologien sind aber die Marktvolumina und ihre Erträge unvorhersehbar. Die forschende Industrie benötigt langfristig berechenbare Vorgaben. Dieses Hemmnis hat für deutsche Innovatoren, die vielfach als Vorreiter auf den Märkten aktiv sind, manchmal prohibitive Wirkung und hat im internationalen Vergleich sehr hohe Bedeutung. Eine gewisse Besserung ist z. B. durch das Gentechnikgesetz eingetreten, das gentechnische Forschung und biotechnologische Produktion in Deutschland ermöglicht. Weitere Fortschritte müssen erzielt werden. Wichtig ist insbesondere auch eine gute Abstimmung innerhalb Europas, damit die Vorteile des großen Binnenmarkts auch zum Tragen kommen. Veränderung in den Zulassungsverfahren besitzen enorme Auswirkungen auf die Innovationsaktivitäten. Dies wurde jüngst am Beispiel der Europäisierung der Zulassungen im Gesundheitsbereich deutlich. Erfolgreiche Regulierung wird nur dann die Innovationsaktivitäten in Deutschland stimulieren, wenn es gelingt, die für die Ausnutzung der neu gewonnenen Handlungsspielräume benötigten komplementären Ressourcen verfügbar zu haben. So wie

beispielsweise die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in der Zulassung von neuen Medikamenten durch die geringe Forschungsorientierung und ein nicht spezifisch-ausgebildetes Personal der Universitätskliniken beschränkt wird.

Es kommt nicht von ungefähr, daß die Dynamik des Dienstleistungssektors in Deutschland geringer ist als in anderen hochentwickelten Volkswirtschaften. Viele Dienstleistungssparten haben in Deutschland eine lange Tradition als regulierte und geschützte Bereiche mit geringer Wettbewerbsintensität. Die institutionellen und rechtlichen Rahmenbedingungen sind ein Teil des „Nationalen Innovationssystems“ und vielfach zu regulieren. Eine Durchforstung staatlicher Regelungen könnte wichtige Beiträge dazu leisten, die Dienstleistungsversorgung auf Touren zu bringen und die Innovationsintensität dieses Wirtschaftssektors zu steigern (vgl. Abschnitt 3.3).

#### *Den Schutz des geistigen Eigentums ausbauen!*

Die Bedeutung des Patentschutzes und des Schutzes von geistigem Eigentum nimmt im Zuge der Globalisierung deutlich zu. Dieses Problem gewinnt auch in Anbetracht der zunehmenden Bedeutung von Dienstleistungen und internationalen Informationsnetzwerken eine neue Qualität (vgl. Abschnitt 3.2). Deutsche Unternehmen sind international häufig Vorreiter und deshalb vom Schutz ihrer Erfindungen besonders abhängig. Durch die Verbreitung von moderner IuK-Technologie wird technisches Wissen zunehmend kodifiziert und dadurch leichter von Dritten nachahmbar. Die Möglichkeit, technisches Wissen vor Nachahmung zu schützen und so Innovationsrenten abschöpfen zu können, ist ein zentraler Anreiz dafür, um in die Erweiterung von technischem Wissen zu investieren. Dies ist angesichts des Strukturwandels zu innovationsorientierten Dienstleistungen nicht immer durch Patente möglich, auch andere Schutzrechtsformen werden daher wichtiger. Dennoch sollte die Öffentlichkeitsarbeit für Klein- und Mittelunternehmen und für Erfinder über das inzwischen weiterentwickelte System europäischer und internationaler Patentanmeldungen auch weiterhin einen hohen Stellenwert genießen. Über die Einführung von Neuheitsschonfristen sollte nachgedacht werden.

#### *Technikakzeptanz fördern!*

Die Einstellung von Teilen der Bevölkerung zur Technik ist widersprüchlich. Einerseits werden FuE-intensive Erzeugnisse (bspw. Pharmazeutika) privat in Anspruch genommen, andererseits werden neue Standorte für deren Produktion abgelehnt. Akzeptanzprobleme gibt es jedoch nicht nur bei der Produktion neuer Technologien, sondern auch bei der Nachfrage (bspw. Gentechnik in der landwirtschaftlichen Nutzung). Die mangelnde Akzeptanz von neuen Technologien könnte über glaubwürdige Bekenntnisse der Politik zu technologischen Entwicklungslinien, ihren Problemlösungskompetenzen und ihren ökonomischen Chancen sowie durch das frühzeitige Offenlegen der Wirkungen abgebaut werden. Um die Bewertung der Risiken zu erleichtern, sollten dabei die

Vergleiche mit Risiken aus bekannten Erfahrungsbereichen der Bevölkerung angestellt und die Vermittlung der potentiellen Chancen intensiviert werden. Dies ist nicht nur eine Aufgabe der Politik, sondern gleichermaßen auch der anderen Akteure des Innovationssystems, insbesondere der Wissenschaft.

*Klare Verantwortlichkeiten – Abbau von Mischfinanzierungen!*

Prinzipiell sollte sich die Rollenverteilung zwischen den gebietskörperschaftlichen Ebenen und Verantwortlichkeiten in der Forschungs- und Innovationspolitik einerseits sowie die für die technologische Leistungsfähigkeit relevanten Ressortzuständigkeiten andererseits am Subsidiaritätsprinzip orientieren. Die strategischen Aufgaben und die dafür erforderliche politische Prioritätensetzung in ressortübergreifenden Initiativen sind zweckmäßigerweise auf der zentralstaatlichen Ebene anzusiedeln. Hierzu zählen z. B. die Stärkung des Beteiligungskapitalmarktes und die Möglichkeiten zur Selbständigkeit oder die Schaffung und Bewahrung wettbewerblicher Strukturen (z. B. Telekommunikation, Energieversorgung, Banken) oder die Suche nach gesellschaftlichen Problemlösungen in den Bereichen Gesundheit, Ernährung, Kommunikation, Verkehr, Energie, Umwelt, Raumfahrt usw. Bei der Suche nach besonders anspruchsvollen länderübergreifenden und großtechnologischen Lösungsansätzen (Raumfahrt, Verteidigung, Energie usw.) ist ggf. gar auf die supranationale, europäische Ebene zu verweisen.

Hieran sollte nicht gerüttelt werden, um Verzettelung zu vermeiden. Gerade im Zusammenhang mit dem „assignment problem“ sind jedoch Mischfinanzierungen und unklare Arbeitsteilung zwischen den verschiedenen Ebenen immer wieder problematisch – und zwar sowohl im Bund/Länder-Verhältnis als auch im Verhältnis der deutschen Förderpolitik zu der von supranationalen Organisationen. Sie führen bspw. im Falle der EU zu ausufernden Verletzungen des Subsidiaritätsprinzips, denn die EU-Förderung greift mittlerweile mit einer Inflation von Programmen und jeweils minimalen Förderbeträgen bis in den Technologietransfer und in die Mittelstandspolitik ein.

Mischfinanzierungen führen aber auch zur gegenseitigen Blockade von Bund und Ländern. Insbesondere kommt es zu Unklarheiten in der Prioritätensetzung. Angesichts knapper Kassen ist es aber besonders wichtig, Nachrangigkeiten zu definieren, um für die prioritären Vorhaben Mittel freizusetzen. Gerade in solchen Fällen wirken sich Mischfinanzierungen äußerst hinderlich aus. Dies betrifft vor allem die gemeinschaftliche institutionelle Förderung, weil mit jeder Entscheidung auch regionale Interessen verknüpft sind.

Ein weiterer entscheidender negativer Effekt der Bundesländer-Mischfinanzierungen liegt in der effektiven Diskriminierung von indirekt-spezifischer, indirekter und direkter Forschungsförderung: Denn die überwiegend institutionell geförderten großen Einrichtungen der gemeinsamen Forschungsförderung sind stark durch Personalausgaben gebunden, die sich nur schwer abbauen lassen. Tendenziell hat sich wegen des Beharrungsvermögens von Einrichtungen daher die institutionelle Förderung ausgeweitet. Projektförderung und indirekt-spezifische Förderung haben bei knappen Kassen hingegen als „Steinbruch“ gedient, um überall dort, wo es erforderlich war, Löcher zu stopfen. Direkte und indirekt-spezifische Fördermaßnahmen sind erodiert, mit der Folge einer Zersplitterung bis zur Unmerklichkeit, auf allen Ebenen. Einen – in dieser Situation gar willkommenen? – Ausweg bot der Rückgriff auf die EU-Fördermittel – mit den Konsequenzen der eklatanten Verletzung des Subsidiaritätsprinzips. In dieser Hinsicht war damit die grundlagenorientierte Forschungsförderung großer, institutionell geförderter Einheiten in Mischfinanzierung eine Ursache für die Verlagerung der direkten/indirekten und transferorientierten Maßnahmen auf die EU.

**(E) Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik ist integraler Bestandteil einer weiter gefaßten wirtschafts- und sozialpolitischen Agenda**

Die Innovationsaktivitäten der Wirtschaft werden von nahezu allen Ressorts beeinflusst: So hat beispielsweise die Gesundheitspolitik maßgeblichen Einfluß auf die Innovationstätigkeiten der Pharmaindustrie sowie der Anbieter von medizintechnischen Geräten und wird die Entwicklung innovativer Verkehrsdienstleistungen maßgeblich durch den Entscheidungsbereich des Bundeswirtschaftsministeriums geprägt. Aus der Analyse des nationalen Innovationssystems wird darüber hinaus die Vielfalt der Beteiligten im nationalen Innovationssystem deutlich. Daraus resultiert beständig die Gefahr von Koordinationsfehlern. Für die Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik ergibt sich die Aufgabe, in Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen Akteuren Zielvorstellungen zu marktfähigen Lösungen zu erarbeiten, ohne die technologische Lösung und deren Umsetzung in Produkt- und Prozeßinnovationen zu fixieren. Diese Zielvorstellungen können zentrale Ankerpunkte zur Koordination der individuellen Entscheidungen aller Beteiligten werden. Dies erfordert glaubwürdige Bekenntnisse der Politik zu neuen technologischen Chancen, ohne mögliche inhärente Risiken zu verschleiern. Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik ist in diesem Sinne eine Querschnitts- und Managementaufgabe, die sich zum Anwalt innovativer Lösungen macht. Sie geht damit über ihre traditionellen Aufgabenstellungen hinaus.

## Teil III: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1998

### 1 Konzeptionelle Grundlagen

#### 1.1 Indikatoren und Innovationssystem

Die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft beruht auf einer Vielzahl von Faktoren. Zentral ist dabei die Fähigkeit, neue Ideen, Produkte und Prozesse in wirtschaftlichen und sozialen Wohlstand zu transformieren. Dabei spielen die Fähigkeit und die Bereitschaft der Unternehmen zu Innovationen, die Bedingungen für die Verbreitung und Umsetzung neuer Technologien sowie eine breite volkswirtschaftliche Wissensbasis ebenso eine Rolle wie die makroökonomische Entwicklung und die allgemeinen Rahmenbedingungen. Aus der Vielzahl der genannten Einflußfaktoren erklärt sich auch, weshalb die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft nicht in einer einzigen „Meßziffer“ ausgedrückt werden kann. Vielmehr müssen verschiedene Indikatoren verwendet werden, um die Entwicklung einzelner, für die Einschätzung der technologischen Leistungsfähigkeit relevanter, Teilbereiche der Volkswirtschaft abzubilden. Erst bei einer Gesamtbeurteilung erlauben diese Indikatoren eine Beschreibung und Beurteilung der aktuellen Lage und der Entwicklungsperspektiven.

Dieses Vorgehen ist nicht zuletzt auch darin begründet, daß es der ökonomischen Forschung bislang nicht gelungen ist, eine geschlossene Innovationstheorie zu entwickeln, die sich auch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene anwenden ließe und damit die Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft in einfacher Weise ermöglichen würde. Deshalb werden für die Interpretation und Beurteilung von Innovationsprozessen in einer Volkswirtschaft mehrere ökonomische und sozialwissenschaftliche Erklärungsansätze berücksichtigt: Ansätze aus der neoklassischen Innovationsökonomie, der Institutionenökonomik, Überlegungen der neuen Wachstumstheorie und sozialwissenschaftliche Ansätze stehen nebeneinander und werden für die Beurteilung der Daten nicht als substitutive, sondern als komplementäre Erklärungen realer Innovationsprozesse verstanden.

#### Innovation als vernetzter Prozeß

Die einzelnen Phasen des betrieblichen Innovationsprozesses (Marktanalyse, Forschung und Entwicklung, Produkt- und Prozeßdesign, Produktion, Vermarktung) sind üblicherweise miteinander verwoben, bedingen sich gegenseitig und wiederholen sich in Reaktion auf die Lernergebnisse in den folgenden Innovationsphasen. Dieses Bild des Innovationsprozesses impliziert eine langfristige Interaktion aller an der Innovationsentwicklung Beteiligten und ist nicht als reine Technologieübertragung ähnlich einem Staffellauf zu interpretieren. Beim Transfer von Know-how auf den jeweils

nächsten Akteur bzw. in die jeweils nachfolgende Phase sind Produktion, Anwendung und Umsetzung von Wissen nur schwer zu trennen. Die Vorstellung vom „technology push“ und eines danach quasi automatisch ablaufenden Innovationsprozesses ist nur in wenigen Fällen realistisch. Erfolgreiche Produkt- und Prozeßentwicklungen sind auf die Überlappungen und Rückkopplungen im Rahmen dieses Phasenschemas ebenso angewiesen wie auf die Anknüpfung an Informationsflüsse außerhalb des Unternehmens.<sup>4)</sup>

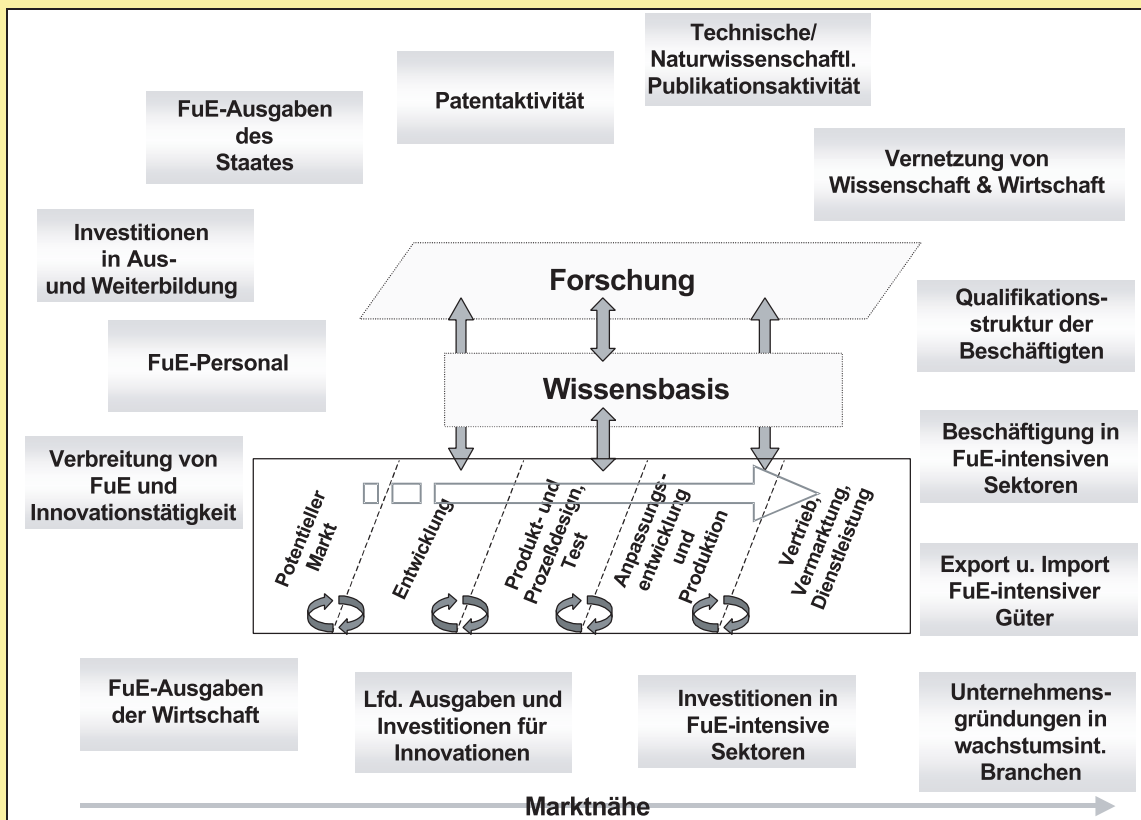
Im Kontext eines interdependenten Wirtschafts- bzw. Innovationssystems bietet es sich an, den Zugang zu den Leistungsfaktoren über Indikatoren für verschiedene Untersuchungsfelder zu suchen. Typischerweise beruht der Innovationserfolg entscheidend auf engen Verknüpfungen, vielfältigen Rückkopplungen und gegenseitiger Befruchtung. An diesem interaktiven Schema orientiert sich die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands.

Die Abb. 1-1 beschreibt diesen Ansatz des Innovationsprozesses von den Potentialfaktoren über die Entstehung von Wissen und dessen Umsetzung bis hin zu Ergebnis und Erfolg. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, die verschiedenen „Stationen“ des Innovationsprozesses sowie die gesamtwirtschaftlichen Bedingungen und Erfolgskriterien zu beleuchten und die jeweiligen Indikatoren zur Messung der technologischen Leistungsfähigkeit vorzustellen:

- Wissen wird durch innovative Prozesse begründet. Forschung und Entwicklung (FuE) sowie die Qualifikation der Erwerbstätigen sind entscheidende Inputs für diese Prozesse. Das FuE-Personal und die FuE-Aufwendungen dienen üblicherweise als Meßgrößen für die Forschungsaktivitäten. Sie stehen für Vorlaufinvestitionen der Unternehmen, die sich in den folgenden Jahren amortisieren sollen. Desweiteren geben sie Auskunft über den inter- und intrasektoralen Strukturwandel, die Ausrichtung auf zukunfts-trächtige Märkte und die Intensität der Erneuerungsprozesse im Unternehmen.
- Die Basis innovativer Prozesse sind das Humankapital und die stetige Erweiterung der technologischen Möglichkeiten durch wissenschaftliche Topleistungen.
  - Bildung und Wissenschaft sind die wesentlichen Potentialfaktoren. Bildungsanstrengungen lassen sich mittels Bildungsausgaben dokumentieren, verschiedenen Trägern zuordnen und im Kontext internationaler Vergleiche bewerten. Ähnlich ist die Vorgehensweise bei der Bewertung der Kosten der Wirtschaft für die duale Ausbildung.

<sup>4)</sup> S. Kline und N. Rosenberg (1986), An Overview of Innovation. in: R. Landau und N. Rosenberg (eds.), The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth.

Abb. 1-1: Innovationsprozeß und Indikatoren der technologischen Leistungsfähigkeit



Quelle: eigene Grafik

- Erkenntnisse über die derzeitige und zukünftige Wissensbasis der Unternehmen und somit die Chancen und Risiken für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands ergeben sich aus der Qualifikationsstruktur der Beschäftigten (z. B.: der Zahl von naturwissenschaftlich und ingenieurwissenschaftlich ausgerichteten Hochschulabsolventen) sowie aus den Beteiligungsquoten an Weiterbildungsmaßnahmen.
  - Um den Stellenwert der nationalen Wissenschaft im internationalen Vergleich bewerten zu können, werden Publikationen ausgewertet. Patentanmeldungen der Wissenschaftler wiederum sind ein Beleg für die Verwertungsrelevanz der wissenschaftlichen Arbeit.
  - Ein umfassendes Bild der Innovationstätigkeit in privaten Unternehmen, das über FuE hinausgeht, erhält man durch die Auswertung verschiedener Innovationsindikatoren. Dazu zählen: Innovationsaufwand, Internationalisierungsstrategien und Innovationsziele, Barrieren und Hürden im Innovationsprozeß, Exporte sowie Umsatzanteile mit neuen Produkten usw. Netzwerke zwischen Unternehmen sowie zwischen der Wirtschaft und der Wissenschaft können deutlich gemacht werden, indem Wissensströme, Transfermechanismen und Kooperationspartner analysiert und hierbei größen-, sektor- und wirtschaftszweigspezifische Unterschiede aufgezeigt werden.
  - Vergleichsweise marktnah sind Patentindikatoren, die als Ergebnis von Forschung und Entwicklung in den Unternehmen erste Hinweise auf die Verwertungsmöglichkeiten des neuen Wissens geben, auf technologische Spezialisierungsmuster hindeuten und das kommerzielle Potential, z.B. in „Schlüsseltechnologien“ sichtbar machen.
  - Um die relativen „Stärken“ und „Schwächen“ im internationalen Vergleich einschätzen zu können, werden in der Regel Welthandelsanteile oder Ausfuhr-Einfuhr-Relationen betrachtet. In Ergänzung zu Produktionszahlen und Beschäftigungsindikatoren bilden sie die Struktur des Warenverkehrs ab, machen komparative Vorteile im globalen Wettbewerb deutlich und beziehen die Weltmärkte in die Betrachtung mit ein.
  - Als Indikator für die Fähigkeit zum Strukturwandel kann – neben den Investitionen in die Modernisierung und Erweiterung von Produktionskapazitäten – die Anzahl neuer Unternehmen verwendet werden. Damit läßt sich zugleich abschätzen, mit welcher Dynamik der inter- und intrasektorale Strukturwandel „von unten“ vorankommt. Von besonderer Bedeutung sind dabei Gründungen in wissensintensiven Feldern des Industrie- und Dienstleistungsbereichs.
- Der für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands gewählte Ansatz versucht, die einzelnen Elemente des Innovationssystems und

die ihr Zusammenspiel prägenden „Spielregeln“ des Innovationsystems zu verdeutlichen. Er will Antworten auf die Frage nach Systemzusammenhängen geben und neben konzeptionellen Überlegungen auch Informationen zusammentragen, die auf einer empirischen Basis tragfähige Aussagen zu Stand und Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft erlauben. Die Interpretation der Fakten erfordert einen Vergleich mit anderen Volkswirtschaften und die Analyse der Veränderungen im Zeitablauf. Ziel der Berichterstattung ist es, dort, wo es möglich ist, die Bedeutung der einzelnen Systembausteine zu hinterfragen und auf Zusammenhänge im System hinzuweisen.

## 1.2 Nationale Innovationssysteme und institutioneller Rahmen – ein Einstieg

Die fortschreitende Liberalisierung von Güter- und Kapitalmärkten und die gestiegenen Möglichkeiten des Informationsaustausches führen in der längerfristigen Perspektive zu einer Abnahme der nationalen Unterschiede und zu einer Intensivierung des Wettbewerbs um die international mobilen Ressourcen. Paradoxerweise: Je ähnlicher sich die nationalen Volkswirtschaften werden, um so wichtiger werden die verbleibenden Differenzen für die Entwicklung von Wachstum und Wohlstand. Daher werden die Eigenheiten der nationalen ökonomischen Systeme in einer globalisierten Welt – in einer Zeit einer einheitlichen europäischen Währung – zunehmend wichtiger. Dies gilt insbesondere auch für die Elemente, die die Innovationsfähigkeit prägen, und die Gegenstand der Debatte um „Nationale Innovationssysteme“ sind.

Diese Debatte zielt darauf ab, den Gesamtkontext der Generierung, Diffusion, Adaption und Verwertung neuen Wissens besser zu verstehen.<sup>5)</sup> Im folgenden werden diese Überlegungen zu „Nationalen Innovationssystemen“ vorgestellt und es wird nach Ansatzpunkten gesucht, die Berichterstattung schrittweise so zu erweitern, daß die Determinanten der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands in der mittel- und langfristigen Perspektive zunehmend besser herausgearbeitet werden können. Ein praktikabler Weg ist indes noch zu finden.

### 1.2.1 Zum Verständnis nationaler Innovationssysteme

Die Innovationsaktivitäten der Unternehmen sind auf nationaler Ebene eingebettet in einen umfangreichen Kontext von Anreizen, Regeln, Institutionen und Rahmenbedingungen. Je nach Ausformung besitzen sie

<sup>5)</sup> Vgl. R.R. Nelson und S.G. Winter (1982), An Evolutionary Theory of Economic Change. Aus Sicht der Institutionenökonomik lassen sich Unterschiede in den nationalen Innovationsmustern auf systematische Unterschiede in den jeweiligen institutionsbedingten Anreizstrukturen zurückführen. Dieser Ansatz ergänzt aber ersetzt nicht die neoklassische Innovationstheorie durch den theoretischen Rahmen der „neuen Ökonomie von Organisationen“. Siehe dazu P. Milgrom und J. Roberts (1992), Economics, Organisation and Management sowie O.E. Williamson (1985), The Economic Institutions of Capitalism.

maßgeblichen Einfluß auf die Intensität und Richtung der Innovationsanstrengungen der Unternehmen.<sup>6)</sup> Denn: Eine Vielzahl von Faktoren spielt für das Funktionieren eines Innovationssystems und die Neigung der Unternehmen zur Innovation in der wissensbasierten Wirtschaft eine wesentliche Rolle. Zu ihnen zählen die technologischen Möglichkeiten und das Humankapital, der Schutz für die Erträge aus Innovationsaktivitäten, Erfahrungswissen und Wissenstransfer.<sup>7)</sup> Ganz wesentlich für die Funktionsfähigkeit des Systems ist, in welchem Ausmaß Innovationsanreize miteinander verknüpft sind.

Die nationalen Besonderheiten von Innovationssystemen sind nicht unbedingt das Ergebnis geplanter, systematischer Überlegungen, sondern haben sich im Laufe der Entwicklung, auch bedingt durch einzelne Ereignisse oder als Ergebnis „historischer“ Zufälle herausgebildet. Zudem unterliegen die nationalen Innovationssysteme einem allmählichen, aber beständigen Wandel. Treibende Kräfte dieses Wandels sind der Austausch mit anderen Innovationssystemen, die Globalisierung der Innovationsaktivitäten insbesondere der Großunternehmen und – in Europa – der zunehmende Einfluß der europäischen Integration durch die Vereinheitlichung der Regulierungssysteme oder die steigende Aktivität der EU im Bereich der Technologiepolitik. Schließlich gehen auch von der nationalen Wirtschafts- und Technologiepolitik Impulse zur Veränderung des nationalen Innovationssystems aus. Man denke hier nur an die Deregulierung im Telekommunikationsbereich und deren Auswirkung auf die Anbieter von Telekommunikationsdienstleistungen und die dadurch auch in anderen Teilen der Wirtschaft ausgelösten Innovationsaktivitäten. Ein anderes Beispiel ist die (weltweite) Rückführung der staatlichen Ausgaben im Rüstungsforschungsbereich, die in vielen Hochtechnologiebereichen z. T. zu einer grundlegenden Neuorientierung geführt hat.

### Was versteht man unter einem nationalen Innovationssystem?

Ein Innovationssystem umfaßt weit mehr als die nationale Forschungsinfrastruktur und die Forschungsanstrengungen, die von Industrie und Dienstleistern erbracht werden. Zwar wird bei der Betrachtung von Innovationssystemen Universitäten, Forschungsinstituten und Technologietransfersystemen immer noch besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Entscheidend für das Funktionieren des Systems – im Sinne von technologischem und ökonomischem Erfolg – sind jedoch auch eine Reihe weiterer Faktoren: das Humankapital, das

<sup>6)</sup> Vgl. auch OECD (1997), OECD Proposed Guidelines For Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – OSLO Manual; OECD (1998), Technology, Productivity, and Job Creation – Best Policy Practices. Highlights.

<sup>7)</sup> Zum Überblick: P. Stoneman (1995), Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change; M. Dodgson und R. Rothwell (1994), The Handbook of Industrial Innovation; Ch. Freeman (1994), The Economics of Technical Change; G. Dosi (1988), Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation; G. Grossman und E. Helpman (1993), Innovation and Growth in the Global Economy; P. Krugman (1991), Geography and Trade; G. Dosi, K. Pavitt und L. Soete (1990), The Economics of Technical Change and International Trade.

Aus- und Weiterbildungssystem, die Infrastruktur, die Kredit- und Kapitalmärkte und das damit verbundene System der Unternehmenskontrolle, die staatliche Regulierung, die staatliche Nachfrage nach innovativen Gütern und Dienstleistungen und nicht zuletzt Marktpotentiale, die Wechselkurse und Austauschmechanismen sowie die Vernetzungen zwischen Unternehmen sowie zwischen Unternehmen und der Forschungsinfrastruktur.

Unterschiede in den technologischen Möglichkeiten und den Marktbedingungen der einzelnen Sektoren in den Volkswirtschaften u. ä. führen zu sektorspezifischen Ausprägungen nationaler Innovationssysteme. Zu diesen spezifischen Ausprägungen gehören insbesondere die Art des Marktwettbewerbs und die Möglichkeiten für zwischenbetriebliche Kooperation, die beruflichen und unternehmerischen Anreizsysteme in Wissenschaft und Forschung, der Wissenstransfer von Universitäten und Forschungsinstituten in die Unternehmen, die Kriterien für die Entwicklung und Festschreibung von technologischen und gesellschaftlichen Normen und Standards.

Zu den politischen Dimensionen des Innovationssystems gehören dann konsequenterweise neben der Forschungs- und Innovationspolitik auch andere Politikfelder wie die Finanzen, der Arbeitsmarkt und die dort vertretenen Institutionen. Nicht zuletzt sind die für FuE- und Innovationsentscheidungen in der Wirtschaft besonders relevanten Bereiche Verteidigung, Gesundheit, Umwelt und Verkehr sowie Kommunikation und außenwirtschaftliche Beziehungen hinzuzufügen. Das System wird zudem ergänzt durch halbstaatliche und private Institutionen, z. B. Kammern oder Verbände.

Trotz eines häufig vergleichbaren „Innovationspotentials“ haben sich in den Volkswirtschaften unterschiedliche technologische Schwerpunkte herausgebildet. Der technische Fortschritt ist „pfadabhängig“, das heißt, Traditionen und langfristig wirkende Faktoren bilden das Fundament, auf dem sich das Innovationssystem entwickeln kann. Schlüsselinstitutionen für die Innovationsfähigkeit der Unternehmen wie das Bildungs- und Wissenschaftssystem, die Arbeitsmarktregulierung und das System der Unternehmensfinanzierung, sind stark durch nationale Charakteristika geprägt und die vorhandenen Fakten lassen nicht erkennen, daß sich hieran Entscheidendes ändert.

### 1.2.2 Eigenheiten des deutschen Innovationssystems

Im folgenden werden skizzenhaft die Grundzüge des deutschen Innovationssystems herausgearbeitet, um die in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen empirischen Fakten leichter einordnen zu können.

#### Institutionelle Merkmale im Vergleich

Die Stärken und Schwächen deutscher Innovationsaktivitäten erklären sich aus der nationalspezifischen Ausgestaltung der Abhängigkeiten innerhalb der Volkswirtschaft. Diese bestehen zwischen Firmen, Kunden, Ar-

beitnehmern, Kapitaleigentümern und sind innerhalb eines Rahmens von Anreizen und Beschränkungen nach institutionalisierten Spielregeln organisiert und strukturiert. Das Institutionengefüge bezieht sich vor allem auf die nationale Ebene. Spezifische regionale und sektorale Ausprägungen bewegen sich innerhalb des generellen Musters. Das institutionelle Gefüge fördert in Deutschland die Entwicklung langfristiger, kooperativer, konsensorientierter Beziehungen und zwar von Firmen untereinander, zwischen Firmen und Mitarbeitern sowie zwischen Firmen und ihren Eigentümern. Zu berücksichtigen ist auch, daß damit spezifische Vorteile verbunden sind, denen gleichzeitig spezifische Nachteile („Trade-offs“) gegenüberstehen.<sup>8)</sup>

An folgenden Dimensionen lassen sich die Eigenheiten des deutschen Innovationssystems verdeutlichen:

- Das System der Unternehmensfinanzierung ist gekennzeichnet durch eine starke Rolle der Banken und des langfristigen Engagements der wichtigen Aktionäre. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer langfristigen Finanzierung. Allerdings erschwert dieses langfristige Engagement vielfach den schnellen Wechsel in neue Märkte und Technologien.
- Ein System industrieller Beziehungen, in dem Gewerkschaften eine wichtige Rolle spielen und das kooperative Beziehungen innerhalb von Firmen sowie koordinierte Tarifverhandlungen über einzelne Firmen hinaus ermöglicht. Der Nachteil besteht darin, daß dadurch die Fähigkeiten von Unternehmen beeinträchtigt werden, angestammte Märkte und Produktionen aufzugeben, um neue Märkte zu erschließen.
- Ein Bildungs- und Ausbildungssystem, das eine gründliche Ausbildung schon bei Berufsantritt fördert und an dem die Wirtschaftsverbände, Unternehmen und Tarifpartner maßgeblich beteiligt sind. Diese Investitionen in das Humankapital besitzen ausgeprägten unternehmensspezifischen und industriespezifischen Charakter und reduzieren damit die Mobilität der Beschäftigten zwischen Unternehmen, zwischen Berufen und zwischen Industrien.
- Ein System zwischenbetrieblicher Beziehungen, das die enge Kooperation von Firmen untereinander im Bereich des Technologietransfers und der Standardisierung ermöglicht. Andererseits erschwert die konsensorientierte Setzung von Standards die Durchsetzung von marktorientierten Standards durch den Innovationswettbewerb.
- Eine Innovationspolitik, die bei hoher regionaler und institutioneller Vielfalt die Diffusion und Adaption neuer Technologien stärker unterstützt als dies in anderen Volkswirtschaften geschieht.

Die Interdependenzen in diesem System lassen sich am folgenden Beispiel verdeutlichen: Ein effektives Berufsausbildungssystem, in das Firmen zu investieren bereit

<sup>8)</sup> Vgl. dazu die ausführliche Darstellung solcher Trade-offs in: CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (1997), Challenging Neighbours. Rethinking German and Dutch Economic Institutions.

Tab. 1–1: Institutionelle Rahmenbedingungen im Vergleich

	Konsensorientiertes Marktsystem	Liberales Marktsystem
<b>System industrieller Beziehungen</b>		
Lohnverhandlungen und Beziehungen zwischen Arbeitgeber und -nehmer	Arbeitgeberverbände und Industriegewerkschaften spielen eine wichtige Rolle bei der formellen und informellen Koordination auf der Sektorebene.  Zu beobachten ist eine relativ geringe Mobilität von Fachkräften sowie geringe Flexibilität der Löhne und der Lohnstrukturen.	Verhandlungen finden größtenteils auf Unternehmensbasis und unkoordiniert statt.  Es gibt eine hohe Mobilität der Fachkräfte und eine hohe Flexibilität der Löhne und Lohnstrukturen.
Industrielle Beziehungen innerhalb von Unternehmen	Von Angestellten und Arbeitern gewählte Institutionen spielen eine wichtige Rolle in der Entscheidungsfindung von Unternehmen; sie haben Verbindungen zu außerindustriellen Verbänden, zusätzlich sind sie in Aufsichtsgremien repräsentiert.	Arbeitnehmervertretungen treten kaum in Erscheinung bei kollektiven Verhandlungen. Ihr Einfluß auf die Ausgestaltung von Arbeitsverträgen im privaten Sektor ist gering. Die Rolle der Gewerkschaften ist relativ unbedeutend.
<b>Bildungs- und Ausbildungssystem</b>		
Berufliche Bildung	Die berufliche Ausbildung hat hohe Bedeutung unter umfassender Einbeziehung der Industrieorganisationen und Gewerkschaften.	Weiterqualifikation bei Arbeitern auf den unteren Ebenen ist selten. Eine nachträgliche verpflichtende Allgemeinbildung ist wichtig.
Hochschulsystem, insbesondere Ingenieurwesen	Es besteht eine starke Verbindungen zu industriellen Technologien in der Ingenieurausbildung mit starker Einbeziehung der Berufsverbände.  Daneben bestehen Doktorandenprogramme in den Grundwissenschaften und im Ingenieurwesen mit engen Verbindungen zu Großunternehmen.	Ingenieurausbildung ist nicht eng mit spezifischen Technologien verbunden.  Doktorandenprogramme in den Grundwissenschaften und im Ingenieurwesen bestehen ohne enge Verbindungen zu Unternehmen.
<b>Finanzierungssystem und Unternehmenskontrolle</b>		
	An der Börse gehandelte Unternehmen haben stabile Aktionärssysteme; Banken spielen eine wichtige Aufsichtsrolle; ebenso werden Meinungen von verschiedenen Seiten als Monitoring eingeholt. Feindliche Übernahmen sind schwierig.	Legale Rahmenbedingungen, die feindliche Übernahmen bei an der Börse gehandelten Unternehmen erlauben.  Risikotragendes Kapital für Projekte mit hohem Risiko ist verfügbar.
<b>System der Beziehungen zwischen Unternehmen</b>		
Setzung von Standards	Konsensbasiertes Setzen von Standards innerhalb der Wirtschaft.	Marktbasiertes Setzen von Standards.
Wettbewerbspolitik	Hohe Wettbewerbsintensität im Außenhandel aber Vermeidung von direktem Wettbewerb durch Produktdifferenzierung.  Geschäftsverbindung spielt eine Rolle in Konflikten über Vertragsverhältnisse und beim Setzen von Regeln für das Rahmenwerk.	Die Wettbewerbspolitik versucht, kollusives bzw. einvernehmliches Verhalten zu unterbinden.  Begrenztes Rahmenwerk für Probleme mit Vertragsbeziehungen.
<b>Rolle des Staates/der Innovationspolitik</b>		
Öffentliche FuE-Infrastrukturpolitik und Technologietransfer	Universitäten und Forschungsinstitute haben enge Verbindungen zu bestimmten Unternehmen in etablierten Technologien; Erfahrung ist wichtig für Kooperationen.  Hohe regionale Vielfalt der FuE-Einrichtungen mit geringer regionaler Konzentration.	Begrenzter institutioneller Rahmen für Technologiediffusion.  Hohe regionale Konzentration der öffentlichen FuE-Einrichtungen.
Innovations- und Technologiepolitik	Vergleichsweise hohe technologie-orientierte Förderung und Unterstützung „in der Breite“	Ausrichtung auf (militärische) Großprojekte; Konzentration auf einzelne Technologien
Rahmenbedingungen/Regulierung	Setzen detaillierter Rahmenbedingungen; Hohe Regulierungsdichte	Setzen allgemeiner Rahmenbedingungen; Geringe Regulierungsdichte

Quelle: In Anlehnung an Soskice, D. (1997), Divergent Production Regimes.



sind, erfordert u.a. Möglichkeiten langfristiger Finanzierung (weil sich diese Investition erst langfristig auszahlt), Tarifkoordination (um die Gefahr von Abwertungen und damit „Trittbrettfahren“ möglichst gering zu halten), Zusammenarbeit von Firmen im Bereich der Technologieentwicklung und der Standardisierung (damit bei Abschlüssen und Zeugnissen die Fähigkeiten vergleichbar sind).

Die Bedeutung institutioneller Merkmale für den internationalen Innovationswettbewerb und für die technologische Leistungsfähigkeit liegt darin, daß aus ihnen Anreize und Beschränkungen für die diversen Interessengruppen innerhalb und im Umfeld der Unternehmen (Arbeitnehmer, Besitzer, Manager, Kapitalgeber, usw.) resultieren. Darüber hinaus bestehen zwischen den institutionellen Merkmalen wichtige ineinandergreifende Komplementaritäten, d. h. ihre Wirkung ist nicht einfach nur kumulativ, sondern verstärkt sich wechselseitig. Der Ausfall eines Elements beeinträchtigt somit nicht nur die Funktionsfähigkeit anderer Einzelelemente, sondern auch die des Gesamtsystems.

Das Verständnis der Komplementaritäten innerhalb des Systems ist essentiell, um die Auswirkungen von Veränderungen einzelner Systemelemente auf die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems abschätzen zu können. Ein Beispiel: Versucht man durch eine stärkere Betonung des allgemeinen Charakters der betrieblichen Ausbildung die Mobilitätsmöglichkeiten zu erhöhen, reduziert man gleichzeitig den Ausbildungsanreiz der Betriebe und damit die auf dem Ausbildungssystem basierenden Innovationsfähigkeiten. Dies zeigt, daß Veränderungen am System am effektivsten durch eine auf die Systemelemente abgestimmte Vorgehensweise erfolgen sollten.

Ausbildung, Technologietransfer und technische Standardisierung finden hauptsächlich innerhalb branchenspezifischer Organisationsstrukturen statt. Viele der dabei involvierten Hauptakteure sind auf sektoraler Ebene angesiedelt. Wirtschafts- und Unternehmerverbände sowie nach Industriebranchen organisierte Gewerkschaften (und in einigen Fällen Industrie-, Handels- oder Handwerkskammern) spielen eine wichtige Rolle. Arbeitnehmervertretungen in Firmen sind eng mit den Gewerkschaften der jeweiligen Branche verbunden, während Spitzenmanager intensive Beziehungen zu Wirtschafts- und Arbeitgeberverbänden unterhalten. Die sektorale Koordination ist in das nationale Institutionsgefüge eingebunden. Berufsausbildung und Arbeitnehmervertretung sind Gegenstand von Rahmengesetzgebungen, die das Ziel einheitlicher, branchenübergreifender Praktiken haben und von Arbeitsgerichten und Sachverständigenausschüssen unterstützt werden.

Deutschland weist institutionelle Merkmale auf, die von denen der USA und Großbritanniens – für diese Länder liegen empirische Untersuchungen vor – deutlich abweichen. Daraus resultiert ein andersartiges Profil von Innovationsstärken. Deutschlands Stärken sind hochwertige Produkte in etablierten Industriezweigen,<sup>9)</sup> deren

<sup>9)</sup> Vgl. z. B. den Vorjahresbericht und seine Vorgänger.

Herstellung komplexe Produktionsprozesse und Wartungsdienste sowie enge Kundenbeziehungen erfordert, eine sogenannte diversifizierte Qualitätsproduktion.<sup>10)</sup> Deutschland hat ausgeprägte Stärken bei „kumulativen“ Produkt- und Prozessinnovationen in „etablierten“ Technologien, insbesondere im Maschinen- und Straßenfahrzeugbau, in der Elektrotechnik und in der Chemie. Es handelt sich dabei um Produkte, für deren Herstellung qualifizierte und erfahrene Arbeitskräfte notwendig sind, denen ein hohes Maß an Verantwortung übertragen werden kann. Das deutsche Innovationsmuster – hochwertige Innovationen entlang vorgezeichneter Entwicklungslinien mit hoher Wertschöpfung in etablierten Industrien – korrespondiert mit einer Reihe wichtiger institutioneller Bedingungen: Verfügbarkeit von langfristigem Kapital, kooperative Gewerkschaften, einflußreiche Arbeitgeberverbände, gut funktionierende Ausbildungssysteme sowie die enge, langfristige Zusammenarbeit von Unternehmen, sowohl untereinander als auch mit Forschungseinrichtungen und Universitäten.

Im Gegensatz zu Deutschland sind die USA und Großbritannien in diesen Bereichen auf den internationalen Märkten nicht besonders erfolgreich. Institutionelle Komponenten spielen dabei eine große Rolle. Das deutsche Institutionsgefüge unterscheidet sich zum Teil erheblich von den stärker deregulierten, marktorientierten Institutionen der USA und Großbritanniens. Ersteres fördert langfristige Zeithorizonte und Kooperationen und erfüllt damit die Bedingungen für die Produktion qualitativ hochwertiger Güter und Dienstleistungen, die einerseits qualifizierte Mitarbeiter mit guten firmenspezifischen Kenntnissen und andererseits enge, langfristige Beziehungen von Firmen zueinander erfordern. Der anglo-amerikanische institutionelle Rahmen eignet sich dagegen besser für andere Produktionsstrategien. Die USA (und z. T. auch Großbritannien) haben besondere Stärken in „radikaler“ Innovation auf dem Gebiet neu aufkommender Technologien (z. B. Biotechnologie, Mikroprozessoren) sowie in großen komplexen technischen Systemen in außergewöhnlich FuE-intensiven Sektoren, die komplexe Systeme oder die Entscheidungsfreiheit für Manager unter Bedingungen strenger finanzieller Zielvorgaben beinhalten. Als Beispiele sind neue Unterhaltungsmedien, Verteidigungssysteme, große Software- und Computerprodukte sowie die Luft- und Raumfahrt anzuführen.<sup>11)</sup>

<sup>10)</sup> W. Streeck (1991), On the Institutional Conditions of Diversified Quality Production, in: E. Matzner und W. Streeck (Hrsg.) *The Socio-Economics of Production and Employment* sowie H. Kern und M. Schumann (1984), *Ende der Arbeitsteilung?*

<sup>11)</sup> Das Begriffspaar kumulativ und radikal zur Beschreibung von Innovationen legt Assoziationen zu den Begriffen Höherwertige Technik und Spitzentechnik nahe, obwohl z.B. auch radikale Innovationen in der Höherwertigen Technik stattfinden können und kumulative Innovationen in der Spitzentechnik zu finden sind. Im Gegensatz zu der hier verwendeten Unterscheidung zwischen kumulativ und radikal, die mehr der Veranschaulichung dienen soll, sind die Bereiche Höherwertige Technik und Spitzentechnik im Bericht klar definiert. Der Bereich der Spitzentechnik umfaßt nach der hier verwendeten NIW/ISI-Liste Güter (Übersicht A-1 im Anhang) mit einem FuE-Anteil von über 8½ vH am Umsatz. Der Bereich der Höherwertigen Technik umfaßt Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz zwischen 3½ und 8½ vH.

**Tab. 1–2: Inländische Produktion, Inlandsnachfrage und Beschäftigung bei FuE-intensiven Branchen in ausgewählten OECD-Ländern 1993 bis 1994/95**

Branche	früheres Bundesgebiet	USA	Japan	Frankreich	Italien	Großbritannien
<b>Anteil an der Bruttowertschöpfung in vH 1993–1995</b>						
FuE-intensive Branchen .....	12,2	8,5	11,5	7,7	6,4	8,0
– Spitzentechnik .....	3,5	3,6	3,9	2,6	1,9	2,9
– Höherwertige Technik .....	8,7	4,9	7,7	5,1	4,5	5,2
Nicht FuE-intensive Branchen.....	13,7	9,5	13,5	11,7	13,9	10,2
Verarbeitendes Gewerbe .....	25,9	18,0	25,0	19,3	20,4	18,3
<b>Anteil an der Inlandsnachfrage<sup>1)</sup> in vH 1993–1994</b>						
FuE-intensive Branchen .....	7,2	9,0	6,6	6,7	5,6	8,6
– Spitzentechnik .....	4,0	3,7	2,2	2,6	2,5	3,0
– Höherwertige Technik .....	3,3	5,3	4,3	4,1	3,1	5,6
Nicht FuE-intensive Branchen.....	16,2	11,0	14,6	12,1	10,8	12,1
Verarbeitendes Gewerbe .....	23,4	19,9	21,2	18,8	16,4	20,8
<b>Anteil an der Beschäftigung in vH 1993–1995*)</b>						
FuE-intensive Branchen .....	12,8	5,9	9,3	7,5	5,8	8,2
– Spitzentechnik .....	3,1	2,5	3,1	2,3	1,4	2,7
– Höherwertige Technik .....	9,7	3,4	6,2	5,2	4,3	5,4
Nicht FuE-intensive Branchen.....	14,9	9,7	13,8	11,0	14,7	11,4
Verarbeitendes Gewerbe .....	27,7	15,5	23,2	18,5	20,4	19,6

<sup>1)</sup> Bruttowertschöpfung der jeweiligen Branche zuzüglich der Nettoimporte und abzüglich der Nettoexporte in vH der Inlandsnachfrage (private und staatliche Verbrauchsausgaben sowie Bruttoinvestition). Die Nettoexporte und -importe wurden mit Hilfe des Wertschöpfungsanteils an der jeweiligen Inlandsproduktion geschätzt.

\*) USA: 1993–1994; Großbritannien: 1993.

Spitzentechnik: Pharmazeutika, Computer/Büromaschinen, Radio/TV/Nachrichtentechnik, Luft- und Raumfahrzeugbau, Präzisionsinstrumente, Optik/Uhren.

Höherwertige Technik: Sonstige Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik ohne Radio/TV/Nachrichtentechnik, Schienenfahrzeugbau, Automobilbau.

Quelle: OECD: STAN-Database; Economic Outlook. – Berechnungen und Schätzungen des DIW.

### Auswirkungen institutioneller Komponenten auf das Innovationsverhalten

Trotz des anderen Weges, den Deutschland im Vergleich zu konkurrierenden hochentwickelten Volkswirtschaften geht, können sich die gesamtwirtschaftlichen Ergebnisse durchaus sehen lassen. (Tab. 1-2)

Ein internationaler Vergleich der Produktions-, Nachfrage- und Beschäftigungsstrukturen zeigt, daß Deutschland insbesondere im Bereich der „Höherwertigen Technik“ Wettbewerbsvorteile hat. Das ist ein Bereich, in dem zwar ein überdurchschnittlich hoher Anteil vom Umsatz in FuE investiert wird, jedoch nicht so extrem aufwendig geforscht wird wie im Spitzentechnologiebereich. Kein anderes entwickeltes Industrieland weist höhere Anteile an Produktion und Beschäftigung in diesem Bereich auf als

Deutschland.<sup>12)</sup> Gleichzeitig verfügt Deutschland in den Bereichen der Spitzentechnologie mit Japan auch über den höchsten Beschäftigungsanteil und – nach Japan und nahezu gleich auf mit den USA – den dritthöchsten Wertschöpfungsanteil und den höchsten Anteil an der Inlandsnachfrage. Der entscheidende Unterschied zu den USA und Großbritannien liegt also nicht in einem schwächer ausgeprägten Spitzentechnologiesektor, sondern in einem kleiner dimensionierten Dienstleistungssektor.<sup>13)</sup> Hieraus könnte man den Schluß ziehen, daß die hier unterbreiteten Elemente nationaler Innovationssysteme vor allem Erklärungsansätze für die inter- und intraindustrielle

<sup>12)</sup> Vgl. Vorjahresbericht und seine Vorgänger.

<sup>13)</sup> Vgl. Abschnitt 3 sowie zur Problematik internationaler Vergleiche des Dienstleistungssektors: DIW (1998), Das Dienstleistungspuzzle. Ein aktualisierter deutsch-amerikanischer Vergleich.

Spezialisierung bieten, jedoch einen systematischen Einblick in die strukturprägenden Antriebskräfte im Verhältnis Industrie und Dienstleistungen nicht zulassen.<sup>14)</sup>

Das deutsche System ist offensichtlich besser geeignet, neue Technologien und Produkte – ob aus dem eigenen Land oder aus dem Ausland – schnell aufzunehmen und in Wertschöpfung umzusetzen und dabei eine höhere Produktivität zu erwirtschaften als die USA und vor allem als Großbritannien.<sup>15)</sup> Dort gibt es zwar radikalere technologische Spitzenleistungen und häufiger auch die ersten schnellen Schritte zur Kommerzialisierung. Die Diffusion und Adaption neuer Technologien und deren ökonomische Verwertung in der ganzen Breite der industriellen Basis ist dagegen nicht so stark ausgeprägt wie in Deutschland.

Ob für das deutsche System in einer Situation sich verkürzender Produktlebenszyklen und in einer globalisierten Welt künftig jeweils genügend Zeit zur Umsetzung von Innovationen in Wertschöpfung bleibt, ist allerdings eine entscheidende Frage.

### 1.2.3 Offene Fragen

Die bisherige Diskussion im Kontext der nationalen Innovationssysteme liefert Erklärungsansätze für Unterschiede in der technologischen Leistungsfähigkeit konkurrierender Staaten. Die Aussagen sind weder vollständig, d.h. es wird nicht der Anspruch erhoben, alle Facetten eines Institutionengefüges umfassend berücksichtigt zu haben, noch sind sie statisch, d.h. die betrachteten Ebenen sind stets Veränderungen unterworfen.

Deutschland kann sich den weltweit wirkenden Entwicklungen nicht entziehen: Auf die Wissensintensivierung der Wirtschaft, die rasante Entwicklung der Dienstleistungen und die zunehmende internationale Verflechtung als Folge der Globalisierung müssen Antworten gefunden werden. Es steigt die Bedeutung international verfügbaren Wissens und damit die Notwendigkeit, Potentiale vorzuhalten, die dieses Wissen aufnehmen können. In der Tendenz zunehmen wird auch die Suche und Einstellung von hochqualifizierten Fachkräften aus dem Ausland. In vielen Unternehmen dominiert schon heute eine global ausgerichtete Investitionskultur, d.h. Rentabilitätsüberlegungen und Marktchancen, wo auch immer sie entdeckt werden, fließen ins Kalkül ein. Globalisierung bedeutet zudem auch ver-

<sup>14)</sup> Um im Kontext der nationalen Innovationssysteme Unterschiede innerhalb des Dienstleistungssektors bzw. Differenzen im Verhältnis von Industrie und Dienstleistungen in verschiedenen Nationen herausarbeiten zu können, müßte man sich u.a. intensiv mit Fragen der unterschiedlichen Regulierung am Arbeitsmarkt oder Präferenzen im Erwerbsverhalten auseinandersetzen. Ergänzungen des Ansatzes um diese Facetten sind prinzipiell möglich und sind Ansatzpunkte für weiterführende Arbeiten.

<sup>15)</sup> Die Fähigkeit des nationalen Innovationssystems auf der Basis eines breiten inländischen Angebots an qualifizierten Arbeitskräften aus dem internationalen Austausch von Know-how Gewinne zu ziehen, wird auch für Japan und verschiedene südostasiatische Aufholerländer bestätigt. Vgl. D.C. Mowery und J. Oxley (1997), Inward Technology Transfer and Competitiveness: The Role of National Innovation Systems, in: D. Archibugi und J. Michie (Hrsg.), Technology, Globalisation and Economic Performance.

stärkten Wettbewerbsdruck im Inland. Dies gilt insbesondere für bislang stark regulierte Bereiche der Wirtschaft.

Unklar ist, inwieweit sich dadurch eine Tendenz zur allmählichen Angleichung der nationalen Innovationssysteme abzeichnet. Auf absehbare Zeit scheinen nationale Besonderheiten, z. B. das Bildungs- und Ausbildungssystem oder die Forschungslandschaft, ihre Rolle als entscheidende Determinanten der internationalen Wettbewerbsfähigkeit nicht zu verlieren. Oftmals gewinnen regionale und lokale Akteure gar an Bedeutung. Darüber hinaus läßt die Intensivierung des internationalen Waren- und Kapitalverkehrs länderspezifische Vorteile und Ausprägungen der Innovationsbedingungen derzeit sogar gar noch wichtiger werden.<sup>16)</sup> Gleichzeitig nutzen weltweit agierende Unternehmen mehr und mehr die Möglichkeiten, sich auf den internationalen Finanzmärkten zu engagieren. Dadurch könnte sich eine Anpassung an die Gepflogenheiten anderer Länder ergeben, die insbesondere eine Kultur von „feindlichen“ Firmenübernahmen auch in Deutschland fördert.

Eine Herausforderung bei der Analyse des deutschen Innovationssystems im Rahmen der Berichterstattung wird es deshalb sein, die verschiedenen Tendenzen zu beobachten und anhand von Indikatoren Veränderungen zu messen. Unabhängig von diesen künftigen Aufgaben bleibt in der aktuellen Situation festzuhalten, daß es zur Beurteilung der verschiedenen Facetten der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands auf jeden Fall notwendig ist, sich mit dem institutionellen Rahmen zu beschäftigen; und dies auf globaler, regionaler und nationaler Ebene.

## 2 Industrielle Spezialisierung in Deutschland

Unter längerfristigen Aspekten stellt sich die Frage, wie Deutschlands industrielles „Portfolio“ aus Wissen sowie Gütern beschaffen ist. Wie sind die Schwerpunkte der deutschen Forschungslandschaft und Wirtschaftsstruktur im internationalen Vergleich unter dem Gesichtspunkt zu beurteilen, Deutschland auch künftig eine hohe technologische Leistungsfähigkeit zu sichern? Das Spezialisierungsmuster von Volkswirtschaften ergibt sich einmal aus der Ausstattung mit Produktionsfaktoren. Zum anderen jedoch aus den Möglichkeiten, die der institutionelle Rahmen (Regulierungen, Organisationen, Arbeitsteilung, Rechtsrahmen, Finanz- und Staatsverfassung, Ressourcen usw.) sowie die gesellschaftlichen Traditionen („nationales Innovationssystem“) bieten. So kann es kommen, daß Volkswirtschaften trotz vergleichbarer Ausstattung bspw. mit Innovationspotential unterschiedliche Wege einschlagen, sich im Innovationsverhalten deutlich unterscheiden und dennoch vergleichbare gesamtwirtschaftliche Erfolgsbilanzen aufzuweisen haben.

<sup>16)</sup> Vgl. dazu ausführlicher M.E. Porter (1990), The Competitive Advantage of Nations; Ch. Freeman (1997), The „National System of Innovation“ in Historical Perspective, in: D. Archibugi und J. Michie (Hrsg.), Technology, Globalisation and Economic Performance.

## 2.1 Deutschlands Industriestruktur im internationalen Vergleich

Das Spezialisierungsmuster der deutschen Industrie wird im folgenden nach dem Grad der Forschungsintensität des Angebots untersucht. Forschungsintensive Industrien<sup>17)</sup> sind das Zentrum der Entstehung neuer Technologien. In ihnen bündelt sich das Potential für Erfindungen, für die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren, für die Anwendung von neuem Wissen aus der Industrie selbst und von Forschungsergebnissen aus dem öffentlichen Wissenschaftssystem. Nachgelagerte Bereiche profitieren in erheblichem Umfang von Effizienzsteigerungen, die oft in den forschungsintensiven Industrien ihren Ursprung haben. Hierzu zählt vor allem auch der Dienstleistungsbereich, der in den hochentwickelten Volkswirtschaften immer mehr die Rolle der „mother of invention“ einnimmt und sich zur treibenden Kraft in den internationalen Innovationsystemen mausert (vgl. Abschnitt 3).

Durchgängig (vgl. auch Abschnitt 2.2) schimmert das Muster durch, daß Deutschlands technologische Schwerpunkte vornehmlich in Bereichen zu suchen sind, die anspruchsvolle und überdurchschnittlich hohe Innovationsanstrengungen erfordern („Höherwertige Technologie“). Man kann sie jedoch weniger dort ausmachen, wo extrem hohe Aufwendungen erforderlich sind („Spitzentechnologie“). Auf FuE-intensive Industrien entfällt in Deutschland mittlerweile über die Hälfte der industriellen Produktion (50½ vH<sup>18)</sup>). Dieser Sektor hat in Deutschland im Vergleich zu anderen großen Industrieländern gesamtwirtschaftlich das größte Gewicht (Tab. A-2).

- In forschungsintensiven Industrien insgesamt sind in Deutschland knapp 13 vH aller Erwerbstätigen beschäftigt – erheblich mehr als im „Dienstleistungsland“ USA (6 vH), Japan (9½ vH), Großbritannien (gut 8 vH), Frankreich (7½ vH) und Italien (knapp 6 vH).
- Gut 12 vH beträgt der Anteil der FuE-intensiven Industrien an der Wertschöpfung, vor allem durch den starken Block der Höherwertigen Technik (Ma-

<sup>17)</sup> Nach der NIW/ISI-Liste forschungsintensiver Güter umfaßt der Bereich der Spitzentechnik Güter mit einem FuE-Anteil von über 8½ vH am Umsatz. Der Bereich der Höherwertigen Technik umfaßt Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz zwischen 3½ und 8½ vH. 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 sind die Güter mit der höchsten FuE-Intensität und unterliegen vielfach staatlicher Einflußnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage und/oder Importschutz. Der Spitzentechnikbereich lenkt in allen Industrienationen das spezielle Augenmerk staatlicher Instanzen auf sich, die mit ihrer Förderung nicht nur technologische, sondern zu einem großen Teil auch eigenständige staatliche Ziele (äußere Sicherheit, Gesundheit usw.) verfolgen. Vgl. H. Grupp, H. Legler, Innovationspotential und Hochtechnologie. Bericht des FhG-ISI, des NIW und von Gewiplan für den Bundesminister für Forschung und Technologie, Karlsruhe und Hannover, 1991. Vgl. Übersicht A-1 im Anhang.

<sup>18)</sup> Darunter gehören knapp 15½ vH zum Bereich Elektro-, Nachrichtentechnik, Feinmechanik/Optik, 13 vH zu Maschinenbau/Metallverarbeitung, jeweils 10 vH zur Chemischen Industrie und zum Fahrzeugbau sowie 2 vH zu Büromaschinen/EDV.

schinen- und Fahrzeugbau, Chemieindustrie). Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung des forschungsintensiven Sektors ist höher als in Japan (11½ vH), USA (8½ vH) und Großbritannien (8 vH).

- Der Spitzentechnikbereich hat in Deutschland mit einem Anteil von 3 vH an der Beschäftigung für die Gesamtwirtschaft eine gleich hohe Bedeutung wie in Japan, jedoch eine höhere als in den USA (2½ vH).

Im langfristigen Trend geben in allen großen Volkswirtschaften die Strukturanteile des forschungsintensiven Sektors nach – in Deutschland und Japan etwas langsamer als in den USA, Großbritannien und Frankreich. Hauptnutznieser ist allenthalben der Dienstleistungsbereich.

Die Unterscheidung in Bereiche, die besonders forschungsintensiv produzieren, von jenen, die zwar überdurchschnittlich hohe, jedoch nicht extrem aufwendige Anforderungen an FuE stellen, wird dem Phänomen der „generischen Technologien“ in bestimmten Bereichen nicht gerecht (vgl. Abschnitt 2.3). Denn für die heutige Entwicklung ist eine zunehmende Verflechtung zwischen verschiedenen Technikfeldern kennzeichnend. Neue, ausgesprochen forschungsintensive Bereiche – auch Dienstleistungen – zeigen sich heute immer weniger als „sichtbare“ Endprodukte, sondern als „unsichtbare“ Querschnittstechnologien mit erheblicher Breitenwirkung in Form von Komponenten oder Vorprodukten (bspw. Mikroelektronik, Biotechnologie, neue Werkstoffe, Software, Mikrosystemtechnik) und sind auf der Güterebene nur mehr schwer nachweisbar. Sie bilden die Nahtstelle zwischen „klassischen“ Produkten und neuen hochwertigen Anwendungsfeldern (z. B. Pharmazeutik/Biotechnologie, EDV sowie EDV-Peripherie).

Entscheidend für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands ist es, diese „sensiblen“ Basis- und Querschnittstechnologien im Inland verfügbar zu haben und daß die traditionellen Stärken der deutschen Wirtschaft – Höherwertige Technologien, die vielfach intensive Nutzer von Spitzentechnologien sind (bspw. Automobil-elektronik, Umweltschutztechnologien usw.) – in ausreichendem Maße an spitzentechnologische Entwicklungen angedockt sind.

## 2.2 Kennzeichen der industriellen Spezialisierung Deutschlands im Detail

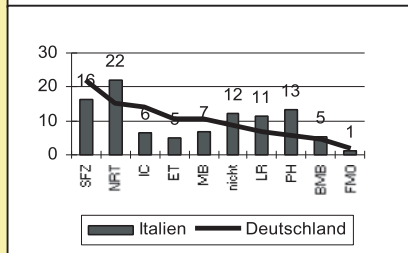
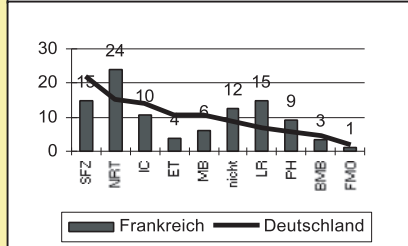
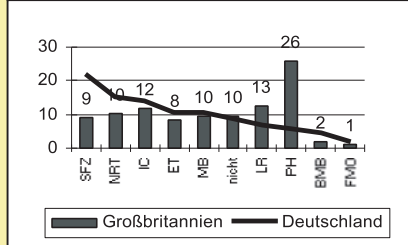
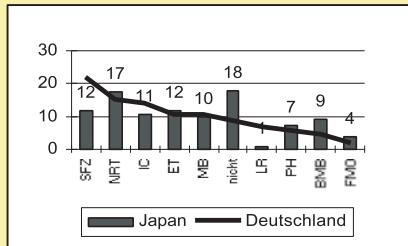
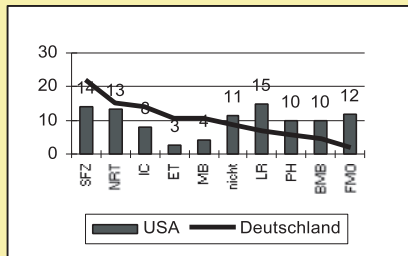
### Forschung und Entwicklung

Die großen Volkswirtschaften gehen – trotz einer ähnlichen Ausstattung mit Innovationspotential – durchaus unterschiedliche Wege, um ihre jeweiligen Vorteile auszuspielen. Jedes Land setzt andere Schwerpunkte in FuE (Abb. 2-1).

- Deutschland sucht seine Vorteile dabei überwiegend in der Breite und setzt seine FuE-Schwerpunkte traditionell in Bereichen der Höherwertigen Technik (Automobil-, Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemi-

**Abb. 2-1: Sektorale FuE-Aufwendungen im Ländervergleich 1994**

- Anteil an den FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes in vH -



IC: Industriechemikalien; PH: Pharmazeutische Industrie; MB: Maschinenbau; BMB: Büromaschinenbau; ET: Elektrotechnik (o.Nachrichtentechnik); NRT: Nachrichtentechnik; SFZ: Straßenfahrzeugbau; LR: Luft- und Raumfahrzeugbau; FMO: Feinmechanik, Optik, sowie Nicht-FuE-intensive Branchen.

Quelle: OECD: STAN Database, ANBERD Database. - Berechnungen des DIW.

- Frankreich, Großbritannien, die USA und auch Japan konzentrieren demgegenüber hohe Anteile ihrer FuE-Aufwendungen in Spitzentechnikbereichen wie Luft- und Raumfahrzeugbau (Frankreich, USA), Telekommunikation (Frankreich, Japan), EDV (USA, Japan), Pharma (mit beachtlicher Expansion der FuE-Kapazitäten in Großbritannien).
- In Japan entfallen darüber hinaus noch merkliche Anteile (20 vH) auf ansonsten weniger FuE-intensive Industrien der Metallerzeugung und -bearbeitung, dem Schiffbau usw.
- Während die Spezialisierungsmuster in den großen Ländern relativ stabil sind, werden die Strukturen in kleineren Volkswirtschaften meist von jeweils wenigen international agierenden Großunternehmen geprägt (Skandinavien, Niederlande). Diese setzen selektiv Akzente, vorwiegend in Spitzentechnologiebereichen (z. B. Pharma, EDV und Nachrichtentechnik).

Im längerfristigen Vergleich haben insbesondere Pharma, EDV, Elektro- und Nachrichtentechnik einen zunehmenden Anteil an den weltweiten FuE-Ausgaben gewonnen. Der weltwirtschaftliche technologische Strukturwandel tendiert also von der Industrieforschungsseite aus betrachtet zu Sektoren, in denen Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern nicht in dem Maße an FuE beteiligt ist wie in den anderen Industriebereichen. Andererseits ist der Vorsprung der typischerweise in der Spitzentechnologieforschung führenden Länder USA, Frankreich und Großbritannien etwas geschmolzen, weil staatlicherseits vor allem im Rüstungsbereich und bei Großprojekten gespart wird.

**Weltmarktpatente**

Trotz der am aktuellen Rand z. T. stark gestiegenen Patentzahlen (vgl. Abschnitt 4.1.1) hat sich die Spezialisierung der großen Volkswirtschaften auf den Bereich der forschungsintensiven Gütergruppen kaum verändert (Tab. 2-1). Die Grundpositionen in der internationalen Arbeitsteilung zwischen den entwickelten Volkswirtschaften sind relativ robust und ändern sich nur in kleinen Schritten. Insbesondere Japan und die USA melden überdurchschnittlich stark im forschungsintensiven Bereich Erfindungen an. Sie setzen in diesem Sektor die Maßstäbe, während Deutschland nach wie vor einen hohen Anteil an Patenten in den nicht-forschungsintensiven Bereichen meldet. Allerdings hat sich Deutschlands Patentstruktur in den letzten Jahren ein wenig in Richtung der FuE-intensiven Bereiche verschoben.

Bei einer detaillierteren Betrachtung fällt das Bild differenzierter aus. Die Spitzentechnikbereiche bilden die traditionellen Schwerpunkte vor allem der USA und Japans. In Japan hat sich allerdings vor einigen Jahren geradezu ein „Einbruch“ vollzogen, der noch nicht überwunden ist. Über USA und Japan hinaus weisen auch kleinere Länder wie Kanada und Schweden bei Spitzentechnologien inzwischen eine positive Spezialisierung auf, ein Ergebnis ihrer starken Konzentration der

sche Industrie). Es hat im vergangenen Jahrzehnt zwar eine gewisse Verschiebung hin zum Spitzentechnikbereich gegeben (Büromaschinen/EDV, Pharma, Luft- und Raumfahrt, Instrumente), allerdings bei real insgesamt schrumpfenden FuE-Aktivitäten.

Tab. 2–1: Patentspezialisierung der großen Industrieländer (RPA<sup>1)</sup>)

Land	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995*)	1996*)
<b>Spitzentechnik</b>								
USA.....	20	18	20	20	22	22	22	19
Japan.....	26	25	25	21	20	16	15	13
Deutschland**)	-36	-36	-40	-36	-36	-38	-35	-31
Großbritannien.....	- 4	- 3	-10	1	- 2	0	0	7
Frankreich.....	-14	- 9	- 8	-12	-10	-14	-18	-18
Schweiz.....	-44	-45	-43	-49	-42	-35	-40	-39
Kanada.....	-20	- 2	5	6	0	21	28	27
Schweden.....	-11	-19	- 6	- 9	- 8	8	9	15
Italien.....	-42	-44	-40	-38	-41	-36	-37	-31
Niederlande.....	- 7	- 1	0	2	- 3	-10	- 4	1
<b>Höherwertige Technik</b>								
USA.....	-11	-11	-10	- 9	-12	-10	-11	-11
Japan.....	3	5	4	8	8	7	7	8
Deutschland**)	12	10	13	10	11	13	14	13
Großbritannien.....	- 6	- 6	- 9	-12	- 8	-11	-14	-17
Frankreich.....	- 4	- 5	- 9	- 5	- 4	- 2	- 5	- 2
Schweiz.....	15	12	13	3	11	8	9	7
Kanada.....	- 9	-14	- 3	- 9	- 7	-20	-27	-27
Schweden.....	-19	- 3	- 3	- 9	- 6	-10	- 7	-13
Italien.....	14	18	12	10	15	11	14	11
Niederlande.....	- 3	0	3	1	- 7	6	1	2

<sup>1)</sup> RPA (Relativer Patentanteil): Positives Vorzeichen bedeutet, daß der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei den Patenten insgesamt.

\*) Zahlen für 1995 und 1996 sind hochgerechnet.

\*\*\*) Daten ab 1991 für ganz Deutschland, davor nur Westdeutschland.

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

FuE-Aktivitäten auf ausgewählte hoch forschungsintensive Sparten. Ebenso hat sich Großbritannien Spezialisierungsvorteile auf dem Gebiet der Spitzentechnik erarbeitet. Den anderen Ländern, Deutschland einbezogen, ist dies noch nicht gelungen. Spezialisierungsnachteile Deutschlands in der Spitzentechnik gelten für die Mehrzahl der dort vertretenen Bereiche, insbesondere bei den großen. Allerdings hat sich die relative Position in der Spitzentechnik insgesamt in den letzten zwei Jahren leicht verbessert.

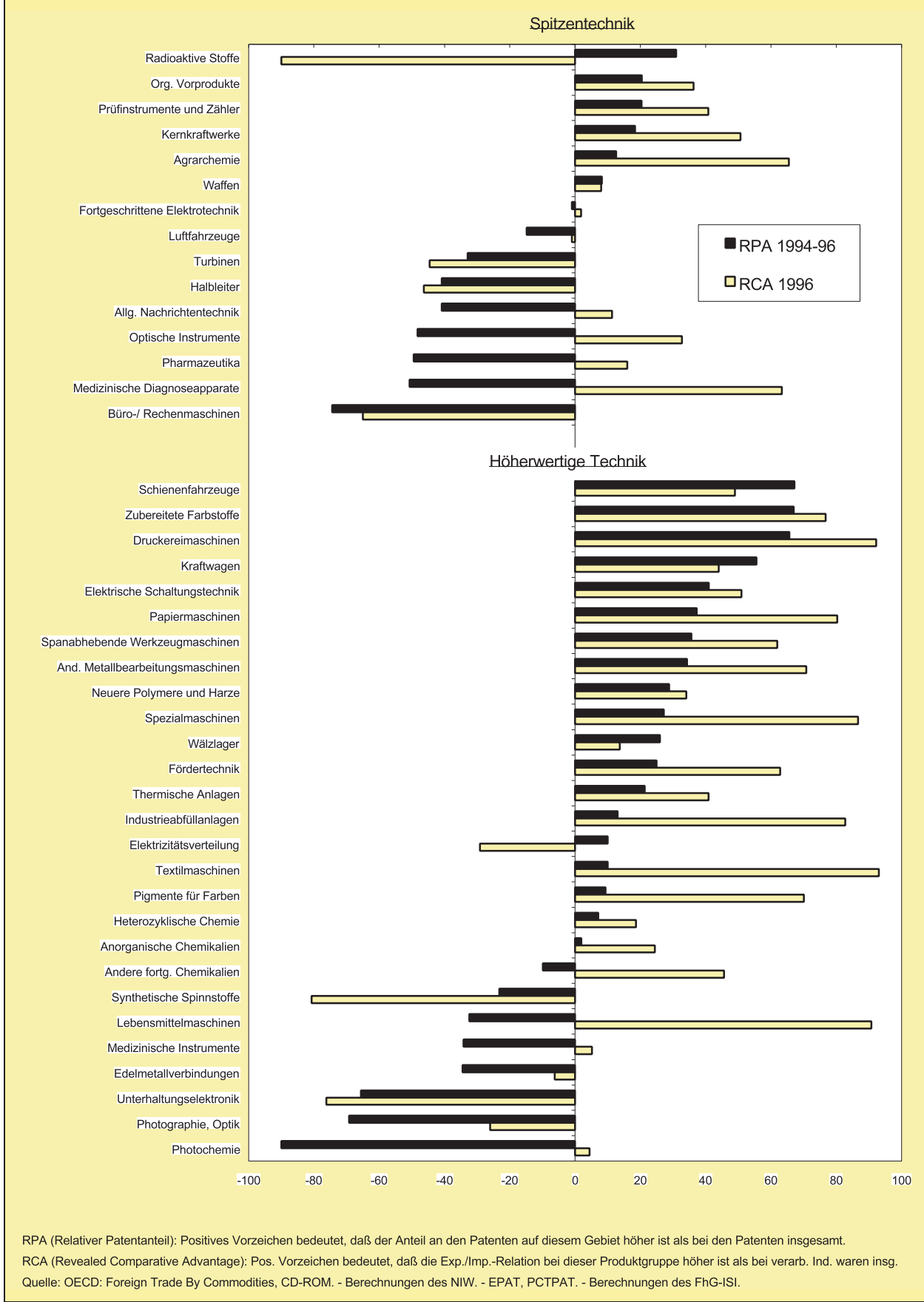
Im Vergleich hierzu nimmt Deutschland im Bereich der Höherwertigen Technik eine Spitzenposition ein. Hierhin lenkt die deutsche Industrie einen Großteil ihrer FuE-Ressourcen und besetzt vornehmlich die hochwertigen Marktsegmente. Dort ist der Anteil der „Anwenderpatente“ besonders hoch. Es dominieren weniger originäre wissenschaftliche Spitzenleistungen. Deutschland setzt erfolgreich auf die Kombination von etablierten Technologien und die Integration von Spitzenleistungen aus Wissenschaft und Forschung in traditionelle Bereiche

mit hoher Breitenwirkung. Auch die Schweiz, Italien und zunehmend auch Japan suchen ihren Weg zur Erhaltung und Verbesserung der technologischen Leistungsfähigkeit bevorzugt in Bereichen der Höherwertigen Technik.

#### Außenhandel

Die recht hohe gesamtwirtschaftliche Bedeutung des Spitzentechnologiesektors in Deutschland (Abschnitt 2.1) wird weder in der Patent- noch in der Außenhandelsstruktur sichtbar. Deutschlands Position bei Patenten und auf den internationalen Märkten für technologieintensive Güter (Abb. 2-2) ist vielmehr im wesentlichen ein Spiegelbild seiner Schwerpunktsetzung in industrieller FuE sowie der Industriestruktur. Knapp 30 vH der Ausfuhren entfielen auf Güter der Spitzentechnik, entsprechend gut 70 vH auf Höherwertige Produkte. Bei den Einfuhren ist das Verhältnis weitaus ausgeglichener: 42 vH der Importe sind dem spitzentechnischen Bereich zuzuordnen, 58 vH der Höherwertigen Technik.

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



Tab. 2–2: Welthandelsanteile der OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1995 und 1996 in vH

Land	FuE-intensive Waren		Spitzentechnik		Höherwertige Technik		nachr.: Verarb. Industriewaren insg.	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Deutschland.....	15,9	15,4	12,2	11,6	18,3	17,9	14,8	14,2
Frankreich.....	7,0	7,0	8,0	8,1	6,4	6,3	8,0	7,8
Großbritannien.....	7,0	7,7	8,4	9,4	6,1	6,6	6,3	7,0
Italien.....	4,7	5,0	3,0	3,2	5,9	6,2	6,7	7,1
Belgien/Luxemburg.....	3,6	3,6	2,2	2,3	4,5	4,4	4,7	4,6
Niederlande.....	3,8	3,4	4,5	3,7	3,4	3,3	4,7	4,3
Dänemark.....	0,9	0,9	0,7	0,7	1,0	0,9	1,3	1,3
Irland.....	1,4	1,7	1,6	1,8	1,3	1,6	1,2	1,3
Griechenland.....	0,1		0,1		0,1		0,3	
Spanien.....	2,2	2,4	1,1	1,3	2,8	3,1	2,5	2,8
Portugal.....	0,4	0,5	0,2	0,2	0,5	0,6	0,7	0,7
Schweden.....	1,9	2,1	2,0	2,3	1,9	2,0	2,1	2,2
Finnland.....	0,8	0,8	1,0	1,1	0,6	0,6	1,2	1,1
Österreich.....	1,1	1,1	0,7	0,7	1,4	1,4	1,6	1,7
Schweiz.....	2,8	2,7	1,9	1,9	3,3	3,2	2,4	2,3
Norwegen.....	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6	0,6
Island.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Türkei.....	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,6	0,6
Polen.....	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6
Tschechien.....	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6
Ungarn.....	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
Kanada.....	4,0	4,0	2,4	2,7	5,1	4,8	4,6	4,6
USA.....	16,5	17,6	23,0	24,9	12,3	12,8	14,5	15,1
Mexiko.....	2,3	2,8	1,8	2,1	2,7	3,2	2,1	2,4
Japan.....	18,1	16,3	18,0	15,9	18,1	16,5	12,9	11,6
Korea (Rep.).....	3,9	3,4	6,0	4,5	2,5	2,7	3,7	3,6
Australien.....	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	1,0	1,0
Neuseeland.....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3

Quelle: OECD: Foreign Trade By Commodities, CD-ROM. – Berechnungen des NIW.

Es zeigt sich im Zeitablauf ein recht stabiles Muster: Auf dem Weltmarkt ist Deutschland mit einem Anteil von 18 vH der größte Exporteur von Höherwertigen Technologien (vor Japan mit 16½ vH und den USA mit knapp 13 vH), in der Spitzentechnik beträgt der Welthandelsanteil 11½ vH (Tab. 2-2).

Nur nach und nach stellen sich kleinere Veränderungen ein, sie zeigen sich eher im Detail. Im Bereich der Spitzentechnologiegüter hat sich schrittweise ein etwas günstigeres Bild ergeben. Auffällig sind folgende Entwicklungen und Strukturen (Tab. A-3).

- Innerhalb der besonders FuE-aufwendigen Chemiebereiche verliert Deutschland bei den pharmazeutischen

Wirkstoffen in erheblichem Maße Spezialisierungsvorteile<sup>19)</sup>.

- Informationstechnologien sind zwar nach wie vor keine besondere Stärke Deutschlands im Außenhandel. Die hohe Bedeutung von IuK-Technologien im Importwarenkorb bestätigt jedoch Deutschlands Rolle als wichtiger Anwender von IuK-Technologien.

<sup>19)</sup> Hier schlägt sich die in der ersten Hälfte der 90er Jahre im Vergleich zu ausländischen Konkurrenten unterdurchschnittliche Innovations- und Wachstumsdynamik der deutschen Pharmaindustrie nieder. Auch einige andere wichtige Posten der deutschen Außenhandelsbilanz sind nicht durch entsprechende Stärken im technologischen Bereich gedeckt: Dazu zählen Medizinische Diagnosetechnik und Instrumente, Optik, Fasern, höherwertige Elektrotechnik, Anorganika und Lebensmittelmaschinen.



- Der Aufschwung der Telekommunikationsbranche in Deutschland und die zunehmende Attraktivität des Standorts Deutschland für Anbieter aus dem Bereich Telekommunikation ist maßgeblich auf die – in Deutschland vergleichsweise spät vollzogene – Deregulierung zurückzuführen. In jüngerer Zeit ist sowohl auf den Auslandsmärkten als auch gegenüber der Importkonkurrenz eine deutliche Positionsverbesserung zu verzeichnen.

Im Handel mit Höherwertiger Technik bestehen klare komparative Vorteile, 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, Maschinen, Elektrotechnische Erzeugnisse, Feinmechanik/Optik, Schienenfahrzeuge und Büromaschinen mußten tendenziell eine Verschlechterung der Außenhandelsposition hinnehmen.
- Dies wird jedoch durch höhere Ausfuhrüberschüsse bei Spezial- und Arbeitsmaschinen sowie fortgeschrittener Optik und Meß- und Regeltechnik, vor allem jedoch bei Automobilen, kompensiert.

Die Spezialisierungsdefizite Deutschlands bei den Gütern der Spitzentechnologie konzentrieren sich im wesentlichen auf den Handel mit den USA und Japan. Denn trotz der Anteilseinbußen im Außenhandel verfügt Japan auch 1996 als einziges Industrieland über ausgesprochen hohe Spezialisierungsvorteile sowohl bei Höherwertigen Technologien als auch bei Spitzentechnologien. 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 wirken außer Japan noch Großbritannien und Frankreich als nennenswerte Nettoexporteure von Spitzentechnologien. Auch für Frankreich und Großbritannien spielt Forschung in militärnahen Bereichen eine vergleichsweise große Rolle, was sich auch in entsprechend hohen Welthandelsanteilen im Bereich Luft- und Raumfahrt niederschlägt.

Deutschland ist der größte Technologiegüterlieferant für die europäischen Länder. Dies gilt sogar für Spitzentechnologierzeugnisse (mit Ausnahme der Bereiche Luftfahrzeuge, Büromaschinen/EDV und Telekommunikation). Die starke Ausrichtung auf den westeuropäischen Markt begrenzt aber auch das Wachstumspotential, denn auf dem stark gewachsenen US-amerikanischen Markt ist Deutschland mit FuE-intensiven Waren relativ schwach vertreten.

### Zwischenfazit

Deutschlands Spezialisierung auf „Höherwertige Technologien“ zeigt sich bei allen Indikatoren, bei Forschung und Entwicklung, beim Patentaufkommen und bei der Außenhandelsstruktur. Der Spitzentechnologiesektor gehört hingegen nicht zu Deutschlands Schwerpunkten.

Für die Beurteilung des technologischen Portfolios zählen jedoch letztlich Beschäftigung und Einkommen. So gesehen war Deutschland mindestens bis Ende der 80er Jahre erfolgreicher als in den 90er Jahren gewesen, sich die Vorteile der internationalen technologischen Arbeitsteilung zunutze zu machen. Dies gelang durch den intensiven Einsatz von (oftmals importierten) Spitzentechnologien sowie deren konsequenter und zügiger Umsetzung in Beschäftigung und Wertschöpfung (vgl. auch Abschnitt 1.2.2).

Ob zu diesen Umsetzungsprozessen künftig in einer Situation ständig sich verkürzender Produktlebenszyklen jeweils genügend Anpassungszeit bleibt, ist hingegen nicht sicher. Eine überwiegend auf Umsetzung und Nachholprozesse setzende Strategie ist in einer Phase permanent sich beschleunigenden Strukturwandels risikoreicher für die Entwicklung von Einkommen und Produktivität sowie für die Erhaltung eines hohen Beschäftigungsstandes risikoreicher als eine Strategie, in der mit größerer Flexibilität im technologischen, beruflichen und sektoralen Strukturwandel reagiert werden kann. Die Risiken für Wachstum und Beschäftigung sind in einer solchen Situation zudem auch geringer, wenn bereits in den ersten Phasen der technologischen Entwicklung „von der Spitze weg“ agiert werden kann.

### 2.3 Querschnittstechnologien

In einigen Fallbeispielen kann veranschaulicht werden, inwieweit, in welchem Tempo und mit welchen ökonomischen Erfolgsaussichten das deutsche Innovationssystem in der Lage ist, neue Querschnittstechnologien zur Anwendung zu bringen.

- Am Beispiel der Biotechnologie und der Software kann der Prozeß nachvollzogen werden, wie sich Deutschland aufgrund seiner spezifischen Merkmale und Verhaltensweisen an der Generierung neuer Technologien und der Umsetzung in Marktpotentiale beteiligt.
- Ähnliche Prozesse können bei der Mikrosystemtechnik studiert werden – hier anhand der Beteiligung am wissenschaftlichen Fortschritt und an den marktrelevanten Erfindungen dargestellt; allerdings sind dort die Umsetzungsmöglichkeiten noch mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Den Beispielen ist gemein, daß „radikale“ Veränderungen neue technologische Herausforderungen mit sich gebracht haben, die Deutschland nur zögerlich angenommen hat. Es kamen weniger „radikale“ Innovationen als Antwort, sondern vielmehr nach bewährtem Muster „kumulative“. D. h. nicht nur im makroökonomischen Aggregat, sondern auch im Verhalten auf der mikroökonomischen Ebene und in den mesoökonomischen Ergebnissen zeigen sich jeweils ähnliche Muster im Aufholprozeß.

Zusätzlich wird eine typisch deutsche Stärke – nämlich die Umsetzung vorhandenen Wissens in Problemlösungskompetenz, Weltmarkterfolge und Wertschöpfung – am Beispiel der Umwelttechnik, einer „etablierten“ Querschnittstechnologie, dargestellt.

### 2.3.1 Biotechnologie und Software

Das typisch deutsche Innovationsmuster bestimmt auch die Vor- und Nachteile in neuen Technologiefeldern und damit die Innovationsstrategien der deutschen Unternehmen in diesen Bereichen. Es fällt deutschen Unternehmen leichter in denjenigen Teilbereichen Vorteile zu erringen, in denen sich Produkt- und Prozeßentwicklung entlang vorgezeichneter Entwicklungslinien mit breiter Anwendung auszahlen. Dies gilt vor allem für die Entwicklung und Vermarktung diversifizierter und qualitativ hochwertiger Produkte. Dieses Muster ist nicht nur bei Quereinsteigern, d.h. Unternehmen, die bereits in anderen Technologiefeldern erfolgreich agieren, sondern auch bei jungen Unternehmen und Neugründungen zu beobachten und wird besonders in den Sektoren Biotechnologie und Software deutlich. In den 80er und 90er Jahren erlebten diese beiden Technologiefelder wesentliche Neuerungen, die den Unternehmen neue technologische Möglichkeiten eröffneten und neue Innovationsstrategien erforderten.

Die Entwicklung in den 80er und 90er Jahren führte zu einer Neubewertung der Vor- und Nachteile der hausinternen Produktentwicklung im Vergleich zur Produktentwicklung im Rahmen von Kooperationen und externen Netzwerken mit anderen High-tech-Unternehmen. Grundlagenforschung und Produktentwicklung von Pharma-Unternehmen erfolgten traditionellerweise in eigenen Forschungslabors mit eigenem wissenschaftlichen Personal. Genauso stützten sich deutsche Unternehmen auf ihre EDV-Abteilungen für die Erstellung von Software. Der technologische Wandel führte zum Outsourcing von FuE-Aktivitäten, die vormals firmenintern erledigt wurden: Kleine Biotechnologiefirmen bieten den etablierten Pharma-Konzernen sowohl vielversprechende biotechnologische Produkte als auch neue Forschungsimpulse an, während externe Produzenten von Standardsoftware zusammen mit Anbietern von IT-Dienstleistungen einen immer größeren Anteil des Bedarfs deutscher Unternehmen an Software decken.

Bahnbrechende gentechnologische Verfahren in der Medikamentenentwicklung brachten wissenschaftliche und organisatorische Herausforderungen mit sich. Neuartige biotechnologische Forschungsmethoden erforderten die Zusammenarbeit mit kleineren, dynamischeren Firmen. Im Software-Bereich führte das Aufkommen von Personalcomputern, Client/Server-Architekturen und offenen Betriebssystemen dazu, daß der Anteil an intern entwickelter Individualsoftware vermehrt durch hochkomplexe Standardsoftwareprodukte ersetzt wurde. Diese Standardprodukte werden heute häufig von externen Softwaredienstleistern installiert und gewartet. Deutsche Firmen haben den Anteil von eigens entwickelter Individualsoftware im IT-(Informationstechnologie-) Bereich reduziert und beziehen immer mehr Softwarelösungen über externe Produktmärkte und externe IT-Dienstleistungsanbieter.

In beiden Fällen reagierte das „deutsche Innovationssystem“ zunächst sehr zögerlich. In den 80er Jahren hinkte die Entwicklung in der deutschen Biotechnologie stark hinter der britischen und amerikanischen hinterher. Ein Großteil der deutschen Computerindustrie wurde durch

das Ausmaß und die Geschwindigkeit des technologischen Wandels und der Marktveränderungen regelrecht überrollt. Es scheint mittlerweile jedoch an der Zeit zu sein, die Stärken und Schwächen des deutschen Innovationssystems im Bereich von Software und Biotechnologie neu zu bewerten. Im Bereich der Biotechnologie stärkten aktive Förderprogramme von Bund und Ländern sowie die Novellierung des Gentechnikgesetzes den deutschen Standort, es entstanden und entstehen viele neue Biotechnologiefirmen. Endogene Anpassungen in der Software-Industrie – ohne öffentliche Unterstützung – demonstrieren ebenfalls, daß der Standort Deutschland durchaus für Hochtechnologiesektoren interessanter werden kann: Das Aufkommen großer deutscher Software-Dienstleistungsanbieter sowie Anzeichen der Stärke im Bereich der Standardsoftware geben Anlaß zu gewissem Optimismus.

Zur Verdeutlichung der Entwicklung bietet sich die Unterscheidung der Marktsegmente nach unterschiedlichen technologischen Merkmalen an. Therapeutika und Standardsoftwareprodukte beispielsweise hängen im einzelnen von diskreten Technologiesprüngen ab, d. h. von technologischen Entwicklungen mit einer begrenzten, hochspezialisierten Anwendbarkeit und sehr kurzlebigen Absatzchancen. Der Wert dieser diskreten technologischen Entwicklungen sinkt mit der Zeit rapide, da sie durch neue alternative Produkte und Verfahren schnell überholt werden. Im Gegensatz dazu sind Plattform-Technologien in der Biotechnologie und im Dienstleistungsbereich der Software eher durch kumulative technologische Produkt- und Prozeßentwicklungen gekennzeichnet, deren Wert längerfristig stabiler bleibt.

Wie passen die deutschen Rahmenbedingungen zu diesen neuen Industrien und wie reagierten die Unternehmen mit ihren Innovationsstrategien?

- Erstens begannen deutsche Großunternehmen mit der Reorganisation ihrer FuE-Aktivitäten, um einen größeren Nutzen aus externen Allianzen zu ziehen. Anfänglich wurden internationale Allianzen mit amerikanischen und anderen ausländischen Technologiefirmen geschlossen. Solche Allianzen sind keineswegs als Beweis für Standortdefizite anzusehen: Wie Untersuchungen über deutsche multinationale Unternehmen zeigen, ist die deutsche Wirtschaft durchaus in der Lage, durch grenzüberschreitende Kooperationen von internationaler FuE-Spezialisierung zu profitieren.<sup>20)</sup>
- Zweitens bilden sich nun Allianzen innerhalb Deutschlands selbst, da auch in Deutschland neue kleine FuE-intensive Unternehmen in diesem Sektor entstehen. Mit der Zeit kristallisierten sich in diesen High Tech-Industrien neue Marktstrukturen heraus, in denen sich deutsche Firmen positionieren konnten. Mit fortschreitendem Alter dieser neuen Industrien bieten sich vermehrt auch Einstiegschancen für deut-

<sup>20)</sup> Vgl. J. Cantwell und R. Harding (1998), The Internationalisation of German Companies' R&D. Siehe dazu auch Arbeiten im Rahmen der technologischen Leistungsfähigkeit 1997 von FhG-ISI/DIW/ZEW (1998), Globalisierung industrieller FuE in ausgewählten Technikfeldern.

sche Neugründungen. Während sich beispielsweise US-Biotechnologiefirmen neben „Plattform“-Technologien auch stark auf die Herstellung neuer Medikamente (Therapeutika) zur Krankheitsbekämpfung konzentrierten, haben sich heute viele erfolgreiche deutsche Unternehmen primär auf eine Reihe breiter „Plattform“-Technologien spezialisiert. Während die Medien meistens diejenigen Softwarefirmen hervorheben, die Software-Massenwaren herstellen (eine „amerikanische“ Spezialität), gibt es andererseits auch einen riesigen Markt für betriebswirtschaftliche Software, in dem sich deutsche Softwarehäuser sowohl in hochkomplexer Standardsoftware als auch in Software-Dienstleistungen erfolgreich behauptet haben. In beiden Fällen zeigt sich also, daß die besonderen Vorteile deutscher Unternehmen im Bereich differenzierter, qualitativ hochwertiger Produkte mit kumulativen Verbesserungspotentialen liegen.

Unterschiedliche technologische Merkmale erfordern unterschiedliche Kompetenzen für erfolgreiche Innovationen:

- Einerseits benötigen Unternehmen im Bereich der Therapeutika und der Standardsoftware aufgrund der Marktungewißheit und der hohen Mißerfolgsrate in ihrem Industriebereich große Summen an risikotragendem Kapital. Die finanziellen Risiken bei Plattform-Technologien und Softwaredienstleistungen sind hingegen weniger gravierend.
- Andererseits muß sich bei Firmen und deren Angestellten wegen der kumulativen Eigenschaft der Technologieentwicklung in diesen Industriebereichen die Bereitschaft herausbilden, in firmenspezifische Fähigkeiten zu investieren, deren Vorteile sich erst langfristig zeigen werden.

Die aus den technologischen Merkmalen resultierenden Unterschiede sind in der Tab. 2-3 zusammengefaßt.

**Tab. 2–3: Marktsegmente in der Biotechnologie- und Softwareindustrie**

	Therapeutika, Standardsoftwareprodukte	Plattform-Technologien, Software-Dienstleistungen
Ausrichtung	Entwicklung neuer Produkte zur Befriedigung von Massenbedürfnissen	Schaffung von Kompetenzen mit breiter Anwendbarkeit
Technologische Merkmale	Diskrete Technologien	Kumulative Technologien
Firmenspezifisches Wissen	Niedrig	Hoch
Finanzielles Risiko	Hoch (technologisches oder Marktrisiko, hohe FuE-Kosten)	Niedrig (klar definierte Märkte und Technologien, niedrigere FuE-Kosten)
Allgemeines Marktrisiko	Hoch	Niedrig

Sowohl die biotechnologischen Plattform-Technologien als auch die Software-Dienstleistungen lassen sich durch die traditionellen institutionellen Rahmenbedingungen Deutschlands erklären, die neben inkrementaler Innovation auch langfristige Beziehungen zwischen Firmen und Eigentümern sowie die Akkumulation von Wissen und Erfahrung fördern. Im Gegensatz dazu sind der Therapeutika-Zweig der Biotechnologie und der Standardproduktbereich der Software durch radikalere Innovationen, kürzere Zeithorizonte auf Märkten und die zeitlich begrenzte Nutzung von innovativem Wissen gekennzeichnet.

Das soll allerdings nicht heißen, daß deutsche Firmen neben ausländischen Konkurrenten in diesen Bereichen nicht erfolgreich bestehen können. Es gibt in Deutschland sehr wohl einige erfolgreiche Therapeutika-Hersteller sowie erfolgreiche Softwarehäuser und vielversprechende Neugründungen im Standardsoftwaresegment. Gezeigt werden sollte hier nur, daß es größerer Anstrengungen bedarf, deutsche Unternehmen im High Tech-Bereich in riskanteren, diskreten Technologien zu etablieren, während sich weniger riskante ku-

mulative technologische Entwicklungen konsistenter in das deutsche Innovationssystem einfügen und damit einfacher innerhalb des institutionellen deutschen Rahmens für Innovationstätigkeiten zu realisieren sind. Deutschlands Stärke ist die am „lead user“ orientierte Umsetzung „radikaler“ Innovationen in hochwertige Produkte und Verfahren.

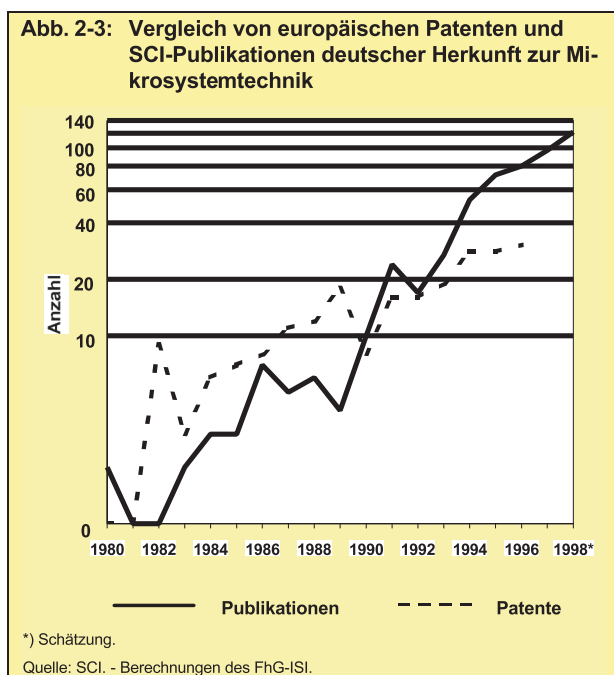
**2.3.2 Mikrosystemtechnik**

Die Mikrosystemtechnik<sup>21)</sup> wird als eine Schlüsseltechnik für das kommende Jahrhundert mit vielfältigen Marktchancen betrachtet, die eine breite Diffusion in viele Gebiete der Technik erreichen werde. Vor diesem Hintergrund wird die Mikrosystemtechnik seit 1990 im Rahmen spezieller BMBF-Programme gefördert.

<sup>21)</sup> Als Mikrosysteme werden Baueinheiten bezeichnet, deren Funktionselemente Mikrostrukturen aufweisen und in denen mehrere dieser Elemente systemisch zusammenwirken. Dabei sind oftmals elektrische und mechanische Funktionen gekoppelt, weshalb in der Fachliteratur auch von mikro-elektromechanischen Systemen die Rede ist.

Erst seit Ende der 80er Jahre gibt es auf diesem Technologiefeld weltweit ein relevantes Patentaufkommen, wobei das Wachstum auch in den 90er Jahren moderat war. Das Aufkommen wissenschaftlicher Beiträge zeigt ebenfalls ein Durchstarten am Ende der 80er Jahre; die Zahl der Publikationen steigt jedoch deutlich stärker an als die der Patente. Die Mikrosystemtechnik befindet sich demnach noch in einem frühen Stadium mit dem Schwerpunkt auf grundlegender und langfristig orientierter angewandter Forschung. Deutsche Publikationen und Patente nehmen im internationalen Vergleich einen zweiten Platz hinter den USA ein. Die 1990 einsetzende Förderung des Bundes hat vor allem dazu beigetragen, daß die wissenschaftliche Forschung den Anschluß an die internationale Entwicklung gehalten hat: Die Zahl der Publikationen hat sich in den letzten fünf Jahren versechsfacht. Die Zahl der anwendungsorientierten Patente hat sich demgegenüber moderater um das Dreifache erhöht (Abb. 2-3). Die Verwertungsmöglichkeiten fallen daran gemessen eher bescheiden aus.

Da die Mikrosystemtechnik kein Produkt, sondern eine Querschnittstechnologie ist, gibt es keine genauen Produktions- und Handelszahlen. Marktanalysen gehen aktuell von einem Weltmarktvolumen von etwa 2 Mrd. US \$ aus, während für das Jahr 2000 Volumina zwischen 4 und 14 Mrd. US \$ angenommen werden. Die Unsicherheit der Prognose ist also erheblich. In jedem Fall ist das Marktvolumen gemessen an anderen Schlüsselbereichen wie der Mikroelektronik noch moderat. Der Mikrosystemtechnikmarkt wurde bisher von wenigen Produkten wie Schreib-Lese-Köpfen für Plattenspeicher, Köpfen von Tintenstrahldruckern, Beschleunigungssensoren für Airbags oder Sensoren zur Blutdruckmessung getragen. Für die kommenden Jahre sehen Experten neue umsatzrelevante Marktbereiche in der Peripherie von EDV-Anlagen, in biomedizinischen Mikroreaktoren und in der optischen Kommunikation (optisches Schalten, optische „Stecker“). Nach der Patentanalyse ist die



Anwendungsorientierung deutscher Unternehmen in der Mikrosystemtechnik auf dem internationalen Stand; im Bereich der Optik sind allerdings Defizite insbesondere im Vergleich zu den USA auszumachen, was nachteilige Auswirkungen auf zukünftige Marktchancen haben könnte.

In der Mikrosystemtechnik hat sich Deutschland gegenwärtig sowohl in der Wissenschaft als auch in der Technologie eine günstige Ausgangsposition erarbeitet. Für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands gilt es in den kommenden Jahren vor allem, der Mikrosystemtechnik stärker als bislang Anwendungsmöglichkeiten in ihren traditionell starken Gebieten zu schaffen. In den bisher vorherrschenden Anwendungen der EDV-Peripherie zählt Deutschland allerdings nicht zu den „lead customers“. Deutschland besitzt zwar hohe Kompetenzen, es fehlt jedoch an Märkten, in denen die Kompetenz zur Anwendung gebracht werden kann. Man hat den Eindruck, daß die Förderung zwar sehr stark anwendungsorientiert intendiert ist. Nur wenige Unternehmen haben jedoch die neue Technologie aufgegriffen. Deshalb sind Forschungsinstitute mit eher langfristigen Anwendungszielen zu wesentlichen Akteuren geworden. Ohne die Orientierung der Technologiepolitik an wichtigen außerwirtschaftlichen Forschungserfordernissen im medizinischen Sektor in Abrede stellen zu wollen: Ein größeres Augenmerk auf kurz- und mittelfristig wachsende Märkte, die auch deutschen Unternehmen eine Chance bieten, würde leichter zu sichtbaren Erfolgen der Förderung führen. Anwendungsorientierte Förderung sollte auch ihren ökonomischen Nutzen unter Beweis stellen.

### 2.3.3 Umwelttechnik

Zur Lösung von Umweltproblemen sind neue technologische Entwicklungen oft zwingend erforderlich. Umwelttechnische Problemlösungen erfordern jedoch eher die optimale Anwendung vorhandenen Wissens unter umweltspezifischen Fragestellungen als die Entwicklung von Spitzentechnologien. Gerade hierin liegt Deutschlands besondere Stärke.

Der recht scharfe Rückgang der weltweiten Patentanmeldungen in der Umwelttechnik dürfte vor allem mit in den 90er Jahren ausklingenden staatlichen Sanierungsmaßnahmen (additiver Umweltschutz), schwachen Anreizen zu kontinuierlichen (vorsorgenden bzw. integrierten) Umweltverbesserungen und entsprechend nachlassendem privaten Interesse (z. B. sinkende Ressourcenpreise) zu tun haben.<sup>22)</sup> Deutschlands Anteil an den Patenten hat stark abgenommen, ist jedoch – abgesehen von der Meßtechnik – immer noch außerordentlich hoch.<sup>23)</sup> Als Begründung für nachlassende Erfindungstätigkeiten wird gelegentlich das bereits erreichte hohe Niveau des Umweltschutzes in Deutschland angegeben, auch zehren sich die Innovationswirkungen der traditionellen umweltpolitischen Regulierungen nach dem „Stand der Technik“ nach und nach auf.

<sup>22)</sup> Vgl. Vorjahresbericht.

<sup>23)</sup> In Europa entfällt immer noch die Hälfte des Patentaufkommens auf Deutschland. Vgl. den Vorjahresbericht.

In der Umweltechnik besticht Deutschland durch ein hochwertiges Sortiment; hier zahlt sich die starke technologische Stellung deutlich aus: Während weitgehend „Umwelttechnologie von der Stange“ importiert wird, wird hochwertige Einzelfertigung exportiert. Allerdings ist es nicht leicht, auf dem Umweltschutzmarkt technologische Vorteile auszuspielen zu können. Denn die Märkte sind durch nationale Gesetzgebung und damit überwiegende Binnenorientierung sowie durch den hohen Anteil staatlicher Investitionen und Beschaffungen stark segmentiert. Deutschland hat im Jahr 1996 potentielle Umweltschutzgüter<sup>24</sup>) im Wert von rund 37 Mrd. DM ausgeführt<sup>25</sup>) und ist mit einem Welthandelsanteil von 17½ vH zweitgrößter Exporteur (Abb. 2-4), fast gleichauf mit den USA (18 vH). Drittgrößter Anbieter von Umweltschutztechnologien ist mit ungewöhnlich hohem Abstand Japan mit einem Handelsanteil von knapp 13 vH.

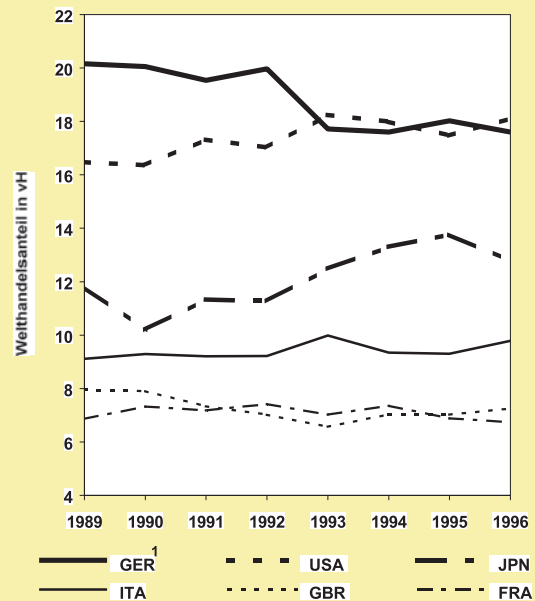
Das Gewicht der einzelnen Umweltschutzbereiche (Luft, Wasser, Abfall sowie der Querschnittsbereich MSR-Technik) innerhalb des deutschen Ausfuhrgüterbündels spiegelt recht gut die weltweite Verteilung der Nachfrage nach Produkten der verschiedenen Umweltmedien wieder, denn die deutschen Anteile an den weltweiten Ausfuhr der einzelnen Bereiche schwanken zwischen gut 17 und gut 18 vH. Trotz dieser augenscheinlich günstigen Bilanz ist darauf hinzuweisen, daß die Möglichkeiten offensichtlich nicht ganz ausgeschöpft werden: Der hohe Anteil an den weltmarktrelevanten Patenten läßt – von der MSR-Technik abgesehen – auf weitere Expansions- und Spezialisierungsmöglichkeiten schließen.

Auf dem Markt für Umweltschutzgüter und -dienstleistungen zeigen sich deutlich die Spuren der schwachen „Umweltkonjunktur“. Der Staat nimmt über die Gestaltung der Rahmenbedingungen maßgeblich Einfluß auf die Qualität der Nachfrage nach Technologien. Mit nachlassenden Innovationsanreizen gewinnen Imitatoren die Oberhand. Deutschland sollte jedoch gerade in Bereichen, in denen es seine spezifischen Stärken – Kombination neuester wissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen mit traditionellen Stärken – ausspielen kann, keinen Platz im Mittelfeld, sondern an der Spitze und Technologieführerschaft anstreben. Auf „sicheren“ Märkten würde sonst Terrain abgegeben. Dies bedeutet jedoch, daß Anreize für einen Umweltschutz über „den Stand der Technik“ hinaus zu setzen sind. Die Unternehmen müssen die Chance haben, ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen und Märkte erschließen zu können. Mit einer Orientierung am Stand der Technik, der ex definitione wenig innovations-

<sup>24</sup>) Zu den potentiellen Umweltschutzgütern, die diesen Berechnungen und Schätzungen auf der Basis der „amtlichen“ Liste des Statistischen Bundesamtes zugrunde liegt, ist methodisch einschränkend zu sagen, daß zum großen Teil nur die traditionellen „nachsorgenden“ Umweltschutztechnologien erfaßt werden können. Über die Position im Technologiewettbewerb um den modernen „integrierten“ Umweltschutz, der allerdings noch nicht sehr stark verbreitet ist, lassen sich hieraus keine Schlüsse ziehen. Abschätzungen für das Jahr 1994 laufen darauf hinaus, daß 35–40 vH der potentiellen Umweltschutzgüter auch tatsächlich für Umweltschutzzwecke eingesetzt werden („dual use“). Das Ausfuhrvolumen bei Umweltschutzgütern entspräche dann in etwa dem der HZPP-Industrie, der Mineralölverarbeitung, Feinmechanik/Optik/Uhren, Kunststoffherzeugnissen, EBM-Waren.

<sup>25</sup>) Das sind knapp 5 vH der deutschen Industriewarenausfuhr insgesamt.

Abb. 2-4: Welthandelsanteile der größten Anbieter von Umweltschutzgütern 1989 bis 1996\*



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

<sup>1</sup>) Ab 1991 Gesamtdeutschland, daher mit den Vorjahreswerten nur bedingt vergleichbar.

Quellen: OECD: Foreign Trade By Commodities; 1989 bis 1995 unveröffentlichte Daten; 1996 CD-ROM. - Berechnungen des NIW.

freundlich ist, wird Deutschland auf den internationalen Märkten nicht expandieren können. Gleichzeitig ist zu beachten, daß der Einsatz von umweltfreundlichen Herstellungsverfahren in der Regel mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, worunter die (internationale) Wettbewerbsfähigkeit der Nutzer von Umwelttechnologien leiden kann. Nur ein differenzierter Instrumenteneinsatz zur Stimulierung des Marktes für Umwelttechnologien erscheint daher angebracht.

Auch wenn Umweltschutz in Deutschland eine Zeit lang eher klein geschrieben worden und ein neuer Innovations Schub erforderlich ist: Alle bekannten Prognosen weisen auf eine expansive Marktentwicklung hin – vor allem im internationalen Raum. Insbesondere verstärkte Anstrengungen im Klimaschutz, wie sie z. B. in Klimakonventionen und Selbstverpflichtungserklärungen zur CO<sub>2</sub>-Minderung zum Ausdruck kommen, spielen hier eine wichtige Rolle. Die Umweltwirtschaft sollte nach weltweit transferierbaren Lösungen suchen, um nachhaltiges globales Wachstum zu fördern. Zudem wird sich ein Paradigmenwechsel vollziehen: Der „sichtbare“ (additive) Umweltschutz wird an Bedeutung einbüßen, „integrierte Technologien“, die die Entstehung von Umweltbelastungen von vornherein vermeiden, werden sich durchsetzen. Dies bedeutet den Ersatz von alter Technik durch moderne Technologie und Dienstleistungen. Bei integrierten Umwelttechnologien ist das Innovationspotential meist höher: Begünstigt werden wissensintensive Industrien und hochwertige Forschungs-, Planungs- und Beratungsleistungen.<sup>26</sup>)

<sup>26</sup>) Vgl. B. Gehrke, H. Legler und U. Schasse (1998), Regionalökonomische Effekte von Klimaschutzmaßnahmen in der Region Hannover.

### 3 Dienstleistungsinnovationen und Wettbewerbsfähigkeit

Anreize für Innovationen gehen – abgesehen vom wissenschaftlichen Fortschritt – im wesentlichen von Kunden und Lieferanten aus, werden also über Märkte, ihre Dynamik und Verflechtungen, also über die Wirtschaftsstruktur, vermittelt. Im Vergleich zu den USA und anderen hochentwickelten Ländern – wie bspw. Großbritannien – ist aus deutscher Sicht der größte Unterschied in der deutlich schwächeren Ausprägung des Dienstleistungssektors zu sehen (vgl. Abschnitt 1.2.2). Dies hat gehörige Konsequenzen auch für die Entwicklungspfade und Spezialisierungen, die die Industrie in Deutschland gegangen ist. Erst nach und nach holt der Dienstleistungsbereich auf. Vor allem spezialisierte unternehmensbezogene Dienstleistungen sowie mit dem Kredit- und Versicherungsgewerbe verbundene Tätigkeiten haben eine größere Wachstumsdynamik entwickelt – allerdings ausgehend von einem international vergleichsweise niedrigen Niveau. In den letzten Jahren hat sich jedoch auch dort die Dynamik in Grenzen gehalten.<sup>27)</sup>

#### 3.1 Interaktion von Industrie und Dienstleistungen

Die Spezialisierung einer Volkswirtschaft prägt maßgeblich die Innovationsziele und Verhaltensweisen der am Innovationsprozeß beteiligten Akteure. Jede Volkswirtschaft hat technologisch und wirtschaftsstrukturell jeweils einen eigenen Weg eingeschlagen – als Konsequenz aus den Möglichkeiten, die der institutionelle Rahmen (Regulierungen, Organisationen, Arbeitsteilung, Rechtsrahmen, Finanz- und Staatsverfassung, Ressourcen usw.) sowie die gesellschaftlichen Traditionen bieten. Der Innovationsdruck, der von den miteinander verzahnten Branchen ausgeht und der Innovationszog, der von der Nachfrage ausgeht, determinieren Richtung und Intensität des Innovationsgeschehens. Intensive Nachfrage nach hohen technologischen Qualitätsstandards wirkt sich in den Innovationsaktivitäten wie FuE sowie im Einsatz von neuen Technologien und Produktionsverfahren aus.

Über ihre wechselseitige marktmäßige Verflechtung wachsen Industrie und Dienstleistungen immer enger zusammen (z. B. Multimedia). Die „Interaktionsthese“<sup>28)</sup> betrachtet dabei den Dienstleistungssektor vor allem als Kunden und Lieferanten für die Industrie:

- Dienstleister sind wichtige Nutzer von Technologien, die in der Industrie ihren Ursprung haben. Innovationsimpulse werden auf den Industriesektor übertragen. Man denke nur an die engen Beziehungen zwischen der Medizintechnik oder Pharmazie mit dem Gesundheitswesen, der Nachrichtentechnik mit den Telefongesellschaften oder der Luftfahrzeugtechnik mit den Fluggesellschaften.

<sup>27)</sup> Vgl. auch H.-H. Härtel und R. Jungnickel (1998), Strukturprobleme einer reifen Volkswirtschaft. Analyse des sektoralen Strukturwandels in Deutschland.

<sup>28)</sup> Vgl. z. B. H. Klodt, R. Maurer und A. Schimmelpfennig (1997), Tertiarisierung der deutschen Wirtschaft.

- Unternehmensnahe Dienstleistungen üben für die technologische Leistungsfähigkeit eine besonders wichtige Funktion aus. Sie stärken als Bindeglied zwischen Wirtschaft und Technologiesektor und als Zulieferer von Wissen zugleich die Leistungsfähigkeit der Industrie. Im allgemeinen expandieren unternehmensorientierte Dienstleistungen dort am schnellsten, wo entsprechende Nachfrage seitens innovativer Industrien besteht.

Leistungsfähigkeit in Industrie und Dienstleistungen bedingen sich gegenseitig. Ohne ein leistungsfähiges Dienstleistungsangebot ist auch die starke internationale Wettbewerbsposition der deutschen Industrie kaum denkbar. Es entstehen immer mehr neue „Netzwerke“ zwischen innovativen Industriebetrieben und Dienstleistern. Von daher ist die Art der Spezialisierung für die Innovationsziele und -impulse von Industrie und Dienstleistungen von außerordentlich hoher Bedeutung.<sup>29)</sup>

- In den nicht FuE-intensiven Branchen und den Bereichen der Höherwertigen Technik dienen Innovationen vor allem der Sicherung und Erweiterung des Anteils an einem – in der Regel wenig dynamischen – Markt. Die Höherwertige Technik bewegt sich auf vorgezeichneten technologischen Entwicklungslinien, die eine hohe Ertragssicherheit der eingesetzten FuE-Investitionen versprechen: Die Qualität bestehender Produkte wird erhöht, Produktionsprozesse werden optimiert und Arbeits-, Material- und Energiekosten durch Rationalisierung gesenkt. Innovationen sind häufig technologiebasierte Produktdifferenzierungen, der Anteil „kumulativer Innovationen“ ist meist recht hoch. Deutschland ist hier weltweit ausgesprochen stark und erzielt wichtige internationale Wettbewerbsvorsprünge. Unternehmen der Höherwertigen Technik bekommen ihre Impulse für Innovationen vor allem von anderen Unternehmen der Höherwertigen Technik und aus den weniger FuE-intensiven Industrien.
- Kennzeichen der Spitzentechnik sind dagegen ein hoher Anteil von „radikalen Innovationen“ sowie die Erschließung neuer Märkte und die Entdeckung neuer Anwendungsbereiche. Arbeitskosten spielen eine untergeordnete Rolle. Die Spitzentechnik ist stärker auf Dynamik ausgerichtet. Die Eröffnung neuer technologischer Entwicklungslinien und die Durchsetzung grundsätzlich neuer Produkte am Markt sind die entscheidende Herausforderung für die Unternehmen. Die hohe Unsicherheit des Markterfolgs wird dazu noch von hohen Kosten für FuE begleitet. Unternehmen der Spitzentechnik hängen stark von der Bereitschaft der Dienstleistungsunternehmen und des Staates ab, Innovationen einzuführen.

#### 3.2 Dienstleistungsinnovationen und Wettbewerbsfähigkeit

Komplementaritäten zwischen Dienstleistungssektor und Spitzentechnik sowie innerhalb der Höherwertigen Technik sind ein Hinweis auf Stärken und Schwächen

<sup>29)</sup> Vgl. zum folgenden G. Licht und H. Stahl (1997), Ergebnisse der Innovationserhebung 1996.



des deutschen Innovationssystems: Der Bereich der Höherwertigen Technik profitiert vom hohen Anteil und der Nachfrage nach innovativen Kapitalgütern und Vorprodukten der Industrie in Deutschland. Gleichzeitig unterstützt der anwendungsorientierte Teil der öffentlichen Forschung intensiv die Höherwertige Technik (hoher Anteil der Ingenieurwissenschaften an Universitäten und Fachhochschulen, FhG). Der Spitzentechnikbereich scheint dagegen von einem – im internationalen Vergleich – eher unterdurchschnittlich ausgeprägten und weniger innovativen deutschen Dienstleistungsbereich in puncto Innovationen nicht so „gefordert“ zu werden.<sup>30)</sup> Auch von daher ist Deutschland international nicht auf Spitzentechnik spezialisiert. Indes nimmt mit dem wachsenden Anteil des Dienstleistungssektors an der Volkswirtschaft auch dessen Bedeutung für die Innovationen zu.

### Dienstleistungen im internationalen Wettbewerb

Der Anteil innovierender Unternehmen ist im Dienstleistungssektor ähnlich hoch wie in der Industrie und auch für das gesamtwirtschaftliche Innovationspotential wird der Dienstleistungsbereich immer wichtiger. Eine Reihe von Indikatoren (Gründungen, Qualifikation, Innovationsanstrengungen usw.) weisen darauf hin, daß sich Dienstleistungen immer stetiger und aktiver am Innovationsgeschehen beteiligen und es immer stärker prägen.

Die Innovationstätigkeit des Dienstleistungssektors hat indes nicht nur Auswirkungen auf die Innovationsfähigkeit der Industrie („Interaktionsthese“). Sie ist auch eine wesentliche Säule der internationalen Wettbewerbsfähigkeit des Dienstleistungssektors selbst geworden. Die Leistungserstellung muß oft nicht mehr am Ort des Leistungsempfängers erfolgen. Insbesondere ermöglichen neue IuK-Technologien den Handel mit Dienstleistungen (z. B. Software, Flugreservierungssysteme, Telebanking, Telemedizin, Versicherungen). Der Export von Dienstleistungen, die zum großen Teil an Güter gekoppelt sind (z. B. Transportleistungen), nimmt insgesamt zwar nicht stärker zu als der Export von Gütern. Originäre Dienstleistungen sind hingegen immer mehr Gegenstand des internationalen Handels (ausgelöst u. a. durch die Liberalisierung und Privatisierung staatlicher Dienstleistungen wie Telekommunikation, Bahn und Energieversorgung) und haben überaus hohe Wachstumsraten. Eigenständige Triebkräfte für die zunehmende Innovationsorientierung im Dienstleistungsbereich sind die Globalisierung sowie weltweite Deregulierungsbestrebungen (z. B. im GATT). Mit zunehmender Handelbarkeit von Dienstleistungen gewinnt auch die Sicherung der Eigentums- und Verwertungsrechte, der Urheberschutz, immer größere Bedeutung. Denn Patentschutz eignet sich für Dienstleistungen in vielen Fällen nicht.

Erhöhter Wettbewerbsdruck führt im Zuge der Internationalisierung von Dienstleistungsmärkten zu produktivitätssteigerndem technischen Fortschritt. Innovationen – ob

<sup>30)</sup> Vgl. auch M. Grömling, K. Lichtblau und A. Weber (1998), Industrie und Dienstleistungen im Zeitalter der Globalisierung.

Produkt-, Prozeß- oder organisatorische Innovationen – sind im Dienstleistungssektor zunehmend wichtig für die Exportleistung.<sup>31)</sup> Der Export von Dienstleistungen ist um so höher, je innovativer die Dienstleister sind. Der technik- und wissensintensive Dienstleistungssektor ist auf dem Wege, eine vergleichbare Bedeutung für die technologische Leistungsfähigkeit zu gewinnen wie die (FuE-intensive) Industrie. Unverkennbar ist jedoch ein Trend zur Standardisierung von Dienstleistungen, der zunehmend zu „industriellen“ Produktionsweisen auch im Dienstleistungssektor führt und eine weitere Verstärkung der internationalen Arbeitsteilung möglich macht. Es kommt auch dort zur Verlagerung von „einfachen“ Tätigkeiten (bspw. Software).

Schon heute exportieren rund 20 vH der Dienstleister in Deutschland. Allerdings sehen sich auch schon über 30 vH einer internationalen Konkurrenz gegenüber, was mit Deutschlands stark negativer Handelsbilanz bei Dienstleistungen korrespondiert. Gemessen am internationalen Handel mit Gütern und Dienstleistungen hat Deutschland beim Dienstleistungshandel komparative Nachteile. Exemplarisch zeigt sich dies am Handel Deutschlands mit den USA<sup>32)</sup>. Dieser hat vor allem bei Versicherungsleistungen (Handelsvolumen 1997: 1,5 Mrd. US \$) und bei technischen Dienstleistungen (1,3 Mrd. US \$) zugenommen. Nur bei Versicherungsdienstleistungen besitzt Deutschland Spezialisierungsvorteile gegenüber den USA. In allen anderen Bereichen weist Deutschland komparative Nachteile und auch Importüberschüsse auf.

### Innovationshemmnisse und Technikeinsatz

Die Innovationsfähigkeit des Dienstleistungssektors ist überwiegend – aber nicht nur – vom Einsatz von IuK-Technologien geprägt. In bezug auf den Technologieeinsatz lassen sich zwei Innovationstypen von Dienstleistungsunternehmen identifizieren (Abb. 3-1 und Abb. 3-2).

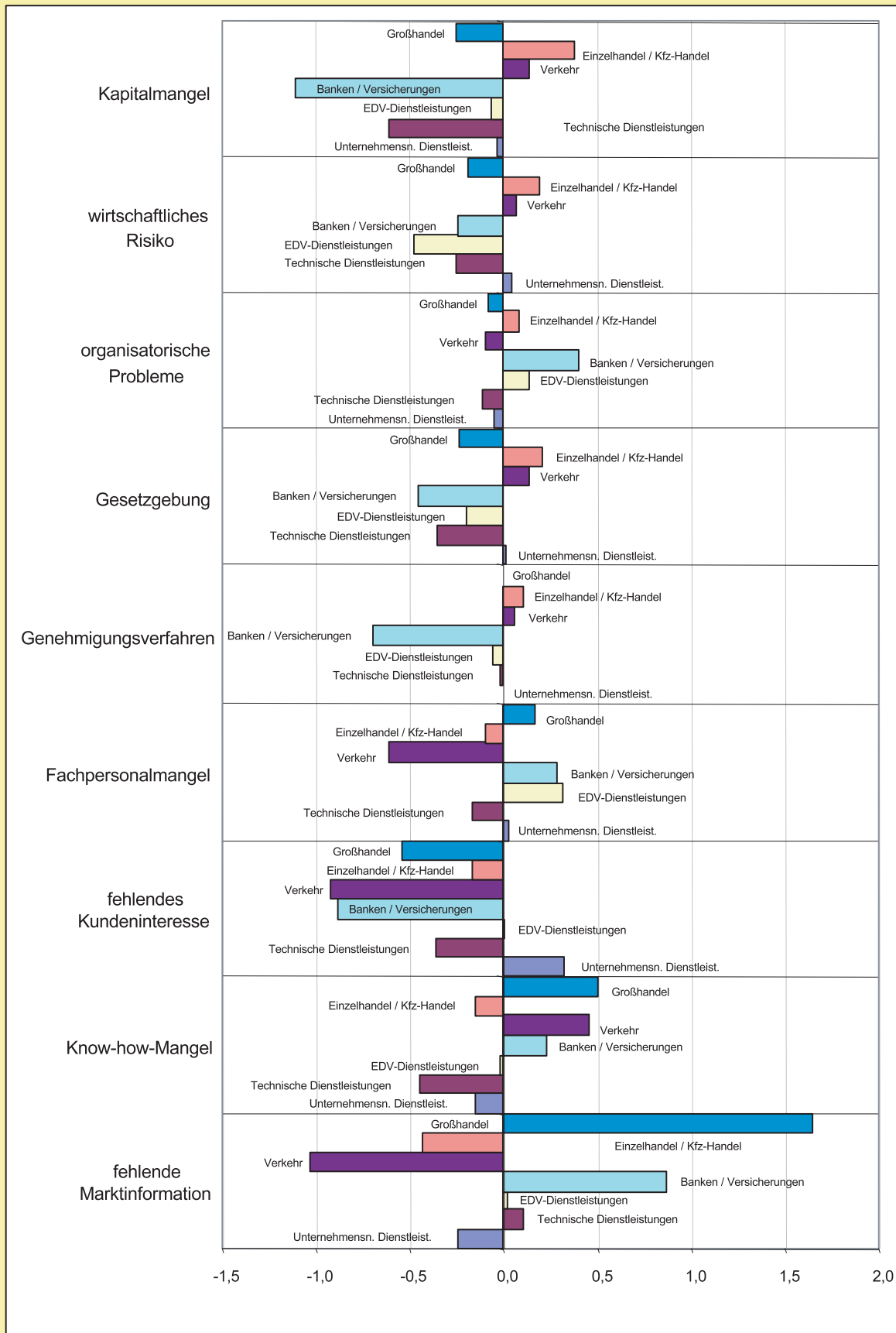
- IuK-intensive Dienstleistungen (u. a. Softwarehäuser, Banken, Versicherungen) setzen nur IuK, aber dies sehr intensiv, ein: IuK-Technologien sollen vor allem die internen Abläufe verbessern, die Qualität der Dienstleistung erhöhen, aber auch neue Geschäftsfelder erschließen helfen. IuK-Technologien besitzen vor allem dann eine Schlüsselposition für FuE, wenn sie in Kernkompetenzen genutzt werden oder die Grundlage des Geschäftszwecks bilden. Die Innovationsanreize der IuK-intensiven Unternehmen gehen von ihren Kunden im Dienstleistungsbereich aus.

<sup>31)</sup> G. Ebling und N. Janz (1998), Export Behavior and Innovation Activities in the Service Sector – Empirical Results for a Cross-Section of German Firms.

<sup>32)</sup> Um den Handel mit Dienstleistungen weiter nach einzelnen Dienstleistungen untergliedert zu analysieren, eignen sich die bestehenden internationalen Handelsstatistiken nicht. Der technologieorientierte Dienstleistungshandel wird nämlich zum großen Teil innerhalb multinationaler Unternehmen abgewickelt, die zum einen interne Verrechnungspreise ansetzen und zum anderen – durch die Verknüpfung mit Produktionsstandorten – nicht die komparativen nationalen Vor- und Nachteile bei der Erstellung von Dienstleistungen abbilden. Lediglich aus der Handelsstatistik der USA lassen sich genaue Hinweise auf den Dienstleistungshandel zwischen unverbundenen Unternehmen gewinnen.

**Abb. 3-1: Relative Bedeutung der Hemmnisse auf die Entwicklungszeit von Innovationsprojekten in Dienstleistungsbranchen**

- Spezialisierungsmaß -



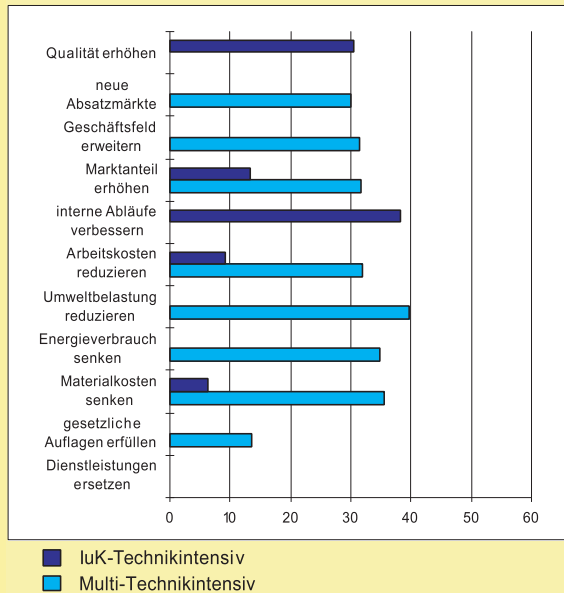
Positive Werte zeigen an, daß die Bedeutung eines Hemmnisses überdurchschnittlich hoch ist.

Quelle: ZEW/FhG-ISI: Mannheimer Innovationspanel.



**Abb. 3-2: Bedeutung der Ziele für innovative Dienstleister nach Technologieeinsatz**

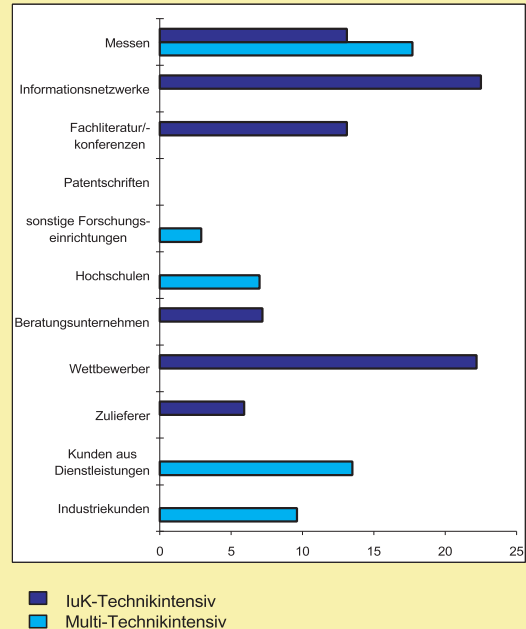
- Anteil der Unternehmen, die Ziel hohe Bedeutung zumessen. Signifikante Abweichungen von den nicht-Technikintensiven Unternehmen (in vH-Punkten) -



Quelle: ZEW/FhG-ISI: Mannheimer Innovationspanel.

**Abb. 3-3: Bedeutung der Informationsquellen für innovative Dienstleister nach Technologieeinsatz**

- Anteil der Unternehmen, die Quelle hohe Bedeutung zumessen. Signifikante Abweichungen von den nicht-Technikintensiven Unternehmen (in vH-Punkten) -



Quelle: ZEW/FhG-ISI: Mannheimer Innovationspanel.

- multitechnikintensive Dienstleistungen (u. a. Telefongesellschaften, Bahn) setzen neben IuK auch andere Technologien wie Verkehrstechnik, Biotechnik, Umwelttechnik, ein (z. B. um Arbeits- und Energiekosten zu sparen und die Umweltbelastung zu reduzieren) oder entwickeln diese Technologien selbst: Sie geben dann häufig Industriekunden als Impulsgeber für Innovationen an.

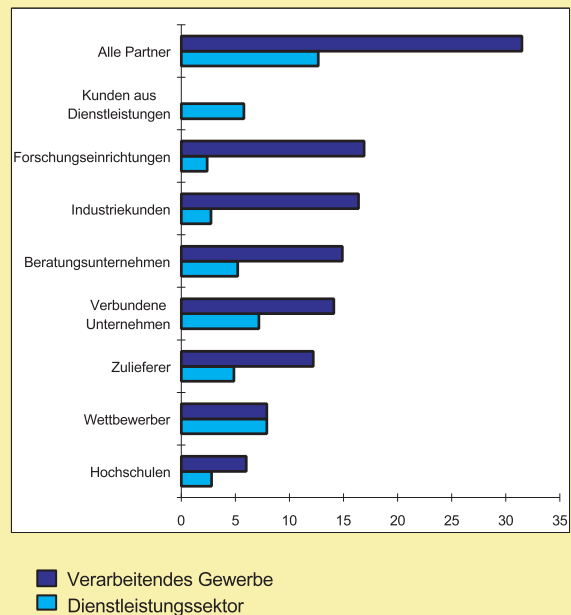
Diese Differenzierung nach Innovationstypen ist insofern von Bedeutung, als sich diese beiden Gruppen erheblich dadurch unterscheiden, wie und woher sie die Anregungen für Innovationen erhalten, wie sie im Innovationsprozeß kooperieren und welchen Hemmnissen sie ausgesetzt sind (siehe dazu Abb. 3-3 und Abb. 3-4).

Deutschland muß seine Innovationsfähigkeit im Dienstleistungsbereich stärken, um seine technologische Leistungsfähigkeit – sowohl bei innovationsintensiven Industriegütern wie bei Dienstleistungen – auch in Zukunft erhalten zu können. Es liegen jedoch noch etliche Innovationspotentiale brach, weil sie stärker als in anderen Ländern Regulierungen unterliegen, die sich eher dämpfend auf das Innovationsgeschehen ausgewirkt haben. Insbesondere ausländische Investoren klagen über die hohe Regulierungsdichte und über die hohen Marktzugangsvoraussetzungen gerade in Teilen des eher an „öffentlichen Bedürfnissen“ ausgerichteten Dienstleistungssektors (z. B. Gesundheitswesen, Stromversorgung, Verkehr, kommunale Versorgungsunternehmen).

Der Anteil der Unternehmen, deren Innovationsprojekte durch Hemmnisse behindert wurden, ist in Dienstleistungen sogar meist höher als in der Industrie (Abb. 3-1).

**Abb. 3-4: Anteil der Unternehmen mit Kooperationen bei Innovationsprojekten 1996**

- Anteil kooperierender FuE betreibender Unternehmen (in vH) -



Quelle: ZEW/FhG-ISI: Mannheimer Innovationspanel.

Im Dienstleistungssektor – wo besonders viele kleine Unternehmen innovativ sind, denen es an dinglichen Sicherheiten fehlt – ist vor allem die Finanzierung mit das größte Problem. Der in den letzten Jahren beobachtete Informatikermangel trifft vor allem die Banken und die EDV-Dienstleister.

Mit fehlenden technischen Informationen hat der Handel überdurchschnittlich oft Probleme. Diese Branche ist wiederum ein bedeutender Abnehmer von Bankleistungen. Der Bankensektor gehört zu den Dienstleistern, die fehlendes Kundeninteresse an Innovationen häufiger beklagten als andere Dienstleister. Dies ist zum einen ein Hinweis auf eine eher konservative Nachfrage nach Bankdienstleistungen, zum anderen ein Zeichen für eine geringe technische Unterstützung aus dem Wissenschafts- und Zuliefererbereich. Das Fehlen von technischem Know-how und Marktinformationen verzögert überdurchschnittlich häufig Innovationsprojekte.

Innerhalb der Wertschöpfungskette verschieben sich die Beiträge von der Hardware zur Software, d. h. Dienstleistungen sind auf die Anwendung hochwertiger technischer Lösungen angewiesen. Insofern gilt es, den Rahmenbedingungen für die Adaption von technischem Wissen im expandierenden Dienstleistungsbereich stärker Beachtung zu schenken (Forschungsförderung, FuE-Infrastruktur, Anwendungsförderung). Denn eigentlich finden nur „multitechnikintensive“ Unternehmen breite Unterstützung für Innovationen im Wissenschaftsbereich, also bei Hochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen.

Anders ausgedrückt heißt dies, daß die Innovationsaktivitäten des Dienstleistungsbereichs vornehmlich über Markimpulse geregelt werden: Die Nachfrage nach Dienstleistungsinnovationen stammt überwiegend von Kunden aus dem Dienstleistungssektor selbst. Die Eigendynamik des Dienstleistungssektors bringt also Innovationsimpulse hervor, die ihrerseits auf die industriellen Spitzentechnikbereiche ausstrahlen. Die Dienstleistungsunternehmen reagieren auf diese Zusammenhänge mit verstärkten Kooperationen bei Innovationsprojekten: Die Kooperationen innerhalb des Dienstleistungsbereichs nehmen zu, Kooperationen mit Industrieunternehmen hingegen ab (Abb. 3-3 und Abb. 3-4).

### **Besonderheiten im FuE-Prozeß von Dienstleistungsunternehmen**

FuE ist prinzipiell bei Dienstleistungen nicht nur wegen der Entwicklungsfähigkeit des Sektors selbst relevant, sondern auch im Hinblick auf die Einbindung der forschenden Dienstleistungsbranche in nationale Innovationssysteme (Auftragsforschung, Wissensvermittlung usw.). FuE-Aktivitäten spielen für die Innovationsdynamik im Dienstleistungssektor jedoch eine deutlich geringere Rolle als in der Industrie. Sie werden fast nur in den Bereichen Software und Verkehr, z. B. Telekommunikation, durchgeführt. Sie finden selbst bei großen Dienstleistungsunternehmen meist nicht in eigenen Abteilungen und ohne festen Stamm an FuE-Personal statt. FuE-Vorhaben werden stattdessen von

wechselnden Projektteams ausgeführt, sind oft Teil der täglichen Arbeitsabläufe und stark projektbezogen.

FuE im Dienstleistungsbereich hat in mehrfacher Hinsicht einen anderen Charakter als in der Industrie. Grundsätzlich ist Dienstleistungs-FuE weniger technikorientiert als in anderen Sektoren. Auch wenn ein neues Produkt Gegenstand der Forschung ist wie z. B. bei der Entwicklung einer neuen Bankdienstleistung, so handelt es sich bei dem Produkt selbst selten um eine technische Neuerung. Vielmehr bilden technisch veränderte Hilfsmittel aus anderen Sektoren häufig die Grundlagen, die die Entwicklung eines neuen Dienstleistungsprodukts erst ermöglichen. Andere wichtige Forschungsgegenstände im Dienstleistungssektor beziehen sich auf Organisationskonzepte, soziale Kompetenzen, Akzeptanzforschung oder Pilotprojekte. Die Durchführung von FuE-Projekten, die die Entwicklung neuer Organisationskonzepte zum Ziel haben, vermehren zwar das Wissen im Bereich der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, nicht jedoch das Wissen über Technologien.<sup>33)</sup> Sie liefern zusätzlich wichtiges Know-how über die Anwendungsmöglichkeiten neuer Technologien.

Ein wichtiges Forschungsziel für Dienstleister ist auch die Verbesserung der Methoden für die Marktforschung, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Abgrenzung von FuE zu sonstigen Innovationsaktivitäten schwierig ist. FuE-Beschäftigte und FuE-Statistiken werden daher nicht im gleichen Ausmaß wie in der Industrie ihrer Indikatorfunktion für Innovationen gerecht, schon gar nicht im internationalen Vergleich.<sup>34)</sup> Eher stellt der Anteil hochqualifizierter Angestellter eine relativ gute Annäherung an die Innovationsfähigkeit von Unternehmen dar.

### **3.3 Fazit**

Der Dienstleistungssektor hat sich immer stärker zum Dreh- und Angelpunkt für die Innovationskraft von Volkswirtschaften entwickelt. Impulse aus einer hohen Eigendynamik fordern technische Spitzenleistungen und stellen hohe Anforderungen an die Innovationsfähigkeit der Industrie. In Deutschland fehlt es jedoch an hinreichender Eigendynamik, an der Entwicklung neuer differenzierter und anspruchsvoller Märkte im Dienstleistungsbereich – und dies bei relativ niedriger Ausstattung der Bevölkerung mit Dienstleistungen. Fehlt es an Dynamik, so fehlt es auch an Herausforderungen an die Innovationsfähigkeit und die technologische Leistungsfähigkeit des deutschen Innovationssystems. Die „lead market“-Funktion des Dienstleistungssektors liegt in Deutschland vielfach noch brach.

<sup>33)</sup> Die in anderen Ländern mit Erfolg eingesetzten Modelle für die Verbesserung von Servicequalität und Servicemanagement gehen auf umfangreiche Forschungen zu best practice-Verfahren im Dienstleistungssektor zurück.

<sup>34)</sup> Es kann als wahrscheinlich gelten, daß die Unterschiede in der FuE-Intensität der Dienstleistungssektoren zwischen den Industrieländern im wesentlichen auf Eigenarten der Statistik zurückgehen. Aber selbst wenn es gelänge, die Eigenarten der FuE-Statistik im Dienstleistungsbereich besser in den Griff zu bekommen, kann nicht erwartet werden, daß dies Auswirkungen auf die gesamtwirtschaftliche Größenordnung von FuE hat.

Bildungs- Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiepolitik allein reichen – selbst wenn sie kraftvoll und mit langem Atem betrieben würden – nicht aus, um Innovationen herauszulockern. Entscheidende Bedingung für hochwertige Innovationen in Deutschland sind attraktive Marktpotentiale für Güter und Dienstleistungen.

Es kommt nicht von ungefähr, daß die Signale aus dem Dienstleistungssektor in Deutschland undeutlicher auszumachen sind als in anderen hochentwickelten Volkswirtschaften und die internationale Wettbewerbsfähigkeit im Dienstleistungsbereich zu wünschen übrig läßt. Einerseits zeigt die Analyse des deutschen Innovationsystems, daß in Deutschland eher „sichere Produktinnovationen“ als höhere Risiken eingegangen werden (z. B. Banken, Versicherungen). Andererseits haben viele Dienstleistungssparten in Deutschland eine lange Tradition als regulierte und geschützte Bereiche mit geringer Wettbewerbsintensität. Die institutionellen und rechtlichen Rahmenbedingungen sind ein Teil des „Nationalen Innovationsystems“. Sie sind zu „re-regulieren“, Innovationshemmnisse sind abzubauen. Denn sie sind im Dienstleistungsbereich aufgrund vielfacher institutioneller Starrheiten noch gravierender als in der Industrie, weil sie Märkte gar nicht erst entstehen lassen.

Für die Politik ergibt sich die Aufgabe, in Zusammenarbeit mit Anbietern und Nutzern von Technologien, Wissenschaft und Wirtschaft, Dienstleistungen und Industrie Leitbilder und Zielvorstellungen zur Erarbeitung weltmarktfähiger Lösungen zu formulieren, ohne daß die technologische Lösung fixiert wird. Auf innovationsoffene und -fördernde Gestaltung der Rahmenbedingungen ist zu achten. Vornehmlich gilt dies für Bereiche, die bislang stark reguliert waren oder originäre Staatsaufgaben darstellen. Den Unternehmen würden damit klare Innovations- und Forschungsperspektiven eröffnet. Dies gilt bspw. für Energie und Umwelt, Bildung, Gesundheit und Alter, Freizeit und Information, Verkehr und Mobilität, Ernährung, aber auch die Modernisierung des Staates usw. Dies erfordert glaubwürdige Bekenntnisse der Politik zu neuen technologischen Entwicklungslinien sowie ihren Problemlösungskompetenzen und wirtschaftlichen Chancen, ohne mögliche inhärente Risiken zu verschleiern. „Innovationspolitik“ ist in diesem Sinne eine Querschnitts- und Managementaufgabe, die sich zum Anwalt innovativer Lösungen macht. Eine Durchforstung staatlicher Regelungen könnte gewichtige Beiträge dazu leisten, die gewisse Stagnation in der Dienstleistungsversorgung<sup>35)</sup> zu durchbrechen und die Innovationsintensität des Dienstleistungssektors zu steigern.

#### 4 Indikatoren zur Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

Die Bedeutung des Dienstleistungssektors für das Innovationsgeschehen (Abschnitt 3) und damit für die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft

<sup>35)</sup> Vgl. auch H.-H. Härtel und R. Jungnickel (1998), Strukturprobleme einer reifen Volkswirtschaft. Analyse des sektoralen Strukturwandels in Deutschland.

gerät auch deshalb zunehmend ins Rampenlicht, weil der Strukturwandel weltweit auf „Tertiärisierung“ eingestellt ist. Daneben besteht noch ein weiterer weltweiter Megatrend, nämlich der der „Wissensintensivierung“. Mit dem Aufstieg aus der Rezession hat sich Deutschland diesem Trend wieder angeschlossen, nachdem er in der ersten Hälfte der 90er Jahre – vor allem in der Industrie – etwas ins Stocken geraten war<sup>36)</sup>.

Um die Eckpfeiler Wissensintensivierung und Tertiärisierung ranken sich auch die Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Im folgenden werden diese Indikatoren aus jeweils unterschiedlicher zeitlicher Perspektive betrachtet.

- In der kurzfristigen Perspektive (Abschnitt 4.1) wird insbesondere die Fähigkeit, vorhandenes Wissen in Innovationen und Markterfolge umsetzen, beleuchtet.
- In mittelfristiger Sicht (Abschnitt 4.2) geht es vor allem um die Investitionen der Wirtschaft in neues Wissen, Forschung und Entwicklung und Sachkapital, also um den in der näheren Zukunft absehbaren Strukturwandel.
- Die längerfristige Perspektive (Abschnitt 4.3) fragt hingegen nach der langfristigen Zukunftsvorsorge, nach den Erfordernissen und Anstrengungen in Bildung und Wissenschaft.

#### 4.1 Kurzfristige Perspektive: Industrielle Innovationen und internationale Technologiemarkte im konjunkturellen Aufschwung

Die deutsche Wirtschaft befindet sich auf einem – wenn auch flachen – Wachstumspfad. Mit jeder konjunkturellen Aufschwungphase erfaßt der internationale Warenaustausch einen immer größeren Anteil von Gütern mit hohem Wissensgehalt. Was bringt die deutsche Wirtschaft in der jetzigen Phase ein? Ist das technische Wissen rechtzeitig und ausreichend in Erfindungen und Innovationen umgesetzt worden? Konnte die Position auf den internationalen Technologiemarkten gehalten werden? Welche Konsequenzen zeigen sich für industrielle Expansion und Beschäftigung? Inwiefern strahlt die Entwicklung auf den Dienstleistungsbereich aus?

##### 4.1.1 Erfindungen

Erfindungen oder Inventionen sind das Ergebnis von Forschung und Entwicklung und die erste Stufe der (technologischen) Verwertbarkeit von Wissen, vornehmlich aus der Industrie. Die ökonomisch relevante Erfindungstätigkeit spiegelt sich recht gut in Patenten wieder. Zu berücksichtigen ist jedoch, daß mit zunehmender Bedeutung der Dienstleistungen für die Innova-

<sup>36)</sup> B. Gehrke und H. Grupp u. a. (1995), Wissensintensive Wirtschaft und ressourcenschonende Technik.

Tab. 4–1: Triadepatente ausgewählter Länder 1996\*)

Land	Zahl	je einer Million Einwohner	je einer Million Erwerbspersonen	je einer Milliarde KKPS BIP	je 1 000 Milliarden US\$ Ausfuhren	je 1 000 Milliarden US\$ Ausfuhren + Einfuhren
Deutschland.....	8 499	104	216	4,9	16,2	8,6
Frankreich.....	2 652	45	104	2,2	9,2	4,7
Großbritannien.....	2 943	51	103	2,7	11,2	5,4
USA.....	21 714	82	161	2,9	34,7	15,0
Japan.....	13 794	110	206	4,7	33,6	18,1

\*) Patentzahlen für 1996 sind hochgerechnet.

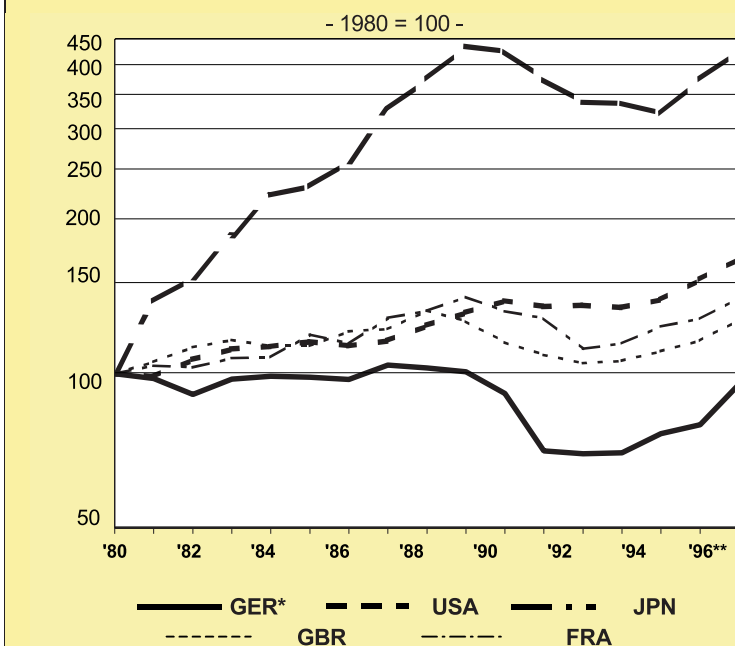
Quelle: EPAT, INPADOC. – Berechnungen des FhG-ISI. – Statistisches Bundesamt: Stat. Jahrbuch für das Ausland. – Berechnungen des NIW.

tionstätigkeit von Volkswirtschaften andere Schutzformen als Patente, z. B. Urheberrecht, größere Bedeutung gewinnen.

Das weltweite Aufkommen an weltmarktrelevanten „Triadepatenten“<sup>37)</sup> steigt nach einer Atempause zu Beginn der 90er Jahre seit 1994 wieder an. Diese Entwicklung hat sich 1996 weiter verstärkt (Abb. 4-1). Zweifelsohne ist wieder Dynamik in die Erfindungstätigkeit gekommen. Es ist jedoch auch zu vermuten, daß ein Teil des aktuellen Patentanmeldeschubs auf einen erhöhten Patentierungsdruck aufgrund des verschärften internationalen Wettbewerbs zurückzuführen ist: Die technologische Entwicklung wird durch die Suche nach schnell anwendbaren technischen Lösungen vorangetrieben. FuE-Projekte werden genauer auf kurzfristiges Verwertungspotential hin überprüft. Insofern ist es nicht verwunderlich, wenn sich die Patententwicklung kurzfristig wesentlich günstiger gestaltet hat, als es die Innovations- und FuE-Anstrengungen vermuten lassen.

Deutschland war unter den großen Volkswirtschaften in den 80er Jahren – bezogen auf die Erwerbspersonen oder auf die Bevölkerung – das relativ patentstärkste Land in der Triade. Japan hatte sich allerdings in der zweiten Hälfte der 80er Jahre stark gesteigert und bewegt sich seit 1990 in etwa synchron mit Deutschland. 1996 nimmt Deutschland bei den Triadepatenten – relativ

Abb. 4-1: Triadepatente der großen Industrieländer



\*) Bis 1990 früheres Bundesgebiet.

\*\*\*) Zahlen für 1995 und 1996 sind hochgerechnet.

Quelle: EPAT, INPADOC. – Berechnungen des FhG-ISI.

betrachtet – zusammen mit Japan einen Spitzenplatz vor den USA ein. Die Patentposition der USA ist jedoch anders und positiver zu beurteilen, wenn sie an der Außenorientierung (z. B. Exporte) gemessen wird. Denn Patentschutz wird oftmals gesucht, um die Exportchancen zu erhöhen und den Importsubstitutionssektor vor Imitatoren zu schützen.

Die führende Position Deutschlands in Europa ist unangefochten. Die Triadepatentintensität Frankreichs und Großbritanniens ist etwa halb so hoch wie die Deutschlands. Allerdings können die USA auf eine stetige Verbesserung ihrer Position verweisen, während Deutschland und Japan in der zweiten Hälfte der 90er Jahre gerade wieder zu dem Platz zurückgefunden haben, den sie bereits Ende der 80er Jahre inne hatten. Aber auch in Großbritannien und Frankreich hat sich das Patentaufkommen gerade im letzten beobachteten Jahr deutlich erhöht.

<sup>37)</sup> Das sind Patente, die zusätzlich zum Inland in mindestens zwei Auslandsmärkten in verschiedenen Regionen der Triade USA-Europa-Japan angemeldet wurden. Die durch „weltmarktrelevante Patente“ geschützten Erfindungen zeichnen sich im allgemeinen durch eine höhere Qualität aus. Ihr Aufkommen ist jedoch nicht allein technologisch determiniert. Vielmehr spielt die Geschäftspolitik der Unternehmen, d. h. der Grad und die Richtung ihrer internationalen Ausrichtung eine Rolle. Denn schließlich soll mit Auslandspatenten ein Schutzrecht auf den jeweiligen Märkten erworben werden.

**Tab. 4–2: Patentintensitäten (Anmeldungen am EPA pro einer Million Erwerbspersonen) in der gesamten Technik**

Land	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995*)	1996*)
USA.....	135	140	138	138	139	143	159	175
Japan.....	209	205	180	163	162	155	181	206
Deutschland**)	417	386	293	299	303	322	342	410
Großbritannien.....	144	131	128	128	129	133	139	153
Frankreich.....	213	204	205	193	197	204	212	233
Schweiz.....	543	522	445	483	466	483	492	550
Kanada.....	48	43	44	47	49	51	59	68
Schweden.....	216	218	214	250	270	325	344	417
Italien.....	97	94	96	90	99	103	110	129
Niederlande.....	259	233	217	216	221	222	249	297

\*) Zahlen für 1995 und 1996 sind hochgerechnet.  
 \*\*) Daten ab 1991 für ganz Deutschland, davor nur Westdeutschland.

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

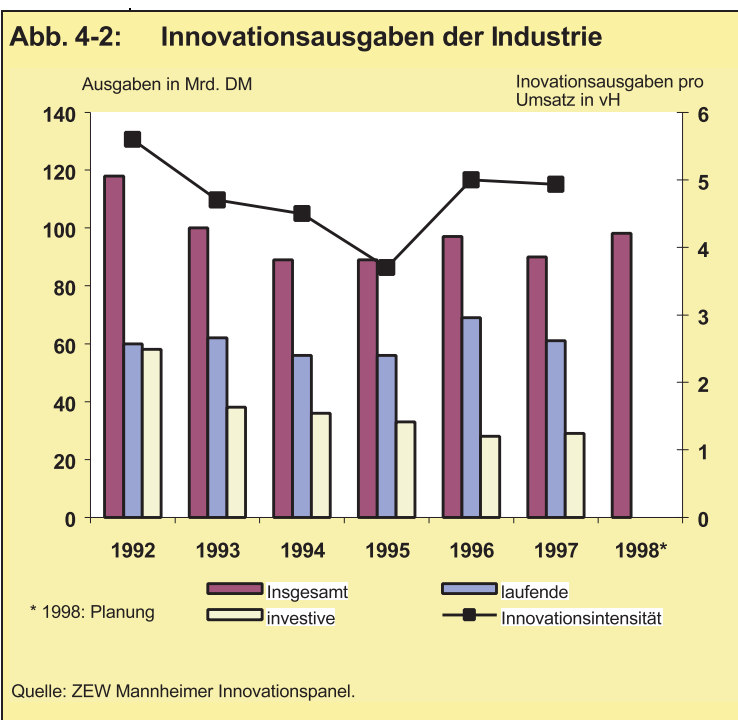
Anfang der 90er Jahre hat Deutschlands Patentaufkommen in der Triade, das in den 80er Jahren recht stabil war, deutlich nachgegeben. Die „Binnenorientierung“ der deutschen Wirtschaft hat einen Teil dazu beigetragen: Im Zuge der Wiedervereinigung hatte die Triade als Absatzmarkt vorübergehend etwas an Bedeutung verloren. Der recht steile Aufstieg in den letzten Jahren hängt abgesehen von einer stärkeren Außenorientierung der Wirtschaft auch damit zusammen, daß ostdeutsche Erfinder reger geworden sind (vgl. auch Abschnitt 5.2) und daß deren Orientierung auf internationale Märkte zugenommen hat.

Die Anmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA) weisen auch für einige kleinere Länder recht hohe Werte auf, z. B. für die Schweiz, Schweden und die Niederlande. Dabei zeigen neben Deutschland gerade kleinere Länder (wie Schweden und Kanada) starke Zuwächse. Auch wenn diese den weltwirtschaftlichen Trend kaum beeinflussen: Die Anteilsgewinne bedeuten für die betrachteten Länder eine gestiegene Leistungsfähigkeit (Tab. 4-2).

**4.1.2 Innovationsaktivitäten**

Die Neigung, industrielles Wissen schneller in verwertbare Erfindungen umzusetzen, läßt sich auch an den Innovationsaktivitäten der Industrie ablesen<sup>38)</sup>. Sie haben mit

<sup>38)</sup> Vgl. zum folgenden sowie zur Abgrenzung von Innovationen und Innovationsaufwendungen ZEW (1998), Innovationsverhalten im Verarbeitenden Gewerbe. Ergebnisse der Erhebung 1997. Innovationsaktivitäten umfassen alle wissenschaftlichen, technischen, kommerziellen und finanziellen Schritte zur Entwicklung und Markteinführung von neuen oder verbesserten Erzeugnissen bzw. Dienstleistungen und Verfahren. An dieser Aufzählung wird auch der Unterschied der Innovationsaktivitäten von Forschung und Entwicklung (FuE) deutlich. FuE (vgl. Abschnitt 4.2.1) ist im internationalen Technologiewettbewerb zwar eine langfristig notwendige, jedoch keinesfalls eine hinreichende Bedingung zur Ver-



der sich abzeichnenden Verbesserung der konjunkturellen Entwicklung – wenn auch zeitlich etwas verzögert – an Fahrt gewonnen: Die Innovationsbudgets der Unternehmen sind in den Jahren 1996/97 erstmals seit dem vorläufig letzten Konjunkturgipfel 1992 wieder ausgeweitet worden (um 9 vH gegenüber 1995). Daß das Niveau der Innovationsausgaben nicht in allen Bereichen wieder den Stand vor der Rezession erreicht hat, liegt an der im Jahr 1997 noch anhaltenden Investitionsschwäche (Abb. 4-2). Zwar stiegen die investiven Innovationsausgaben 1996/97

besserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit. Andere Faktoren (z. B. die Adaptionsfähigkeit neuer Technologien, neue Produkte durch Design und marktnahe Innovationsaufwendungen) haben für die Innovationsfähigkeit und für die Ausschöpfung der Wachstumspotentiale an Bedeutung gewonnen. Innovationsaktivitäten sind begrifflich weiter gefaßt als FuE.

um etwa 3–4 vH, im Vergleich zu 1992 und zu dem in einem Konjunkturaufschwung zu erwartenden Anstieg müssen die Innovationsanstrengungen aber noch als kraftlos erscheinen. Erst für 1998 haben die Unternehmen eine kräftige Ausweitung ihrer Innovationsbudgets geplant, speziell bei den investiven Komponenten.<sup>39)</sup>

Auch die Zahl der innovierenden Unternehmen ist wieder deutlich gestiegen (Abb. 4-3). Der Anteil der Produkt- und Prozeßinnovatoren hat 1997 erstmals den Stand von 1992 überschritten. Fast 55 vH der Industrieunternehmen hat in den Jahren 1995–1997 neue Produkte eingeführt, nach 45 vH in den Jahren 1991–1993 und 48 vH im Zeitraum 1993–1995. Insbesondere in Bereichen, in denen typischerweise besonders intensiv und aufwendig FuE betrieben wird („Spitzentechnologie“), ist von einem kräftigen Anstieg der Innovationsaktivitäten und -ausgaben auszugehen. Dieser Aufwärtstrend hat sich auch 1997 fortgesetzt. Die Industrie bemüht sich, in der ersten Hälfte der 90er Jahre verlorengegangenes Terrain zurückzugewinnen.

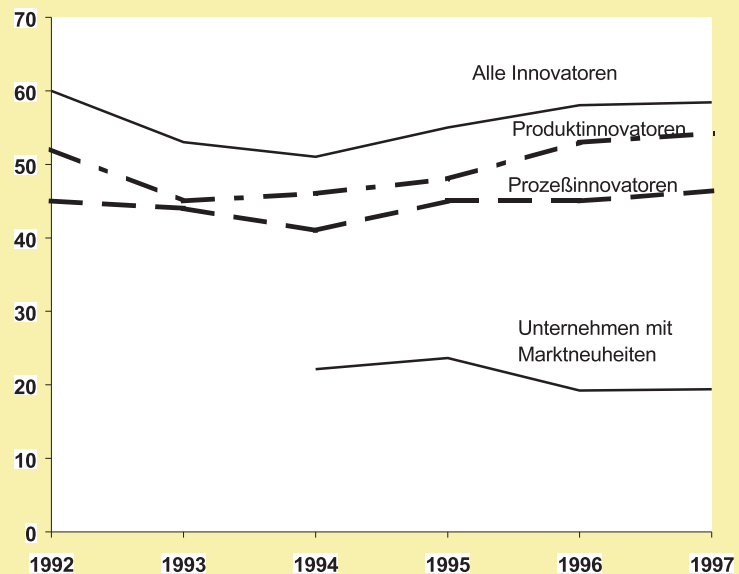
Das Tief zu Beginn und bis Mitte der 90er Jahre hat den Unternehmen jedoch Anlaß gegeben, ihr Innovationsverhalten deutlich zu ändern.

- In den Innovationsbudgets sind nachhaltige Strukturverschiebungen erkennbar. Sie enthalten immer noch weniger Investitionsausgaben und dafür mehr Ausgaben für laufende Geschäfte: In der Rezession sind investive Aufwendungen schneller zurückgeschraubt, im Aufschwung sind zunächst die laufenden Aufwendungen für die kurzfristige Umsetzung von Know-how gesteigert worden. Die eher längerfristig angelegten Aufwendungen mit Bindungswirkung für FuE-Personal sowie FuE-Anlagen sind hingegen nur sehr schleppend in Gang gekommen, sogar noch langsamer als die Anlageinvestitionen insgesamt.
- Im längerfristigen Trend ist zwar eine Rücknahme der FuE-Budgets (vgl. Abschnitt 4.2.1) zugunsten der Umsetzung von Wissen, von marktnahen Innovationsaktivitäten und der Beschleunigung von Innovationszyklen beobachtet worden. Insbesondere bei Klein- und Mittelunternehmen zeigt sich jedoch neuerdings die Tendenz, FuE wieder kontinuierlicher zu betreiben, allerdings noch auf geringem Niveau. FuE-Verhalten und Innovationsverhalten der Unternehmen sind mittelfristig meist eng gekoppelt. Insbesondere ist die Anwendung externen Wissens vielfach komplementär

<sup>39)</sup> Für die gesamten Aufwendungen, an denen die Investitionen einen Anteil von rund 1/3 haben, wird eine Steigerung von schätzungsweise 10 vH erwartet. Im gewerblichen Dienstleistungssektor (ohne Handel) wurden die Innovationsbudgets zwischen 1996 und 1998 hingegen stärker ausgeweitet: Von 1996 auf 1997 um 5 vH und 1998 zusätzlich um rund 13 vH (Plandaten).

Abb. 4-3: Innovatorenanteile in der Industrie

- Anteil der Innovatoren in vH -



Quelle: ZEW Mannheimer Innovationspanel.

zu eigenen FuE-Anstrengungen. Kooperationsprojekte werden immer wichtiger. Die Kooperationsfähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen mit Forschungseinrichtungen und Industriebetrieben in FuE nimmt in dem Maße zu, in dem sich die FuE-Beteiligung verstetigt.

- Ökonomisch gesehen kommt es nicht nur auf die Steigerung von FuE und auf eine schnellere Folge von Erfindungen an, sondern mindestens in gleichem Maße auf das Tempo der Umsetzung in marktgängige Produkte und Verfahren. Der Aufschwung hat es mit sich gebracht, daß – nachdem in der Rezession das alte Sortiment modernisiert wurde – der Umsatzanteil der Unternehmen mit Produktinnovationen deutlich zugenommen hat. Innovationen zielen nun wieder vermehrt auf neue und verbesserte Produkte (Abb. 4-3) sowie auf ein modernes Produktionsprogramm. Die weiter steigenden Anteile neuer Produkte am Umsatz<sup>40)</sup> deuten indes an, daß sich die Produktlebenszyklen weiterhin verkürzen und daß sich der Innovationswettbewerb auf der Produktseite verschärft hat.
- Zudem sind auch in innovativen Industrieunternehmen weniger Personen beschäftigt als in den Jahren zuvor.<sup>41)</sup> Der Anteil der Unternehmen mit reinen Prozeßinnovationen hat jedoch weiter abgenommen. Reine Rationalisierungsmaßnahmen ohne Produktneuheiten sind kaum noch erfolgreich.

<sup>40)</sup> Aufgrund der Veränderung der Fragestellung sind die Werte ab 1996 nicht direkt mit den Vorjahreswerten zu vergleichen.

<sup>41)</sup> Aussagen über die Entwicklung der Gesamtbeschäftigung lassen sich daraus jedoch nicht ableiten, denn die Beschäftigungswirkungen von Innovationen fallen zu einem großen Teil indirekt, d. h. bei den „Nutzern“ von Innovationen, insbesondere im expandierenden Dienstleistungssektor an.



- Die größere Marktnähe der Innovationsaktivitäten und die Verstärkung der FuE-Anstrengungen haben zumindest kurzfristig Wirkung gezeigt. Die Umsatzanteile der Unternehmen mit Produktneuheiten und auch mit Marktneuheiten sind wieder gestiegen. Allerdings ist der Anteil der Unternehmen, die Marktneuheiten – die nicht nur für Unternehmen, sondern auch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht Innovationen bedeuten und somit ein wichtiger Indikator für Strukturwandel und Innovationsfähigkeit der Volkswirtschaft sind – herausbringen konnten, gesunken (Abb. 4-3). Marktneuheiten konzentrieren sich offensichtlich auf immer weniger Unternehmen. Ein Großteil der Produktinnovationen hat wohl eher den Charakter von graduellen Weiterentwicklungen, Produktdifferenzierungen und Imitationen, ihr hoher Anteil ist jedoch ein Zeichen für eine beschleunigte Diffusion technischen Wissens.

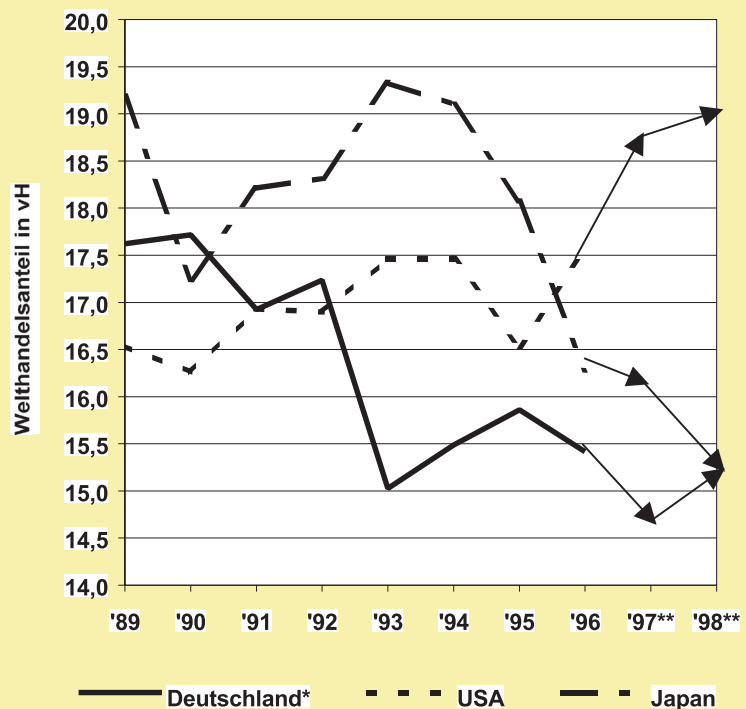
Diese unter den Auspizien der konjunkturellen Entwicklung vorgenommene Betrachtung betraf das Innovationsverhalten der Industrie. Vor allem unter längerfristigen Aspekten ist jedoch die Beobachtung der Innovationsaktivitäten im Dienstleistungsbereich zu intensivieren. Diese ist positiver einzuschätzen als in der Industrie, was unterstreicht, daß Dienstleistungsinnovationen ein immer bedeutenderes Potential für die Wirtschaft darstellen (vgl. hierzu ausführlich Abschnitt 3).

#### 4.1.3 Ausfuhr von forschungsintensiven Industrien

Der forschungsintensive Sektor der Industrie steht in einem scharfen internationalen Wettbewerb.<sup>42)</sup> Selbst wenn mit den Forschungsergebnissen und ihren Patenten nicht unbedingt Exportproduktion angestrebt sein sollte, müssen sich die Unternehmen doch gegenüber ausländischen Anbietern auf dem Inlandsmarkt behaupten. Ein immer größerer Teil der Innovationstätigkeit ist deshalb an der Erschließung neuer, wachsender Absatzmärkte im Ausland – vermehrt auch in Übersee und in den mittel-/ osteuropäischen Reformländern – orientiert, weil der Inlandsmarkt nur noch begrenzte Expansionsmöglichkeiten eröffnet. Der Export war bis vor kurzem die einzige Antriebskraft für Innovationen und Wachstum der Industrie.

<sup>42)</sup> Die Exporterlöse machen im forschungsintensiven Sektor der Industrie im Schnitt knapp 50, im nicht-forschungsintensiven Bereich hingegen gut 20 vH der Umsätze aus.

**Abb. 4-4: Welthandelsanteile Deutschlands, der USA und Japans bei FuE-intensiven Waren 1989 bis 1997/98\***



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

\*) Ab 1991 Gesamtdeutschland, daher mit den Vorjahreswerten nur bedingt vergleichbar.

\*\*) Grobe Schätzung.

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

Der deutsche Außenhandel mit FuE-intensiven Waren zeigte eine deutlich höhere Dynamik als der Handel mit Industriewaren insgesamt. Die Ausfuhren beliefen sich im Jahr 1996<sup>43)</sup> auf rund 370 Mrd. DM und machen damit die Hälfte der deutschen Ausfuhren an Industriewaren insgesamt aus, die Einfuhren lagen bei rund 230 Mrd. DM und hielten damit einen Anteil am Importgüterbündel von knapp 40 vH.

Unter den westlichen Industrieländern ist Deutschland der drittgrößte Exporteur von FuE-intensiven Waren mit einem Welthandelsanteil von knapp 15½ vH hinter den USA (knapp 18 vH) und Japan (gut 16 vH) und mit deutlichem Abstand vor Großbritannien (knapp 8 vH), Frankreich (7 vH), Italien (5 vH), Kanada und Belgien (rund 4 vH) sowie Korea und den Niederlanden (rund 3½ vH). Der deutsche Welthandelsanteil lag – überwiegend infolge der schwächeren Notierung der DM – 1996 dennoch niedriger als im Jahre 1995 (Abb. 4-4). Aber

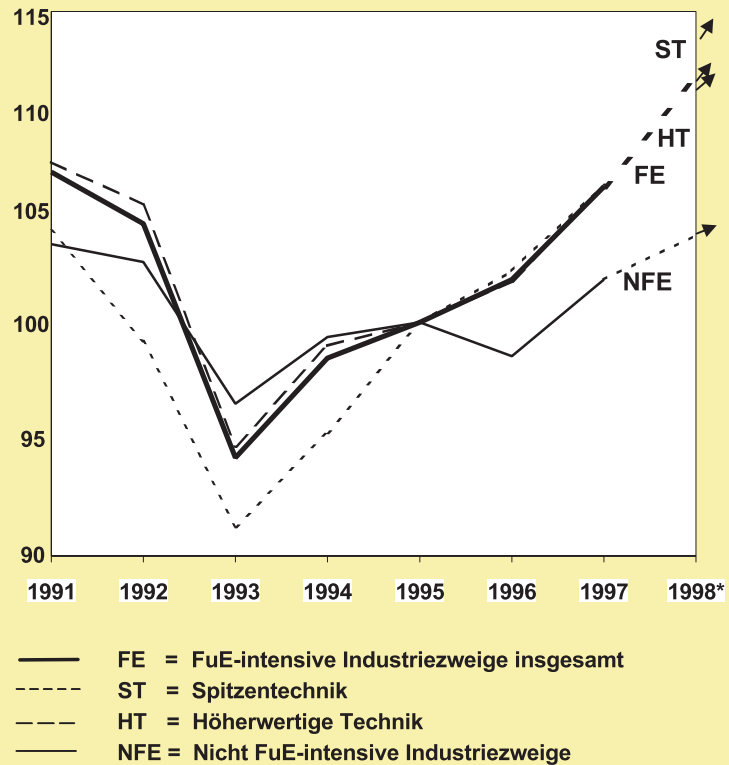
<sup>43)</sup> Differenzierte Ausfuhr- und Einfuhrdaten liegen aktuell für das Jahr 1996 vor. Für 1994 beliefen sich die entsprechenden Daten für die Ausfuhr auf 320 Mrd. DM und für die Einfuhr auf 200 Mrd. DM.

auch längerfristig betrachtet und von Wechselkursschwankungen bereinigt ist auf dem Weltmarkt noch nicht wieder jener Boden zurückgewonnen worden, der Anfang der 90er Jahre verloren wurde. 1997 könnte sich der Welt handelsanteil in realer Rechnung leicht verbessert haben, denn Deutschlands Exporte von hochwertigen Industriegütern lagen vom Volumen her erneut auf Rekordkurs.<sup>44)</sup>

Allein 90 vH des Umsatzwachstums bei FuE-intensiven Industrien zwischen 1995 und 1997 ist auf Nachfrage aus dem Ausland zurückzuführen. Sie ist und bleibt maßgeblicher Motor des Aufschwungs seit Ende 1993, sie hat 1997 noch weiter zugelegt (Tab. A-4) und im Laufe des Jahres 1998 auch auf die nicht-forschungsintensiven Bereiche übergreifen. In der Dynamik zeigen sich deutliche Differenzierungen: Bei forschungsintensiven Industrien, in denen der FuE-Aufwand üblicherweise besonders hoch ist (Spitzentechnologien), ergab die Bilanz ein Plus von 17½ vH im Jahresschnitt, 1996/97 allein um mehr als ein Fünftel. Industrien, in denen zwar überdurchschnittlich intensiv, jedoch nicht extrem aufwendig FuE betrieben wird (Höherwertige Technologie), erhöhten ihren Auslandsumsatz mit 9½ vH jährlich.

**Abb. 4-5: Entwicklung der Nettoproduktion in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1991 bis 1998**

- fachliche Unternehmensteile, 1995 = 100 -



\*) Grobe Schätzung.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik des Prod. Gewerbes. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

#### 4.1.4 Produktion und Beschäftigung im forschungsintensiven Sektor

##### Produktion

Das Ausland erwartet von Deutschland überwiegend hochwertige, forschungsintensive Güter. Getrieben von der Auslandsnachfrage hat sich ab der zweiten Hälfte der 90er Jahre auch in der industriellen Produktion der in Deutschland aus den 80er Jahren bekannte Trend, daß FuE-intensive Industrien die industrielle Dynamik bestimmen, wieder durchgesetzt. Der forschungsintensive Sektor der Industrie hatte in der vorausgegangenen Rezession allerdings überdurchschnittlich scharfe Wachstumsverluste hinnehmen müssen. Er konnte jedoch schneller durchstarten und dürfte 1998 erstmals das vor der Rezession erreichte Produktionsniveau überschritten haben. Diejenigen Sektoren, in denen FuE einen nicht ganz so hohen Stellenwert besitzen, haben hingegen den Anschluß noch nicht geschafft. Die konjunkturelle Expansion dürfte sich 1999 mit etwas abgeschwächter Geschwindigkeit fortsetzen – mit weiteren Anteilsgewinnen des technologieorientierten Sektors.

In diesem Wachstumsprozeß durchläuft der forschungsintensive Sektor einen Strukturwandel: Spitzentechnologien haben stark zugelegt (durchschnittlicher jährlicher Produktionszuwachs von 4 vH) und liegen mit einem Anteil von mittlerweile etwa 7½ vH an der industriellen Wertschöpfung an vorderster Front der Wachstumshierarchie (Abb. 4-5). In diesen Bereichen werden neue, grundlegende Technologien entwickelt, die Wachstumsmöglichkeiten schaffen. Andere Industrien, so auch der Bereich der Höherwertigen Technologien (überwiegend Produktions- und Investitionsgüter), greifen diese Möglichkeiten auf und kommen typischerweise erst in späteren Phasen des Aufschwungs in Fahrt (3 vH pro Jahr<sup>45)</sup>). Für 1998 erwartet die WestLB in den forschungsintensiven Industrien eine Produktionsausweitung von über 8 vH, in der übrigen Industrie hingegen ein Wachstum von knapp 4 vH.

Innerhalb der Spitzentechnologiebereiche erwies sich bisher vor allem die Nachrichtentechnik als „robuster“ Wachstumskern, der selbst in der Rezession noch zule-

<sup>44)</sup> Allerdings ist eine deutlich schwächere Notierung gegenüber dem US \$ in Rechnung zu stellen, so daß der nominal in jeweiligen Wechselkursen berechnete Welthandelsanteil gesunken sein dürfte.

<sup>45)</sup> In vergleichbaren Aufschwungsphasen der 80er Jahre lagen die Produktionszuwächse in Westdeutschland im Schnitt bei 8 vH pro Jahr für Spitzentechnologien und bei knapp 3½ vH für Höherwertige Technologien.



gen konnte.<sup>46)</sup> Auch der – allerdings recht schmale – Zweig der Pharmagrundstoffe konnte durchgängig Wachstum vermelden. Andere Bereiche der Spitzentechnik, die heute als Säulen der Dynamik fungieren (Elektronische Bauelemente, Datenverarbeitung sowie Pflanzenschutz), waren demgegenüber keineswegs gegen Rezessionseinbrüche gefeit. Ansonsten zeigt der Aufschwung der 90er Jahre eine deutliche Differenzierung, z. T. gar Umkehrung der aus den 80er Jahren gewohnten Wachstumshierarchien: Schwach haben sich Waffen/Munition und Meß-, Steuer- und Regeltechnik entwickelt. Strukturelle Probleme deuten sich bei Pharmazeutika und besonders im Luftfahrzeugbau an, deren Produktion auch im Aufschwung lange Zeit nach unten gerichtet war.

Nicht alle Industrien der Höherwertigen Technologie werden an ihre Rolle und Wachstumsbilanz der 80er Jahre anknüpfen können: Einerseits verlagern sich die Präferenzen der Nachfrager sowie die Anwendung von Spitzentechnologien tendenziell von den industriellen Unternehmen weg zu hochwertigen Dienstleistungen. Andererseits zählen auf den Märkten der Höherwertigen Technologie noch stärker als bei Spitzentechnologien Preise und Kosten als unternehmerische Wettbewerbsparameter. Sie sind am härtesten dem internationalen Wettbewerb ausgesetzt. Das Produktionsniveau des Sektors insgesamt liegt erst auf dem des Jahres 1991. Die Expansion des Sektors Höherwertige Technologie „lebt“ vor allem vom stabilen Wachstumskurs des Automobilbaus und seinen Zulieferern aus der Chemieindustrie (Kunststoffe, Farben und Vorprodukte) sowie von einzelnen Maschinenbaufachzweigen, Hochwertiger Keramik, Elektromotoren sowie Foto/Optik (vgl. im Detail Tab. A-5).

### Beschäftigung

Im FuE-intensiven Sektor der deutschen Industrie waren 1997 mit 2,7 Mio rund 45 vH der insgesamt 6 Mio Beschäftigten in der Verarbeitenden Industrie tätig. Bei einem Anteil an der Wertschöpfung von rund 50 vH zeigt dies, daß die forschungsintensiven Industrien eine überdurchschnittlich hohe Arbeitsproduktivität haben. Beschäftigung und Produktionszuwächse haben sich indes weiter entkoppelt, in FuE-intensiven Industrien werden von Jahr zu Jahr weniger Personen beschäftigt. Trotz seiner relativ starken Expansion ist die Beschäftigungsbilanz des forschungsintensiven Sektors nicht einmal günstiger als in den Industriebereichen, die weniger forschungsintensiv produzieren: Denn im FuE-intensiven Sektor wirkt sich der internationale Konkurrenzdruck besonders scharf aus.<sup>47)</sup> Nur wenige Bereiche (Automobilbau und mit ihm verbundene Elektrotechnik, Medizintechnik, Verbrennungsmotoren/Turbinen) konnten im Aufschwung eine positive Beschäftigungsbilanz vorweisen. Ein Beschäftigungsplus gab es 1997

<sup>46)</sup> Seitdem die Telekom ihre Investitionen in das Digitalnetz abgeschlossen hat, gab es allerdings einen Einbruch, der sich 1997 besonders stark auswirkte. Es wird jedoch erwartet, daß die neuen Anbieter, die noch das Telekomnetz nutzen, bald in ihre eigenen Netze investieren müssen.

<sup>47)</sup> Dies zeigen die im Vergleich zum weniger forschungsintensiven Sektor extrem hohen Aus- und Einfuhrquoten.

darüber hinaus nur in der Pharmaindustrie und bei Waffen/Munition (Tab. A-6).

Generell ist in Deutschland eine Neubewertung des forschungsintensiven Sektors für die Lösung der Beschäftigungsprobleme vorzunehmen: Während noch in der Aufschwungperiode der 80er Jahre Wachstum und Beschäftigungszuwächse Hand in Hand gingen und praktisch alle zusätzlich geschaffenen industriellen Arbeitsplätze im FuE-intensiven Sektor entstanden sind,<sup>48)</sup> kann heute nicht mehr erwartet werden, daß gesamtwirtschaftliche Beschäftigungsprobleme direkt durch eine rasche Expansion der FuE-intensiven Branchen gelöst werden können.<sup>49)</sup> Diese Entwicklung ist deshalb nur im Gesamtzusammenhang zu sehen: In Deutschland nimmt zwar die (physische) Industrieproduktion wieder kräftig zu, das Wachstum der Wertschöpfung und der Beschäftigung vollzieht sich jedoch im Dienstleistungsbereich. Zur Milderung der Beschäftigungsprobleme ist deshalb der Dienstleistungssektor von zentraler Bedeutung. Die eigentliche Bedeutung des forschungsintensiven Sektors der Industrie für Wirtschaftswachstum und Beschäftigung ist eher indirekt: In ihm bündelt sich ein erheblicher Teil der wissenschaftlich-technischen Problemlösungskompetenz einer Gesellschaft. Technologien liefern die Lösungsansätze, die im Dienstleistungssektor angewendet und dort in Arbeitsplätze umgesetzt werden<sup>50)</sup>.

#### 4.1.5 Beschäftigung in wissensintensiven Dienstleistungsbereichen

Auch in den meisten anderen hochentwickelten Volkswirtschaften hat der Beschäftigtenanteil der FuE-intensiven Industrien in den letzten Jahren abgenommen. Dies ist keineswegs nur ein konjunktureller Reflex, sondern hat mit nachhaltigen Tendenzen des Strukturwandels zu tun. Wissensintensive Bereiche<sup>51)</sup> aus dem Dienstleistungssektor beanspruchen hingegen – auch in Deutschland – einen immer größeren Teil der gesamtwirtschaftlichen Produktionskapazitäten (Abb. 4-6). Besonders deutlich wird dies an der Entwicklung der Beschäftigung. Im Jahre 1997 waren rund 8,6 Mio. sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland in wissensintensiven Dienstleistungsbereichen tätig. D. h. gemessen an den Beschäftigten sind mittlerweile mindestens  $\frac{2}{3}$  aller Arbeitsplätze des Dienstleistungsbereichs in wissensintensiven Sparten ansässig.<sup>52)</sup> Diese Sektoren umfassen gut 35 vH von allen Beschäftigten in der Gewerblichen Wirtschaft.

<sup>48)</sup> Vgl. H. Grupp und H. Legler (1992), Innovationspotential und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb.

<sup>49)</sup> So kommt auch eine mittelfristige Projektion der Prognos AG (Deutschland Report No. 2, Basel 1998) bis zum Jahre 2005 mit 3 vH jährlich zu höheren Produktionszuwächsen als für nicht-forschungsintensive Industrien (knapp 2 vH). Die Beschäftigung wird jedoch schneller abgebaut (um insgesamt 12 vH gegenüber 9 vH).

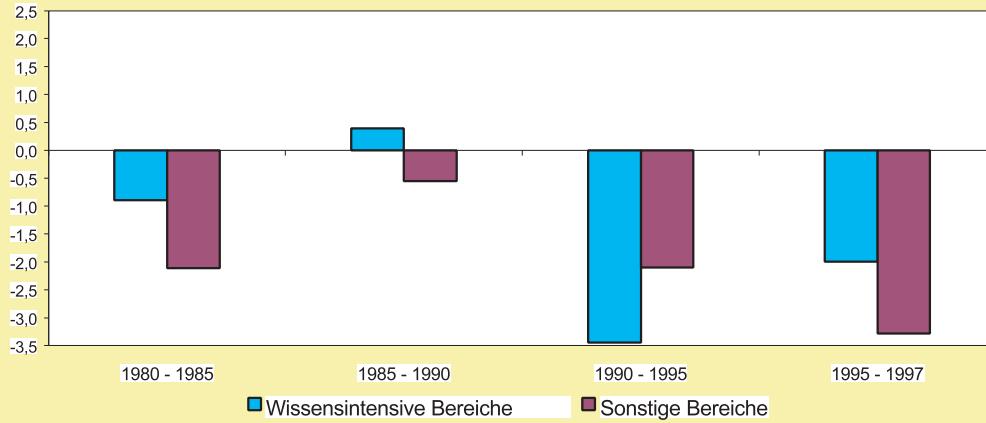
<sup>50)</sup> Vgl. DIW, Beitrag zur Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1995.

<sup>51)</sup> Während im Dienstleistungssektor FuE-Beschäftigte nicht im gleichen Ausmaß wie in der Industrie ihrer Indikatorfunktion für Innovationspotential gerecht werden (vgl. Abschnitt 3), gilt für Industrie und Dienstleistungen, daß der Anteil hochqualifizierter Angestellter eine relativ gute Annäherung an die Innovationsfähigkeit von Unternehmen darstellt. Zur Abgrenzung wissensintensiver Sektoren vgl. Übersicht 3 im Anhang.

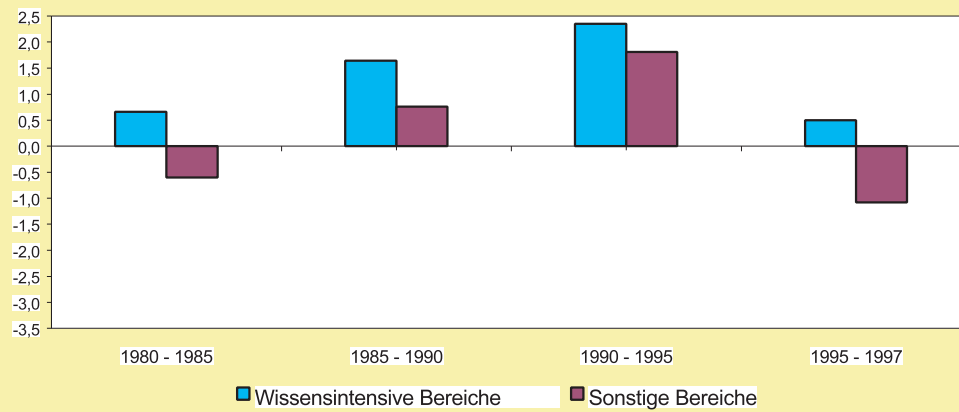
<sup>52)</sup> Diese Zahl ist unterschätzt, weil Selbständige, freiberuflich Tätige und Beamte darin nicht erfaßt sind.

**Abb. 4-6: Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Wissensintensität der Wirtschaftsbereiche im früheren Bundesgebiet 1980 bis 1997**  
 - jahresdurchschnittliche Veränderung der Bereiche in vH -

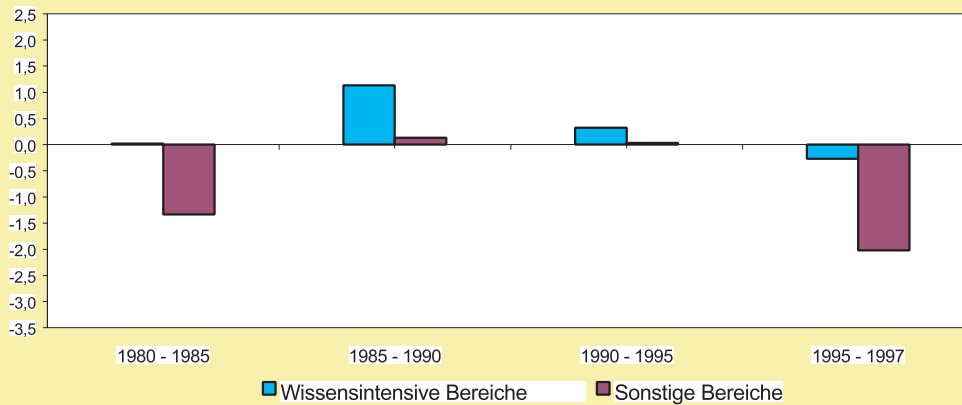
**Industrie**



**Übrige Wirtschaft**



**Wirtschaft insgesamt**



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

Der Trend zur Tertiarisierung hat sich langfristig fortgesetzt, tritt jedoch in den letzten Jahren etwas auf der Stelle<sup>53</sup>). Auch die aktuelle Entwicklung wissensintensiver Dienstleistungsbereiche schließt sich in Deutschland nicht völlig nahtlos an die langfristige Dynamik an. Im früheren Bundesgebiet nahm die Beschäftigung in diesen Sektoren jedoch 1997 um ½ vH zu.

Gerade die unternehmensnahen Dienstleistungen haben durch den Einsatz und die Verbreitung von IuK-Technologien in den letzten Jahren eine positive Beschäftigungsbilanz ziehen können. Speziell die Nachfrage aus der Industrie hat seit Ende der 70er Jahre deutlich zugenommen. An der Spitze der Wachstumsdynamik standen in längerfristiger Sicht die Bereiche Unternehmens- und Rechtsberatung, Wirtschaftswerbung und auch das private Ausstellungswesen. Zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten ergaben sich außerdem u. a. im Medienbereich und im Erziehungs- und Bildungswesen, bei Reisebüros, im Gesundheitswesen, vielfach also in staatlich regulierten Bereichen.

Demgegenüber ist die Beschäftigung im Kredit- und Versicherungsgewerbe mittlerweile rückläufig. Rationalisierungsbestrebungen, umgesetzt über Technikintensivierung und verstärkten Einsatz von IuK-Technologien, sind hierfür die Ursache. Dieser Trend dürfte sich weiter fortsetzen und vor allem Arbeitsplätze mit geringeren Qualifikationen betreffen. Auf die gleiche Weise läßt sich z. B. auch der Beschäftigungsabbau bei Schreib- und Nachrichtenbüros erklären. Besonders gewichtige Verlierer waren aktuell vor allem Bahn und Post sowie – baukonjunkturbedingt – Architektur- und Ingenieurbüros. Auch in den wissensintensiven Bereichen von Transport/Verkehr wurden durchgängig Arbeitsplätze abgebaut. Seit einigen Jahren stagniert die Dienstleistungsversorgung in Deutschland<sup>54</sup>).

## 4.2 Mittelfristige Perspektive: Investitionen in die nahe Zukunft

Vor allem im Aufschwung stellt sich die Frage, wie es in Deutschland um die mittelfristige Zukunftsvorsorge bestellt ist. Wird der aktuelle exportgetriebene Nachfrageschub intensiv genutzt, um in neue Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsprojekte zu investieren, um mit neuen Produkten und Leistungen die nächste Wachstumswelle anzukurbeln? Reichen Aufschwung und Innovationsanreize, um das Produktionspotential wieder kräftig zu erweitern? Wachsen im Strukturwandel genügend neue technologie- und wissensorientierte Unternehmen nach?

### 4.2.1 Forschung und Entwicklung

Technischer Fortschritt beruht auf Forschung und Entwicklung. FuE spiegelt in den forschungsintensiven

<sup>53</sup>) Dies betrifft sowohl die Entwicklung der sektoralen Erwerbstätigenstruktur als auch die Beschäftigtenentwicklung nach Berufen. Vgl. H.-H. Härtel und R. Jungnickel (1998), Strukturprobleme einer reifen Volkswirtschaft. Analyse des sektoralen Strukturwandels in Deutschland.

<sup>54</sup>) Mit dieser Frage setzt sich das HWWA auseinander (H.-H. Härtel und R. Jungnickel, 1998, Strukturprobleme einer reifen Volkswirtschaft. Analyse des sektoralen Strukturwandels in Deutschland).

Industrien zwar nur einen Teil der gesamten Innovationsaktivitäten wider, darunter jedoch den „harten Kern“. FuE ist eine Investition in technologisches Wissen, die sich erst in den Folgejahren in Produkte umsetzen läßt. Sie amortisiert sich sehr viel später als Investitionen in Sachanlagen. FuE-Aufwendungen sind insofern auch ein Ausdruck für die Einschätzung der Zukunftserwartungen der Unternehmen sowie für die Bereitschaft zum Strukturwandel und von daher ein bedeutender Bestimmungsfaktor für die technologische Leistungsfähigkeit. Technologische FuE ist insbesondere in der Industrie ein entscheidender Parameter für das Innovationsgeschehen. Allerdings verschieben sich sowohl auf das Innovationsgeschehen als auch bezogen auf die gesamten wirtschaftlichen Tätigkeiten die Gewichte zugunsten des Dienstleistungsbereichs (vgl. Abschnitt 3.1).

#### 4.2.1.1 Forschung und Entwicklung im internationalen Vergleich

##### Trends

Deutschland gehört zwar zu den forschungsreichsten Volkswirtschaften: Von den 1996 in den OECD-Ländern für FuE aufgewendeten Mitteln (460 Mrd. \$) entfielen auf die USA gut 42 vH, auf Japan 18 vH und auf Deutschland 8½ vH. Gemessen an den relativen FuE-Anstrengungen (bezogen auf das Inlandsprodukt) liegt Schweden im weltweiten Vergleich an der Spitze, gefolgt von Japan, Korea<sup>55</sup>) und Finnland, der Schweiz und den USA. Deutschland folgt mit 2,4 vH (1997/98) etwa auf gleicher Höhe wie Frankreich. Während Deutschland Anfang der 90er Jahre noch mit an der Spitze zu finden war, liegt es heute im unteren Drittel der aktuellen Spitzengruppe, allerdings noch vor den Niederlanden und Dänemark, das mittlerweile Großbritannien überholt hat (Abb. 4-7).

Deutschland<sup>56</sup>) stand in der ersten Hälfte der 90er Jahre mit der nachlassenden Neigung, FuE zu betreiben, nicht allein. In den meisten großen Volkswirtschaften sind die FuE-Anstrengungen nicht mehr gestiegen bzw. real zurückgenommen worden, allerdings nirgends so zügig und bislang so nachhaltig wie in Deutschland. Im Gegensatz zur nachlassenden FuE-Neigung der Wirtschaft<sup>57</sup>) in vielen großen Industrienationen wurden in mehreren kleineren Volkswirtschaften gerade die priva-

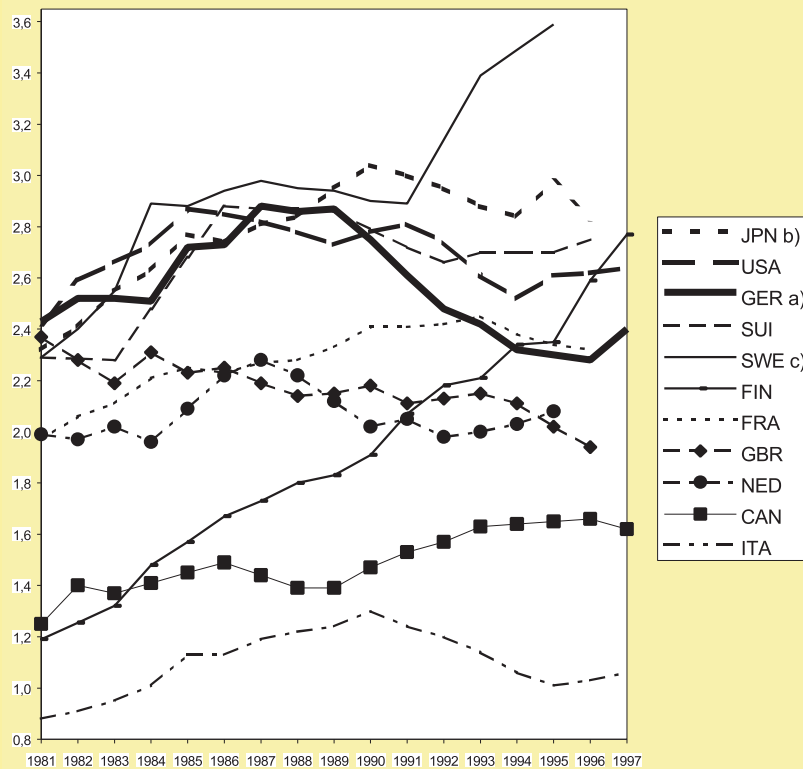
<sup>55</sup>) Die hohen FuE-Anstrengungen in aufholenden Schwellenländern bedeuten nicht, daß das technologische Wissen dort bereits auch nur annähernd mit dem in den hochentwickelten Industrieländern erreichten standhalten kann.

<sup>56</sup>) 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 sich auch in Westdeutschland zunächst stark beschleunigt. Entscheidend dürften in den frühen 90er Jahren die ökonomischen Effekte der deutschen Einheit sein, die den konsumtiven Bereichen starke Nachfrageimpulse verliehen hatten. Gleichzeitig waren die technologieintensiven Investitionsgüterindustrien von der weltweiten Rezession mit ihren Auswirkungen auf die Investitionsneigung in Deutschland betroffen.

<sup>57</sup>) FuE wird zum überwiegenden Teil in der Wirtschaft durchgeführt, dabei streuen die Anteile zwischen gut 60 vH (in Frankreich) und knapp 75 vH (in den USA).

**Abb. 4-7: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 1997\***

- Gesamte FuE-Ausgaben in vH des Bruttoinlandsproduktes -



\*) Daten zum Teil geschätzt. a) Bis 1990: Früheres Bundesgebiet. b) FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 leicht überschätzt. c) Strukturbruch in der Erhebungsmethode 1993/1995.

Quelle: OECD: Main Science And Technology Indicators. - Berechnungen und Schätzungen des NIW. - Änderungen und Rückrechnungen des BMBF für Deutschland.

ten FuE-Anstrengungen z. T. deutlich erhöht, was die Reihenfolge in der Spitzengruppe der forschungsreichsten Volkswirtschaften gründlich durcheinander gebracht hat. Hier sind insbesondere Finnland, aber auch Dänemark sowie Korea zu nennen. Außerhalb der Spitzengruppe weisen Kanada und Irland kontinuierlich steigende FuE-Anstrengungen auf. Diese kleineren Volkswirtschaften sind vielfach Heimatländer multinationaler Unternehmen und konzentrieren sich im Aufholprozeß im wesentlichen jeweils auf ausgewählte Spitzentechnikbereiche (Telekom, IuK, Pharmazie/Bio-technologie) mit entsprechend hohem FuE-Bedarf.

Auch in den meisten größeren Ländern ist die FuE-Flaute der ersten Hälfte der 90er Jahre im Unternehmenssektor mittlerweile überwunden, die Investitionen in neues Wissen nehmen wieder zu. Vor allem in den USA hat sich der rückläufige Trend umgekehrt: Seit 1995 steigt die FuE-Neigung der US-amerikanischen Wirtschaft mit realen Raten von 5 vH wieder stark an (Abb. 4-8). Auch in Japan hat die Wirtschaft ihre FuE-Anstrengungen wieder ausgeweitet. Die deutschen Unternehmen haben ihre FuE-Zurückhaltung hingegen zunächst noch fortgesetzt. Erst in jüngster Zeit vollzieht sich auch in Deutschland eine Trendwende. Im Wettbewerb mit anderen hochentwickelten Volkswirtschaften

sind also zwei bis drei Jahre ins Land gegangen, bis in Deutschland die Investitionen in neues Wissen wieder mit dem Tempo angestiegen sind, das andere Volkswirtschaften eingeschlagen haben.

### Globalisierung von FuE

Die Erweiterung und Umstrukturierung der weltweiten FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen hält gerade in den forschungsintensiven Branchen an, wenngleich die Krise in Asien Bremswirkungen auf die Globalisierung von FuE ausüben wird. Die Globalisierung der FuE-Aktivitäten konzentrierte sich jedoch bisher auf Nordamerika und Europa. Multinationale Unternehmen suchen vorrangig nach Märkten für neue hochwertige Produkte und Leistungen und dies insbesondere dort, wo bereits spezifische Kompetenzen gebündelt sind, die die eigene FuE-Basis verbreitern können.

Im internationalen Vergleich der Gastländer befindet sich Deutschland im Mittelfeld. Die FuE-Intensität der im ausländischen Besitz befindlichen Unternehmen liegt in der

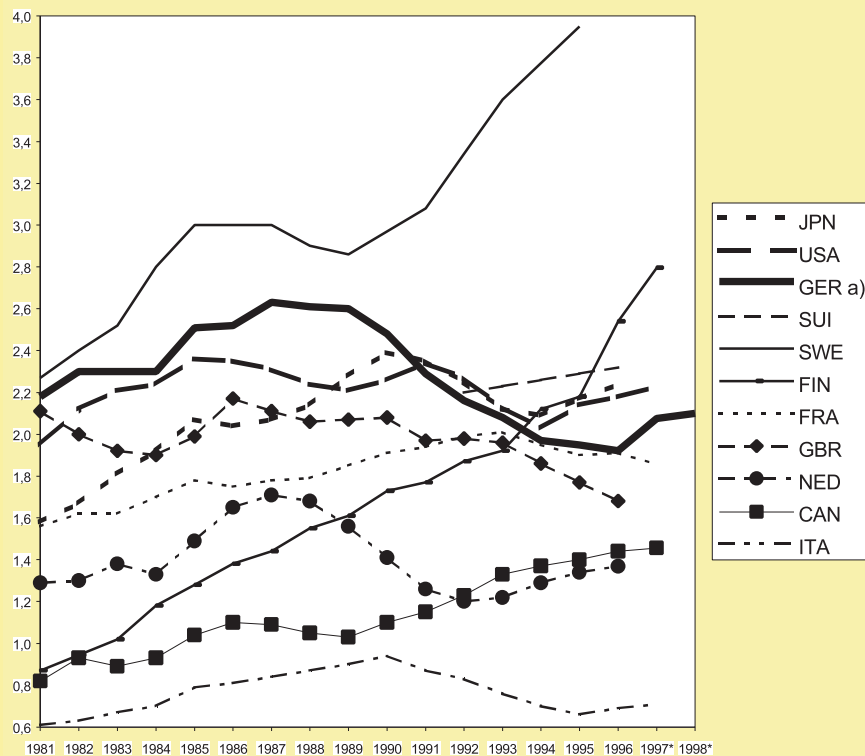
Regel auf gleicher Höhe wie die der Unternehmen im Inland. Generell ist nicht zu beobachten, daß FuE-Aktivitäten durch die Investitionen ausländischer Unternehmen gesteigert werden. Für die USA war in den letzten Jahren ein Anstieg des Anteils der ausländischen Unternehmen an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft zu verzeichnen, viele forschende Unternehmen sind in ausländische Hand übergegangen. Der Anstieg, der inzwischen jedoch gebremst ist, kann mit der Attraktivität der USA als Absatzmarkt, Produktions- und Forschungsstandort erklärt werden. In Großbritannien ist der hohe Anteil ausländischer Unternehmen an den FuE-Kapazitäten allein auf den hohen Anteil ausländisch kontrollierter Unternehmen zurückzuführen. Der auch 1996 andauernde Rückgang der britischen FuE-Aufwendungen wirft jedoch Schatten auf die technologische Leistungsfähigkeit Großbritanniens und zeigt, daß die Attraktivität eines Landes für ausländische Investoren nicht unbedingt zu steigenden FuE-Aufwendungen führen muß.

### Staatliches Engagement

Insgesamt dürfte – im Weltmaßstab gemessen – die FuE-Anpassung in der Wirtschaft nach unten in etwa

**Abb. 4-8: FuE-Intensität im Unternehmenssektor 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.

abgeschlossen sein, wohingegen sich der relative Rückgang des staatlichen FuE-Engagements in den meisten größeren Industrieländern weiter fortsetzen dürfte.

Die politische Einflußnahme auf Umfang und Zielrichtung technologischer Entwicklungen ist unterschiedlich ausgeprägt: Sie zeigt sich vor allem beim Vergleich der drei großen europäischen Volkswirtschaften Deutschland, Großbritannien und Frankreich mit Japan und den USA (Tab. 4-3). In Deutschland sind konstant annähernd 37 vH der gesamten FuE-Aufwendungen – also doppelt soviel wie in Japan – auf staatliches Engagement zurückzuführen. Trotz rückläufiger Entwicklung sind in Frankreich noch immer über 40 vH, in Großbritannien knapp 1/3 der Gesamtausgaben für FuE mit staatlichem Engagement verknüpft. Vor allem in den USA haben die staatlichen Aktivitäten seit Anfang der 90er Jahre kontinuierlich an Gewicht verloren – allerdings von geringerem Niveau ausgehend als in Frankreich – und liegen mittlerweile bei unter einem 1/3. Uneinheitliche Tendenzen sind in Japan zu beobachten. Das hier traditionell vergleichsweise geringe staatliche FuE-Engagement ist in den 90er Jahren zunächst ausgebaut, in der zweiten Hälfte der 90er Jahre jedoch wieder zurückgeführt worden.

Trotz deutlicher Niveauunterschiede lassen sich für Deutschland und Japan strukturelle Gemeinsamkeiten

feststellen. So richtet sich das FuE-Engagement in beiden Ländern zu über 90 vH auf zivile Bereiche, wohingegen in Frankreich (knapp 30 vH), insbesondere aber in Großbritannien (knapp 40 vH) und den USA (55 vH) staatliches Forschungsengagement für militärische Zwecke<sup>58)</sup> einen deutlich höheren Stellenwert hat. Darüber hinaus zielt sowohl in Japan als auch in Deutschland das zivile FuE-Engagement des Staates schwerpunktmäßig auf die Förderung von Grundlagenforschung in den Hochschulen (in Japan in jüngerer Zeit mit deutlich rückläufigem Trend) sowie auf strukturverbessernde FuE-Programme. Höchste und weiter steigende Priorität in der US-amerikanischen Förderprogrammatisierung genießt seit Jahren der Bereich Gesundheit/ Umwelt. Die anderen Vergleichsländer – mit Ausnahme von Großbritannien – fallen demgegenüber deutlich ab. Darüber hinaus setzen die USA und auch Frankreich in der staatlichen

Technologieförderung traditionell stark auf Programme zur Förderung der Raumfahrt. Auch dies ist eine Ausprägung des amerikanischen Innovationssystems: Es kommt mit seinem Schwerpunkt im militärischen Bereich sowie in Gesundheit und Raumfahrt fast ausschließlich Industrien zugute, die ausgesprochen aufwendig FuE betreiben.

#### 4.2.1.2 FuE in der deutschen Wirtschaft

##### Aktuelle Entwicklungen

Das FuE-Personal hat zwar in der deutschen Industrie fast ein Jahrzehnt lang kontinuierlich abgenommen, es ist jedoch etwas zurückhaltender als die übrigen Beschäftigten entlassen worden (Abb. 4-9), vor allem in forschungsintensiven Sektoren.<sup>59)</sup> Deshalb ist die FuE-Intensität in den letzten Jahren wieder leicht gestiegen. Allerdings hat nur der Kraftwagenbau seine FuE-Kapazitäten in Deutschland absolut gesehen aufgestockt.

<sup>58)</sup> Die für militärische Zwecke bestimmten FuE-Ausgaben des amerikanischen Staates liegen allein um rund 50 vH höher als die gesamten FuE-Inlandsaufwendungen der deutschen Wirtschaft.

<sup>59)</sup> Insbesondere ist FuE-Hilfspersonal abgebaut worden. Die Anzahl der Wissenschaftler/Ingenieure hat sich hingegen kaum verringert.

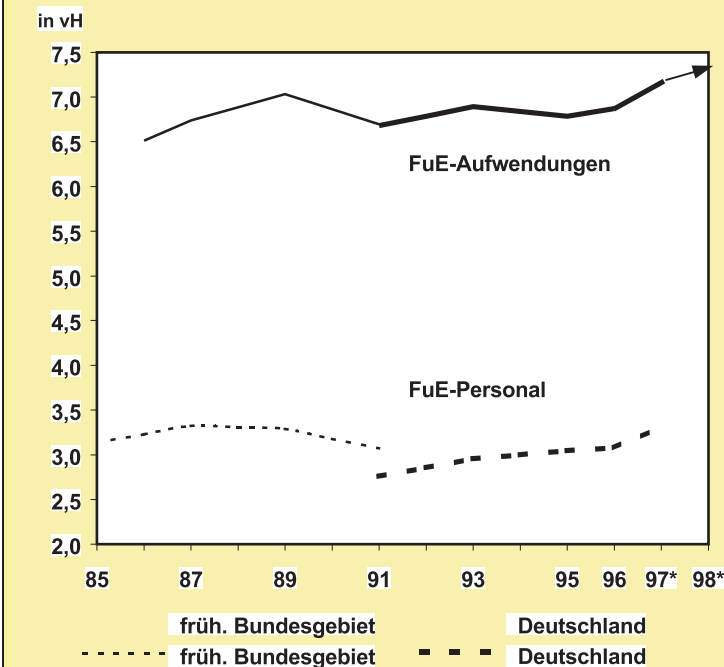
Tab. 4–3: Staatliches FuE-Engagement \*) in den G5-Ländern 1991 bis 1998

	1991	1994	1996	1997	1998
	– Anteile an insgesamt bzw. Struktur in vH –				
<b>GER</b>					
<b>insgesamt</b> .....	35,8	37,1	37,0		
davon: zivil .....	89,0	91,4	90,2		
davon: Entwicklung .....	25,5	22,6	23,1		
Gesundheit/Umwelt .....	13,0	13,4	12,7		
Raumfahrt .....	6,0	6,0	5,5		
unspezifisch .....	17,0	15,8	16,5		
Grundlagenforschung .....	37,3	41,4	41,3		
<b>GBR</b>					
<b>insgesamt</b> .....	35,0	33,2	31,8		
davon: zivil .....	56,1	61,1	62,4		
davon: Entwicklung .....	28,8	18,9	16,6		
Gesundheit/Umwelt .....	22,3	24,0	32,3		
Raumfahrt .....	4,8	5,1	4,1		
unspezifisch .....	9,1	19,3	18,6		
Grundlagenforschung .....	33,7	32,0	27,8		
<b>FRA</b>					
<b>insgesamt</b> .....	48,8	41,6			
davon: zivil .....	63,9	66,9	70,3	72,3	
davon: Entwicklung .....	32,8	22,5	19,3	19,8	
Gesundheit/Umwelt .....	9,8	10,8	12,3	12,4	
Raumfahrt .....	13,5	15,9	15,6	15,2	
unspezifisch .....	23,9	26,6	26,6	26,5	
Grundlagenforschung .....	19,4	21,4	22,8	22,8	
<b>USA</b>					
<b>insgesamt</b> .....	38,7	37,1	33,6	31,6	
davon: zivil .....	40,3	44,7	45,3	45,0	45,9
davon: Entwicklung .....	22,1	22,7	20,7	19,6	19,6
Gesundheit/Umwelt .....	43,5	44,2	45,1	46,7	46,7
Raumfahrt .....	24,5	24,3	25,1	24,4	24,3
unspezifisch .....	9,9	8,9	9,1	9,3	9,4
Grundlagenforschung .....			k.A.		
<b>JPN</b>					
<b>insgesamt</b> .....	18,2	21,5	18,7		
davon: zivil .....	94,3	94,0	94,1	94,2	
davon: Entwicklung .....	33,5	31,4	34,4	34,8	
Gesundheit/Umwelt .....	5,7	6,2	6,9	7,3	
Raumfahrt .....	7,2	8,0	7,0	6,7	
unspezifisch .....	8,5	9,7	10,2	11,5	
Grundlagenforschung .....	45,1	44,8	41,4	39,7	

\*) GBAORD: Total government budget appropriations or outlays for R&amp;D.

Quelle: OECD: Main Science and Technology Indicators. – Angaben des BMBF. – Zusammenstellung des NIW.

**Abb. 4-9: FuE-Aufwendungen in vH der Bruttowertschöpfung und FuE-Personal in vH der Beschäftigten in der Verarbeitenden Industrie im früheren Bundesgebiet und in Deutschland**



\*) Schätzungen.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik 1997. - Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. - OECD: Main Science and Technology Indicators. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

1997 hat es in der Breite eine deutliche Steigerung der FuE-Aufwendungen in der Größenordnung von gut 10 vH gegenüber 1995 gegeben. Der Zuwachs von FuE ist damit in den 90er Jahren erstmals oberhalb des Umsatzwachstums geblieben. Auch das FuE-Personal (3 vH gegenüber 1995) zeigt erstmals seit 1987 wieder eine Zunahme. Die positive Entwicklung wird von den Großunternehmen getragen, während die Entwicklung bei Klein- und Mittelunternehmen eher zurückhaltend einzuschätzen ist. Dort ist jedoch schon dadurch viel gewonnen, daß der Rückzug aus FuE gestoppt und kontinuierlicheren FuE-Aktivitäten gewichen ist. Mit Blick auf die einzelnen Branchen ergibt sich folgendes Bild: Eine überaus kräftige – über dem Industriedurchschnitt liegende – Zunahme der FuE-Aktivitäten ist erneut beim Kraftfahrzeugbau zu erkennen. Auch aus der Chemisch-Pharmazeutischen Industrie sowie von Büromaschinen/EDV, Elektrotechnik, Feinmechanik/Optik/Uhren werden starke Steigerungen gemeldet.

In den 90er Jahren ist die industrielle FuE stärker als früher den Markt- und Absatzerwartungen angepaßt worden. Die Wirtschaft hat sehr sensibel auf konjunkturelle Einflüsse reagiert und insbesondere ihre strategische Forschung reduziert<sup>60</sup>). Aus den aktuell nur in Eck-

daten und Schätzungen vorliegenden Daten wird nicht ganz klar, ob die (Groß-) Unternehmen mit ihren neuerlich vermehrten FuE-Anstrengungen den Abbau im Bereich der strategischen Forschung gestoppt und damit auch wieder größere Kontinuität in ihre FuE-Aktivitäten gebracht haben. Eine rein „konjunkturneutrale“ Aufstockung der industriellen FuE-Kapazitäten dürfte hierfür nicht ausreichen. Dazu ist die Niveauabsenkung bei FuE seit Ende der 80er Jahre zu nachhaltig ausgefallen. Eine konjunkturelle Aufhellung bedeutet für sich genommen keine trendmäßige, substantielle Verbesserung – insbesondere in einer Situation, in der die Unternehmen in vielen anderen Volkswirtschaften ihre FuE-Anstrengungen schon wieder nachhaltig erhöhten. Deutschlands Wirtschaft agiert wie ein Nachzügler.

Die Planungen der Unternehmen für 1998 lassen indes eine weitere Zunahme der FuE-Aufwendungen von rund 5 vH erwarten. Aussagen zum weiteren Planungshorizont für 1999 sind nur unter Unsicherheiten möglich. Deutlich mehr Großunternehmen als in den vergangenen Jahren wollen ihre FuE-Kapazitäten ausbauen, nur wenige Unternehmen wollen ihre FuE-Budgets stützen. Die Stellenanzeigen scheinen dies zu bestätigen. Es deuten sich sowohl Verjüngungseffekte als auch eine weitere Ausweitung des FuE-Personals an. Die Zahl der offenen Stellen für Naturwissenschaftler nimmt zu, bei DV-Fachleuten hat sie sich gar verdoppelt. Der „Stellenandrang“ nimmt ab.

### Innovationshemmnisse der Industrie

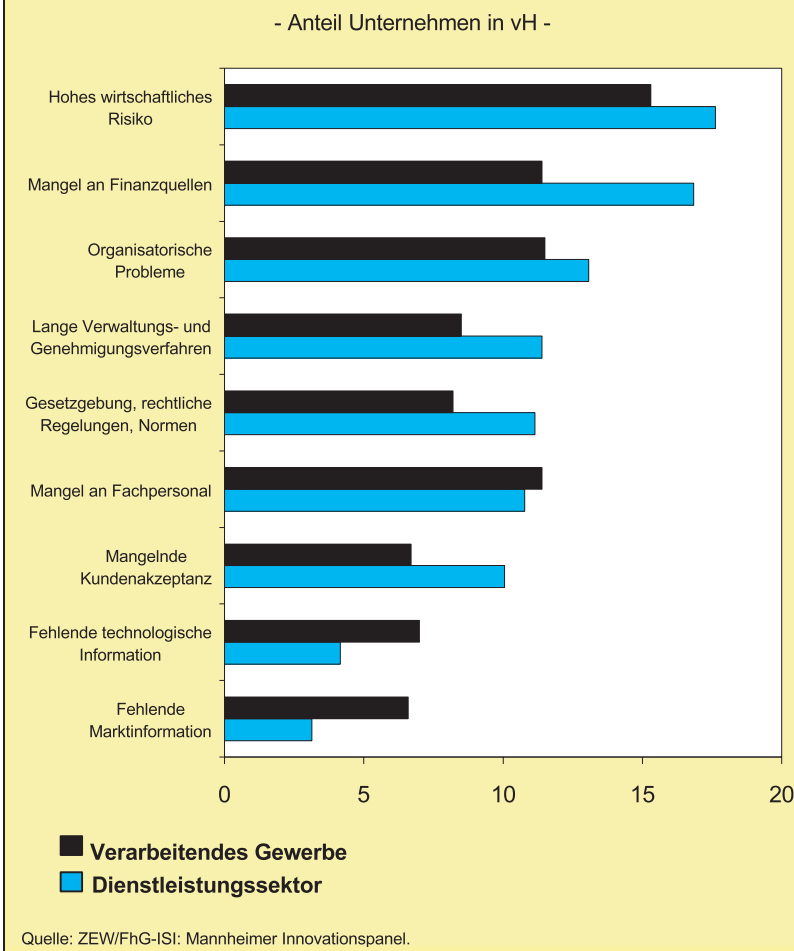
Mehr Innovationen und FuE sind denn auch dringend erforderlich, um die Expansion zu stützen und von daher die Arbeitsplätze sicherer zu machen. Innovationen sind jedoch nicht nur eine Frage der Technik. Bei ungünstigen Umsetzungsbedingungen kann sich selbst bei rascherer Ausweitung des technischen Wissens das Innovationstempo verlangsamen. Deshalb sind alle innovationsrelevanten Rahmenbedingungen auf den Prüfstand zu stellen und daraufhin zu überprüfen, ob sie Innovationen Impulse geben oder im Wege stehen.

Eine Reihe von Hemmnissen schmälert bspw. direkt die erwartete Rentabilität eines Innovationsvorhabens oder erhöht die Markt-, Kosten- und technischen Risiken (Abb. 4-10). Vor allem bei kleinen und mittelgroßen Unternehmen ist zusätzlich die Finanzierung von Innovationsprojekten ein Hindernis. Die Negativwirkungen von Hemmnissen steigen mit der FuE-Intensität: In der Regel haben sehr innovative Unternehmen und Branchen mit hoher FuE-Intensität mehr Probleme als nicht

<sup>60</sup>) Vgl. hierzu auch den ausführlichen Bericht des NIW zur Vorjahresberichterstattung. Licht, Schnell und Stahl (1996) und Licht und Stahl (1997)



**Abb. 4-10: Anteil konkret von Hemmnissen betroffener Unternehmen (1994-1996)**



FuE-intensive Branchen. Die Spitzentechnik ist am meisten von wirtschaftlichen Risiken, fehlendem Kapital und staatlichen Reglementierungen betroffen.

Es ist z. T. schwer, kurzfristig auf dem deutschen Arbeitsmarkt speziell ausgebildete und erfahrene, hochqualifizierte Fachleute für ein Innovationsprojekt zu bekommen. Dies führt vielfach zur Verlängerung von Projektlaufzeiten. Fachpersonalmangel meldet z. B. der Fahrzeugbau.

Genehmigungsverfahren und rechtliche Hemmnisse sind noch immer ein bedeutender Hemmschuh. Wenn dies zu einer Verzögerung oder gar zum Abbruch von Innovationsprojekten führt, dann sind die von den Unternehmen kalkulierten Zeiträume der Verwaltungsverfahren nicht eingehalten worden. Insbesondere die Chemieindustrie ist überdurchschnittlich durch Gesetzgebung und lange Verwaltungsverfahren betroffen.

Mit einem Mangel an technischen Informationen und an Kundenakzeptanz haben dagegen nur wenige Unternehmen konkrete Probleme. Lediglich die Unternehmen der Kunststoff-/Gummiverarbeitung haben überdurchschnittlich mit fehlenden technischen Informationen zu kämpfen. Diese Branche ist wiederum ein bedeutender Abnehmer der forschungsintensiven Chemieindustrie,

die dazu korrespondierend fehlendes Kundeninteresse häufiger beklagt als andere Industrien. Offensichtlich gibt es Probleme der Wissensvermittlung zwischen Chemie und Kunststoff/Gummi, also zwischen Technologieanbietern und -nachfragern. In der Chemieindustrie scheint eine bessere Verzahnung von FuE- und Marketingabteilungen erforderlich.

### Internationalisierung von FuE

Mit Investitionen, Absatz und Produktion im Ausland wächst auch das Forschungspotential deutscher Unternehmen im Ausland. Vor 1997 hatten deutsche Großunternehmen ihre FuE-Kapazitäten – wenn überhaupt – vor allem im Ausland ausgeweitet. Die FuE-Ausgaben deutscher Unternehmen im Ausland machten im Jahre 1995 etwa 17 vH der inländischen FuE-Ausgaben aus, in der Chemischen Industrie ist es gar die Hälfte. Dieser Wirtschaftszweig ist überhaupt der Schrittmacher der Internationalisierung der deutschen Industrie bei Produktion und FuE, gefolgt von den elektrotechnischen Branchen und dem Straßenfahrzeugbau. Deutsche Automobilhersteller sind in großen Schritten dabei, den Rückstand in der Internationalisierung vor allem gegenüber ihren US-amerikanischen Wettbewerbern aufzuholen. Durch Übernahme und Auf-

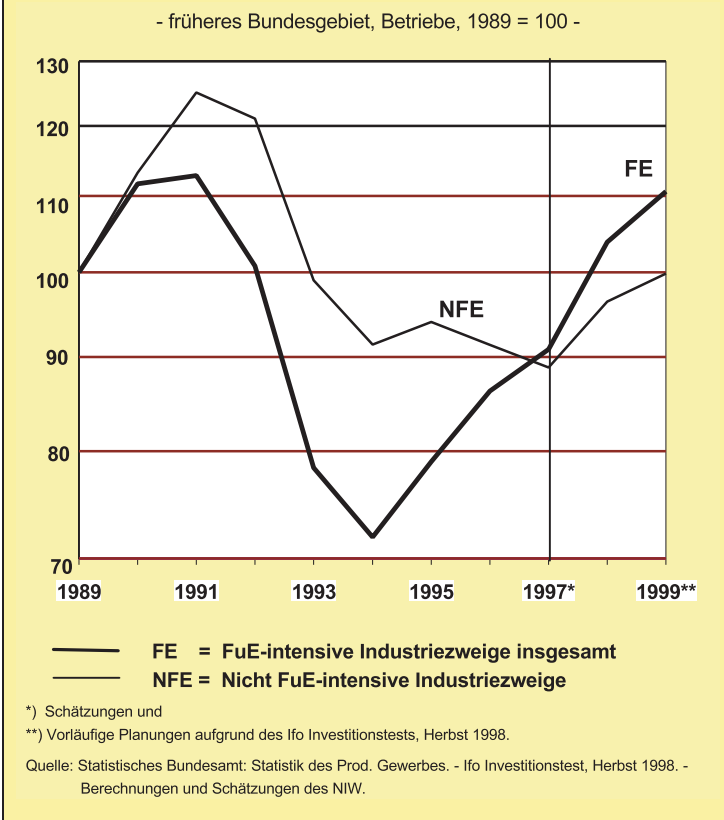
bau von FuE-Einrichtungen im Ausland verstärken die großen Automobilhersteller ihre Präsenz auf den großen Märkten in Produktion und Forschung. Gleichzeitig weiten sie als einzige Branche ihre FuE-Kapazitäten in Deutschland kontinuierlich aus. Die Globalisierung dieser Branche führt offensichtlich auch zu einer Stärkung des heimischen FuE-Standortes.

Das wichtigste Land für FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen sind die USA, auf die über die Hälfte der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im Ausland entfällt. Deutsche Unternehmen haben 1996 in den USA etwa 3 Mrd. US \$ (1994: 2,5 Mrd. US \$) für FuE aufgewendet. Sie verfügen damit nach den schweizerischen und vor den britischen Unternehmen über das zweitgrößte FuE-Potential in den USA. Der hohe Anstieg der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen in den USA in den 90er Jahren kann dabei auf Großakquisitionen und den Boom bei Unternehmensübernahmen, insbesondere im Pharmabereich zurückgeführt werden.

Auch in Deutschland wird die FuE-Internationalisierung durch die Übernahme von Unternehmen durch ausländische Investoren bestimmt. Die Bedeutung auslandskontrollierter Unternehmen hat sich jedoch kaum verändert. Sie haben sich dem langanhaltenden Trend des Beschäftigungsabbaus in der Industrie sowie der Rücknahme der



**Abb. 4-11: Entwicklung der Bruttoanlageinvestitionen in FuE-intensiven Industriezweigen 1989 bis 1999**



FuE-Kapazitäten angepaßt. 1996 sind die FuE-Aufwendungen US-amerikanischer Unternehmen gegenüber 1995 mit gut 3 Mrd. US \$ unverändert geblieben. Die „FuE-Bilanz“ zwischen Deutschland und den USA ist also ausgeglichen. Der Anteil Deutschlands an der US-amerikanischen Auslandsforschung ist zwar etwas zurückgegangen, jedoch behauptet die Bundesrepublik aus Sicht der USA schon über einen längeren Zeitraum den ersten Platz in der Rangfolge der Forschungsstandorte im Ausland, gefolgt von Großbritannien. In puncto FuE-Intensität US-amerikanischer Tochterunternehmen im Ausland nahm Deutschland 1996 hinter Japan den zweiten Platz ein.

Geht man davon aus, daß sich ausländische Unternehmen weiterhin tendenziell an das FuE-Verhalten im jeweiligen Gastland anpassen, dann kann erwartet werden, daß auch bei ihnen – über spektakuläre Übernahmen im Pharmabereich hinaus – die FuE-Aufwendungen in Deutschland in den letzten zwei Jahren wieder angezogen haben.

#### 4.2.2 Sachinvestitionen im forschungsintensiven Sektor

Die Investitionstätigkeit gibt Hinweise auf die mittelfristigen Kapazitätsplanungen und die Modernisierung des Produktionsapparates der Industrie und somit auf die zukünftige technologische Leistungsfähigkeit.

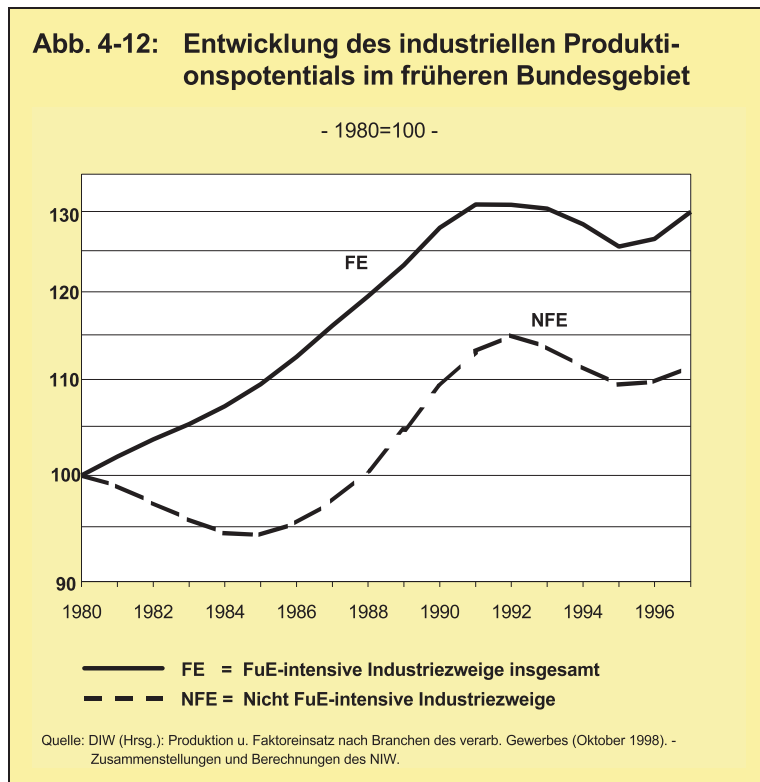
Der forschungsintensive Sektor der Industrie hat im Aufschwung – angetrieben von der Auslandsnachfrage – wieder seine aus den 80er Jahren bekannte Rolle als Motor der industriellen Dynamik angedeutet. Er hat die Schubkraft, mit der er aus der Rezession kam, gehalten. Die Investitionsneigung in den FuE-intensiven Industrien Deutschlands zeigt (wieder) nach oben (Abb. 4-11).<sup>61)</sup> Investitionen in Sachanlagen und Ausrüstungen machten 1996/97 knapp 4½ vH des Umsatzes aus – nach 4 vH in den beiden Vorjahren. Dennoch ist die Ausweitung des Produktionspotentials mit einer Rate von gut 1½ vH pro Jahr im Anschluß an die Rezession als ausgesprochen mager zu bezeichnen<sup>62)</sup>. Die Produktionskapazitäten des Jahres 1997 hatten noch nicht das Volumen von 1991 erreicht (Abb. 4-12). Die neueste Erhebung des ifo-Instituts über die Planungen für 1998 läßt jedoch kräftige Anhebungen erwarten. Die Investitionsausgaben liegen damit 1998 nominal erstmals oberhalb des Niveaus von 1989–1992. 1999 dürften die Investitionszuwächse wieder etwas geringer ausfallen als 1998, das Produktionswachstum dürfte sich gegenüber 1998 etwa halbieren.

Strukturell betrachtet sind rund 85 vH der zwischen 1994 und 1999 zusätzlich ausgegebenen (bzw. geplanten) industriellen Investitionsmittel in den forschungsintensiven Sektor geflossen. Die industriellen Produktionspotentiale orientieren sich immer schneller in Richtung Forschungs- und Wissensintensivierung. Gerade im Bereich der Spitzentechnologie und im Automobilbau werden hohe Investitionszuwächse gemeldet. Z. T. verbergen sich dahinter auch – wie bei elektronischen Bauelementen – Investitionen in den Aufbau gänzlich neuer Produktionsstätten in den neuen Bundesländern, sie bedeuten eine kräftige Kapazitätsausweitung in dieser Branche. Andere forschungsintensive Industrien haben hingegen erst in späteren Phasen Fuß gefaßt (Maschinenbau, Luftfahrzeugbau), die Chemieindustrie liegt etwa im Industriedurchschnitt, Elektrotechnik sowie Feinmechanik/Optik/ Uhren darunter. Die meisten übrigen – weniger forschungsintensiven – Industriezweige stagnieren weiter.

Kapazitätserweiterung hat als Investitionsmotiv erst in jüngster Zeit an Gewicht gewonnen, gerade in know-how-intensiven Industriezweigen. Noch 1995 wurden Rationalisierung / Umstrukturierung oder Ersatzbeschaffung als ebenbürtige Investitionsziele ausgegeben. Dies läßt – zusammen mit der Ausweitung der FuE-Kapazitäten – erwarten, daß sich auch im Sortiment der Unternehmen künftig mehr technologische Neuerungen finden werden.

<sup>61)</sup> In Abb. 4-11 wird die Investitionstätigkeit im früheren Bundesgebiet dargestellt.

<sup>62)</sup> In der Periode 1983 bis 1990 wuchsen die Produktionskapazitäten im forschungsintensiven Sektor der Industrie um knapp 3 vH jährlich.



#### 4.2.3 Gründungen und Schließungen von Unternehmen

Der Wandel zur wissensintensiven Gesellschaft findet nicht nur in den etablierten Unternehmen statt, sondern auch „von unten“ her, d. h. durch einen permanenten Nachschub an neuen Unternehmen. Sie 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 Anschluß an internationale Entwicklungen zu halten oder zu gewinnen.

Neugründungen von Unternehmen leisten auch dann wesentliche 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 den etablierten Unternehmen nicht besetzt oder erkannt wurden.

Man sollte jedoch vor unrealistischen Erwartungen warnen. Denn in Branchen mit hohen Gründungsquoten ist auch die „Sterbewahrscheinlichkeit“ von jungen Unternehmen hoch. Gleich hohe Gründungs- und Schließungsquoten bedeuten jedoch immerhin, daß sich die Unternehmerschaft verjüngt und damit die Branche wettbewerbsfähiger wird.

#### Neuerrichtungen und Selbständigkeit

Über die gesamte Volkswirtschaft gesehen haben Unternehmensgründungen im Deutschland der 90er Jahre zugenommen, besonders – wie etwa in den USA – im wissensorientierten Dienstleistungsbe- reich: Dort ist die „Durststrecke“ bis zum Erreichen einer tragfähigen Marktposition nicht so lang wie in der Industrie. Auch 1997 ist die Anzahl aller Neuerrichtungen in den alten Ländern gestiegen, während sie in den neuen Ländern weiterhin leicht abgenommen hat. Parallel ist zu verzeichnen, daß sich auch die Anzahl der Stilllegungen von Unternehmen in den neunziger Jahren kräftig erhöht hat.

- Die Anzahl der Neuerrichtungen von Unternehmen in FuE-intensiven Industrien entwickelte sich mit einer Zuwachsrate von 1,6 vH im Jahr 1997 eindeutig besser als in nicht-FuE-intensiven Teilbranchen (0,3 vH). Dennoch ist der Anteil der Gründungen in technologieintensiven Industriezweigen an allen Gründungen immer noch recht gering. Richtige Dynamik ist auch erst in jüngster Zeit entstanden.

- Im Dienstleistungssektor entwickelten sich die Gründungsaktivitäten in den technologie-intensiven Branchen (hauptsächlich im Bereich der Softwareerstellung) und anderen unternehmensnahen Dienstleistungsbereichen wie in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich positiv. Die Anzahl der Neuerrichtungen wuchs dort 1997 um ca. 6 ½ vH.

Unternehmensgründungen und Qualifikation der Gründer hängen eng zusammen. Denn die Wahrscheinlichkeit des Aufbaus einer selbständigen Existenz nimmt mit dem Bildungsstand zu, vor allem in freiberuflichen Tätigkeiten: 19 vH der Universitäts- und 13 vH der Fachhochschulabsolventen sind selbständig. Die Gründungsneigung im (spitzen-) technologieorientierten Bereich ist im Umfeld von Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen überdurchschnittlich. Zudem suchen Hochschulabsolventen sich vornehmlich in innovativen Dienstleistungsbereichen ein Betätigungsfeld: Dort ist die Selbständigenquote allein in der ersten Hälfte der 90er Jahre von 16 auf 23 vH gestiegen. Eine verstärkte „business education“ an den Hochschulen kann dieser Tendenz zusätzlich weiterhelfen.

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<sup>63</sup>). Daß der Anteil der Selbständigen in den USA und Großbritannien eher rückläufig ist, spricht nicht gegen die Entwicklung in diesen Ländern.

<sup>63</sup>) Selbständigkeit wird bei drohender Arbeitslosigkeit durch „Überbrückungsgeld“ gefördert.

**Tab. 4-4: Entwicklung der Selbständigen, insgesamt und ohne Beschäftigte**

– Alte Bundesländer – WZ	Selbständige in 1 000			Selbständige ohne Beschäftigung in v.H.		
	1995	1996	1997	1995	1996	1997
Produzierendes Gewerbe .....	608	632	644	32,9	38,0	37,7
Verarbeitendes Gewerbe .....	355	345	369	34,6	40,6	40,1
Baugewerbe.....	249	285	273	30,1	34,7	34,4
Handel, Verkehr, Nachrichten .....	883	894	914	38,7	41,2	42,7
Handel, Gaststätten .....	777	790	798	37,7	40,3	41,9
Verkehr und Nachrichten .....	106	104	116	46,2	48,1	48,3
sonst. Dienstleistungen insgesamt .....	1 012	1 086	1 155	51,9	55,6	57,4
Kreditanstalte, Versicherungen .....	87	87	91	62,1	65,5	65,9
Dienstleistungen f. Unternehmen ...	400	428	479	51,8	54,4	57,0
Öffentl. u. priv. Dienstleistungen ...	525	571	584	50,3	54,8	56,5
Wirtschaft insgesamt .....	2 850	2 921	3 014	45,8	48,6	50,0

Quelle: Statistisches Bundesamt: Fachserie 1, Reihe 4.1.1, versch. Ausgaben. – Berechnungen des ZEW.

Vielmehr ist dies vor allem in den USA vor dem Hintergrund zu sehen, daß sowohl die Anzahl der Selbständigen als auch die Anzahl der abhängig Beschäftigten in den neunziger Jahren zugenommen hat. In Deutschland ist die Zahl der Selbständigen hingegen bei rückläufiger Gesamtbeschäftigung nur leicht gestiegen. Zudem ist zu vermerken, daß dieser Zuwachs aus der wachsenden Zahl von Selbständigen ohne Beschäftigten resultiert (Tab. 4-4), während die Anzahl der Selbständigen mit Beschäftigten seit 1994 rückläufig ist. Eine Ausnahme bilden die beiden Bereiche unternehmensorientierte Dienstleistungen und Verkehr/Nachrichten, in denen auch die Anzahl der Selbständigen mit Beschäftigten in den letzten Jahren angestiegen ist.

Insgesamt ist die Arbeitsplatzeffektivität der Selbständigkeit in den letzten Jahren gesunken. Bezogen auf die Zahl der neuen Selbständigen werden heute weniger Arbeitsplätze durch den Wechsel in die Selbständigkeit geschaffen als zu Beginn der neunziger Jahre.

### Gründungen und Schließungen

Selbst wenn alle Gründungen die Marktpositionen etablierter Unternehmen besetzen, gibt es bereits einen „Verjüngungseffekt“. Dies wäre angesichts der mit dem Markteintritt häufig zu beobachtenden Innovationsaktivität zwar positiv zu bewerten. In Branchen, in denen Gründungen und Schließungen einander die Waage halten, sind jedoch die Verdrängungseffekte höher, weil in aller Regel mit der Neugründung weniger Arbeitsplätze geschaffen werden als durch die Schließung entfallen.

- Hohe – im Trend jedoch abnehmende – Gründungsüberschüsse ergeben sich in den technologieintensiven Dienstleistungssektoren (Abb. 4-13), in den Zweigen der Spitzentechnik und bei den unterneh-

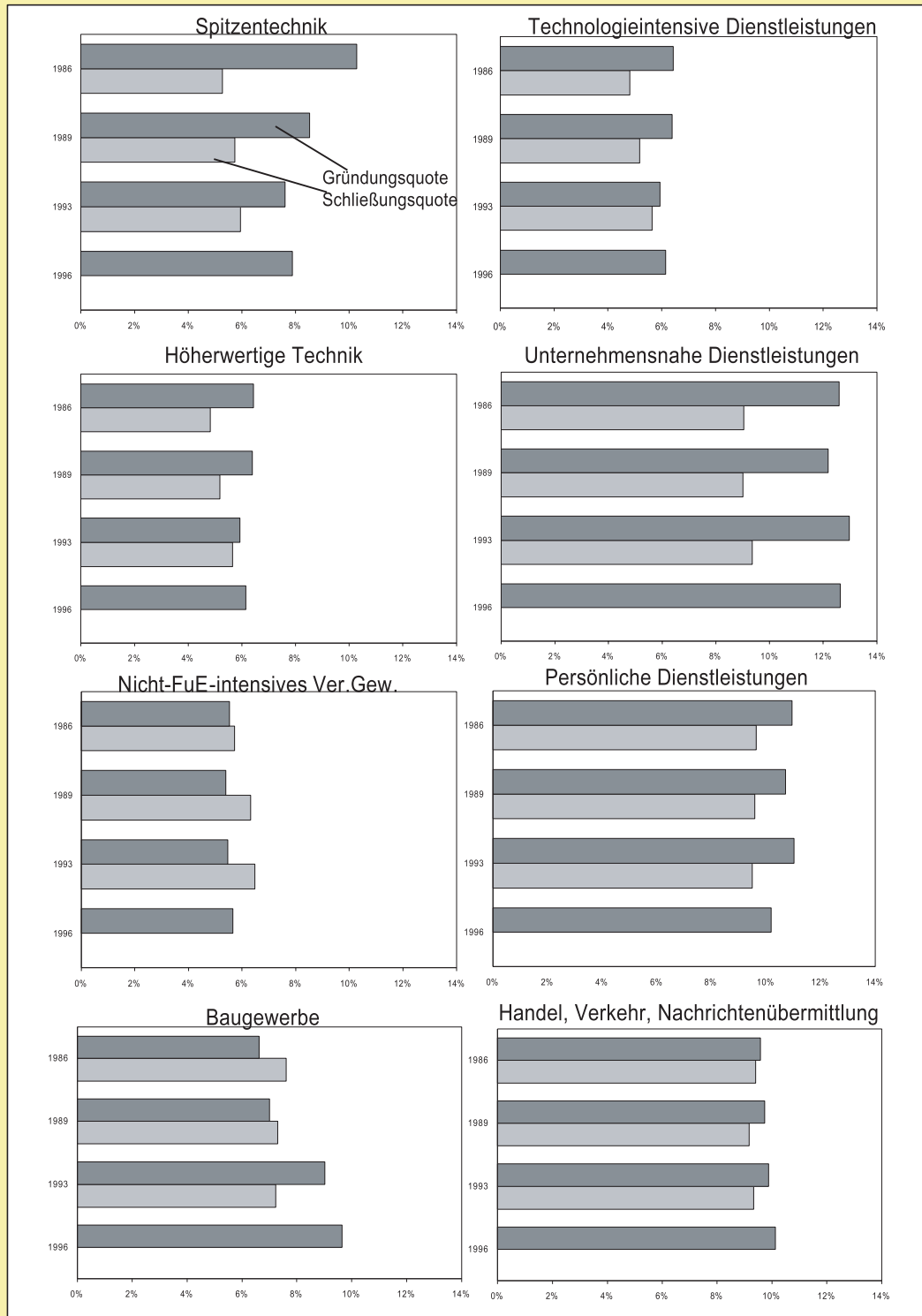
mensnahen Dienstleistern. Dies deutet auf eine weiterhin zunehmende Bedeutung dieser Bereiche hin. Intensiver Wettbewerb um neue Ideen findet dabei vor allem in den wissensintensiven Dienstleistungsbranchen statt.

- In der Höherwertigen Technik halten sich Gründungen und Schließungen in den 90er Jahren dagegen in etwa die Waage. Der in den 80er Jahren noch vorhandene Gründungsüberschuß nahm im Laufe der Zeit ab. In der Höherwertigen Technik und in der übrigen Industrie beschränkt sich die Unternehmensdynamik im wesentlichen auf einen Austausch der Unternehmen und damit auf intrasektoralen Strukturwandel sowie auf eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch die „Auslese“ der Betriebe.
- Die übrige Industrie verbucht in den 90er Jahren einen Schließungsüberschuß, also eine Abnahme der Anzahl der Betriebe. Leichte Expansionstendenzen zeigen sich dagegen bei haushaltsbezogenen Dienstleistungen und in den Bereichen Handel, Transport und Verkehr.

Gründungs- und Schließungsquoten sind primär durch die branchenspezifischen Marktein- und -austrittskosten und die Wachstumsdynamik bedingt. Mittelfristige Markterwartungen schlagen sich auf die Gründungs-, kurzfristige konjunkturelle Effekte hingegen eher auf die Marktaustrittsdynamik nieder:

- Der Anstieg der Schließungen in der Industrie ist als Reflex auf die Wirtschaftskrise in den 90er Jahren zu werten.
- Der starke Rückgang der Gründungsquote in der Spitzentechnik in den Jahren 1989 und 1993 hängt hingegen eher mit den allgemein ungünstigen Markterwartungen zusammen; er ist weniger als strukturell-langfristiger Rückgang zu interpretieren.

**Abb. 4-13: Betriebsgründungs- und Schließungsquoten in ausgewählten Wirtschaftsgruppen in den alten Bundesländern (einschließlich West-Berlin)<sup>64</sup>**



Quelle: IAB: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des ZEW.

<sup>64</sup>) Angaben über Betriebsschließungen für das Jahr 1996 sind nicht verfügbar. Die Gründungsquote wird berechnet als Anzahl der neuen Betriebe im Jahr t dividiert durch die Anzahl der existierenden Betriebe am 30. Juni des Vorjahres. Als neue Betriebe werden nur solche Betriebe definiert, deren Betriebsnummer in den letzten drei Jahren nicht in der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auffindbar ist.

### 4.3 Die langfristige Basis: Bildung, Wissenschaft und Forschung

Ob die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft nachhaltig ist, wird langfristig an den Schulen und Universitäten entschieden. Denn Bildung, Wissenschaft und Forschung sind die entscheidenden Potentialfaktoren für Wachstum, Innovation und Beschäftigung. Gut ausgebildete Arbeitskräfte und Wissenschaftler führen zu einer höheren Wissensproduktion und tragen zu einer schnellen Verbreitung des Wissens bei. Qualifizierte Arbeit und ein hoher Leistungsstand der wissenschaftlichen Forschung sind deshalb der Faktor, den hochentwickelte Volkswirtschaften wie Deutschland im internationalen Standortwettbewerb in die Waagschale legen können. Innovationen sind letztlich das Ergebnis der Investitionen in Bildung und Wissenschaft. Fehlt es dort, so könnte sich dies als Hemmschuh für Innovation, Wachstum und Beschäftigung erweisen.

Der aktuelle Aufschwung bietet die Möglichkeit, die langfristige Basis für die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft – Bildung und Wissenschaft – wieder intensiver als zuletzt beobachtet auszubauen. Fehlentwicklungen in diesen Bereichen beeinträchtigen noch nicht unmittelbar die technologische Leistungsfähigkeit, sondern zeigen erst mit zeitlichen Verzögerungen von zehn bis 15 Jahren Wirkung. Solche Fehlentwicklungen sind auch nur schwer und nur zu hohen Kosten zu korrigieren. An den Investitionen in Bildung und Wissenschaft zeigt sich vor allem, ob der Zukunftsvorsorge ausreichend Rechnung getragen wird.

#### 4.3.1 Entwicklung des Qualifikationsbedarfs

Mit Blick auf die Anforderungen an Bildung und Wissenschaft ist ein Blick auf die langfristigen Entwicklungstendenzen der Wirtschaftsstruktur sowie auf die Anforderungen an die beruflichen Qualifikationen erforderlich.

Der Trend zur höheren Qualifikation ergibt sich vor allem aus der steigenden Nachfrage der Unternehmen nach qualifizierten Arbeitskräften. Moderne Produkte und Herstellungsverfahren beanspruchen in allen Wirtschaftszweigen immer mehr Bildung und Wissen. Arbeitsplätze mit hohen Anforderungen an das Qualifikationsniveau werden deshalb eher zögerlich abgebaut. In manchen Branchen werden sie gar verstärkt nachgefragt, während die Nachfrage nach geringer qualifiziertem Personal zurückgeht. Insbesondere der wachsende Bereich wissensintensiver Dienstleistungen (Abschnitt 4.1.5) verlangt besser qualifizierte Arbeitskräfte. Dies ist mit veränderten Anforderungen an die Ausbildung und die berufliche Qualifikation der Arbeitskräfte verbunden.

Der Trend zur „Dienstleistungsgesellschaft“ basiert sowohl auf zunehmenden Vorleistungen aus dem Dienstleistungssektor als auch auf vermehrten Dienstleistungstätigkeiten, die innerhalb der Industrie immer stärker komplementär zur Güterproduktion gefordert sind (bspw. für Planung, Forschung, Marketing, Finanzierung, Software, Wartung, Schulung, Logistik usw.). In Deutschland ansässige Industriefirmen agieren weitgehend als Anbieter von Systemdienstleistungen rund um das Produkt. Deutschland weist immer noch einen vergleichsweise kleinen Dienstleistungssektor auf, weil

Dienstleistungstätigkeiten häufig unter dem Dach eines Industrieunternehmens erbracht und damit institutionell dem Industriesektor zugerechnet werden. Aber auch die „Versorgung“ der Bevölkerung mit Dienstleistungstätigkeiten ist in Deutschland niedriger als in den meisten anderen hochentwickelten Volkswirtschaften.

Innerhalb der Industriebetriebe haben sich immer stärker Dienstleistungstätigkeiten durchgesetzt, herstellende Tätigkeiten werden immer weniger benötigt. Die Dienstleistungsintensität der Verarbeitenden Industrie lag 1997 im Durchschnitt bei gut 35 vH (Tab. A-7). In etlichen FuE-intensiven Industrien ist bereits ein teilweise deutlich höherer Anteil der Beschäftigten außerhalb der Fertigung tätig. Aber auch in den relativ fertigungsintensiven Bereichen Maschinen- und Automobilbau sowie Elektrotechnik sind die Dienstleistungstätigkeiten im Verlauf der 90er Jahre deutlich ausgeweitet worden. Die Dienstleistungsintensivierung innerhalb der Industrie ist mit Verschiebungen im Personal hin zu höher qualifizierten Arbeitskräften verbunden (Tab. A-8). Insbesondere der Anteil hochqualifizierter Angestellter mit Hochschulabschluß ist im industriellen Durchschnitt von 15 vH im Jahr 1990 (früheres Bundesgebiet) auf 19 vH im Jahr 1997 (Deutschland) gestiegen.<sup>65)</sup>

Mittlerweile verfügen gut 72 vH der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der gewerblichen Wirtschaft über eine abgeschlossene Berufsausbildung (Tab. A-9). Damit ist der Anteil der gering qualifizierten Personen im Verlauf der 90er Jahre um fast fünf Prozentpunkte gesunken. Hierin kommt auch die stärkere Betroffenheit dieser Gruppe in der Rezession zum Ausdruck: Das Arbeitslosigkeitsrisiko von gering Qualifizierten ist mehr als doppelt so hoch wie das von Personen mit Berufsabschluß (vgl. Abschnitt 4.3.2.2).

Vor allem hochqualifizierte Personen werden verstärkt nachgefragt (Tab. A-10). Der Anteil der Beschäftigten mit Fachhochschul- oder Universitätsabschluß in der gewerblichen Wirtschaft liegt inzwischen bei knapp 8 vH<sup>66)</sup> gegenüber rund 5½ vH im Jahr 1990. In einzelnen FuE-intensiven Industrien liegen die Anteile z. T. deutlich darüber. Vor allem im stark expandierenden Bereich unternehmensorientierter, innovativer- und technologiegetriebener Dienstleistungen ist die Hochqualifiziertenquote auf 16 vH<sup>67)</sup> gestiegen.<sup>68)</sup>

<sup>65)</sup> Durch die überdurchschnittlich hohen Quoten von Hoch- und Fachhochschulabsolventen in der ostdeutschen Industrie ist der Anstieg der hochqualifizierten Angestellten von 1990 bis 1997 bei wechselnder Gebietsstandsbetrachtung etwas überzeichnet, läßt sich aber auch anhand der Entwicklung in Westdeutschland im Vergleich der Jahre 1990 und 1996 nachweisen.

<sup>66)</sup> Unterschiede in der Absorption von (hochqualifizierten) Hochschulabsolventen zu den in Abschnitt 4.3.2.2 für den internationalen Vergleich zusammengestellten Daten ergeben sich vor allem daraus, daß hier zum einen lediglich die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, zum anderen auch nur die Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft betrachtet werden. Selbständige, Freiberufler, Beamte sowie die öffentlich bediensteten Angestellten sind an dieser Stelle somit nicht erfaßt.

<sup>67)</sup> In den jungen, innovativen Dienstleistungsbranchen (Hardwareberatung, Software und Datenverarbeitungsdienste) ist sie teilweise noch erheblich höher.

<sup>68)</sup> Der steigende Anteil von Personen mit hoher Qualifikation in der deutschen Wirtschaft ist zum Teil auch auf den allgemein Anstieg des Ausbildungsniveaus und die größere Zahl gut ausgebildeter Personen zurückzuführen. Unternehmen können aufgrund des Arbeitskräfteangebots zwischen verschiedenen Qualifikationsniveaus wählen und besetzen oftmals Stellen mit hochqualifiziertem Personal. Dies geht letztlich zulasten der weniger gut ausgebildeten Personen.

In der Industrie ist der Zuwachs an hochqualifiziertem Personal überwiegend auf einen verstärkten Einsatz von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren zurückzuführen, die über die Schlüsselqualifikationen für technische Innovationen verfügen. Da jedoch vom Automobilbau abgesehen in der deutschen Industrie zumindest bis 1996 eine sehr zurückhaltende FuE-Neigung zu verzeichnen war, dürfte das zusätzlich engagierte hochqualifizierte Personal weniger in der Entwicklung technischer Innovationen als vielmehr in anderen hochwertigen Dienstleistungsfunktionen Beschäftigung gefunden haben.

Ein immer größerer Teil der Hochschulabsolventen findet eine Beschäftigung in Dienstleistungsbereichen. Dort werden zwar auch verstärkt Naturwissenschaftler/Ingenieure eingesetzt. Unternehmensorientierte Dienstleistungen, Kreditinstitute/Versicherungen und Verkehr/Nachrichten absorbieren hingegen immer mehr Akademiker aus anderen Fachbereichen.

#### 4.3.2 Bildungsanstrengungen

Hochqualifizierte, sich ständig weiterbildende Fachkräfte sind mit Abstand der wichtigste Faktor für erfolgreiche FuE-Aktivitäten. Sie sind auch für die Anwendung von technischem Wissen in den Unternehmen unabdingbar. Die Verfügbarkeit von genügend (hoch)-qualifizierten Erwerbepersonen ist die Basis für die technologische Leistungsfähigkeit einer Gesellschaft.

Die Quantifizierung der Bildungsanstrengungen in Deutschland und ihre Einordnung in die internationalen Trends sind überwiegend auf die Ausgaben für den Bildungsprozeß selbst beschränkt. Dabei wird unterstellt, daß es einen positiven, zwischen den Ländern in etwa vergleichbaren Zusammenhang zwischen den Kosten der Bildung und der Verbesserung der Qualifikationen gibt. Auf der Outputseite wird dabei vor allem der „formale Abschluß“ in groben Kategorien betrachtet,<sup>69)</sup> wobei von außen nicht unmittelbar erkennbar ist, ob die nach formalen Kriterien ermittelten Hierarchien zwischen den Volkswirtschaften auch hinsichtlich ihrer „Produktivität“ die tatsächlichen Leistungsunterschiede widerspiegeln. Zudem bestehen zwischen dem „Input“ des Bildungssystems und dem erforderlichen Leistungsstand der Absolventen oft jahrzehntelange Zeitabstände, so daß eine Evaluierung der Leistungsfähigkeit der Bildungssysteme auch von daher auf der Basis der vorgelegten Indikatoren nur schwer möglich ist.

##### 4.3.2.1 Bildungsanstrengungen in Deutschland im internationalen Vergleich

###### Ausgaben

Die Ausgaben der Gesellschaft zum Ausbau der Wissensbasis (d. h. vor allem die staatlichen Ausgaben für Bildung, Weiterbildung und FuE sowie die Ausgaben

<sup>69)</sup> Die Konzepte zur Messung der Qualifikation der Erwerbepersonen knüpfen an die Abschlüsse der schulischen und beruflichen Ausbildung an, die die Personen erworben haben, und berücksichtigen zusätzlich deren Erfahrung. Dies sagt nur der Tendenz nach etwas über die Leistungsfähigkeit von Personen bzw. über die Anforderungen, die ein Arbeitsplatz stellt, aus.

der Wirtschaft für die duale Ausbildung, Weiterbildung und FuE<sup>70)</sup> lassen sich für Deutschland im Jahre 1997 auf 313 Mrd. DM und damit auf 8,6 vH des Inlandsprodukts veranschlagen. Der Anteil der Bildungsinvestitionen am Inlandsprodukt ist damit weiterhin rückläufig (Tab. 4-5 und Tab. A-1).

- Die öffentlichen Ausgaben für Bildung und Ausbildung betragen in Deutschland rund 141 Mrd. DM.
- Die Kosten der Wirtschaft für die duale Ausbildung liegen netto bei etwa 37 Mrd. DM.
- Die betrieblichen Aufwendungen für Weiterbildungskurse lassen sich auf 10 Mrd. DM veranschlagen. In einer weitergefaßten Abgrenzung, die u. a. die Lohnfortzahlung während der Weiterbildungszeit einschließt, können die Weiterbildungskosten der Wirtschaft für 1997 auf 35 Mrd. DM geschätzt werden<sup>71)</sup>.

Die öffentlichen Ausgaben für Bildung und Ausbildung (Grundmittel für die Erstausbildung) haben sich zwischen 1975 und 1990 um knapp 70 vH erhöht und damit langsamer als das Inlandsprodukt (Anteil 1975: knapp 5 vH, 1990: 3½ vH).<sup>72)</sup> Die Bildungsausgaben sind Anfang der 90er Jahre bis 1993 zunächst wieder gestiegen, weil in den neuen Bundesländern ein hoher Umstrukturierungsbedarf vorlag. Seit 1993 nimmt der Anteil der Bildungsausgaben am Inlandsprodukt jedoch wieder ab. Die öffentlichen Mittel für die Hochschulen sind nicht entsprechend dem hohen Bedarf gestiegen. „Überlast“ und Studienbedingungen, Zulassungsbeschränkungen, Abbrecherquoten und lange Studiendauer sprechen nicht dafür, daß dies durch erhöhte Effizienz überkompensiert wurde.

Der Anteil der öffentlichen und privaten Ausgaben für Bildung und Ausbildung am Inlandsprodukt (in der Abgrenzung der OECD, Tab. 4-6) liegt in Deutschland bei 5,8 vH und damit geringfügig unter dem Durchschnitt der Industrieländer, was unter Berücksichtigung des abweichenden Altersaufbaus der Bevölkerung dennoch eine eher überdurchschnittliche Einstufung bedeutet. Er hat wie in den meisten anderen OECD-Ländern erneut etwas nachgegeben. In den skandinavischen Ländern und in Nordamerika wird mit Anteilen von 6½ bis 7 vH am Inlandsprodukt am meisten für Bildungseinrichtungen ausgegeben. Die Ausbildung ist in Deutschland gemessen an den Prokopfausgaben recht intensiv. Gleichwohl sollten Deutschlands Bildungsanstrengungen im Vergleich zu den hochentwickelten Konkurrenzländern nicht zurückbleiben. Es wäre sonst zu befürchten, daß sich die deutsche Position eher verschlechtert, wenn künftig nicht mehr in Erst- und Weiterbildung investiert wird.

<sup>70)</sup> Hinzu kommen die Ausgaben der privaten Haushalte für Bildung und Weiterbildung, die derzeit jedoch nur ansatzweise bestimmt werden können.

<sup>71)</sup> Diese Abgrenzung wurde bspw. im Vorjahresbericht verwendet.

<sup>72)</sup> Eine wichtige Rolle spielte dabei die demografische Entwicklung, die trotz Intensivierung der Bildung (Lehrer/Schülerrelation) zu geringerem Bedarf im Primar- und Sekundarbereich I führte. Auf der anderen Seite nahm die Zahl der Abiturienten und Studenten erheblich zu; ebenso stieg die Nachfrage nach Hochschulabgängern. Dem wurde nicht durch eine entsprechende Ausweitung der Mittel im Tertiärbereich Rechnung getragen.

Tab. 4–5: FuE- und Bildungsausgaben in der Bundesrepublik Deutschland 1992 bis 1997

	in Mrd. DM					
	1992	1993	1994	1995	1996 <sup>1)</sup>	1997 <sup>1)</sup>
(1) Forschung und Entwicklung.....	76,2	76,6	77,2	79,5	81,0	87,0
<b>nach finanzierenden Sektoren</b>						
Staat.....	27,3	28,0	28,6	29,3	30,1	30,4
Priv. Org. o. Erw.....	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Ausland.....	1,5	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6
Wirtschaft.....	47,0	47,1	47,0	48,6	49,2	54,8
<b>nach durchführenden Sektoren:</b>						
Staat, Priv. Org. o. Erw.....	10,8	11,5	11,6	12,3	12,3	12,4
Hochschulen.....	13,2	13,8	14,4	14,4	15,0	15,1
Wirtschaft.....	52,3	51,2	51,2	52,8	53,6	59,5
(2) Bildung und Ausbildung <sup>2)</sup> .....	162,6	174,0	177,3	188,3	193,0	194,4
(a) Staat:.....	120,7	129,3	131,7	138,3	140,7	140,8
Schulen und vorschulische Bildung <sup>3)</sup> .....	85,5	93,2	94,8	99,5	101,3	101,3
Hochschulen <sup>3) 4)</sup> .....	15,9	17,0	16,9	18,6	19,2	19,6
Förderung des Bildungswesens <sup>3) 5)</sup> .....	7,3	6,7	6,4	6,2	6,0	5,7
Versorgungszuschlag für Beamte <sup>6)</sup> .....	12,0	12,4	13,5	14,0	14,2	14,2
(b) Unternehmen <sup>7)</sup> .....	29,8	30,1	30,6	33,3	35,3	36,6
(c) Private Haushalte <sup>8)</sup> .....	12,1	14,6	15,0	16,8	17,0	17,0
(3) Weiterbildung <sup>2) 14)</sup> .....	34,4	33,9	31,0	31,7	32,6	31,1
(a) Staat:.....	20,1	19,6	16,6	17,3	18,1	16,7
Sonstiges Bildungswesen <sup>3) 9)</sup> .....	4,0	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5
Bundesanstalt für Arbeit <sup>10)</sup> .....	13,8	13,1	10,1	10,7	11,4	9,9
Öffentlicher Dienst <sup>11)</sup> .....	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
(b) Unternehmen <sup>12)</sup> .....	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
(c) Private Haushalte <sup>13)</sup> .....	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2
Insgesamt (1) + (2).....	238,9	250,5	254,5	267,8	274,0	281,4
(1) + (2) + (3).....	273,3	284,4	285,5	299,5	306,6	312,5

<sup>1)</sup> Bildung und Ausbildung geschätzt anhand von Angaben im Bildungsbudget.

<sup>2)</sup> Nach finanzierenden Sektoren.

<sup>3)</sup> Grundmittel (ohne Versorgungszuschlag und Beihilfe im Krankheitsfall für Beamte).

<sup>4)</sup> Ohne FuE an Hochschulen.

<sup>5)</sup> Förderung für Schüler und Studierende.

<sup>6)</sup> Zuzüglich geschätzter 1,7 Mrd. DM für Beihilfe im Krankheitsfall.

<sup>7)</sup> Nettokosten der Wirtschaft für die Erstausbildung im dualen System (Fortschreibungen des BMBF) zuzüglich Einnahmen der staatlichen Hochschulen von Unternehmen ohne Zahlungen für FuE.

<sup>8)</sup> Einnahmen der staatlichen Schulen, Vorschulen und Förderung des Bildungswesens sowie Zahlungen an private Schulen, Vorschulen und Hochschulen (geschätzt in derselben Höhe wie die staatlichen Zahlungen).

<sup>9)</sup> Volkshochschulen, Bibliotheken, Akademien.

<sup>10)</sup> Geschätzt als die Hälfte der gesamten Ausgaben der BA für berufliche Bildung.

<sup>11)</sup> Geschätzt anhand des Durchschnittswertes je Beschäftigten in den Unternehmen (vgl. Fußnote 12).

<sup>12)</sup> 10,2 Mrd. DM als Schätzwert für Weiterbildungskurse 1992/93 und 1995 auf der Basis von Unternehmensbefragungen des BIBB und des IW. In einer weiter gefaßten Abgrenzung und zuzüglich Lohnfortzahlung ergeben sich lt. IW für 1995 rund 34 Mrd. DM.

<sup>13)</sup> 3,6 Mrd. DM als Schätzwert für 1992 auf der Basis des SOEP zuzüglich Einnahmen der staatlichen Einrichtungen des sonstigen Bildungswesens.

<sup>14)</sup> Ausgaben für den Bildungsprozeß selbst, d. h. ohne Lohnfortzahlung der Unternehmen und ohne Zahlungen der BA für den Lebensunterhalt während der Weiterbildungszeit. Zuzüglich solcher Opportunitätskosten ergeben sich weit höhere Zahlen.

Quelle: Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des DIW nach Angaben der SV-Wissenschaftsstatistik, des BMBF, des Statistischen Bundesamtes, des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW).

Tab. 4–6: Indikatoren zur Bildung und Ausbildung für ausgewählte OECD-Länder 1995

	GER	USA	JPN	FRA	ITA	GBR	nachrichtlich: Durchschnitt der OECD-Länder <sup>1)</sup>
<b>Ausgaben für Bildung und Ausbildung in vH des BIP</b>							
Insgesamt.....	5,8	6,7	4,7	6,3	4,7	.	5,9
darunter:							
Öffentliche Ausgaben .....	4,5	5,0	3,6	5,8	4,5	4,6	4,7
<b>Ausgaben je Ausbildungsperson</b>							
in KKP-\$ .....	5 972	7 905	4 991	5 001	5 157	4 222	5 206
in vH des Pro-Kopf-Einkommens .....	29	30	23	25	26	24	26
davon:							
Elementarbereich .....	21	<i>n.v.</i>	11	16	17	28	16
Primarbereich .....	16	20	19	17	24	19	18
Sekundarbereich .....	<i>n.v.</i>	26	20	31	27	24	25
Tertiärbereich .....	43	61	40	33	26	40	49
<b>Tertiärbereich</b>							
Ausgaben je Student in KKP-\$.....	8 897	16 262	8 768	6 569	5 013	7 225	10 444
durchschnittliche Länge des Studiums in Jahren <sup>2)</sup> .....	5,1	3,5	.	4,7	4,2	3,4	4,1
Ausgaben je Studium in Tsd. KKP-\$ .....	45,0	56,9	.	30,8	20,8	24,6	28,9 <sup>3)</sup>
<b>Höchster erreichter Ausbildungsstand in vH der Bevölkerung im Alter von 25 bis 64 Jahren (1996)</b>							
Elementar-, Primar- und Sekundarbereich I.....	19	14	.	40	62	24	40
Sekundarbereich II .....	60	52	.	41	30	55	40
Tertiärbereich .....	22	34	.	19	8	22	23

<sup>1)</sup> Einschließlich der neuen Mitgliedsländer Mexiko, Südkorea, Tschechische Republik, Ungarn und Polen.

<sup>2)</sup> 1994 (USA 1993).

<sup>3)</sup> Ungewichteter Durchschnitt.

Quelle: OECD: Education at a Glance, Paris 1998. – Berechnungen des DIW.

## Strukturen

Deutschland investiert besonders viel in den Sekundarbereich. Dies liegt vor allem an den hohen Investitionen der Wirtschaft in die duale Berufsausbildung. In Deutschland hat sich eher eine breite Ausbildung mit hohen Standards herausgebildet als eine konzentrierte „Spitzenausbildung“. Dies hat mit der spezifischen Ausprägung des Innovationspotentials in Deutschland zu tun, das eher auf den Bereich der Höherwertigen als den der Spitzentechnologie orientiert ist (vgl. Abschnitt 2). Andererseits tragen die Schwerpunkte der Ausbildung die Tendenz in sich, die gegebenen Strukturen zu konservieren.

Die USA und der übrige englischsprachige Raum engagieren sich hingegen überdurchschnittlich im Tertiärbereich.

reich. Dort deutet der internationale Vergleich insofern auf strukturelle Defizite hin, als in Deutschland – wie im gesamten deutschsprachigen Raum – ein abgeschlossenes Studium wegen der meist langen Studiendauer besonders teuer ist. Es kostet in Deutschland nahezu doppelt so viel wie im Durchschnitt der OECD-Länder und liegt weit über den entsprechenden Ausgaben in Frankreich, Großbritannien und Kanada. Das Studium wird in diesen Ländern in weit kürzerer Zeit bewältigt. In Deutschland haben Studierwillige nur über Fachhochschulen die Möglichkeit, kürzere Studiengänge mit Abschlußmöglichkeit zu wählen.

Ein Vorteil von kürzeren Studienzeiten ist: Junge Leute mit Hochschulabschluß bringen ihr Wissen früher in den Innovationsprozeß ein, es verbleibt eine längere ökonomische „Verwertungszeit“ des Wissens. Gegenzurech-



**Tab. 4–7: Hochqualifiziertenquote ausgewählter Industrieländer, 1991 bis 1998 (in vH der Erwerbstätigen)**

		1991	1993	1995	1996	1997	1998	Wachstum 1991–1997
GER (ABL)	Hochschulabschluß.....	11,7	12,9	13,9	15,1	15,6		3,8
USA	College Degree .....	27,0	27,7	28,7	29,1	29,4	30,1	2,4
FRA	Diplôme supérieur + Baccalauréat + 2 ans.....	16,7	19,0	20,5	21,3	22,0	22,5	5,2
	Diplôme supérieur .....	8,2	9,3	10,0	10,4	10,9	11,2	2,6
NED	University education + Vocational colleges .....	21,9		25,3	26,0	26,3		4,4
	University education.....	6,9		7,9	8,3	8,7		1,7
BEL	Enseignement universitaire.....	8,4	8,7	9,1	9,6	10,3		1,9
GBR	Degree or equivalent + higher education qualification <sup>a)</sup> .....	20,0	22,0	23,0		24,8		Ca. 5
	Degree or equivalent.....	12,0	13,0	14,0		15,1		Ca. 3
SWE	Third level education >=3 years + Postgraduate .....	11,8	12,1	13,4	13,3	13,7		1,9
ESP	Superiores, Nivel anterior al superior (>=3 years) .....		12,5	14,1	15,3	15,9	16,6	
	Superiores (>=5 years) .....		6,2	7,3	7,9	8,2	8,7	

<sup>a)</sup> Higher qualification enthält Krankenschwestern und Grundschullehrer.

Für FRA (1991–1997) und GBR (1991–1995) wird der Anteil der Hochschulabsolventen an den Erwerbstätigen mittels der qualifikatorischen Arbeitslosenquote und der Qualifikationsstruktur der Erwerbspersonen bestimmt.

GBR: Nur erwerbstätige bzw. hochqualifizierte Frauen im Alter 16–60. USA: Alter 25–64. Sonst von 15/16 Jahren bis 64/65.

Quelle: Früheres Bundesgebiet: Statistisches Bundesamt Fachserie 1 Reihe 4.1.2, Aprilwerte, USA: Bureau of Labour Statistics, Jahresdurchschnitt, FRA: Le marché du travail, 2 Quartal, NED: Statistical Yearbook of the Netherlands, BEL: Statistiques Sociales, GBR: Labour Force Survey, SWE: Statistical Office Sweden, ESP: Boletín de Estadísticas Laborales, Berechnungen des ZEW.

nen wäre hingegen die mit der längeren Studiendauer erworbene höhere Qualifikation deutscher Absolventen mit entsprechend höher zu veranschlagender Produktivität. Hinter der Frage „kurze oder lange Studienzeiten“ stecken grundsätzlich verschiedene gesellschaftliche Vorstellungen zur beruflichen Ausbildung, die miteinander konkurrieren und unterschiedliche Konsequenzen haben:

- In den USA wird im Schwerpunkt in eine kurze allgemeine Ausbildung investiert, die später durch spezifische Anpassungsqualifikationen je nach beruflicher Erfordernis aufzustocken ist.
- In Deutschland richtet sich hingegen bereits die (lange) Erstausbildung sehr stark nach den spezifischen beruflichen Erfordernissen.

Während in Deutschland der erreichte Abschluß der Erstausbildung in der Regel höher zu bewerten ist als die Masterabschlüsse in den USA, führt dies zu Nachteilen hinsichtlich der beruflichen, sektoralen und regionalen Mobilität: Spezifisches Ausbildungskapital ist schwerer substituierbar als allgemeines, Technologie- und Wissenstransfer über Köpfe verlangsamen sich, die regionale Bindung nimmt mit höherem Alter zu. Dieser Nachteil wiegt insbesondere in Zeiten technologischer Schübe schwer, wenn einzelne Anwendungsmöglichkeiten speziellen Wissens entfallen. Ein auf enge beruf-

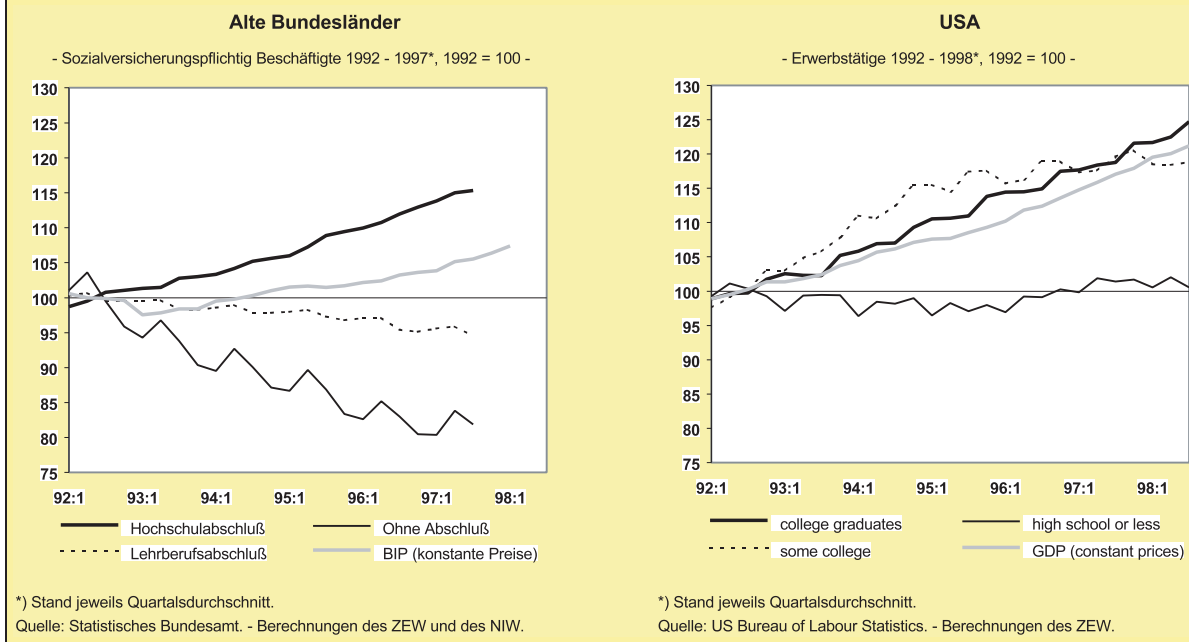
liche Spezialisierung ausgerichtetes Bildungssystem ist nur dann effizient, wenn sich die beruflichen Anforderungen nur langsam ändern, der sektorale Strukturwandel mittelfristig absehbar ist und technologische Veränderungen vorwiegend inkrementaler Natur sind. In Zeiten schnellen Strukturwandels sind Anpassungsprobleme unvermeidlich. In Deutschland spielen berufsspezifische Qualifikationen die zentrale Rolle, so daß branchenübergreifende Arbeitsplatzwechsel recht selten sind. Anders ist dies bspw. in Frankreich und in den USA, wo der allgemeine Erwerb von Qualifikationen im Vordergrund steht.<sup>73)</sup>

#### 4.3.2.2 Ausbildungsstand im internationalen Vergleich

##### Ausbildungsstand

Vom Ausbildungsstand der Erwerbsbevölkerung, von der Intensität und Qualität in den verschiedenen Ausbildungsgängen und vom überdurchschnittlich hohen Anteil von Naturwissenschaftlern und vor allem Ingenieuren her betrachtet sind die Voraussetzungen in Deutschland immer noch sehr gut, um auch in Zukunft im

<sup>73)</sup> Vgl. Chr. F. Büchtemann und K. Vogler-Ludwig (1997), Das deutsche Ausbildungsmodell unter Anpassungszwang: Thesen zur Humankapitalbildung in Deutschland.

**Abb. 4-14: Wirtschaftswachstum und Beschäftigung nach Qualifikation**

technologischen Leistungswettbewerb eine Spitzenposition einnehmen zu können. Allerdings gibt es in Deutschland relativ wenige Naturwissenschaftler/ Ingenieure unter den jungen Erwerbspersonen, und ihre Zahl wird möglicherweise sogar noch abnehmen. Erste Engpässe, die von den Unternehmen auch als gravierendes Innovationshemmnis gewertet werden, zeigen sich vor allem in der Ausstattung mit Absolventen in relativ „jungen“ Fachzweigen wie der IuK-Technologie (vgl. Abschnitt 4.3.2.3).

Besondere Aufmerksamkeit lenkt – gerade auch bei der Präsentation international vergleichbarer Studien – die Ausstattung der hochentwickelten Volkswirtschaften mit Akademikern auf sich. Auf den ersten Blick betrachtet mag es daran in Deutschland im Vergleich zu den USA und anderen Ländern mangeln. Denn der Anteil der Hochschulabsolventen an den Beschäftigten ist mit 15½ vH vergleichsweise niedrig. Auf der anderen Seite zeigt ein zweiter Blick, daß die Ausbildungsgänge in vielen Ländern insofern kaum mit den deutschen vergleichbar sind, als dort häufig Kurzzeitstudiengänge angeboten werden (Tab. 4-7), in denen die Intensität der Ausbildung naturgemäß nicht so hoch sein kann wie in Deutschland.<sup>74)</sup> Dies gilt insbesondere für die angelsächsischen Länder.

Bemerkenswert ist, daß in Frankreich und Belgien trotz kürzerer Regelstudienzeit der Anteil der Hochschulabsolventen mit 11 vH deutlich niedriger ausfällt als in Deutschland.<sup>75)</sup> Unabhängig von Abgrenzungs- und Vergleichsproblemen ist festzustellen, daß die Hoch-

qualifiziertenquote in allen entwickelten Volkswirtschaften zunimmt. Die Wissensintensivierung ist also ein weltweites Phänomen.

#### Ausbildungsstand und Arbeitslosigkeit

Zwar hat die Arbeitslosigkeit mittlerweile alle Qualifikationsstufen erfaßt. Bildungsinvestitionen sind jedoch immer noch die beste Versicherung gegen Arbeitslosigkeit: Bei Meistern/Technikern und Hochschulabsolventen liegt die Arbeitslosenquote bei 5 vH. Bei Lehrberufsabsolventen beträgt sie über 8 vH, ist damit jedoch nicht einmal halb so hoch wie bei Unqualifizierten (18 vH). Dennoch zeigen sich im internationalen Vergleich deutliche Unterschiede: Während in den USA und Großbritannien, aber auch in Belgien und Frankreich die Arbeitslosenquote monoton mit einem höheren Ausbildungsstand abnimmt, verharrt sie in Deutschland und den Niederlanden ab der Meister-/Techniker-Ebene auf einem relativ hohen Niveau (Tab. 4-8).

Die Beschäftigungsschwellen sind in Deutschland im Zeitablauf für jene gestiegen, die keinen Hochschulabschluß haben, für Personen ohne Lehrberufsabschluß haben sich Wachstum und Beschäftigung gar völlig entkoppelt (Abb. 4-14). 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. Dies gilt insbesondere für Personen ohne Berufsabschluß. In den USA ist dies anders. Dort sind aufgrund der spezifischen Arbeitsmarktbedingungen die Beschäftigungschancen der mittleren Qualifikationsebene kaum geringer als die von Akademikern. Auch bei wenig Qualifizierten steigt das Beschäftigungsniveau immer noch leicht an, trotz des fortwährenden Rückgangs des Angebots niedrigqualifizierter Arbeitskräfte.

<sup>74)</sup> In Frankreich und Spanien bedeutet dies bspw. eine Verdoppelung des Hochqualifiziertenanteils, in den Niederlanden eine Verdreifachung. Zudem variiert die Regelstudienzeit: In Großbritannien drei bis vier, in Frankreich vier und in Deutschland fünf Jahre.

<sup>75)</sup> Ein für internationale Vergleiche geeigneter Indikator für die Ausstattung mit akademischem Wissen sollte daher aus einer Gewichtung der Abschlüsse mit der Ausbildungsdauer gebildet werden.

Tab. 4–8: Qualifikatorische Arbeitslosenquote im internationalen Vergleich

USA	1993	1997	GBR	1995	1997
Less than high school .....	10,8	8,1	No qualification.....	14,5	12,0
High school no college .....	6,3	4,3	Below GCSE grades <sup>a)</sup> .....	10,7	8,1
Some college (1 to 3 years) .....	5,2	3,3	Further education/GCSE grades.....	7,3/8,1	4,9/6,8
College graduates 4 years or more.	2,9	2,0	Higher education and degree <sup>b)</sup> .....	4,2	3,3
			Post-graduate.....	n.a.	2,8
<b>GER (ABL)</b>	<b>1993</b>	<b>1997</b>	<b>NED</b>	<b>1993</b>	<b>1997</b>
Ohne Berufsabschluß.....	12,4	18,1	Primary /Junior general sec./		
Lehrberufsabschluß .....	6,2	8,2	Pre-vocational education .....	13,4	12,1
Meister und Techniker.....	3,9	5,2	Senior vocational college .....	5,1	4,6
Fachhochschule .....	4,3	4,9	Vocational colleges .....	5,0	4,0
Universität .....	4,2	4,9	University education .....	6,0	5,0
<b>BEL</b>	<b>1993</b>	<b>1997</b>	<b>FRA</b>	<b>1993</b>	<b>1997</b>
Enseig. Primaire ou non.....	11,8	21,0	aucun diplôme ou non déclaré.....	18,8	20,9
Enseig. Secondaire supérieur/inférieur .....	7,3	10,8	CAP ou BEP ou équivalent (vocational college).....	10,4	11,0
Enseig. Supérieur non universitaire de type court/long .....	4,1	4,7	Diplôme de niveau supérieur + baccalauréat et deux ans.....	6,6	7,9
Enseig. Universitaire .....	3,3	3,8			

<sup>a)</sup> GCSE: General certificate of secondary education.

<sup>b)</sup> Higher qualification includes nursing and teaching qualification. Für GBR sind 1993er Daten nicht erhältlich.

Quelle: USA: Bureau of Labour Statistics Data. – FRA: Le marché du travail. – NED: Statistical Yearbook of the Netherlands. – Früheres Bundesgebiet: Statistisches Bundesamt Fachserie 1 Reihe 4.1.2. – BEL: Statistiques Sociales. – GBR: Educational Training Statistics for the UK. – Berechnungen des ZEW.

Hauptsächlich kommt es in Deutschland darauf an, Arbeitsplätze für weniger Qualifizierte zu schaffen. Dies wird im wesentlichen nur durch eine Erhöhung der Flexibilität, die Senkung der Arbeitskosten und eine adäquate Lohn- und Einkommenspolitik zu bewerkstelligen sein. Zusätzlich könnten Innovationen als „Zugpferd“ dienen, um indirekte „Komplementaritätseffekte“ zu realisieren: Über Innovationen und den Einsatz von Hochqualifizierten können neue Betätigungsfelder geschaffen werden, die über eine Mengenausweitung auch Beschäftigungsmöglichkeiten für weniger Qualifizierte bieten.

Dennoch wird die Lösung des Problems keine einfache Aufgabe sein: Die Herausforderung für die Bildungspolitik liegt darin, jenen Menschen neue Chancen zu verschaffen, deren Erwerbsmöglichkeiten durch den Strukturwandel entwertet worden sind, und Qualifizierungsmöglichkeiten für diejenigen zu schaffen, die den Anforderungen des Dualen Ausbildungssystems nicht gewachsen sind. Bildung ist die beste Versicherung gegen Arbeitslosigkeit. Die Konsequenzen zur Bekämpfung der strukturellen Arbeitslosigkeit im Bereich der Niedrigqualifizierten sind jedoch vor allem im Arbeitskostenbereich zu ziehen.

## Weiterbildung

Immer wichtiger wird zudem ständige Weiterbildung, weil die ökonomisch verwertbaren Halbwertszeiten des Wissens immer kürzer werden. Im internationalen Vergleich ist die deutsche Position bei der Weiterbildung schwer zu beurteilen, denn die Angaben über die Beteiligung an Weiterbildungsmaßnahmen variieren. Im EU-Vergleich bieten die Unternehmen in Deutschland zwar besonders viele Weiterbildungsmaßnahmen an, allerdings sind die Teilnehmerquoten relativ gering. Alle Informationen deuten jedoch darauf hin, daß die Zahl von Weiterbildungsteilnehmern gegenüber den 80er Jahren deutlich gestiegen ist,<sup>76)</sup> daß sie vielleicht gar maßgeschneiderter geworden sind. Denn gleichzeitig hat sich der Trend zur Verkürzung der Maßnahmen, die zu über der Hälfte im eigenen Betrieb stattfinden, fortgesetzt.<sup>77)</sup> Die

<sup>76)</sup> Auch erste Ergebnisse aus der aktuellen Erhebung „Berichtssystem Weiterbildung“ des BMBF lassen eine nochmalige Zunahme der Weiterbildungsbeteiligung seit 1994 erwarten.

<sup>77)</sup> Angesichts der zunehmenden Bedeutung von Weiterbildung fällt es besonders ins Gewicht, daß gerade hier die Aufwendungen so schwer zu quantifizieren sind (klassische Formen wie Lehrveranstaltungen, „weiche“ Formen wie Lernen in der Arbeit usw., die insbesondere in einer stärker auf Wissen basierenden Gesellschaft immer wichtiger werden). Dementsprechend kommen die vorliegenden Berechnungen zu einer sehr großen Spannweite der Ergebnisse.

Weiterbildungsbeteiligung steigt naturgemäß mit zunehmendem Qualifikationsniveau der betroffenen Personen (Bildungskumulation): Sie ist bei Hochschulabsolventen und im nichtakademischen Tertiärbereich am höchsten (knapp die Hälfte nimmt mindestens einmal im Jahr an beruflichen Weiterbildungsmaßnahmen teil).

Die Ausgaben für Weiterbildung sollten nicht bei der Erstausbildung eingespart werden, sondern müssen hinzukommen. Zu einem großen Teil ist Weiterbildung als „Ersatzinvestition“ notwendig, um den aktuellen Wissensstand zu halten. Allerdings gilt nach wie vor, daß die Erstausbildung eine zentrale Rolle für die Berufs-, Bildungs- und Innovationsfähigkeit hat. Denn mangelnde Verwertbarkeit von Wissen muß später über Weiterbildung korrigiert werden. Dies ist einerseits kostspielig, andererseits ist die Beteiligung an Weiterbildungsmaßnahmen um so höher und die Erträge sind um so nachhaltiger, je besser die Erstausbildung ist. Insbesondere müssen Erwerbspersonen mit einer geringen Erstqualifikation verstärkt für die Inanspruchnahme von Weiterbildungsmaßnahmen gewonnen werden.

#### 4.3.2.3 Künftige Entwicklungen

Die Bildungsanstrengungen müssen vor dem Hintergrund eines weiter steigenden Bedarfs an gut ausgebildeten Arbeitskräften beurteilt werden. Viele berufliche Fertigkeiten dürften sich entwerten. Manuelle Tätigkeiten in der Produktion verlieren ihre Bedeutung, ebenso einfache Tätigkeiten in der Verwaltung. Dafür gewinnen dispositive, kontrollierende und regelnde Tätigkeiten an Gewicht, in den Dienstleistungsbereichen ferner beratende (und betreuende) Tätigkeiten. Auch FuE-Tätigkeiten werden angesichts des steigenden Innovationsdrucks zunehmend wichtiger, der Zuwachs wird sich jedoch weitgehend auf qualifizierte FuE-Tätigkeiten konzentrieren. Der Bedarf an nicht beruflich qualifizierten Erwerbspersonen dürfte bis zum Jahre 2010 von aktuell 17½ vH auf etwa 11½ vH zurückgehen.<sup>78)</sup> Umgekehrt steigt der Bedarf an Arbeitskräften mit Berufsabschluß anteilmäßig entsprechend an. Vor allem Hoch- und Fachhochschulabgänger werden in erheblich größerem Umfang gebraucht: 2010 wird in Deutschland 17 vH der (sozialversicherungspflichtigen) Arbeitskräftenachfrage auf Hoch- und Fachhochschulabgänger entfallen (nach 10 vH im Jahre 1990 und 7 vH im Jahre 1970).<sup>79)</sup>

Daraus ergeben sich weiter steigende Anforderungen an das deutsche Bildungssystem. Denn die künftigen Abgänger aus dem Bildungssystem werden angesichts der demografischen Entwicklung länger im Erwerbsleben bleiben müssen als die jetzigen Generationen. D. h. die Möglichkeiten, über Generationenwechsel Angebot und Nachfrage nach höheren Qualifikationen auszugleichen, vermindern sich. Vielmehr muß der Ausgleich stärker als früher über sektorale, berufliche und regionale Mobilität der Arbeitskräfte erfolgen. Höhere Mobilitätser-

fordernisse konkurrieren jedoch mit dem vielfach von den Betrieben gewünschten und heute weitgehend praktizierten Erwerb berufsspezifischer Qualifikationen.<sup>80)</sup> Insofern ist es extrem wichtig, in dieser Phase bildungspolitisch keine Fehler zu machen. Auch bei einer älter werdenden Bevölkerung und geringerer Kinderzahl dürfen die Bildungs- und Ausbildungsanstrengungen nicht zurückgehen. Sie müssen im Gegenteil noch verstärkt werden, damit der wachsende Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften bereitgestellt wird. Knappheiten bei Hochqualifizierten ist ebenso gegenzusteuern wie Arbeitslosigkeit von gering oder falsch qualifizierten Erwerbspersonen.

Zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Bildungssystems sind Effizienzerhöhungen durch Reformen und gleichzeitig erhöhter Mitteleinsatz anzustreben. Bildungs-, Wissenschafts- und Forschungsausgaben sind allenfalls aus buchhalterischer Sicht konsumtive Ausgaben. Ökonomisch betrachtet sind sie Investitionen in Wachstum und Beschäftigung und damit auch in höhere Staatseinnahmen und geringere Belastungen durch die Kosten der Arbeitslosigkeit. Vor diesem Hintergrund wäre es um so bedenklicher, wenn die Ausgaben im Bildungsbereich gekürzt würden oder stagnierten und wenn es von Jahr zu Jahr gar schwerer fiele, den Lehrstellenmarkt zu räumen. Denn trotz der formal ausgeglichenen Ausbildungsmarktbilanz sind die Resultate für Lehrlinge und Wirtschaft vielfach unbefriedigend. In der beruflichen Ausbildung klagen vor allem Dienstleistungsbereiche – insbesondere im Zusammenhang mit IuK-Berufen – über Inflexibilität bei der Anpassung von Berufsbildern und bei der Entwicklung neuer Ausbildungsberufe.

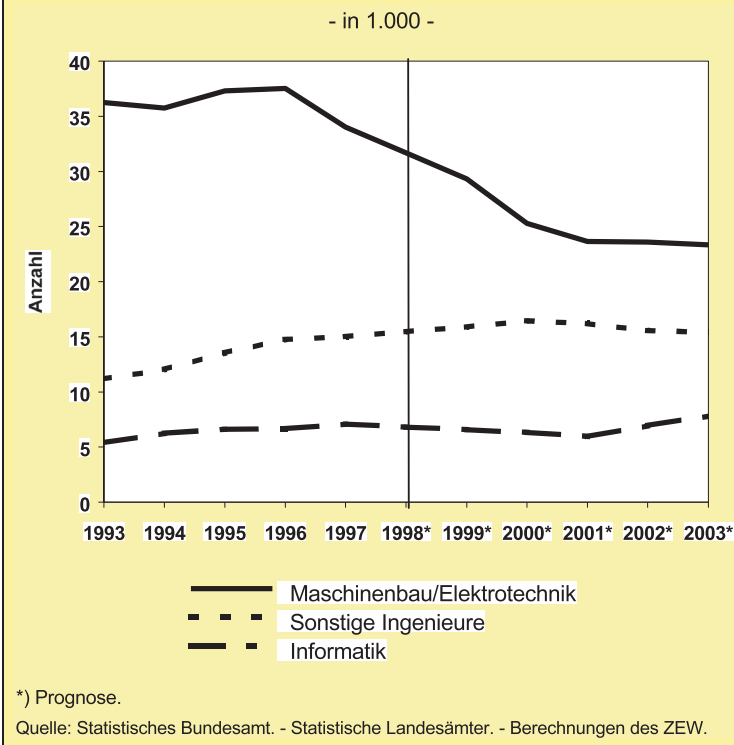
Darüber hinaus erscheint es derzeit nicht sicher, ob die Hochschulausbildung auch eine ausreichende Zahl an Absolventen in jenen Fächern ausbildet, die für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands relevant sind. Denn es gibt in Deutschland heute bereits relativ wenige junge Naturwissenschaftler/Ingenieure, und ihr Anteil wird in den nächsten Jahren infolge veränderter Präferenzen der Studierenden sogar noch abnehmen. Hierauf deuten die Prognosen auf der Basis der aktuell Studierenden hin. Diese lassen sich bei ihrer Studienwahl vielfach von den Erwerbsaussichten leiten, was zu relativ starken zyklischen Schwankungen gerade bei Naturwissenschaftlern und Ingenieuren führt.<sup>81)</sup> Aus der Sicht der Studierenden ist die Wahl des Studienfachs eine Investitionsentscheidung. In den naturwissenschaftlich-technischen Fächern hat sich die Zahl der Anfänger seit 1990 fast halbiert (bei Mathematikern und Naturwissenschaftlern von 40 auf 25 Tsd., bei Ingenieuren von 75 auf 40 Tsd.). Es ist zu befürchten, daß die Schlüsselqualifikationen für den technischen Innovationsprozeß in wenigen Jahren eher knapp werden könnten (Abb. 4-15). Sehr virulent sind heute bereits Defizite in den IuK-Berufen, die kaum mehr kompensiert werden können.

<sup>78)</sup> Prognos AG (1997/98), Arbeitslandschaft der Zukunft – Quantitative Projektion für das IAB.

<sup>79)</sup> Nimmt man alle Beschäftigten (einschließlich Freiberufler, Selbständige, Beamte usw.), dann haben heute bereits 17 vH einen Hochschulabschluß.

<sup>80)</sup> Vgl. auch H.-H. Härtel und R. Jungnickel (1998), Strukturprobleme einer reifen Volkswirtschaft. Analyse des sektoralen Strukturwandels in Deutschland.

<sup>81)</sup> Aber selbst bei den stark durch staatliche Nachfrage geprägten Berufen im Gesundheits- und Bildungswesen ist die Entwicklung kaum stetiger.

**Abb. 4-15: Entwicklung der Hochschulabsolventen in Deutschland**

### 4.3.3 Wissenschaft und Forschung

Das Wissenschafts- und Forschungssystem ist eine wesentliche Basis für die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes. In Hochschulen und in außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird Wissen für technologische Innovationen geschaffen. Dort werden Wissenschaftler und Forscher ausgebildet, die zum Technologietransfer beitragen, die eigene Unternehmen gründen und ihre Kenntnisse dort oder später in der Industrie und in innovativen Dienstleistungsbetrieben umsetzen. Gerade der Personaltransfer ist ein wesentliches Element des Wissenstransfers.<sup>82)</sup>

Darüber hinaus bilden die Universitäten und Institute für viele Unternehmen eine wichtige Informationsquelle für Innovationsaktivitäten. Insbesondere für „neue“, forschungsintensive und wissensbasierte Technologiefelder (wie etwa Biotechnologie/Pharmazie, Mikroelektronik und neue Werkstoffe) sind Ergebnisse der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschung an Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen relevant.

- Akademikerknappheit birgt auch langfristige Probleme für die Unternehmensstruktur in sich. Vor allem Personen mit ingenieur- oder naturwissenschaftlichem Studium kommen für die Gründung technologieorientierter Unternehmen in Frage. Insofern ist angesichts des derzeitigen Engagements der Studenten für diese Fächer eine skeptische Prognose der Gründungen eher angebracht als eine optimistische.
- Deutschlands reichliche und hochwertige Ausstattung mit Naturwissenschaftlern und Ingenieuren war für internationale Unternehmen immer einer seiner wichtigsten Standortvorteile. Es besteht die Gefahr, daß sich dies umkehrt, wenn es nicht auf andere Weise gelingt, das benötigte Ausbildungskapital zu beschaffen.
- Kurzfristig wird sich eine Engpaßsituation Anfang des nächsten Jahrzehnts nicht mehr vermeiden lassen, weil die Entscheidungen der Studierenden bereits gefallen sind. Es sollte jedoch verhindert werden, daß die Hochschulen allzu hektisch mit Schließung und Zusammenlegung von Instituten reagieren. Dann wären die Ausbildungskapazitäten auch mittelfristig nicht mehr verfügbar.
- Andererseits sollten verstärkt Substitutionsmöglichkeiten zwischen den Berufen geschaffen werden, die es ermöglichen, Knappheiten durch Aufbaustudien, Anpassungsqualifizierung, Weiterbildung etc. auszugleichen. Denn ein Großteil der Inflexibilitäten resultiert aus Länge und Spezifität der Hochschulausbildung. Gleichzeitig ist dafür Sorge zu tragen, daß die Ausbildung stärker internationalisiert und enger an den Maßstäben der international führenden Länder ausgerichtet wird.

#### 4.3.3.1 Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung

Öffentliche Forschungsinstitutionen<sup>83)</sup> nehmen vielfältige Aufgaben wahr. Weite Teile der wissenschaftlichen Forschung werden aus anderen Gründen als ihrer wirtschaftlichen Nutzung betrieben. Sie schlagen sich als Grundlagenforschungsergebnisse am ehesten in Publikationen nieder. Deshalb wird die Leistungsfähigkeit der Wissenschaft in der Regel mit Hilfe von Fachpublikationen in internationalen Zeitschriften gemessen<sup>84)</sup>.

Bei Forschungsergebnissen im natur-, ingenieur- und medizinwissenschaftlichen Bereich führen die USA mit einem Anteil von  $\frac{1}{3}$ . Deutschland trägt insgesamt mehr als 8 vH zum weltweiten Publikationsaufkommen bei und liegt damit etwa gleichauf mit Großbritannien und Japan (9 vH). Deutschlands Anteil – der aus datentechnischen Gründen erheblich unterzeichnet ist<sup>85)</sup> – hat tendenziell weiter leicht zugenommen. Offensichtlich ist trotz der angespannten Personallage an den Hochschulen

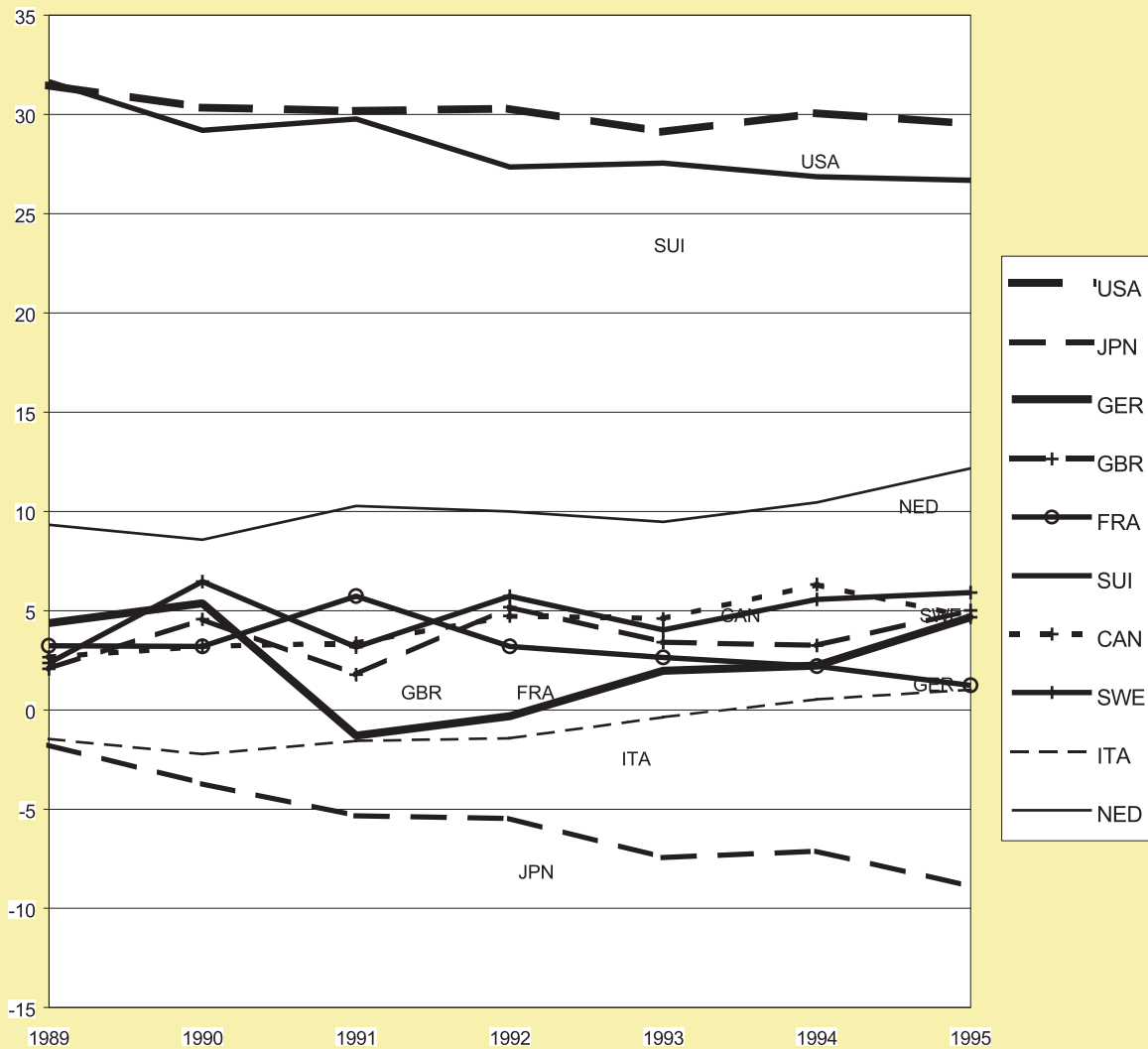
<sup>82)</sup> Zur Förderung der beruflichen Mobilität würden auch Maßnahmen zählen, die den Personalaustausch zwischen der Wirtschaft und den „Forschungsmanagern“ aus Wissenschaft und öffentlichen FuE-Einrichtungen und damit den „Wissenstransfer über Köpfe“ befähigen.

<sup>83)</sup> In Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen wurden in Deutschland 1997 knapp 32 vH der gesamten FuE-Bruttolandsausgaben verwendet.

<sup>84)</sup> Zu den verwendeten Methoden vgl. den Beitrag des ISI zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1996 (Grupp et al. 1997).

<sup>85)</sup> Der hohe Anteil von Publikationen aus den USA und Großbritannien hängt zum einen an der starken Repräsentanz von „life sciences“ in den ausgewerteten Fachblättern, in denen Deutschland weniger stark ist. Darüber hinaus sind die Datenbanken, in denen die Publikationsrecherchen durchgeführt werden, überdurchschnittlich auf englischsprachige Zeitschriften ausgerichtet, so daß Deutschland etwa um den Faktor 2 zu niedrig bewertet wird.

Abb. 4-16: Internationale Ausrichtung der Publikationen der zehn "großen" Länder



Werte über 0 zeigen ein überdurchschnittliches Niveau der Ausrichtung der Publikationen eines Landes an.

Quelle: ISSRU (Inform. Science and Scientometrics Research Unit at the Library of the Hungarian Academy of Sciences). - Berechnungen des FhG-ISI.

und Forschungseinrichtungen der Anreiz größer geworden, die Forschungsergebnisse in international renommierten Zeitschriften zur Diskussion zu stellen.

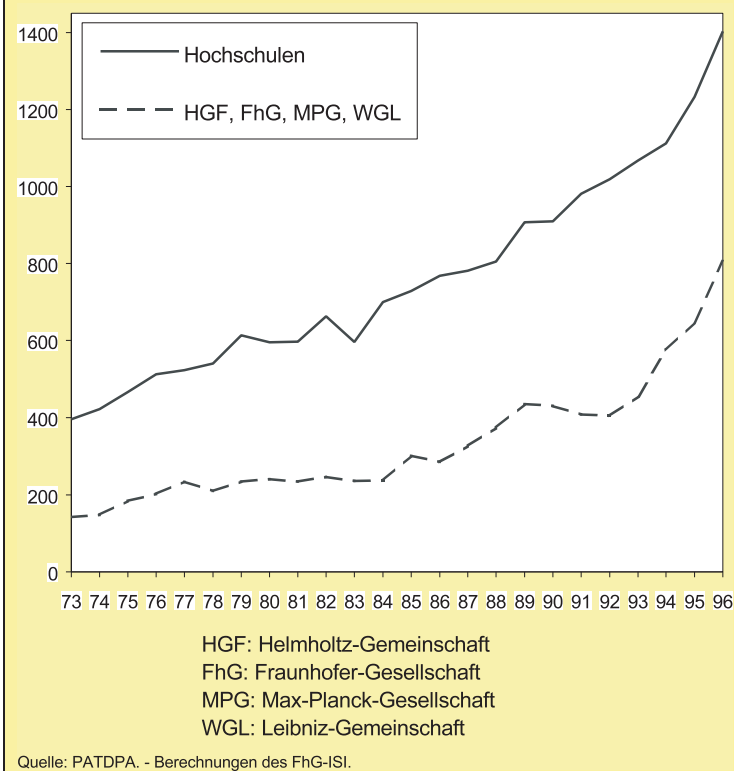
Die relativen Stärken Deutschlands liegen besonders im Feld physikalischer und chemischer Kerngebiete (Nuklearforschung, Festkörperphysik/Halbleiter, Materialwissenschaft, Chemie ohne Pharmazie, Polymerforschung, Biochemie), auch Meßwesen und Raumfahrt/ Astrophysik sind sehr gut mit Publikationen vertreten. Elektroingenieurwesen sowie Telekommunikation und einige Schlüsselbereiche wie Pharmazie/Medizin, Medizinische Verfahren sowie die Informationstechnik sind hingegen unterdurchschnittlich ausgeprägt. Weiterhin haben Maschinenbau/Ingenieurwesen sowie die Umweltforschung i. e. S. am Weltmaßstab gemessen in Deutschland vergleichsweise etwas geringere Bedeutung.<sup>86)</sup>

<sup>86)</sup> Vgl. Vorjahresbericht.

Wesentliche Aufgabe wird es sein, eine noch höhere Präsenz in international renommierten Fachzeitschriften zu erreichen. Denn im Zuge der immer stärkeren Internationalisierung der Wissenschaft und damit der zunehmenden Bedeutung englischsprachiger Fachzeitschriften erhält die internationale Ausrichtung von Publikationen in Zukunft ein größeres Gewicht als Leistungsindikator (Abb. 4-16), d. h. die Frage, ob in häufig zitierten internationalen Zeitschriften publiziert wird oder in international weniger beachteten Journalen. Ende der 80er Jahre hatte Deutschland ein im Weltvergleich leicht überdurchschnittliches Niveau der internationalen Ausrichtung, welches nach der deutschen Wiedervereinigung 1991 aufgrund der anfangs geringen Präsenz der ostdeutschen Wissenschaftler in englischsprachigen Fachzeitschriften deutlich zurückging. Mittlerweile hat sich die ostdeutsche Wissenschaft in wachsendem Maße umorientiert, so daß sich die internationale Ausrichtung seither stetig verbessert hat.



**Abb. 4-17: Patentanmeldungen von Hochschulen und anderen öffentlichen FuE-Einrichtungen 1973 bis 1996**



Nimmt man die „Beachtung“<sup>87)</sup> der Veröffentlichungen als Qualitätsmaßstab, so erreicht die deutsche Wissenschaft trotz der Strukturprobleme an den Hochschulen überdurchschnittliche Werte, liegt hier sogar vor den USA. Auffällig ist die sehr gute Stellung der Schweiz, die sowohl nach internationaler Ausrichtung als auch im Hinblick auf die Beachtung an der Spitze liegt, was für ein nicht-anglophones Land bemerkenswert ist.

Insgesamt ist nach diesen Indikatoren die Leistungsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems in Bereich der Natur- und Ingenieurwissenschaften als positiv zu beurteilen. Die reichhaltige Forschungslandschaft sowie der hohe Ausbildungsstand der Wissenschaftler gelten als Standortvorteil Deutschlands. Dieses Ergebnis ist jedoch das Resultat der Investitionen in Bildung und Ausbildung sowie in die personelle und sachliche Ausstattung von Forschungseinrichtungen aus vergangenen Perioden. Ob dieses positive Erscheinungsbild angesichts der seit geraumer Zeit nachlassenden Investitionen in den Wissenschaftsbereich auch noch nach zehn Jahren zu beobachten sein wird, muß sich erst noch zeigen. Denn auch die Grundlagenforschung leidet unter den finanziellen Folgen geringerer Priorität von Wissenschaft auf allen Ebenen.

Es muß noch einmal betont werden, daß die öffentliche Forschung auch eine wichtige Lehr- und Ausbildungs-

<sup>87)</sup> Das ist die Zitierungshäufigkeit in internationalen Zeitschriften, bereinigt um den Verbreitungsgrad der Zeitschriften.

aufgabe hat. Deshalb sollte dies auch Teil der Evaluation von Forschungseinrichtungen sein.

#### 4.3.3.2 Verwertungsrelevanz von Forschungsergebnissen

Einige öffentliche Forschungseinrichtungen haben explizit die Aufgabe, verwertungsrelevante Ergebnisse zu erzielen und die wissenschaftlichen Erkenntnisse direkt und in kurzer Zeit aus dem Wissenschaftssystem in das Wirtschaftssystem zu vermitteln. Andere sollen zumindest teilweise einen technologieorientierten Wissenstransfer leisten. Will man den unmittelbaren Beitrag von wissenschaftlichen Einrichtungen zur technologischen Entwicklung quantifizieren, so bieten sich in einem ersten Schritt Patentanmeldungen von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen an. Bei der Evaluierung ist jedoch stets die spezielle „Mission“, die die Institute in der Forschungslandschaft zu erfüllen haben, zu berücksichtigen.

#### Hochschulen

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 vH an allen deutschen Patentanmeldungen als sehr hoch einzustufen (Abb. 4-17). Seit Anfang der 70er Jahre ist eine stetige Zunahme der Patentanmeldungen aus Hochschulen auf das Vierfache zu verzeichnen, was sich zum Teil als verstärkte Anwendungsnähe und Industrieorientierung der Hochschulforschung interpretieren läßt. Dies bestätigt sich in einem ähnlich hohen Zuwachs der von der Wirtschaft finanzierten Drittmittel. Rund 60 vH der Hochschulerfindungen werden bei der Anmeldung direkt an gewerbliche Einrichtungen abgetreten.<sup>88)</sup>

Die Vernetzung der Hochschulen mit der Wirtschaft scheint gegenwärtig besser als ihr Ruf. Es gibt in vielen Bereichen Verbesserungsmöglichkeiten. In einzelnen Fachbereichen und Instituten sind allerdings Grenzen erreicht, deren Überschreiten die Aufgabe einer langfristig orientierten Forschung gefährden würde<sup>89)</sup>.

#### Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

Auch in den außeruniversitären Forschungseinrichtungen ist in jüngster Zeit eine deutliche Steigerung der Patentanmeldungen zu beobachten, eine Tendenz, die

<sup>88)</sup> D. h. in der Mehrzahl der Fälle ist die Erfindung bereits vor der Anmeldung an gewerbliche Einrichtungen oder Institutionen ohne Erwerbzweck abgetreten worden. Die übrigen, für die sich noch kein gewerblicher Verwerter gefunden hat, werden in der Regel privat angemeldet.

<sup>89)</sup> Zum Themenkreis Patentwesen an Hochschulen vgl. die gleichnamige Studie von G. Becher, Th. Gering, O. Lang, U. Schmoch für das BMBF, 1996.

je nach Einrichtung unterschiedlich zu interpretieren ist. Die Großforschungseinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft decken ein breites Spektrum ab, von technisch anspruchsvoller Grundlagenforschung über Vorsorgeforschung bis zu Aufgaben in der technologischen Entwicklung. Die meisten der aktuell rund 360 jährlichen Anmeldungen, die sich seit Anfang der 90er Jahre verdoppelt haben, stammen aus den Forschungszentren in Karlsruhe und Jülich, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt sowie der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung. Gegenwärtig steht bei den Patentanmeldungen die Verwertung von „Spin Offs“ im Vordergrund, also von eher zufälligen Ergebnissen der Grundlagenforschung, für die noch ein geeigneter Verwertungspartner gefunden werden muß. Insbesondere nach der Reorientierung der Zentren Karlsruhe und Jülich von der Kernenergie auf andere Technologien müssen dort erst engere Unternehmenskontakte aufgebaut werden. Vor diesem Hintergrund darf eine Patentanmeldung nicht mit einer erfolgreichen ökonomischen Umsetzung gleichgesetzt werden. Mißt man sie an den Lizenzverträgen, dann sind die Verwertungsquoten der transferorientierten Helmholtz-Zentren insgesamt eher als marginal einzustufen. Angesichts des expliziten Auftrags der Technologieförderung, den diese Zentren innerhalb des deutschen Forschungssystems haben, ist zu fragen, wie schon in der Phase der Forschungskonzeption eine stärkere Einbindung potentieller Nutzer erreicht werden kann.

Im Falle der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung entsteht die Mehrzahl der Patentanmeldungen im Kontext der Auftragsforschung für die Industrie. Dies entspricht exakt dem Technologietransferauftrag der FhG. Zusammen mit der Projektförderung macht die Vertragsforschung  $\frac{2}{3}$  des FhG-Etats aus. 350 Patente werden jährlich angemeldet, das entspricht einer Vervierfachung im letzten Jahrzehnt. Gemessen am Forschungsbudget ist die Zahl der Patentanmeldungen sowie deren Verwertungsquote sehr hoch. Die FhG nimmt auch in anderer Hinsicht eine führende Rolle im Wissenstransfer ein: Aus ihr heraus kam es in den 90er Jahren zu über 250 Unternehmensgründungen.

Die Max-Planck-Gesellschaft verfolgt mit ihren Patentanmeldungen in erster Linie einen Spin off-Ansatz. Sie hat zwar den Auftrag, exzellente Grundlagenforschung durchzuführen, kann aber dennoch viele industrierelevante Ergebnisse in strategisch wichtigen Bereichen (Biotechnologie, Polymer- und Materialforschung) vorweisen. Sie erzielt gute Verwertungsquoten, weil bei den Erfindungsmeldungen eine strenge Qualitätskontrolle erfolgt und nur solche mit relevantem Marktpotential tatsächlich angemeldet werden. Die Zahl der Patentanmeldungen liegt zwar niedrig (rund 50 jährlich), die Verwertungsraten sind hingegen höher als bei den Helmholtz-Zentren, die Lizenzerträge sind steil angestiegen. Gleichzeitig öffnen sich einige Institute stärker für Kooperationen mit Industriepartnern. Dennoch muß auch bei der MPG immer wieder geprüft werden, ob die Mechanismen des Wissenstransfers zur Wirtschaft verbessert werden können.

Die Institute der „Blauen Liste“<sup>90)</sup> haben eine dezidiert wissenschaftliche Ausrichtung. Die Heterogenität der Leibniz-Institute ist erheblich, die Aufgaben sind in der Regel einem Technologietransfer weniger zugänglich, ein Teil der Einrichtungen hat reine Dienstleistungsfunktion. Dennoch ist – nach den Patentanmeldungen zu urteilen – das Anwendungsbewußtsein gestiegen. Ein großer Teil der jährlich rund 40–50 Patente entfällt auf ein Institut (Heinrich Hertz Institut für Nachrichtentechnik).

### Aktuelle Herausforderungen

In den letzten Jahren ist eine Tendenz zu beobachten, die Anwendungsorientierung und Leistungsfähigkeit von Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen verstärkt auf der Basis von Patentanmeldungen zu bewerten. Dies impliziert die Gefahr, daß sämtliche Erfindungsmeldungen aus der öffentlichen Forschung auch zum Patent angemeldet werden, nur um eine vorgeblich hohe Anwendungsnähe zu dokumentieren. Maßgeblich für Anwendungsnähe ist allerdings nicht die Patentanmeldung als solche, sondern deren tatsächliche Verwertung, wie sie sich bspw. in Lizenzeinnahmen widerspiegelt. Angesichts der erheblichen Kosten von Patentverfahren sollte deshalb verstärkt über Methoden einer professionellen Selektion aussichtsreicher Erfindungen sowie einer systematischen Evaluation, die auf die Verwertung der Forschung ausgerichtet ist, nachgedacht werden.

Die Zurückhaltung der Unternehmen in der strategischen Forschung bedingt ein Überdenken der Anforderungen an staatliche FuE-Einrichtungen. Gleichzeitig reicht die bloße Durchführung von öffentlicher Forschung zur Kompensation eines „klassischen Marktversagens“ bei industriellen Forschungsaktivitäten nicht aus. Es muß überlegt werden, wie die strategische Forschung auszurichten ist, welche institutionelle Gestaltung der öffentlichen Forschung effektiv ist und welche Konsequenzen dies für das Forschungs- und Wissenschaftssystem hätte. Dabei ist auch zu fragen, welche speziellen Funktionen die außeruniversitäre Forschung gegenüber den Universitäten wahrnimmt. Denn die Bereiche erkenntnisorientierter Grundlagenforschung ließen sich vielfach auch aus den großen Forschungseinrichtungen ausgliedern. Zudem orientiert sich die wissenschaftliche Forschung zunehmend auf anwendungsrelevante Fragestellungen. Von daher ist die traditionell etablierte Arbeitsteilung zwischen den verschiedenen Einrichtungen einem allmählichen Wandel unterworfen. Sie bedarf einer kritischen Diskussion und einer verstärkten Auseinandersetzung im Wettbewerb. Hierzu gehört auch, daß sich bspw. die Großforschung im Wettbewerb mit anderen Forschungseinrichtungen mißt.

Entscheidend ist, wie Schnittstellen zur Wirtschaft geschaffen werden können, denn der Wissenstransfer in die Wirtschaft läuft nicht automatisch. Folgende Fragen sind zu beantworten:

<sup>90)</sup> Die Institute sind bis auf wenige Ausnahmen in der Wissenschaftsgesellschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL) zusammengefaßt.



- Entstehen Wissenslücken, wenn die Industrie die zentrale Forschung zurückfährt?
- Kann die Forschung an öffentlichen Einrichtungen diese Lücke überhaupt kompensieren?
- Wie soll bei der anwendungsorientierten Forschung die zukünftige Arbeitsteilung zwischen außeruniversitären Instituten, Hochschulen, aber auch Fachhochschulen aussehen?
- Können Ergebnisse der „angewandten Grundlagenforschung“ aus dem Wissenschaftsbereich, die mehr der langfristigen Verwertung und Wohlstandsmehrung dienen, einer zeitnaheren Umsetzung zugeführt werden?
- Stimmen Vernetzung und Kooperation zwischen dem Wissenschafts- und Wirtschaftssystem?
- Wird das Potential ausgeschöpft, funktioniert der Transfer von Wissen über Patente, Personalaustausch und -fluktuation, finden Wissenschaftler und Forscher adäquate Einsatzmöglichkeiten in der Industrie, insbesondere in den wissenschaftsbasierten Wirtschaftszweigen?

Hieraus ergeben sich aktuelle Herausforderungen an die institutionelle Förderung von Bund und Ländern. Dies schließt auch eine kritische Diskussion des Verhältnisses von institutioneller, projektbezogenen und indirekter Förderung ein. Eine weitere Intensivierung der Kooperationen Wissenschaft/Forschung mit der Wirtschaft bleibt als wichtige Aufgabe erhalten. Denn aus Unternehmenssicht funktioniert der Wissenstransfer zwar bei den „Insidern“ unter ihnen. Es gibt jedoch noch zu viele „Outsider“, denen der Zugang zu öffentlichen transferorientierten FuE-Einrichtungen äußerst schwer fällt.

#### 4.4 Zusammenfassung

Wenn man die aktuellen Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands überblickt, dann ergibt sich etwa der folgende Grundtenor:

- In der kurzfristigen Perspektive (Abschnitt 4.1) zeigt sich eine relativ hohe Effizienz des deutschen Innovationssystems: Neues Wissen wird schnell in patentgeschützte Erfindungen umgesetzt, die Innovationsanstrengungen nehmen – konjunkturneutral – zu, das Durchsetzungsvermögen auf dem Weltmarkt ist groß, der Aufwärtstrend hat sich stabilisiert.
- Ist der Aufwärtstrend aber auch kraftvoll genug? Hier fallen erste Schatten auf das so positive Bild (Abschnitt 4.2). Offensichtlich reichen die mittelfristigen Erwartungen der Industrieunternehmen nicht aus, um das Produktionspotential im forschungsintensiven Sektor kräftig auszuweiten, um verlorengegangenen Boden bei FuE wieder gutzumachen und um eine regelrechte Gründungswelle auszulösen. Dies schließt nicht aus, daß sich im einzelnen Beachtliches tut: Dies gilt bspw. für den Aufholprozeß bei der Biotechnologie und für die kräftige Stärkung der sowieso schon beeindruckenden Position im Automobilbau. Auch

aus dem Dienstleistungssektor kommen prinzipiell positive Signale – am internationalen Maßstab gemessen ist jedoch nichts Außergewöhnliches zu berichten. Im Vergleich zu den USA und anderen hochentwickelten Volkswirtschaften hängt der Dienstleistungssektor noch deutlich zurück.

- Bei den die technologische Leistungsfähigkeit langfristig prägenden Faktoren zeichnen sich noch größere Probleme ab (Abschnitt 4.3). Zwar ist die Leistungsfähigkeit von Hochschulen und Forschungsinstituten als hoch einzustufen. Doch zum einen zeigt sich hier ein entschiedener Reformstau, zum anderen beruht die aktuelle Leistungsfähigkeit auf den in der Vergangenheit getätigten Investitionen in diese Bereiche. Aktuell wird allerdings zu wenig in die Zukunft investiert (Bildung, berufliche Ausbildung, Hochschulen). Dies wird erst in etlichen Jahren entsprechende Wirkungen haben. Eine aktuelle Projektion aus dem internationalen status quo heraus würde für Deutschland nicht positiv ausfallen.
- Ein weiteres Problem ist nach wie vor die Inflexibilität in bezug auf den Strukturwandel. Die Stärken in der Industrie werden zwar verteidigt, neue Potentiale im Dienstleistungsbereich hingegen nur unzureichend mobilisiert. Trotz der Anteilsgewinne bei den Dienstleistungen ist Deutschland international gesehen – bspw. je Kopf gerechnet – immer noch relativ schwach mit innovativen und wissensintensiven Dienstleistungen ausgestattet. Zudem kommen weder Wachstum noch Beschäftigung im Dienstleistungssektor insgesamt voran, noch konnte in den letzten Jahren der Beschäftigungsabbau in der Industrie kompensiert werden. In Deutschland fehlt es dem Dienstleistungssektor an einer hinreichenden Eigen-dynamik (vgl. Abschnitt 3), und somit auch an der Entwicklung neuer differenzierter und anspruchsvoller Märkte im Dienstleistungsbereich. Daher fehlen auch Herausforderungen an die Innovationsfähigkeit der Industrie. Die „lead market“-Funktion des Dienstleistungssektors wird in Deutschland vielfach noch nicht genügend genutzt.

Trotz der kurzfristig positiven Perspektiven für die Industrie konnten die FuE-intensiven Wirtschaftszweige ihre aus den 80er Jahren bekannte Rolle als Anbieter zusätzlicher Arbeitsplätze im Konjunkturaufschwung nicht wahrnehmen. Wachstum und Beschäftigungsentwicklung haben sich auch in den FuE-intensiven Industrien weiter entkoppelt. Zusätzliche Arbeitsplätze werden, wenn überhaupt, nur für qualifizierte Fachkräfte angeboten. Die Beschäftigungschancen für gering qualifizierte haben sich weiter verschlechtert. Der Trend zur Verschiebung der Qualifikationsstruktur zugunsten qualifizierter Fachkräfte setzt sich damit weiter fort. Zusätzliche Beschäftigung entsteht allein im Dienstleistungssektor, auch wenn es dort seit einigen Jahren stagniert. Informations- und Kommunikationstechnologien gehören hier zu den treibenden Kräften. Die sektorale Mobilität der Arbeitskräfte ist im internationalen Vergleich allerdings gering. Wer seinen Arbeitsplatz in der Industrie verloren hat, tut sich schwer, einen neuen Arbeitsplatz im Dienstleistungssektor zu finden. Und: Die quali-

fikatorische Struktur der Arbeitslosen hat sich in (West-) Deutschland in den letzten Jahren deutlich verschlechtert. Die Ausgangslage für den Abbau der Arbeitslosigkeit ist damit nicht einfacher geworden.

## 5 Sonderbetrachtungen

### 5.1 Mittel-/osteuropäische Reformländer im technologischen Wettbewerb

#### Aufhol-Länder auf den Weltmärkten

Zwei Drittel des Welthandels werden immer noch von den Industrieländern bestritten. Dennoch haben sich in der ersten Hälfte der 90er Jahre die weltwirtschaftlichen Wachstumszentren nicht nur in Nordamerika ausgedehnt, sondern z. T. auch nach Südasien verlagert. In dieser Zeit konnten „Aufhol-Länder“ kräftig auf den internationalen Märkten für FuE-intensive Güter zulegen. Die Integration der Aufhol-Länder in die Weltwirtschaft hat nicht nur den Druck auf den Faktor einfache Arbeit erhöht. Auch das Teilnehmerfeld am weltweiten Innovationswettbewerb ist breiter geworden. Insbesondere hat sich der Wettbewerb auf Märkten mit mittlerem Innovationspotential und größeren Imitationsspielräumen, wo die Aufhol-Länder von einer niedrigeren Einkommens- und Kostenposition aus anbieten können, verschärft. Die hochentwickelten Länder müssen sich dort hingegen nicht nur im Kostenwettbewerb, sondern immer stärker auch im Technologie- und Qualitätswettbewerb messen. In einzelnen Warengruppen – bspw. in der gesamten Informations- und Elektrotechnik sowie Foto/Optik – haben asiatische Schwellenländer beachtliche Erfolge erzielt<sup>91)</sup>. Dabei sind diese Erfolge nicht mehr ausschließlich auf Exporterfolge in standardisierten Produktbereichen zurückzuführen, sondern zunehmend auch auf Marktanteilsgewinne in hochwertigen Marktsegmenten.

- Von diesen Veränderungen der internationalen Arbeitsteilung profitieren grundsätzlich auch die hochentwickelten Länder, denn mit zunehmendem Entwicklungsstand der Aufhol-Länder richtet sich ihre Importnachfrage immer stärker in Richtung der Angebotspalette der Industrieländer sowie auf deren hochwertigen, differenzierte Güter und Leistungen.
- Von dem Integrationsprozeß der Aufhol-Länder profitieren aber nicht nur die Aufhol-Länder, sondern auch die Industrienationen, da der Prozeß hier das wissensintensive Wachstum fördert.

Die vier im Vorjahresbericht ausführlich untersuchten Aufhol-Länder Korea (Rep.), Taiwan, Singapur und Israel haben ihre FuE-Performance – soweit beobachtbar – weiter gefestigt.<sup>92)</sup> Allerdings können die Auswirkungen der gegenwärtigen politischen und wirtschaftlichen Krisen in Südasien auf die im technologischen

<sup>91)</sup> Vgl. Vorjahresbericht.

<sup>92)</sup> Korea konnte noch 1996 die FuE-Ausgaben als Anteil am Inlandsprodukt gegenüber dem Vorjahr von 2,7 vH auf 2,8 vH ausbauen. Weiter aufholen konnten auch Singapur und Taiwan mit einer Zunahme der FuE-Intensität von 1,1 vH (1995) auf knapp 1,4 vH im Jahr 1996 bzw. von 1,8 vH auf knapp 1,9 vH. Lediglich in Israel ist die FuE-Intensität 1996 geringfügig auf 2,2 vH gesunken.

Wettbewerb fundamentalen Faktoren – Verbesserung des Bildungsstandes der Bevölkerung sowie Wissenschaft, Forschung und Entwicklung – nicht abgesehen werden. Angesichts der hohen Auslandsabhängigkeit Deutschlands besteht Grund genug, die Entwicklungen in Asien mit Sorge zu betrachten.

Bei den im folgenden behandelten mittel-/osteuropäischen Aufhol-Ländern Polen, Slowakei, Slowenien, Tschechien und Ungarn handelt es sich um diejenigen ehemaligen Staatshandelsländer in Europa, die im Reformprozeß am weitesten fortgeschritten sind. Ihnen wird erhebliches Wachstumspotential zugeschrieben, das etwa doppelt so hoch zu veranschlagen ist wie das in Westeuropa.

#### Forschung, Entwicklung, Ausbildungskapital und Patente

Während in Südasien die eigenen FuE-Anstrengungen im Trend stark gestiegen sind, ist in den mittel-/osteuropäischen Reformstaaten der Weg bislang anders verlaufen (Abb. 5-1). Hier setzt nach der gesellschaftspolitischen Wende Ende der 80er Jahre unter Markteinfluß ein starker Rückgang der extrem hohen FuE-Intensitäten ein. Dieser scheint jedoch – zumindest in Polen, Tschechien und der Slowakei – seit Mitte der 90er Jahre gestoppt. In Tschechien und der Slowakei wurde bereits vor der Wende auf relativ hohem Niveau FuE betrieben, wenngleich die Resultate – wie in den übrigen mittel-/osteuropäischen Reformstaaten – nicht mit denen der westlichen Industrieländer mithalten konnten.

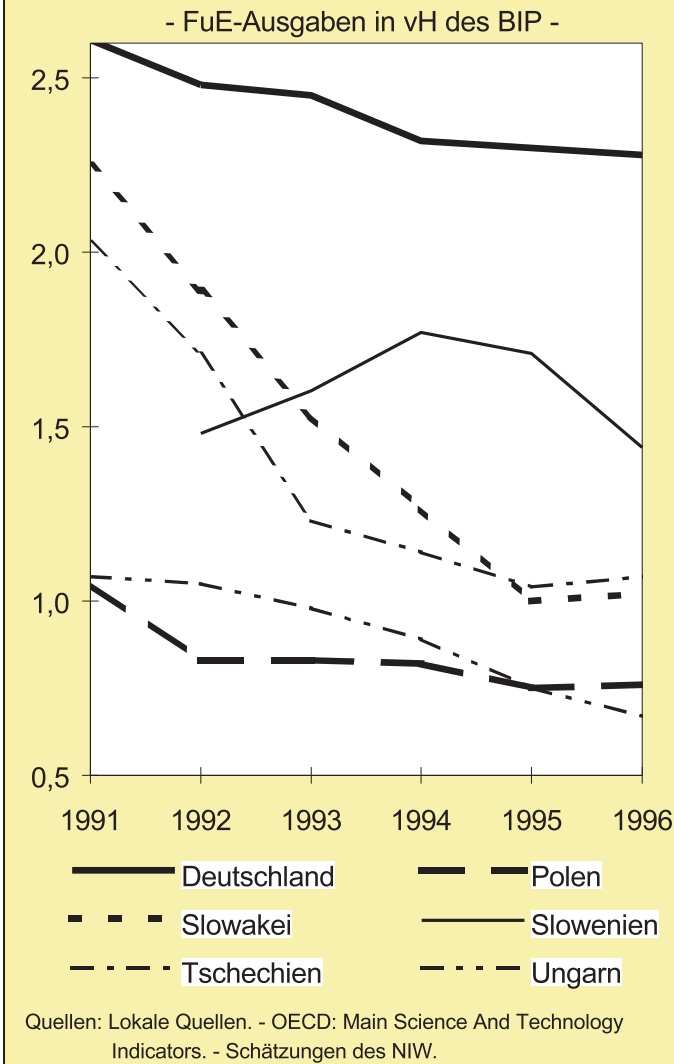
In Slowenien, dem forschungsintensivsten Land dieser Gruppe, wirkte sich 1996 die Reduzierung der FuE-Ausgaben der Hochschulen um mehr als die Hälfte aus. Die fortgeschrittene Position Sloweniens unter den Aufhol-Ländern zeigt sich auch an dem vergleichsweise hohen Anteil von FuE-Wissenschaftlern und -Ingenieuren an den Erwerbspersonen.

Der Staat hat sich als wichtigster Finanzier von FuE zurückgezogen. Die Beteiligung der Unternehmen an FuE ist in Tschechien und der Slowakei am größten (Tab. 5-1). Nur in Polen ist der staatliche Anteil an der FuE-Finanzierung trotz der Anteilsgewinne der übrigen Finanzierungsquellen (einschließlich des Auslands) immer noch recht hoch. Insbesondere in Ungarn haben ausländische Finanzierungsquellen eine vergleichsweise hohe Bedeutung. Hier haben einige multinationale Unternehmen FuE-Einrichtungen auf der Basis vorhandener Forschungskapazitäten oder in neuen Entwicklungszentren aufgebaut.

Die FuE-Schwerpunkte liegen in den einzelnen Aufhol-Ländern in unterschiedlichen Sektoren. Sie sind in Polen und Tschechien eher in der Höherwertigen Technologie (Maschinen-, Fahrzeugbau) angesiedelt; in Slowenien und vor allem in Ungarn bildet die Pharma-Industrie den Fokus der FuE-Bemühungen.

Insgesamt können die Humanressourcen – wenngleich nur unter den Gesichtspunkten des formal erreichten Ausbildungsstandes – als durchaus zukunftssträftig bewertet werden. In Polen ist der Ausbildungsstand

**Abb. 5-1: FuE-Intensität in ausgewählten Aufhol-Ländern und in Deutschland 1991 bis 1996**



formal recht hoch. Relativiert wird diese Einschätzung jedoch durch das schlechte Abschneiden des Landes bei Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit des Ausbildungssystems im Hinblick auf die Belange der Wirtschaft sowie zur Verfügbarkeit an qualifizierten Ingenieuren.<sup>93)</sup> Ungarn hingegen erzielt in dieser Hinsicht gute Resultate. Dort lag der Anteil der staatlichen Ausgaben für Bildung und Ausbildung am Inlandsprodukt 1994 über dem OECD-Durchschnitt, bei den Ausgaben pro Student im Tertiärbereich im internationalen Vergleich sogar an der Spitze.<sup>94)</sup> Auch Tschechien schneidet beim Vergleich mit hochentwickelten Industrieländern in puncto Ausbildungsstand der Bevölkerung sehr gut ab. Insbesondere junge Leute können in Tschechien einen hohen Bildungsstand aufweisen. Der Anteil der in hochwertigen Berufen eingesetzten Beschäftigten ist sehr

<sup>93)</sup> Vgl. International Institute for Management Development (1998), The World Competitiveness Yearbook 1998.

<sup>94)</sup> Vgl. OECD (1998), Human Capital Investment – An International Comparison.

hoch. In der Slowakei sind ähnliche Strukturen wie in Tschechien zu erwarten. Das Ausbildungskapital dieser Aufhol-Länder dürfte durchaus eine solide Basis für eine künftige Ausweitung der FuE-Aktivitäten darstellen.

Die Zahl der Patentanmeldungen aus mittel- und osteuropäischen Reformstaaten entspricht von der Quantität her ungefähr der der asiatischen Aufhol-Ländern Mitte der 80er Jahre. Sie zeigt nach oben – ein Ausdruck der zunehmenden Innovationsfähigkeit (Abb. 5-2): Im Zeitraum 1991/92 bis 1996 hat sich das EPA-Patentaktivitätsniveau der mittel- und osteuropäischen Reformstaaten in etwa verdoppelt. Am kräftigsten wird aus Ungarn angemeldet, ohne allerdings an das Niveau der asiatischen Aufhol-Länder – insbesondere etwa von Korea oder Israel – heranreichen zu können. Ungarn hatte zwar bereits in den 80er Jahren ein relativ hohes Anmeldeniveau erreicht, die Anmeldungen aus Ungarn sind seit Anfang der 90er Jahre jedoch am geringsten gestiegen. In Slowenien und der Slowakei lag die Dynamik der Anmeldungen zwischen 1992 und 1996 immerhin bereits auf dem Pfad, den Korea, Israel und Singapur eingeschlagen hatten.

#### Außenhandel mit FuE-intensiven Waren

Die mittel-/osteuropäischen Reformstaaten sind noch recht schwach in die Weltwirtschaft integriert. Als Zielgebiet der Industrieländerexporte von FuE-intensiven Waren spielen diese fünf Länder keine Rolle. Allerdings nahmen sie 1996 bereits 5 vH der deutschen Exporte FuE-intensiver Waren auf (Tab. 5-2). Insbesondere der Kapitalbedarf dieser Länder zum Neuaufbau der Volkswirtschaft und zur Sanierung der Umwelt kommt dem Leistungsspektrum der deutschen Wirtschaft entgegen. Deren Exportangebotsstruktur stimmt signifikant mit der Importnachfragestruktur der Aufhol-Länder nach diesen Waren überein, insbesondere bei Höherwertigen Technologien (Abb. 5-3). Lediglich die ungarische Importnachfragestruktur weicht von diesem Eindruck ab. Deutschland hat es gegenüber Japan und vor allem den USA – neben den Lage- und „Führungsvorteil“ bedingten Stärken – also auch aufgrund der z. T. deutlich kompatibleren Exportpalette leichter, die Importmärkte für FuE-intensive Waren in Mittel- und Osteuropa zu bedienen.

Die derzeitige Krise in Südostasien zeigt, wie wichtig eine breite regionale Diversifizierung ist. Insofern ist es aus deutscher Sicht günstig, daß bei forschungsintensiven Waren der Handel mit den mittel-/osteuropäischen Reformstaaten stark an Gewicht gewonnen hat. In diesen Ländern waren fast 40 vH der technologieintensiven Industrieländereinführen deutscher Provenienz. Räumliche Nähe, kulturelle Gemeinsamkeiten und die Neuaufgabe traditioneller Handelsbeziehungen wirken stimulierend. Die mittel-/osteuropäischen Länder sind interessante Handelspartner und Investitionsstandorte geworden. Der Handel expandiert rasch und recht gleichgewichtig.

Tab. 5–1: Indikatoren zu FuE in ausgewählten mittel-/osteuropäischen Aufhol-Ländern

	Polen	Slowakei	Slowenien	Tschechien	Ungarn
<b>FuE-Intensität</b>					
<b>FuE-Ausgaben insgesamt</b>					
in vH des BIP 1996.....	0,76	1,02	1,44	1,07	0,67
FuE-Ausg. der Industrieuntern.					
in vH des BIP 1996.....	0,31	0,57	0,71	0,64	0,29
<b>FuE-Finanzierung</b>					
Anteil ...					
des Staates .....	57,8	39,5	43,4	35,3	50,0
der Hochsch./Priv. Org. oh. Erw.*) .....	1,9	0,1 o. Hochsch.	4,9	2,9	6,5 <sup>1)</sup>
der Unternehmen .....	38,9	57,4	49,0	59,6	38,9
des Auslands .....	1,4	3,0	2,7	1,9	4,6
... an der Finanz. von FuE in vH 1996					
<b>Durchführung von FuE</b>					
Anteil der ...					
vom Staat/Priv. Org. oh. Erwerbszw.*) .....	31,2	39,4	27,7	31,2	32,0
in Hochschulen .....	27,8	5,1	21,6	8,9	24,8
in Unternehmen .....	40,9	55,5	50,7	59,9	43,2
... verwendeten FuE-Ausg. in vH 1996					
<b>FuE-Personal</b>					
FuE-Wissenschaftler/Ingenieure in vH der Erwerbspersonen .....	0,31 1996	0,39 1995	0,52 1995	0,25 1996	0,26 1996
<b>Sektorale FuE-Schwerpunkte</b>					
Anteil des Sektors an den FuE-Ausgaben der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes insgesamt in vH	Maschinenbau 19,5 1995 Chemie (oh. Pharma) 11,7 E-vertei., -erzeug. 9,4	k.A. aufgrund umfangreicher Geheimhaltungen	Pharma-Industrie 31,4 1996 E-vertei., -erzeug. 18,9 Rf./TV/Nachr.techn. 17,8	Straßenfahrz.g.bau 32,8 1995 Maschinenbau 14,2 Luft-/Raumfahrtind. 10,4	Pharma-Industrie 50,5 1995 Min.öl,Spalt-/Brust. 10,4 Chemie (oh. Pharma) 10,4
<b>Indikatoren zum Einsatz von höherqualifizierten Erwerbstätigen</b>					
Hochschulabsolventen in vH der Erwerbspersonen 1996 .....	10,3**)	11,3 1995	6,8	10,4	6,1
Anteil hoher Beamter, Führungs- kräfte, Wissenschaftler u. Techniker <sup>2)</sup> an den Erwerbspersonen insgesamt in vH 1996 .....	26,7	32,9 1995	30,4	34,0	29,4

Fehler durch Rundungen.

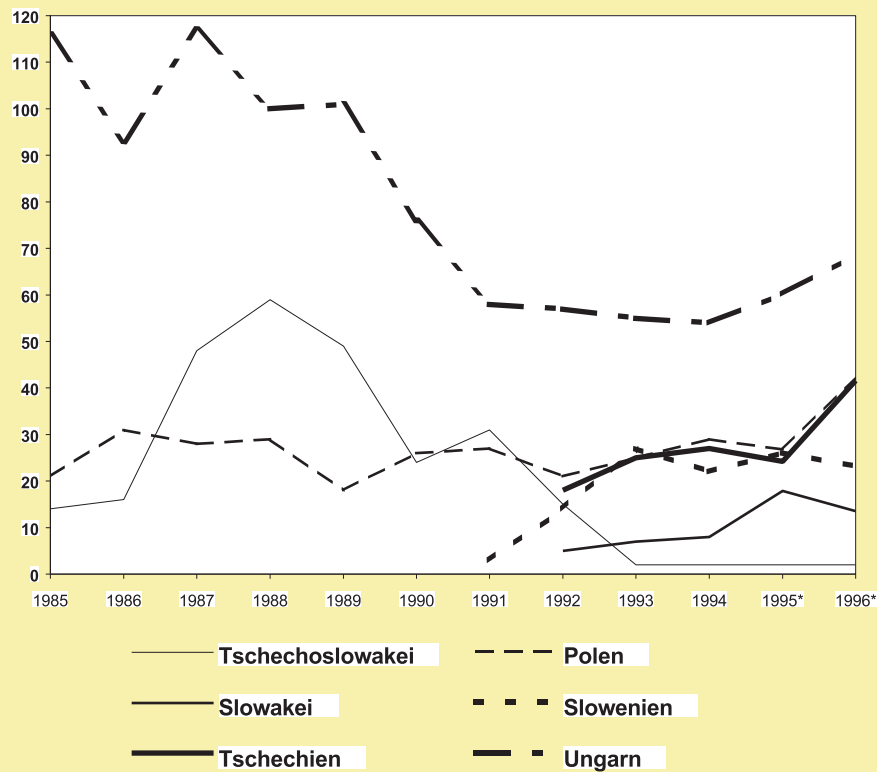
<sup>1)</sup> Sonstige Finanzierungsquellen; noch im Vorjahr hatten sie einen Anteil von nur 0,7 vH (1994: 3,3 vH).<sup>2)</sup> ISCO-88 (International Standard Classification of Occupations)-Hauptgruppen 1, 2 und 3.

\*) Private Organisationen ohne Erwerbszweck.

\*\*) Leicht überschätzt.

Quelle: Lokale Quellen. – ILO. – IMD. – OECD. – UNESCO. – Statistisches Bundesamt. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Abb. 5-2: Patentanmeldungen mittel-/osteuropäischer Aufhol-Länder am EPA 1985 bis 1996**

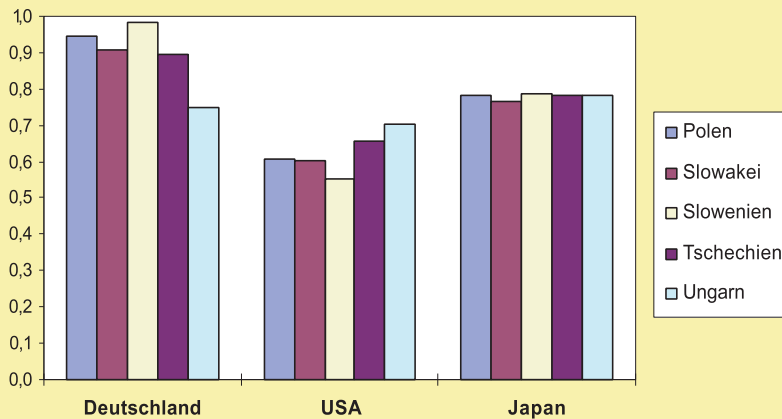


\*) Hochgerechnet.

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

**Abb. 5-3: Konformität\* der Exportstrukturen ausgewählter OECD-Länder und der Importnachfrage mittel-/osteuropäischer Aufhol-Länder bei FuE-intensiven Waren 1996**

- Werte von 0,8 und mehr zeigen eine signifikante Ähnlichkeit der Export- und Importstrukturen an -



\*) Präferenzstrukturtest: Werte entsprechen dem Cosinus des Winkels zwischen den Export- und Importvektoren. Die Importe der Aufhol-Länder werden geschätzt nach den Exporten der OECD in diese Länder.

Quelle: OECD: Foreign Trade by Commodities, CD-ROM. - Berechnungen und Schätzungen des NW.

**Tab. 5-2: Außenhandelsverflechtungen mittel-/osteuropäischer Aufhol-Länder<sup>1)</sup> sowie der Nicht-OECD-Länder insgesamt mit einzelnen Industrieländern/-ländergruppen bei FuE-intensiven Waren 1996**

Produktgruppe	Berichtsland							
	Deutschland				USA			
	Anteile der				Anteile der			
	Nicht-OECD-Länder insg.	MOE-Länder	Nicht-OECD-Länder insg.	MOE-Länder	Nicht-OECD-Länder insg.	MOE-Länder	Nicht-OECD-Länder insg.	MOE-Länder
	an den Exporten		an den Importen		an den Exporten		an den Importen	
Verarbeitete Industriewaren insg. ....	20,0	6,0	16,5	6,5	29,3	0,3	31,3	0,3
Spitzentechnik.....	19,9	4,3	16,4	1,8	34,4	0,3	36,5	0,3
Höherwertige Technik.....	20,6	5,3	9,8	5,0	26,7	0,3	15,9	0,1
FuE-intensive Waren insgesamt.....	20,4	5,0	12,4	3,7	31,0	0,3	24,4	0,2
Biotechnologie/-substitutionssektor*) .....	21,9	4,6	8,6	1,6	24,7	0,3	17,2	0,5
Radioaktive Stoffe.....	3,8	10,9	18,9	0,1	5,5	0,0	24,5	0,0
Übrige Chemie .....	21,6	4,7	5,6	1,6	25,1	0,2	12,0	0,2
Maschinenbau .....	32,3	6,0	6,6	7,3	35,1	0,5	9,3	0,6
Automobile .....	10,4	3,2	1,4	3,1	20,6	0,2	0,0	0,0
Luft-und Raumfahrt .....	11,3	0,4	5,7	0,4	37,8	0,2	7,9	0,1
Informationstechnik .....	21,0	5,3	24,8	1,7	34,7	0,4	45,8	0,1
Elektrotechnik, a.n.g. ....	19,9	8,4	16,4	10,6	22,3	0,4	23,2	0,7
Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik.....	19,7	5,6	10,6	4,2	23,5	0,4	17,1	0,1
Foto, Optik.....	13,8	3,3	20,1	2,6	23,4	0,2	31,2	0,2
Übrige FuE-intensive Waren.....	21,0	6,3	19,9	9,3	52,0	0,1	25,2	0,4

<sup>1)</sup> Polen, Slowakei, Slowenien, Tschechien, Ungarn.

\*) Umfaßt chemische Produkte auf der Basis biotechnologischer Verfahren sowie traditionelle Chemiewaren, die unter Biotechnologiesubstitutionsdruck stehen.

Quelle: OECD: Foreign Trade By Commodities, CD-ROM. – Berechnungen des NIW.

Die mittel-/osteuropäischen Aufhol-Länder sind auf den Importmärkten der Industrieländer für FuE-intensive Güter mit einem Anteil von 1 vH zwar bislang kaum vertreten. Deutschland besitzt daran gemessen jedoch eine außerordentlich bedeutende Stellung als Nachfrager von forschungsintensiven Waren aus dieser Region: 1996 kamen gut 3½ vH der deutschen Importe dieser Güter aus diesen Ländern. Gerade bei Waren der Höherwertigen Technik können die Aufhol-Länder z. T. beachtliche Marktanteile verbuchen: Sie können zunehmend in höherwertigeren Güterbereichen an Boden gewinnen, finden auf den anspruchsvollen Märkten der hochentwickelten Industrieländer Käufer und verdrängen z. T. die dort hergestellten Waren vom Markt. Importe von Einrichtungen zur Elektrizitätsverteilung und Schienenfahrzeugen stammen in Deutschland zu mehr als ¼ aus diesen Ländern. Der Handel mit den mittel-/osteuropäischen Ländern ist bereits recht stark intraindustriell geprägt und bietet Deutschlands forschungsintensiven Industrien weitere Spezialisierungschancen.

Natürlich gibt es Differenzierungen zwischen den Produkten aus westlichen Industrieländern und aus Aufhol-

Ländern. So zeigt sich z. B. für forschungsintensive Güter, daß die Importe aus den mittel-/osteuropäischen Reformländern besonders stark (zu 50–75 vH) im unteren Preissegment<sup>95)</sup> liegen und daß die Importe aus diesen Ländern nur zu maximal 11 vH aus Gütern der oberen Preisklasse bestehen (Abb. 5-4 und Abb. 5-5). Dagegen liefern die (Industrie-)Länder mit relativ reichlicher Ausstattung mit ausgebildeten Arbeitskräften vor allem Güter im oberen und mittleren Preissegment. Daher ist zu vermuten, daß es sich bei den Importen aus mittel-/osteuropäischen Reformländern um Güter handelt, die eher am Ende des Produktlebenszyklus angesiedelt sind (technologisch vergleichsweise anspruchslosere Güter, z. B. preiswertere Konsumgüter), während die Industrieländer teurere technologieintensive Erzeugnisse liefern (Produktions- und Investitionsgüter).

<sup>95)</sup> Liegt der relative Import-unit value 25 vH oder mehr über dem Durchschnitt der jeweiligen Warengruppe, werden diese Lieferungen des Landes j dem oberen Preissegment zugeordnet; erreichen sie weniger als 80 vH des Durchschnitts, fallen sie in das untere Preissegment. Die übrigen Lieferungen werden als mittlere Preisklasse eingestuft.

Berichtsland							
Japan				OECD			
Anteile der				Anteile der			
Nicht-OECD-Länder insg.	MOE-Länder	Nicht-OECD-Länder insg.	MOE-Länder	Nicht-OECD-Länder insg.	MOE-Länder	Nicht-OECD-Länder insg.	MOE-Länder
an den Exporten		an den Importen		an den Exporten		an den Importen	
44,8	0,2	42,4	0,2	24,5	2,2	20,4	1,7
41,2	0,2	29,7	0,1	29,4	1,4	21,8	0,6
38,1	0,3	29,0	0,1	23,1	2,4	10,5	1,3
39,3	0,2	29,4	0,1	25,6	2,0	15,1	1,0
34,6	0,4	13,5	0,5	21,9	2,4	9,0	0,8
25,2	0,1	7,3	0,0	12,7	0,7	27,1	0,0
45,3	0,1	17,6	0,2	24,0	2,5	6,7	0,9
50,2	0,2	19,3	0,1	34,2	3,0	5,9	1,5
28,7	0,5	0,1	0,0	14,0	1,9	0,8	1,2
16,2	0,0	0,3	0,0	36,8	0,3	12,6	0,3
38,2	0,2	47,0	0,0	27,8	1,3	31,3	0,5
46,8	0,2	35,8	0,2	24,5	2,8	13,9	2,5
36,2	0,2	10,3	0,1	22,7	2,1	8,6	0,7
32,2	0,0	50,7	0,1	23,2	1,0	23,3	0,6
47,1	0,1	31,9	0,1	35,2	2,0	18,5	2,2

## 5.2 Zum Aufholprozeß in den neuen Bundesländern

### Entwicklung FuE-intensiver Industrien

Die Integration der neuen Bundesländer in den internationalen Innovationswettbewerb kommt langsam voran, steht aber insgesamt noch immer deutlich hinter derjenigen der alten Bundesländer zurück.

Während aus gesamtdeutscher Sicht fast 50 vH der Umsätze mit FuE-intensiven Waren im Jahr 1997 im Ausland erzielt wurden, lag dieser Anteil in den neuen Bundesländern bei  $\frac{1}{4}$  (Tab. 5-3). Dennoch sind im FuE-intensiven Sektor in jüngster Zeit bemerkenswerte Ausfuhrerfolge zu verzeichnen. In einzelnen ostdeutschen Industrien ist der im Ausland erzielte Umsatzanteil mittlerweile ähnlich hoch wie im übrigen Bundesgebiet (Teile der Chemie, Foto/Optik, Luft- und Raumfahrzeuge, EDV, Bauelemente, Nachrichtentechnik). In vielen Industrien ist der Auslandumsatz jedoch noch starken Schwankungen unterworfen. Die weitgehend kleinbetriebliche Unternehmensstruktur sowie die verbreitete

Ertragsschwäche der Unternehmen läßt komplexere Formen der Internationalisierung wie Direktinvestitionen im Ausland oder gemeinsame Produktion mit ausländischen Partnern kaum zu. Selbst Lohnveredelung mit räumlich nahen Partnern in Polen und Tschechien spielt noch eine vergleichsweise geringe Rolle.<sup>96)</sup> Ostdeutsche Unternehmen betrachten den Aufbau stabiler Beziehungen zu westlichen Unternehmen als den wichtigeren Weg zu ihrer Marktintegration.

Die unterdurchschnittliche Einbindung der ostdeutschen Unternehmen in den Globalisierungsprozeß ist angesichts der industriellen Strukturdefizite (Anteil FuE-intensiver Branchen, Unternehmensgrößenstruktur) und der noch vorherrschenden Labilität der Unternehmen besonders in der Investitionsgüterindustrie durchaus zu erwarten. Diese Defizite sind erst längerfristig abzubauen.

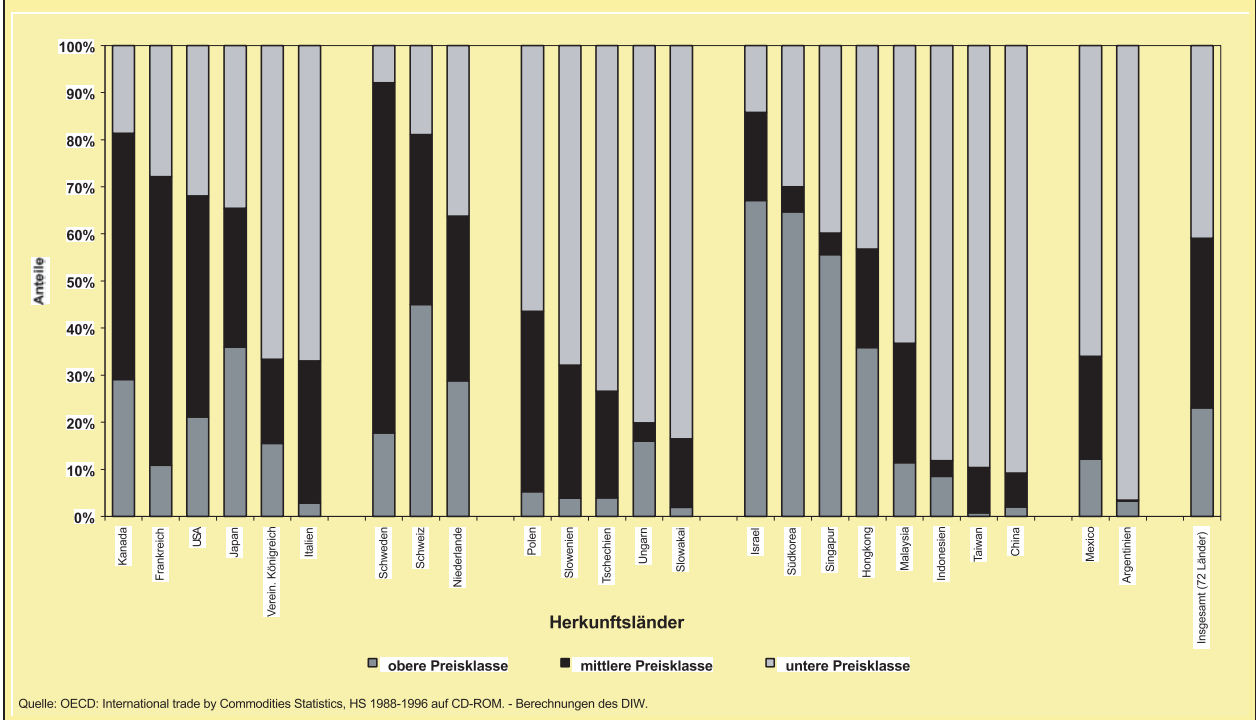
Dennoch ist die Steigerung der Aktivitäten im ostdeutschen Auslandsgeschäft ein positives Signal. Die Aussichten für zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten sind jedoch angesichts der geringen Größe des internationalen Sektors eher begrenzt. Im Jahr 1997 waren lediglich  $2\frac{1}{2}$  vH (insgesamt gut 10 Mrd. DM) des deutschen Auslandsumsatzes FuE-intensiver Industrien ostdeutschen Betriebsteilen zuzurechnen. Dies bedeutet zwar eine Steigerung um  $\frac{1}{2}$  Prozentpunkt gegenüber dem Vorjahr, zeigt aber, daß die Exportbasis auf längere Sicht hin schmal bleiben wird.

Die zunehmende Technologieorientierung der ostdeutschen Wirtschaft wird anhand der Investitionen in den Jahren 1993–1995 deutlich, als der Maschinen- und Fahrzeugpark bei den meisten Unternehmen fast vollständig erneuert wurde. Während sich die Investitionstätigkeit in Ostdeutschland in der Folgezeit insgesamt abgeschwächt hat, sind in einigen forschungsintensiven Industrien weitere Investitionszuwächse zu verzeichnen (Elektrotechnik, Automobile, abgeschwächt auch Chemie). Die Planungen für 1998 lassen nach Ifo-Erhebungen auch für Maschinenbau, Feinmechanik/Optik sowie Luft- und Raumfahrzeugbau eine Zunahme der Investitionen erwarten, wohingegen die Investitionsneigung in weniger forschungsintensiven Industrien insgesamt schwächer ausfallen dürfte.

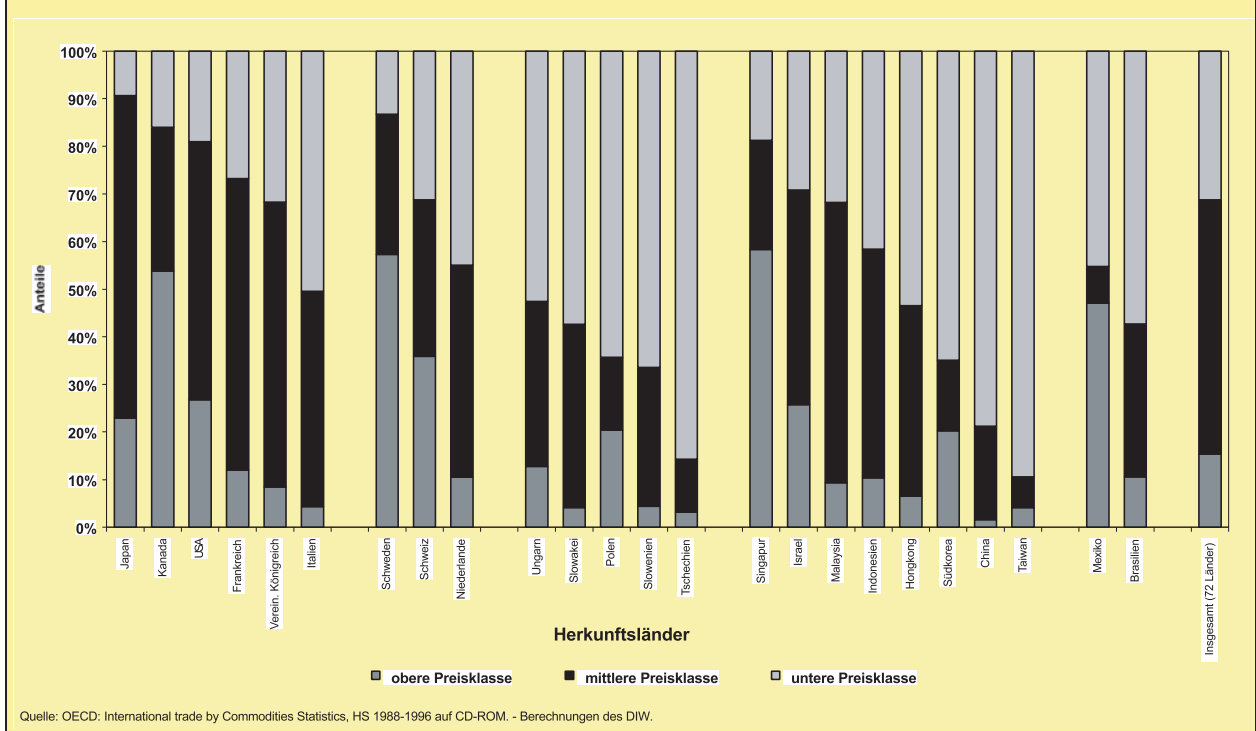
Der forschungsintensive Sektor in den neuen Bundesländern hat mit rund  $\frac{1}{3}$  der Industrieproduktion ein wesentlich geringeres Gewicht als im früheren Bundesgebiet. Er hat im Verlauf der 90er Jahre noch an Gewicht eingebüßt. Die Hersteller von baunahen Produkten, von wenig technologieintensiven Waren sowie von wenig handelbaren Produkten haben deutlich höhere Anteile an der industriellen Produktion und haben diese auch noch ausgeweitet. Von einer Zuggpferdfunktion des FuE-intensiven Sektors kann aus ostdeutscher Perspektive bislang nicht gesprochen werden. Positive Ausstrahlungseffekte können am ehesten von Automobilen, Optik, Teilen des Maschinenbaus, Kunststoffen, EDV, Bauelementen, Luft- und Raumfahrzeugen erwartet werden. Zu den Verlierern zählen insbesondere Schienenfahrzeuge, Teile des Maschinenbaus, Medizintechnik und Medikamente. Allerdings haben sich die bisherigen

<sup>96)</sup> Vgl. dazu DIW/IfW/IWH (1998), Gesamtwirtschaftliche und unternehmerische Anpassungsfortschritte in Ostdeutschland.

**Abb. 5-4: Preisstruktur der Importe Deutschlands für Produkte der Spitzentechnik 1996**



**Abb. 5-5: Preisstruktur der Importe Deutschlands für Produkte der Höherwertigen Technik 1996**





**Tab. 5–3: Position und aktuelle Entwicklung FuE-intensiver Industrien in den neuen Bundesländern**

	Nettoproduktion		Beschäftigung			Export- quote	Auslandsumsatz		
	jahresd. Veränderung 1993–1997 in vH		Anteil an D 1997 in vH	jahresd. Veränderung 1995–1997 in vH		1997 in vH	Anteil an D 1997 in vH	jahresd. Veränderung 1995–1997 in vH	
	NBL	ABL	NBL	ABL	NBL	NBL	ABL		
FuE-intensive Industrien insgesamt	5,0	2,9	6,9	-6,6	-3,0	25,0	2,5	25,7	10,6
Spitzentechnik*).....	7,3	3,7	5,6	2,7	-3,9	35,0	3,5	80,0	16,2
Höherwertige Technik.....	4,6	2,8	7,2	-7,8	-2,8	22,8	2,3	16,1	9,4
Nicht-FuE-intensive Industrien.....	10,1	0,6	10,1	-1,3	-3,7	11,3	4,4	14,0	4,8
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	8,3	3,7	8,7	-3,3	-3,4	15,7	3,2	19,6	8,5

\*) Ohne Spalt- und Brutstoffe.

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

Quellen für das Wachstum nicht-FuE-intensiver Zweige in Ostdeutschland weitgehend erschöpft. Auch die größeren Unternehmen der Investitionsgüterindustrie haben Eigentümer gefunden und können nach der Restrukturierung nun eine Rolle als Wachstumsmotor übernehmen.

Bei geringer Wachstumsdynamik und hohem Wettbewerbsdruck wird in den FuE-intensiven Industrien weiterhin noch deutlich schneller Personal abgebaut als in der übrigen Industrie. Die Entkopplung von Wachstum und Beschäftigung im FuE-intensiven Sektor fällt noch deutlicher aus als im früheren Bundesgebiet und hat vor allem zu hohen Arbeitsplatzverlusten bei Höherwertigen Technologien geführt. Allerdings können hier einige große, von vorteilhafter Konjunktur betroffene Zweige wie die Kfz-Industrie, Teile der Elektrotechnik (Elektrische Ausrüstungen für Kfz sowie Lampen/Leuchten) und die Herstellung von Werkzeugen zumindest für 1997 Personalaufstockungen melden. Dem steht noch immer ein tiefgreifender Arbeitsplatzabbau in strukturell bedeutenden Branchen wie dem Schienenfahrzeug- sowie dem Metall- und Werkzeugmaschinenbau gegenüber. Auch vom Dienstleistungsbereich in den neuen Ländern gingen bislang keine nennenswerten Impulse auf die Beschäftigung aus, da gerade besonders expansions-trächtige Bereiche, wie unternehmensnahe Dienstleistungen, deutlich unterrepräsentiert sind. Im Bereich der Spitzentechnik ist die Zahl der Beschäftigten – von geringem Niveau aus – 1996/97 gestiegen. Diese Zuwächse gehen auf aktuelle Personalaufstockungen in neuen Produktionsstätten der EDV-Industrie, aber auch im Luft- und Raumfahrzeugbau zurück.

### Forschung, Entwicklung und Innovationen

In den neuen Bundesländern hat sich nach starken Einbrüchen Anfang der 90er Jahre der FuE-Personalstamm auf ein Niveau von rund 23 000 eingependelt. Damit entfallen gut 8 vH des FuE-Personals, aber nur rund 5 vH der FuE-Aufwendungen in Gesamtdeutschland auf die neuen Bundesländer. Dies ist vor allem auf umfangreiche Bundes- und Landesförderprogramme im FuE-Personalbereich zurückzuführen, um das qualifikatori-

sche Potential in den Unternehmen zu halten: Hieran partizipieren rund zwei Drittel der ostdeutschen Unternehmen. Es ist jedoch zu befürchten, daß sich die anstehenden Reformen (Einführung einer Mittelstandsklausel sowie einer Besitzklausel) zum einen negativ auf die Anzahl der FuE-Beschäftigten in Ostdeutschland auswirken werden, da ein Großteil der FuE-betreibenden Unternehmen in den neuen Bundesländern noch immer eine sehr hohe Eigenkapitalschwäche aufweist und von daher kaum in der Lage ist, das Niveau der FuE-Aktivitäten ohne staatliche Förderung zu halten. Zum anderen ist auch der Innovationserfolg gefährdet. Denn vor allem engagieren sich geförderte Unternehmen stärker im Innovationsprozeß; sie weisen auch zum Teil bessere Innovations- und Marktergebnisse auf als nicht geförderte innovative Unternehmen.

Zwar ist die Zahl FuE-betreibender Unternehmen noch immer vergleichsweise gering. Sie hat aber in jüngerer Zeit zugenommen, die FuE-Aufwendungen dürften 1997 leicht zugelegt haben.<sup>97)</sup> Der Anteil der externen FuE-Aufwendungen ist gestiegen, d. h. die Unternehmen suchen verstärkt FuE-Kooperationen, insbesondere bei Prozeßinnovationen. Die Zunahme der FuE-Aktivitäten erfolgte auch in Unternehmen, die nicht zu einer westdeutschen Unternehmensgruppe gehören. Die Verteilung auf die Betriebsgrößen unterscheidet sich in den neuen Ländern immer noch deutlich von der im übrigen Bundesgebiet: Während in den alten Ländern 85 vH der internen FuE-Aufwendungen auf Großunternehmen entfielen, sind es in den neuen Ländern nur 35 vH. Ein Großteil der ostdeutschen Produktinnovatoren setzt FuE für die Imitation von Produkten anderer Hersteller ein, eine durchaus sinnvolle Strategie, um im Aufholprozeß voranzukommen. Der Anteil von Unternehmen, die durch Prozeßinnovationen Kostensenkungen realisieren konnten und der auf

<sup>97)</sup> Zu diesem Ergebnis kommt sowohl der WSV als auch die Forschungsagentur Berlin GmbH (C. Hermann, T. Konzack und P. Ständert (1998), Analyse zur Entwicklung der Potentiale in Forschung und Entwicklung im Wirtschaftssektor in den neuen Bundesländern im Zeitraum 1990 bis 1997) auf Basis ihrer verschiedenen angelegten Befragungen. Die Innovationserhebung 1997 des ZEW war demgegenüber noch etwas skeptischer.

Tab. 5–4: Kennziffern zu FuE und Innovationen in West- und Ostdeutschland im Vergleich

	Jahr	neue Bundesländer	alte Bundesländer
FuE-Personal im Wirtschaftssektor insgesamt .....	1995	23 700	260 000
	1997	23 000	267 000
Verteilung des FuE-Personals auf Unternehmen mit ... Beschäftigten in vH.....	1995/1997 <sup>2)</sup>		
unter 100.....		56,8	8,1
100 bis 499 .....		22,5	11,7
500 und mehr .....		20,7	80,3
FuE-Personalintensität <sup>1)</sup>			
insgesamt in vH.....	1997	4,1	4,6
in Betrieben mit unter 100 Beschäftigten .....	1995	6 – 7	1,8
Interne FuE-Aufwendungen am Umsatz in vH ....	1995	1,7	2,5
Patentanmeldungen <sup>3)</sup> (absolut).....	1995	2 120	36 260
	1997	2 620	40 720

<sup>1)</sup> Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten der Betriebe im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe.

<sup>2)</sup> Alte Bundesländer: 1995 auf Grundlage von SV-Daten, neue Bundesländer: 1997 auf Grundlage der Studie von Hermann, C. u.a. (1998).

<sup>3)</sup> 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.

Quelle n: SV-Wissenschaftsstatistik: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1995–1997; FuE Info 2/1998. – Deutsches Patentamt, Jahresbericht 1997. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1 und 4.1.2. – Hermann, C.; Konzack, T.; Ständert, P. (1998), Analyse zur Entwicklung der Potentiale in Forschung und Entwicklung im Wirtschaftssektor in den neuen Bundesländern im Zeitraum 1990 bis 1997. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

diese Weise eingesparte Kostenanteil ist in den neuen Bundesländern überdurchschnittlich gestiegen. Hierin spiegelt sich auch der wachsende Kostendruck wieder, dem gerade diese Unternehmen aufgrund der zunehmenden Globalisierung der Märkte unterliegen.

Gut ein Fünftel des FuE-Personals in der ostdeutschen Wirtschaft wurde 1997 im Maschinenbau eingesetzt, 13 vH im Bereich MSR-Technik/Optik, 12 vH in der Chemischen Industrie und 9 vH im Fahrzeugbau. Ein hoher Anteil entfällt darüber hinaus auf den Sektor „Forschung und Entwicklung für Unternehmen“ mit 13 vH des FuE-Personals. Darin sind die externen Industrieforschungseinrichtungen (s. u.) und innovative Unternehmen mit einem hohen Anteil an FuE-Dienstleistungen an der Gesamtleistung erfaßt.

Neben den Strukturdefiziten (Anteil FuE-intensiver Industrien, Unternehmensgrößenstruktur) und der im Vergleich zu Westdeutschland relativ hohen FuE-Intensität in kleinen Unternehmen besteht ein ostdeutsches Spezifikum darin, daß große Teile der eigentlichen Forschungskomponente von FuE in den externen Industrieforschungseinrichtungen zu finden sind. Damit sind diese FuE-Potentiale unternehmensintern nicht direkt verfügbar, auch wenn die ostdeutschen Unternehmen prinzipiell an den Ergebnissen der FuE-Dienstleister partizipieren können. Angesichts des Fehlens der großindustriellen Forschung am Standort Ostdeutschland können die externen FuE-Kapazitäten für die Vernetzung der Innovationsaktivitäten zwischen Industrieforschung und Produktion eine wichtige Rolle

spielen. Dazu müssen sich diese Einrichtungen wie Produktionsunternehmen auf ihrem Gebiet in die internationale Arbeitsteilung integrieren und ihren Markt finden, was ihnen in der Vergangenheit noch nicht umfassend gelungen ist.

In den neuen Bundesländern wird – je Kopf gerechnet – etwa ein Drittel der Patente angemeldet, die für Deutschland insgesamt gebucht werden (4 je 10 000 Erwerbstätige gegenüber 13 in Gesamtdeutschland). Die Zuwachsraten der Patentanmeldungen liegen praktisch in allen Regionen Ostdeutschlands deutlich über der Dynamik, die Deutschland insgesamt anschlägt. Allein von 1995 bis 1997 hat die Zahl der ostdeutschen Anmeldungen um fast ¼ zugenommen (Tab. 5-4). Mehr als die Hälfte aller FuE-betreibenden Unternehmen haben seit 1990 FuE-Ergebnisse zum Patent angemeldet.<sup>98)</sup>

Das Gründungsgeschehen ist in den neuen Bundesländern insgesamt vergleichsweise schwach. Die Zahl der Neuerrichtungen von Gewerbebetrieben nimmt gar ab. Dies gilt auch für FuE-intensive Industriebereiche (1997: –2,8 vH), jedoch nicht ganz so stark wie in der übrigen Industrie (1997: –6,8 vH). Bei technologieintensiven Dienstleistungen (1997: 6,7 vH) und anderen unternehmensnahen Dienstleistungen (1997: 5,1 vH) ist die Gründungsdynamik ähnlich hoch wie in Westdeutschland.

<sup>98)</sup> C. Hermann, T. Konzack und P. Ständert (1998), Analyse zur Entwicklung der Potentiale in Forschung und Entwicklung im Wirtschaftssektor in den neuen Bundesländern im Zeitraum 1990 bis 1997.

### 5.3 Ausgewählte Technologiebereiche: Gefährdung der Wettbewerbsposition?

Im allgemeinen stimmen Güter- und Technologieportfolio Deutschlands recht gut überein. Dennoch gibt es auffällige Abweichungen. Dabei sind drei Konstellationen zu unterscheiden:

- Wenn die Außenhandelsspezialisierung positiv und die technologische Spezialisierung negativ ist, kann gemutmaßt werden, daß es in diesem Bereich Probleme geben könnte.
- Wenn sowohl Technologie- als auch Außenhandelsspezialisierung negativ sind, stellt sich die Frage, welche langfristige Bedeutung diesem Bereich zukommt, welche Größe er hat und ob wichtige Zukunftsoptionen nicht verfolgt werden können.
- Weiterhin können sich Strukturbrüche – z. B. in Form von Produktions- und Beschäftigungseinbußen – in Bereichen, in denen Deutschland sowohl technologisch als auch im Außenhandel spezialisiert ist, abzeichnen.

Ob sich in den nach diesen Kriterien ausgewählten Bereichen „Gefährdungspotentiale“ für den Standort Deutschland abzeichnen und welcher Art diese sind, soll im folgenden gefragt werden. Dabei ist für die ausgewählten Fallstudien interessant, daß – von Büromaschinen/EDV abgesehen – die Technologiebereiche in sehr engem Zusammenhang mit staatlichen Anforderungen an das Innovationsgeschehen zu sehen sind (Medizintechnik, Pharmazeutika, Schienenfahrzeuge).

#### Büro-/Rechenmaschinen

Der Bereich „Büro-/Rechenmaschinen“ gehört mit zu den forschungsintensivsten Industrien: In Deutschland werden knapp 15 vH des Produktionswertes dieser Produkte für FuE ausgegeben. Auf ihn entfallen weltweit rund 20 vH aller EPA-Patentanmeldungen in der Spitzentechnik und 9 vH des gesamten FuE-intensiven Sektors. Die Branche ist jedoch außergewöhnlich heterogen. Sie setzt sich (fachlich) aus einfachen Büromaschinen bis zu ADV-Geräten (von einfachen PCs bis zu main frames) sowie Teilen/Zubehör hierfür zusammen.

Die dominante Rolle der USA und Japans auf der technologischen Ebene spiegelt sich in den relativen Patentanteilen wider, denn ansonsten sind nur die Niederlande im positiven Bereich zu finden. Auf die USA und Japan entfallen knapp  $\frac{3}{4}$  der EPA-Patentanmeldungen (Tab. 5-5). Allerdings haben beide Länder zwischen 1989/90 und 1995/96 ihre Plätze getauscht: Der Patentanteil Japans sank von 41 vH auf 31 vH, während der Anteil der USA von 38 vH auf 42½ vH gestiegen ist. Deutschland konnte seinen Anteil von 7 auf 8 vH erhöhen, holt also etwas auf. Außerdem konnte eine Gruppe von kleineren Ländern, vornehmlich aus dem südostasiatischen Raum, ihren Anteil von beinahe Null auf 3 vH steigern.

Die Heterogenität der Branche wird auf andere Weise durch die hohen Patentanteile von Japan und den USA als führenden Technologielieferanten auf der einen Seite und der südasiatischen Aufhol-Länder an den Welthandelsanteilen auf der anderen Seite deutlich. Der eine Teil hat mit

dem anderen also fast nichts zu tun. Insofern lassen sich die Außenhandelsstrukturen nur schwer mit den Patent-schutzdaten in Übereinstimmung bringen. Fest steht jedoch, daß Deutschland aktuell weder im Hochtechnologie-segment und schon gar nicht im Bereich einfacher Technologie quantitativ bedeutend vertreten ist.

Was die künftigen Aussichten angeht, so wird im allgemeinen von folgenden Einschätzungen ausgegangen:

- Der neue Markt für digitale Kopierer dürfte zunächst überwiegend US-amerikanischen und japanischen Produzenten vorbehalten sein.
- Bei der automatischen Datenverarbeitung ist bereits durch das Aufholen bei den Patentanmeldungen deutlich geworden, daß außereuropäische Länder eine hohe Dynamik zeigen (Taiwan, Israel, aber auch Japan).
- Für Deutschland hätte es wenig Sinn, im Bereich der Basis-Hardware oder der Standard-PCs einen Aufholprozeß zu initiieren. Durch die Ausweitung der Computertechnik und ihre Verknüpfung mit anderen Bereichen (z. B. mit dem Fernsehen oder dem Automobil) tut sich jedoch für Deutschland ein weites Wettbewerbsfeld auf: Die geschickte Anwendung von Computertechnik in traditionellen Branchen, also die Integration der aus den USA und Asien stammenden Chips in Produkte, die in Deutschland hergestellt werden. Dies erscheint als eine realistische und dem Spezialisierungsmuster Deutschlands angemessene Perspektive.

#### Pharmazeutika

Deutschland ist seit Jahren die „größte Apotheke der Welt“ (Welthandelsanteil 20 vH). Es bietet dem Weltmarkt ein reichliches Angebot an Medikamenten, ist hingegen recht schwach auf den Märkten für Wirkstoffe vertreten. Innovationen in der Pharmazie beruhen sehr stark auf Ergebnissen der Grundlagenforschung. Die Industrie ist in entsprechende Wissensverbände an Universitäten und Hochschulen eingebunden. Nimmt man die Publikationshäufigkeit in der Pharmazie zum Maßstab, dann zählt die Pharmakologie (mit einem Anteil von 6½ vH) jedoch nicht zu den deutschen Stärken im Wissenschaftsbereich.

Die FuE-Aufwendungen für Pharmazeutika sind in Deutschland zwischen 1980 und 1994 im Vergleich zu wichtigen Konkurrenten (USA, Japan, Frankreich, Großbritannien) nur unterdurchschnittlich angestiegen, sie waren zeitweise gar rückläufig. In den Vergleichsländern ist zudem eine Verlagerung der FuE-Ressourcen hin zu Pharmazeutika zu erkennen, eine ähnliche Schwerpunktbildung bleibt in Deutschland aus. Entsprechend hat langfristig betrachtet Deutschland auch Anteile an den Innovationen (Wirkstoffe und Anwendungspatente) verloren, während insbesondere die USA (Patentanteil 45 vH) und zunehmend Großbritannien in dieser Hinsicht Stärken aufweisen. Nach einer Stagnationsphase nimmt die Anzahl der deutschen Patentanmeldungen für Pharmazeutika seit 1993 wieder im internationalen Trend zu. Dennoch scheint sich für die Position Deutschlands bei Pharmazeutika ein Gefährdungspotential aufgebaut zu haben.

Tab. 5–5: Technologie- und Außenhandelsspezialisierung in ausgewählten Technologiebereichen

Bereich	GER	USA	JPN	FRA	GBR
<b>Büro/Rechenmaschinen</b>					
<i>Patentanteil 1996 in vH</i>	9	41	30	4	5
Welthandelsanteil 1996 in vH	7	23	20	6	11
RCA 1996	-78	- 22	14	-39	5
darunter: Büromaschinen (SITC 751)					
Welthandelsanteil 1996 in vH	11	9	31	6	10
RCA 1996	-34	-119	111	-22	39
darunter: EDV (SITC 752)					
Welthandelsanteil 1996 in vH	7	22	16	7	12
RCA 1996	-82	- 31	- 20	-28	11
darunter: Teile und Zubehör (SITC 759)					
Welthandelsanteil 1996 in vH	6	27	24	4	9
RCA 1996	-80	3	45	-64	-10
<b>Pharmazeutika</b>					
<i>Patentanteil 1996 in vH</i>	12	45	12	5	8
Welthandelsanteil 1996 in vH	15	10	3	10	12
RCA 1996	16	31	-131	16	64
darunter: Wirkstoffe (SITC 541)					
Welthandelsanteil 1996 in vH	17	18	5	8	6
RCA 1996	6	57	-113	-26	6
darunter: Arzneiwaren (SITC 542)					
Welthandelsanteil 1996 in vH	14	6	2	12	15
RCA 1996	23	0	-156	36	83
<b>Medizinische Diagnoseapparate</b>					
<i>Patentanteil 1996 in vH</i>	13	44	10	3	8
Welthandelsanteil 1996 in vH	23	30	15	7	4
RCA 1996	75	81	17	1	6
<b>Medizinische Instrumente</b>					
<i>Patentanteil 1996 in vH</i>	13	50	5	5	5
Welthandelsanteil 1996 in vH	14	28	8	5	7
RCA 1996	5	89	-84	-59	27
<b>Schienenfahrzeuge</b>					
<i>Patentanteil 1996 in vH</i>	48	9	14	8	3
Welthandelsanteil 1996 in vH	15	13	3	8	3
RCA 1996	54	- 6	0	125	50
<b>Umwelttechnik</b>					
<i>Patentanteil 1995 in vH</i>	25	22	16	9	7
Welthandelsanteil 1996 in vH	18	18	13	7	7
RCA 1996	49	56	55	8	32
darunter:					
Abfall Welthandelsanteil 1996 in vH	17	14	17	6	7
RCA 1996	91	42	104	35	72
Wasser Welthandelsanteil 1996 in vH	18	13	10	7	6
RCA 1996	24	30	58	- 3	14
Luft Welthandelsanteil 1996 in vH	18	18	12	8	7
RCA 1996	58	53	69	27	32
MSR Welthandelsanteil 1996 in vH	18	23	16	6	8
RCA 1996	43	72	31	- 9	28

Quelle: OECD: Foreign Trade by Commodities, CD-ROM. – Berechnungen des NIW. – EPAT, PCTPAT. – Berechnungen des FhG-ISI.

Denn bei der Erforschung und Entwicklung neuer Pharmazeutika ist in den letzten Jahren ein dramatischer technischer Wandel im Gange. Treibende Kräfte sind Entwicklungen in der Biotechnologie und synthetischen Chemie, die völlig neue Medikamente für völlig neue Anwendungen erwarten lassen. Neben den traditionellen Wissenschafts- und Technikfeldern wie Chemie, Pharmakologie und medizinische Forschung muß künftig vermehrt Know-how insbesondere aus der Molekularbiologie, Biochemie, Biotechnologie, Bioinformatik, kombinatorischen Chemie, Automatisierung und Robotik in den FuE-Prozess einbezogen werden. Technologisch ist Deutschland in den für die Pharmazeutika relevanten Bereichen der Biotechnologie nur unterdurchschnittlich spezialisiert. Weltweit hat sich der Anteil der Patentanmeldungen am EPA, die gleichzeitig im Bereich Biotechnologie und Pharmazeutika angemeldet werden, von 15 vH in 1989 auf 20 vH in 1996 erhöht. Für die USA stieg dieser Anteil sogar von 19 vH auf 26 vH. Auch Großbritannien hat in diesem Bereich deutliche Stärken aufgebaut, während Deutschland im gleichen Zeitraum nur ein moderates Wachstum von 11 vH auf 13 vH zu verzeichnen hatte.<sup>99)</sup>

Hierauf haben die deutschen Unternehmen reagiert. Sie haben seit 1994 die FuE-Ausgaben deutlich kräftiger ausgeweitet. Sie machen 10½ vH des Umsatzes aus, knapp 12 vH des Personals ist mit FuE-Aufgaben befaßt. Gleichzeitig haben sich die Rahmenbedingungen für Innovationen etwas gebessert: Verkürzung der Zulassungszeiten für Arzneimittel, gegenseitige Anerkennung nationaler Zulassungen in der EU, Verkürzung der Genehmigungszeiten für biotechnologische Anlagen, verstärkte Kooperationen von Arzneimittelherstellern mit deutschen Biotech-Firmen, Verdoppelung der Zahl der Biotech-Firmen.<sup>100)</sup> Die Pharmaindustrie spricht heute gar von einem „come back“ der Biotechnologie in Deutschland, nachdem gerade diese Sparte beliebtes Ziel der Auslandsforschung war. In der Biotechnologie wird das eher ungünstige Bild am Innovationsstandort Deutschland etwas günstiger. Besonders kraß ist technologisch gesehen jedoch immer noch der Abstand zu den USA.

### **Medizinische Technik: Diagnoseapparate und Instrumente**

Im Sektor Medizin- und Orthopädietechnik werden knapp 8 vH des Umsatzes für FuE verausgabt; knapp 6 vH des Personals betreibt FuE.

Medizinische Diagnoseapparate sind ein sehr interdisziplinäres Technikfeld, das sich an der Schnittstelle zwischen medizinischer Forschung und Anwendung, Ingenieurwissenschaften und verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen entwickelt. Deutschland agiert auf den Weltmärkten bisher zwar überaus erfolgreich, ist mit patentgeschützten Erfindungen jedoch nicht sehr stark vertreten, wobei gar eine leicht negative Tendenz zu erkennen ist. Da gleichzeitig die führende Export-

nation (die USA) mit etwa der Hälfte der Patentanmeldungen auch ihre technologischen Kompetenzen weiter ausbaut und sich mit Großbritannien ein weiterer technologischer Konkurrent entwickelt, kann sich für die technologische Leistungsfähigkeit in diesem Bereich ein Gefährdungspotential entwickeln.

Die künftige Entwicklung Medizinischer Diagnoseapparate dürfte wesentlich durch neue Erkenntnisse aus der Materialforschung, der Mikrosystemtechnik, der Informations- und Kommunikationstechnik, optischen Techniken und der Biotechnik geprägt werden. Kompetenzen in diesen Technikfeldern werden somit zu wichtigen Faktoren für die künftige technologische Leistungsfähigkeit. Das Wissenschafts- und Technikportfolio Deutschlands in diesen Feldern zeigt insgesamt mit Ausnahme der Materialwissenschaften zwar eine ungünstige Positionierung. Entscheidend wird es jedoch künftig weiterhin darauf ankommen, neue technologische Basisentwicklungen aus einzelnen Disziplinen in die Anwendung zu transferieren – eigentlich eine Stärke der deutschen Wirtschaft. Am Beispiel der Mikrosystemtechnik (Abschnitt 2.3.2) zeigt sich jedoch, daß Deutschland sich gerade auf diesem Feld noch schwertut.

Bei medizinischen Instrumenten kann wie bei medizinischen Diagnoseapparaten eine deutliche Diskrepanz zwischen Technologie- und Außenhandelsspezialisierung festgestellt werden. Trotz geringer Patentanteile verbucht Deutschland immer noch überdurchschnittlich hohe Exportüberschüsse. Inzwischen schlägt sich dies jedoch auch auf den Außenhandel nieder. Seit 1986 hat Deutschlands Anteil an den Weltexporten von 1/3 auf 13½ vH nachgegeben.

Patente und Weltmärkte werden eindeutig von den USA dominiert. 1989/90 entfielen 43½ vH aller Anmeldungen am EPA in diesem Bereich auf die USA, 1995/96 waren es bereits 49½ vH. Alle anderen großen Länder verloren in diesem Zeitraum Patentanteile: Deutschland sank von 17 vH auf 13½ vH, Japan von 8 vH auf 6 vH. Sowohl bei Patenten als auch in der Außenhandelsbilanz verweisen die Schweiz und Schweden auf eine gute Bilanz.

### **Schienenfahrzeuge**

Weltweit ist bei Schienenfahrzeugen auf niedrigem Niveau ein starker Anstieg der Patentierungen von knapp 200 Anmeldungen (1989) auf rund 350 in 1996 zu beobachten, vor allem bedingt durch das Wachstum der deutschen Anmeldezahlen. Hierzu hat z. T. die Integration des aus der ehemaligen DDR eingebrachten Wissens beigetragen. 1996 entfielen auf Deutschland – wo die FuE-Aufwendungen mit einem Anteil von 6 vH am Umsatz (1995) und der Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten (12,7 vH) ausgesprochen hoch sind – fast 50 vH aller EPA-Anmeldungen in diesem Bereich. Mit großem Abstand folgten Japan, die USA, Frankreich und die Schweiz. Auch die Außenhandelsbilanz sah lange Zeit sehr positiv aus; 1995/96 brachte jedoch mehr als eine Halbierung der Exporte mit sich. Die verhältnismäßig hohen Exportzahlen sind kein Dauerzustand, die deutsche Schienenfahrzeugindustrie hat in zunehmendem Maße Absatzprobleme. Kanada (Güterwagen!) ist der weltweit größte Exporteur von Schienenfahrzeugen

<sup>99)</sup> Die Zahlen für 1996 sind hochgerechnet.

<sup>100)</sup> Vgl. Boston Consulting Group (1998), Innovationskraft: Forschende Arzneimittelhersteller am Standort Deutschland.

vor Deutschland, den USA, Frankreich, der Schweiz und Italien. Aber auch viele kleinere Länder – u. a. Korea und Tschechien – agieren erfolgreich auf dem Weltmarkt.

Die deutlichen Diskrepanzen zwischen Patenten und ihrer Umsetzung auf Auslandsmärkten sind z. T. durch die Heterogenität des Industriezweiges zu erklären: Einige Segmente stehen im Hochtechnologie-, andere hingegen im scharfen Preiswettbewerb. Daß Kostenüberlegungen im zunehmenden Maße eine Rolle spielen, beweisen die zahlreichen Unternehmenszusammenschlüsse. Andere Gründe sind, daß der Markt für Schienenfahrzeuge des Fernverkehrs zum großen Teil national geprägt ist. Zudem werden Prestigeobjekte wie Hochgeschwindigkeitszüge häufig von nationalen Regierungen subventioniert und protegiert. Bei Zügen des Nah- und Stadtverkehrs sind regionale Präferenzen weniger ausgeprägt, aber die Nachfrage nach Schienenfahrzeugen und der damit zusammenhängenden Technologie ist stark

von Anwendungsaspekten wie Bau, Wartung und Erneuerung beeinflusst, die eindeutige Vorteile für lokale Anbieter hervorrufen. Entwicklung und Produktion lassen sich schwer trennen.

Mit der Liberalisierung des Schienenverkehrs in Deutschland, z. B. durch die Regionalisierung des Nahverkehrs, aber auch durch Investitionen in den Nahverkehr in Ostdeutschland und in anderen europäischen Ländern wachsen die Märkte, aber auch der (internationale) Wettbewerb.<sup>101)</sup> Große Anbieter<sup>102)</sup> haben ihren Hauptsitz in Deutschland und mit ihrem hohen Markt- und Produktionsanteil großen Einfluß auf die deutschen Kennzahlen.

<sup>101)</sup> Sinkende Beschäftigungszahlen deuten darauf hin, daß viele Unternehmen diesen Wettbewerb annehmen und sich durch Kosteneinsparungen auf Preiskämpfe einstimmen.

<sup>102)</sup> Adtranz und die Siemens Transportation Systems Group.

## A. Anhang

Tab. A–1: FuE- und Bildungsausgaben in der Bundesrepublik Deutschland 1992 bis 1997

	in vH des BIP					
	1992	1993	1994	1995	1996 <sup>1)</sup>	1997 <sup>1)</sup>
(1) Forschung und Entwicklung .....	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,4
<b>nach finanzierenden Sektoren</b>						
Staat .....	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8
Priv. Org. o. Erw. ....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ausland .....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wirtschaft.....	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5
<b>nach durchführenden Sektoren</b>						
Staat, Priv. Org. o. Erw. ....	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3
Hochschulen.....	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
Wirtschaft.....	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6
(2) Bildung und Ausbildung <sup>2)</sup> .....	5,3	5,5	5,3	5,5	5,5	5,4
(a) Staat .....	3,9	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9
Schulen und vorschulische Bildung <sup>3)</sup>	2,8	2,9	2,8	2,9	2,9	2,8
Hochschulen <sup>3)4)</sup> .....	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Förderung des Bildungswesens <sup>3)5)</sup> ....	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Versorgungszuschlag für Beamte <sup>6)</sup> ....	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
(b) Unternehmen <sup>7)</sup> .....	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
(c) Private Haushalte <sup>8)</sup> .....	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
(3) Weiterbildung <sup>2)14)</sup> .....	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9
(a) Staat .....	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Sonstiges Bildungswesen <sup>3)9)</sup> .....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Bundesanstalt für Arbeit <sup>10)</sup> .....	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Öffentlicher Dienst <sup>11)</sup> .....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
(b) Unternehmen <sup>12)</sup> .....	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
(c) Private Haushalte <sup>13)</sup> .....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Insgesamt (1) + (2).....	7,8	7,9	7,6	7,8	7,8	7,8
(1) + (2) + (3).....	8,9	9,0	8,6	8,7	8,7	8,6

<sup>1)</sup> Bildung und Ausbildung geschätzt anhand von Angaben im Bildungsbudget.

<sup>2)</sup> Nach finanzierenden Sektoren.

<sup>3)</sup> Grundmittel (ohne Versorgungszuschlag und Beihilfe im Krankheitsfall für Beamte).

<sup>4)</sup> Ohne FuE an Hochschulen.

<sup>5)</sup> Förderung für Schüler und Studierende.

<sup>6)</sup> Zuzüglich geschätzter 1,7 Mrd. DM für Beihilfe im Krankheitsfall.

<sup>7)</sup> Nettokosten der Wirtschaft für die Erstausbildung im dualen System (Fortschreibungen des BMBF) zuzüglich Einnahmen der staatlichen Hochschulen von Unternehmen ohne Zahlungen für FuE.

<sup>8)</sup> Einnahmen der staatlichen Schulen, Vorschulen und Förderung des Bildungswesens sowie Zahlungen an private Schulen, Vorschulen und Hochschulen (geschätzt in derselben Höhe wie die staatlichen Zahlungen).

<sup>9)</sup> Volkshochschulen, Bibliotheken, Akademien.

<sup>10)</sup> Geschätzt als die Hälfte der gesamten Ausgaben der BA für berufliche Bildung.

<sup>11)</sup> Geschätzt anhand des Durchschnittswertes je Beschäftigten in den Unternehmen (vgl. Fußnote 12).

<sup>12)</sup> 10,2 Mrd. DM als Schätzwert für Weiterbildungskurse 1992/93 und 1995 auf der Basis von Unternehmensbefragungen des BIBB und des IW. In einer weiter gefaßten Abgrenzung und zuzüglich Lohnfortzahlung ergeben sich lt. IW für 1995 rund 34 Mrd. DM.

<sup>13)</sup> 3,6 Mrd. DM als Schätzwert für 1992 auf der Basis des SOEP zuzüglich Einnahmen der staatlichen Einrichtungen des sonstigen Bildungswesens.

<sup>14)</sup> Ausgaben für den Bildungsprozeß selbst, d. h. ohne Lohnfortzahlung der Unternehmen und ohne Zahlungen der BA für den Lebensunterhalt während der Weiterbildungszeit. Zuzüglich solcher Opportunitätskosten ergeben sich weit höhere Zahlen.

Quelle: Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des DIW nach Angaben der SV-Wissenschaftsstatistik, des BMBF, des Statistischen Bundesamtes, des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW).

**Tab. A-2: Anteile der FuE-intensiven Branchen an der Bruttowertschöpfung und an der Beschäftigung in ausgewählten OECD-Ländern 1973 bis 1995**

Branche	GER (früh. Bundesgeb.)	USA	JPN	FRA	ITA	GBR
<b>– Anteile an der Bruttowertschöpfung in vH –</b>						
<b>FuE-intensive Branchen</b>						
1973–1975 .....	13,3	9,7	12,3	9,2	9,2	11,0
1983–1985 .....	15,0	9,5	13,3	8,8	8,1	9,5
1993–1995 .....	12,2	8,5	11,5	7,7	6,4	8,0
<b>Spitzentechnik</b>						
1973–1975 .....	3,5	3,0	3,2	2,4	2,1	3,0
1983–1985 .....	4,1	3,9	4,6	2,9	2,3	3,0
1993–1995 .....	3,5	3,6	3,9	2,6	1,9	2,9
<b>Höherwertige Technik</b>						
1973–1975 .....	9,8	6,8	9,1	6,8	7,1	8,0
1983–1985 .....	10,9	5,7	8,7	5,8	5,8	6,4
1993–1995 .....	8,7	4,9	7,7	5,1	4,5	5,2
<b>Nicht FuE-intensive Branchen</b>						
1973–1975 .....	22,3	13,8	20,7	17,2	18,6	16,2
1983–1985 .....	16,3	10,8	16,1	13,4	16,3	11,9
1993–1995 .....	13,7	9,5	13,5	11,7	13,9	10,2
<b>Verarbeitendes Gewerbe</b>						
1973–1975 .....	35,5	23,5	33,0	26,4	27,7	27,2
1983–1985 .....	31,3	20,4	29,4	22,1	24,4	21,3
1993–1995 .....	25,9	18,0	25,0	19,3	20,4	18,3
<b>– Anteile an der Beschäftigung in vH –</b>						
<b>FuE-intensive Branchen</b>						
1973–1975 .....	14,3	8,5	9,3	10,2	8,2	12,6
1983–1985 .....	14,1	7,6	9,5	9,0	6,6	9,5
1993–1995*) .....	12,8	5,9	9,3	7,5	5,8	8,2
<b>Spitzentechnik</b>						
1973–1975 .....	3,7	3,1	2,7	2,6	1,6	3,3
1983–1985 .....	3,5	3,5	3,4	2,6	1,4	2,9
1993–1995*) .....	3,1	2,5	3,1	2,3	1,4	2,7
<b>Höherwertige Technik</b>						
1973–1975 .....	10,6	5,4	6,6	7,5	6,5	9,3
1983–1985 .....	10,6	4,1	6,0	6,5	5,1	6,6
1993–1995*) .....	9,7	3,4	6,2	5,2	4,3	5,4
<b>Nicht FuE-intensive Branchen</b>						
1973–1975 .....	21,7	14,5	17,2	16,6	19,2	18,7
1983–1985 .....	17,8	11,2	14,6	13,6	16,6	13,5
1993–1995*) .....	14,9	9,7	13,8	11,0	14,7	11,4
<b>Verarbeitendes Gewerbe</b>						
1973–1975 .....	36,0	23,0	26,4	26,8	27,4	31,3
1983–1985 .....	31,8	18,8	24,1	22,6	23,1	23,1
1993–1995*) .....	27,7	15,5	23,2	18,5	20,4	19,6

\*) USA: 1993–1994; GBR: 1993.

Spitzentechnik: Pharmazeutika, Computer/Büromaschinen, Radio/TV/Nachrichtentechnik, Luft- und Raumfahrzeugbau, Präzisionsinstrumente, Optik/Uhren.

Höherwertige Technik: Sonstige Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik ohne Radio/TV/Nachrichtentechnik, Schienenfahrzeugbau, Automobilbau.

Quelle: OECD: STAN-Database; Economic Outlook. – Berechnungen und Schätzungen des DIW.



**Tab. A-3: Spezialisierung Deutschlands bei FuE-intensiven Waren insgesamt 1991 bis 1996<sup>1)</sup>  
(RCA-Werte) und Außenhandel Deutschlands bei FuE-intensiven Waren 1996**

Warengruppe	SITC	RCA-Werte						Ausfuhr in Mrd. DM	Einfuhr in Mrd. DM
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1996	1996
FuE-intensive Waren insgesamt		21	24	23	24	25	24	369,3	230,1
<b>Spitzentechnik</b>		-11	-10	-14	-12	-8	-11	108,8	95,9
Radioaktive Stoffe	(525)	-25	-124	-136	-162	-146	-120	0,3	0,8
Kraftwerke	(718)	93	83	74	107	90	55	1,9	0,8
ex: Chemische Industrie		36	36	40	43	34	32	20,2	11,6
Neuere organ. Chemikalien	(516)	12	6	4	34	39	42	2,6	1,3
Pharmazeutische Wirkstoffe	(541)	34	35	37	33	20	8	6,1	4,4
Neuere Kunststoffe	(575)	39	39	41	37	30	36	8,8	4,9
Pflanzenschutz usw.	(591)	61	67	101	117	87	79	2,7	1,0
EDV	(752)	-77	-95	-89	-86	-81	-86	10,6	19,8
Telekommunikation	(764)	-21	-18	-21	-14	-4	7	14,3	10,6
ex: Elektrotechnik		5	9	-2	-11	-11	-13	30,2	27,2
Medizinische Elektronik	(774)	76	73	83	87	78	72	4,1	1,6
Halbleiterbauelemente	(776)	-26	-38	-42	-42	-42	-47	11,1	14,0
Fortgeschr. Elektrotechnik	(778)	14	27	11	-1	2	2	15,1	11,6
Luft- und Raumfahrt		-34	-28	-37	-33	-16	-31	16,2	17,4
Turbinen und -teile	(714)	5	8	-28	-34	-59	-46	4,2	5,2
Luftfahrzeuge	(792)	-40	-34	-38	-33	-4	-26	12,0	12,2
ex: Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik		37	39	48	44	49	45	14,7	7,4
Fortgeschrittene Optik	(871)	29	25	40	37	43	36	1,2	0,6
Fortg. Meß- u. Regeltech.	(874)	38	41	48	45	49	46	13,6	6,8
Waffen	(891)	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Höherwertige Technik</b>		37	42	44	46	43	43	260,5	134,1
ex: Chemische Industrie		46	43	48	42	38	39	47,0	25,2
Synthesefasern	(266)	66	66	67	59	47	55	1,1	0,5
Heterozyklische Chemie	(515)	36	35	45	26	20	21	5,6	3,6
Seltene anorganische Stoffe	(522)	46	34	31	30	29	28	3,0	1,8
Neuere anorgan. Chemikal.	(524)	7	-6	3	15	-9	-10	0,7	0,6
Synthetische Farbstoffe	(531)	140	135	126	125	108	98	3,7	1,1
Pigmente, Beschicht.mat.	(533)	78	72	77	81	78	85	5,8	1,9
Medikamente	(542)	30	30	38	26	22	23	10,1	6,3
Geruchs-, Geschmacksstoffe	(551)	2	7	12	8	10	12	0,9	0,7
Fortgeschrittene Polyester	(574)	22	20	22	37	41	39	3,8	2,1
Fortgeschr. Chemikalien	(598)	60	56	65	57	56	55	9,0	4,1
Fotomaterial	(882)	-5	-2	-2	2	-3	5	3,4	2,5
ex: Arbeitsmaschinen		113	119	131	129	140	140	41,1	8,0
Textilmaschinen	(724)	153	163	181	170	171	167	9,0	1,3

<sup>1)</sup> 1995 und 1996 Daten des Statistischen Bundesamtes.

\*) Angabe nicht sinnvoll.

Warengruppe	SITC	RCA-Werte						Ausfuhr in Mrd. DM	Einfuhr in Mrd. DM
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1996	1996
Papiermaschinen	(725)	82	82	97	87	109	106	3,0	0,8
Druckmaschinen	(726)	126	126	140	137	149	161	7,2	1,1
Lebens- und Futtermittel- Verarbeitungsmaschinen	(727)	93	84	103	124	138	145	2,1	0,4
Fortgeschr. Werkzeugmasch.	(728)	102	108	111	115	130	129	19,8	4,3
Metallbearbeitungsmaschinen		58	65	90	89	80	76	11,6	4,3
Spanabheb. Werkzeugmasch.	(731)	52	66	96	93	75	68	4,9	2,0
Werkzeugmaschinen zur spanlosen Bearbeitung	(733)	89	99	123	122	115	126	2,2	0,5
Werkzeugmaschinenteile	(735)	24	21	47	51	50	44	1,9	1,0
Andere Metallbearb. Masch.	(737)	77	73	89	90	93	89	2,5	0,8
ex: Übriger Maschinenbau		62	56	63	65	65	65	26,2	10,8
Heiz-, Kühlgeräte	(741)	58	43	43	49	45	41	7,5	3,9
Hebe-, Fördereinrichtungen	(744)	49	44	49	54	65	73	6,9	2,6
Spezielle Maschinen	(745)	100	101	115	115	114	115	8,7	2,2
Wälzlager	(746)	24	24	31	22	21	16	3,1	2,1
Büromaschinen		-53	-56	-72	-73	-67	-71	7,9	12,7
Büromasch., Textverarb.	(751)	-39	-32	-43	-43	-35	-34	1,8	2,0
Fortgeschr. EDV-Zubehör	(759)	-58	-63	-81	-81	-76	-79	6,1	10,7
ex: Nachrichtentechnik		-85	-83	-106	-95	-90	-93	3,9	7,7
TV-, Videogeräte	(761)	-56	-78	-98	-77	-76	-93	1,4	2,7
Rundfunkempfangsgeräte	(762)	-132	-132	-157	-157	-147	-125	0,9	2,4
Tonaufn.-/wiedergabegeräte	(763)	-134	-57	-81	-74	-63	-70	1,7	2,6
ex: Elektrotechnik		42	38	37	31	33	32	21,4	12,3
Traditionelle Elektronik	(772)	63	66	63	59	58	57	16,6	7,4
Einr. zur Stromverteilung	(773)	-17	-30	-29	-37	-27	-26	4,8	4,9
ex: Automobilbau		27	42	48	59	50	49	87,9	42,5
PKW	(781)	29	45	50	62	52	52	78,1	36,7
Nutzfahrzeuge	(782)	15	19	30	34	36	29	9,9	5,8
Schienenfahrzeuge	(791)	134	152	125	127	84	54	0,0	0,0
ex: Meß-, Prüf-, Kontrolltechnik		34	29	26	19	15	11	1,4	0,7
Medizin. Instr., Apparate	(872)	30	23	21	14	9	6	5,1	3,6
Zähler	(873)	58	60	56	42	41	34	4,1	3,1
ex: Foto, Optik		-15	-17	-17	-20	-16	-24	1,0	0,6
Foto- und Filmgeräte	(881)	-18	-20	-19	-27	-25	-41	3,3	3,3
Glasfasern und Linsen	(884)	-12	-14	-16	-13	-7	-9	1,4	1,7
Sonstige höherwertige Technik		15	-1	5	0	-9	-5	1,9	1,6
Fortgeschr. Schleifmittel	(277)	-65	-72	-25	-15	-39	-16	3,6	3,0
Seltene Metalle	(689)	-73	-82	-66	-67	-72	-79	0,2	0,1
Technische Keramik u.a.	(663)	-73	-82	-66	-67	-72	-79	0,3	0,5
		31	13	15	12	4	7	3,1	2,3

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-4: Exportquote, Veränderungen des Auslands- und des Inlandsumsatzes in FuE-intensiven Industrien in Deutschland 1995 bis 1997 und 1. Halbjahr 1998**

– Deutschland –		Exportquote 1997	Jahresdurchschn. Veränderung 1995–1997		Veränderung 1. Hj 97 bis 1. Hj. 98
			Auslandsumsatz	Inlandsumsatz	Auslandsumsatz
WZ93 Bezeichnung		in vH			
<b>ST</b>	<b>Spitzentechnik*)</b> .....	<b>47,9</b>	<b>17,4</b>	<b>2,6</b>	<b>11,7</b>
23.30	Spalt- und Brutstoffe .....	.	.	.	.
24.20	Schädlingsbekämpfung- u. Pflanzenschutzmittel.....	73,3	12,1	-7,6	9,5
24.41	Pharmazeutische Grundstoffe.....	78,6	12,8	9,4	20,8
24.42	Pharmaz. Spezialitäten u. sonst. pharmaz. Erzeugn. ....	36,3	10,0	-1,2	8,5
29.60	Waffen und Munition .....	35,1	36,0	2,9	-4,8
30.02	Datenverarbeitungsgeräte u. -einrichtungen.....	34,5	9,6	7,7	13,8
32.10	Elektronische Bauelemente .....	62,2	14,0	6,7	12,7
32.20	Nachrichtentechn. Geräte u. Einrichtungen.....	51,4	37,8	2,1	8,6
33.20	Meß-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instr. u. Vorricht .....	40,4	7,1	-1,0	18,6
35.30	Luft- und Raumfahrzeugbau.....	63,2	25,4	13,0	11,8
<b>HT</b>	<b>Höherwertige Technik</b> .....	<b>48,2</b>	<b>9,6</b>	<b>0,7</b>	<b>11,7</b>
24.11	Industriegase.....	2,9	-0,2	-0,2	-8,9
24.12	Farbstoffe und Pigmente.....	72,6	7,7	-5,7	-2,3
24.13	Sonst. anorgan. Grundstoffe u. Chemikalien.....	50,4	5,3	-0,9	1,9
24.14	Sonst. organ. Grundstoffe u. Chemikalien.....	53,8	3,7	2,3	0,6
24.16	Kunststoff in Primärformen.....	55,5	8,2	-0,4	3,2
24.30	Anstrichfarben, Druckfarben und Kitte .....	28,2	10,5	0,5	10,0
24.52	Duft- und Körperpflegemittel.....	24,1	-1,1	-3,8	12,0
24.63	Etherische Öle .....	55,8	9,2	-5,1	-8,6
24.64	Fotochemische Erzeugnisse.....	73,7	-0,3	-10,1	7,0
24.66	Chemische Erzeugnisse a.n.g. ....	56,6	10,4	-1,4	6,3
24.70	Chemiefasern.....	69,6	6,3	-6,7	-4,7
26.23	Isolatoren u. Isolierteile aus Keramik .....	48,7	5,1	-7,1	-0,7
28.30	Dampfkessel (ohne Zentralheizungskessel).....	15,4	0,1	4,5	-28,8
28.62	Werkzeuge.....	32,4	7,5	2,3	14,0
29.11	Verbrennungsmotoren u. Turbinen (außer für Luft- u. Str.fzge.) .	66,0	14,6	-0,7	47,0
29.12	Pumpen und Kompressoren.....	47,5	3,5	-4,4	10,4
29.13	Armaturen .....	31,3	6,0	-0,6	9,7
29.14	Lager, Getriebe, Zahnräder u. Antriebsselemente.....	41,5	6,6	2,0	6,5
29.21	Öfen und Brenner .....	42,2	2,9	-0,2	-4,4
29.22	Hebezeuge und Fördermittel .....	35,1	11,3	-3,4	18,8
29.23	Kälte- u. lufttechn. Erzeugn. für gewerbl. Zwecke.....	31,4	6,2	1,0	6,7
29.24	Maschinen für unspezifische Verwendung a.n.g. ....	46,4	8,0	1,8	10,5
29.40	Werkzeugmaschinen .....	48,6	3,2	0,1	14,5
29.51	Masch. für die Metallereug., Walzwerkseintr. u. Gießmasch. ....	64,1	-4,5	11,7	20,6
29.52	Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen .....	55,1	11,6	-11,3	33,1
29.53	Masch. für das Ernährungsgewerbe u. die Tabakverarb.....	59,6	6,2	-10,0	-5,4
29.54	Masch. für das Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe.....	78,8	3,0	-6,5	21,0
29.55	Maschinen für das Papiergewerbe .....	64,2	12,3	0,2	3,5
29.56	Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g. ....	50,7	15,7	7,7	12,1
30.01	Büromaschinen.....	52,5	1,4	-8,0	14,1
31.10	Elektromotoren, Generatoren u. Transformatoren.....	35,8	0,7	-4,6	24,2
31.20	Elektrizitätsverteilungs- u. -schalteinrichtungen .....	34,1	10,3	0,4	11,4
31.30	Isolierte Elektrokabel, -leitungen u. -drähte .....	32,3	37,3	5,1	0,6
31.40	Akkumulatoren und Batterien .....	37,1	2,7	4,6	3,9
31.50	Elektrische Lampen und Leuchten .....	35,3	9,1	-3,1	4,6
31.61	Elektrische Ausrüstungen für Motoren u. Fahrzeuge a.n.g.....	29,9	4,7	8,0	6,8
31.62	Sonstige elektrische Ausrüstungen a.n.g. ....	33,2	1,4	-1,7	14,0
32.30	Rundfunk- u. Fernsehgeräte, phono- u. videotechn. Geräte .....	35,0	-23,0	-6,2	14,9
33.10	Medizinische Geräte u. orthopädische Vorrichtungen.....	44,8	10,7	1,7	13,1
33.40	Optische u. fotografische Geräte .....	49,4	6,8	-4,6	9,0
34.10	Kraftwagen und Kraftwagenmotoren .....	58,0	16,0	3,4	14,7
35.20	Schienefahrzeugbau.....	24,0	6,1	10,2	-16,7
<b>FE</b>	<b>FuE-intensive Industriezweige</b> .....	<b>48,1</b>	<b>10,9</b>	<b>1,1</b>	<b>11,7</b>
<b>NFE</b>	<b>Nicht FuE-intens. Industriezweige</b> .....	<b>21,9</b>	<b>5,1</b>	<b>1,4</b>	<b>9,5</b>
<b>VG</b>	<b>Verarbeitendes Gewerbe insgesamt</b> .....	<b>34,0</b>	<b>8,8</b>	<b>1,3</b>	<b>10,9</b>

\*) Ohne Spalt- u. Brutstoffe.

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

**Tab. A-5: Veränderung der Nettoproduktion im Aufschwung (1993 bis 1997)  
nach Industriezweigen in Deutschland**

Deutschland, fachliche Unternehmensteile, WZ 93 – neue Liste –		
jahresdurchschn. Veränderungsrate 1993–97 in vH	Spitzentechnik	Höherwertige Technik
> 3,1 (> Durchschnitt der FuE-intensiven Industrien insge- samt)	Elektronische Bauelemente Datenverarbeitungsgeräte u. -einricht. Nachrichtentechn. Geräten u. Einricht. Pharmazeutische Grundstoffe Schädlingsbekämpfungsmittel u. Pflanzenschutzmittel	Kunststoff in Primärformen Masch. für Metallerzeug., Walzwerkseinr. u. Gießmasch. Dampfkessel (ohne Zentralheizungskessel) Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g. Lager, Getriebe, Zahnräder u. Antriebselemente Etherische Öle Kraftwagen und Kraftwagenmotoren Farbstoffe und Pigmente Sonst. organ. Grundstoffe u. Chemikalien Werkzeuge Chemiefasern Elektromotoren, Generatoren u. Transformatoren Chemische Erzeugnisse a.n.g. Industriegase Isolatoren u. Isolierteile aus Keramik Verbrennungsmot. u. Turbinen (außer f. Luft- u. Str.fzge.) Optische u. fotografische Geräte
2,2 bis 3,1 (noch > Durch- schnitt der Indu- strie insg.)		Pumpen und Kompressoren Werkzeugmaschinen Elektrische Ausrüst. für Motoren u. Fahrzeuge a.n.g.
0 bis < 2,2 (< Durchschnitt der Industrie insg., aber positive Veränderungsrate)	Meß-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instr. u. Vorricht. Waffen und Munition	Maschinen für das Papiergewerbe Anstrichfarben, Druckfarben und Kitte Elektrizitätsverteilungs- u. -schalteinr. Sonst. anorgan. Grundstoffe u. Chemikalien Isolierte Elektrokabel, -leitungen u. -drähte Kälte- u. lufttechn. Erzeugn. für gewerbl. Zwecke Hebezeuge und Fördermittel Sonstige elektrische Ausrüstungen a.n.g. Masch. für das Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe Medizinische Geräte u. orthopädische Vorrichtungen Armaturen
< 0 (negative Verände- rungsrate)	Pharmaz. Spezialität. u. sonst. pharm. Erzeugn. Luft- und Raumfahrzeugbau	Büromaschinen Maschinen für unspezifische Verwendung a.n.g. Akkumulatoren und Batterien Öfen und Brenner Fotochemische Erzeugnisse Elektrische Lampen und Leuchten Masch. für das Ernährungsgewerbe u. die Tabakverarb. Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen Duft- und Körperpflegemittel Schienenfahrzeugbau Rundfunk-, Fernseh- sowie phono- u. videotech. Geräte

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 2.1. – Berechnungen des NIW.

**Tab. A-6: Veränderung der Beschäftigung nach Industriezweigen in Deutschland 1995 bis 1997**

– fachliche Betriebsteile, WZ93 – neue Liste –		
jahresdurchschn. Veränderungsrate 1995–1997 in vH	Spitzentechnik	Höherwertige Technik
> 0 (positive Veränderung)	Waffen und Munition Pharmazeutische Grundstoffe	Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g. Medizinische Geräte u. orthopädische Vorrichtungen Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
0 bis > –3,2 (negative Veränderung, aber > FuE-intensive Industrien insg.)	Schädlingsbekämpfung- u. Pflanzenschutz m. Meß -, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente und Vorrichtungen Nachrichtentechn. Geräte u. Einricht.	Sonst. organ. Grundstoffe u. Chemikalien Werkzeuge Lager, Getriebe, Zahnräder u. Antriebselemente Etherische Öle Anstrichfarben, Druckfarben und Kitte Industriegase Isolatoren u. Isolierteile aus Keramik Verbrennungsmotoren u. Turbinen (außer für Luft- u. Straßenfahrzeuge) Elektrische Ausrüstungen für Motoren u. Fahrz. a.n.g. Chemische Erzeugnisse a.n.g. Werkzeugmaschinen Armaturen Isolierte Elektrokabel, -leitungen u. -drähte Maschinen für unspezifische Verwendung a.n.g. Maschinen für das Papiergewerbe
< – 3,2 (< Durchschnitt der FuE-intensiven Industrien insgesamt)	Pharmaz. Spezialitäten u. sonst. pharmaz. Erzeugnisse Elektronische Bauelemente Luft- und Raumfahrzeugbau Datenverarbeitungsgeräte u. -einricht. Spalt- und Brutstoffe	Öfen und Brenner Kunststoff in Primärformen Duft- und Körperpflegemittel Elektrizitätsverteilungs- u. -schalteinr. Kälte- u. lufttechn. Erzeugn. für gewerbl. Zwecke Elektrische Lampen und Leuchten Hebezeuge und Fördermittel Farbstoffe und Pigmente Sonst. anorgan. Grundstoffe u. Chemikalien Pumpen und Kompressoren Dampfkessel (ohne Zentralheizungskessel) Sonstige elektrische Ausrüstungen a.n.g. Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen Büromaschinen Chemiefasern Masch. für Ernährungsgewerbe u. Tabakverarb. Masch. für das Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe Elektromotoren, Generatoren u. Transformatoren Optische u. fotografische Geräte Akkumulatoren und Batterien Schienenfahrzeugbau Masch. für die Metallerzeug., Walzwerkseinricht. und Gießmaschinen Rundfunk- u. Fernsehgeräte sowie phono- und videoteknische Geräte Fotochemische Erzeugnisse

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1. – Berechnungen des NIW.

**Tab. A-7: Dienstleistungsintensität<sup>1)</sup> der Industrie in Deutschland 1990 bis 1997**

Wirtschaftszweig	Früheres Bundesgebiet		Deutschland	
	1990	1996	1996	1997
Maschinenbau .....	35,8	39,8	39,5	39,7
Kraftwagen u. Motoren .....	23,6	26,7	26,6	26,9
Luftfahrzeugbau .....	59,1	56,5	56,2	55,8
Elektrotechnik .....	39,1	44,9	44,0	45,2
Optische Erzeugnisse .....	44,0	51,5	52,6	53,0
Feinmechan. Erzeugnisse .....	30,9	32,8	32,3	32,6
Chemie .....	48,6	53,4	53,1	53,7
Büromaschinen.....	51,1	62,9	62,3	63,8
EDV-Einrichtungen.....	71,0	75,0	73,9	77,3
Verarbeitende Industrie insg. ....	32,4	36,0	35,2	35,5

<sup>1)</sup> Anteil der Angestellten an den Beschäftigten insg. in vH.

Quelle: Stat. Bundesamt: Statistik der sozialversich.pflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.

**Tab. A-8: Ausbildungskapitalintensität<sup>1)</sup> der Dienstleistungen in Deutschland 1990 bis 1997**

Wirtschaftszweig	Früheres Bundesgebiet		Deutschland	
	1990	1996	1996	1997
Maschinenbau .....	16,6	20,0	22,7	23,0
Kraftwagen u. Motoren .....	26,3	32,0	32,6	33,1
Luftfahrzeugbau .....	37,0	36,2	36,6	37,1
Elektrotechnik .....	26,2	29,8	31,1	31,9
Optische Erzeugnisse .....	14,4	14,8	18,5	19,4
Feinmechan. Erzeugnisse .....	13,5	15,2	16,0	16,7
Chemie .....	19,5	22,2	23,7	24,1
Büromaschinen.....	8,5	7,4	11,0	11,6
EDV-Einrichtungen.....	29,8	29,7	30,1	31,2
Verarbeitende Industrie insg. ....	14,9	17,0	18,3	18,9

<sup>1)</sup> Anteil der Uni/FH-Absolventen an den Angestellten. in vH.

Quelle: Stat. Bundesamt: Statistik der sozialversich.pflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.

**Tab A–9: Ausgebildetenquote<sup>1)</sup> in Deutschland 1990 bis 1997**

Wirtschaftszweig	Früheres Bundesgebiet		Deutschland	
	1990	1996	1996	1997
Energie, Wasser, Bergbau .....	74,9	80,7	79,0	80,0
Verarbeitendes Gewerbe .....	64,2	69,9	71,5	71,7
darunter:				
Maschinenbau .....	75,6	81,2	82,1	82,1
Kraftwagen u. Motoren .....	66,0	74,8	75,1	75,6
Luftfahrzeugbau .....	87,1	88,8	88,4	88,5
Elektrotechnik .....	64,2	71,5	72,9	73,4
Optische Erzeugnisse .....	68,1	74,2	75,8	76,0
Feinmechan. Erzeugn. ....	68,3	71,4	71,7	72,0
Chemie .....	70,7	76,3	77,1	77,5
Büromaschinen.....	60,2	69,7	71,5	72,6
EDV-Einrichtungen.....	73,5	78,2	78,3	78,6
Baugewerbe.....	68,3	66,7	70,2	70,2
Handel .....	72,8	74,2	75,1	74,9
Verkehr/Nachrichtenübermittlung ..	66,4	69,4	73,0	72,7
Kreditinst., Versicherungen.....	80,0	84,3	84,5	85,0
Dienstleistungen, a. n. g. ....	67,5	69,4	71,1	70,6
darunter:				
Untern.orient. Dienstl. ....	72,7	72,6	73,6	72,7
Gewerbliche Wirtschaft*) .....	67,6	71,1	72,6	72,5

<sup>1)</sup> Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung an den Beschäftigten insg. in vH.

\*) Ohne Landwirtschaft und Staat.

Quelle: Stat. Bundesamt: Statistik der sozialversich.pflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.

Tab A–10: Hochqualifiziertenquote<sup>1)</sup> in Deutschland 1990 bis 1997

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

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

\*) Ohne Landwirtschaft und Staat.

Quelle: Stat. Bundesamt: Statistik der sozialversich.pflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.



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

SITC III	Kurzbezeichnung (amtliche Terminologie in Kurzfassung)
<b>Spitzentechnik:</b>	
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
<b>Höherwertige Technik:</b>	
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. Videomonitor 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	Fotographische Apparate und Ausrüstungen, a.n.g.
882	Fotographisches und kinematographisches 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, Innovationspotential und Hochtechnologie. Bericht des FhG-ISI, des NIW und Gewiplan an den BMFT (1991).

**Übersicht A-2: Liste forschungsintensiver Industriezweige****Fassung 1996; Umschlüsselung der NIW/ISI-Liste 1990 auf SITC-Basis nach WZ93**

WZ93 Bezeichnung	
<b>Spitzentechnik</b>	
23.30	Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen
24.20	Herstellung von Schädlingsbekämpfung- und Pflanzenschutzmitteln
24.41	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen
24.42	Herstellung von pharmaz. Spezialitäten und sonst. pharmaz. Erzeugnissen
29.60	Herstellung von Waffen und Munition
30.02	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
32.10	Herstellung von elektronischen Bauelementen
32.20	Herstellung von nachrichtentechnischen Geräten und Einrichtungen
33.20	Herstellung von Meß-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen
35.30	Luft- und Raumfahrzeugbau
<b>Höherwertige Technik</b>	
24.11	Herstellung von Industriegasen
24.12	Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten
24.13	Herstellung von sonst. anorganischen Grundstoffen und Chemikalien
24.14	Herstellung von sonst. organischen Grundstoffen und Chemikalien
24.16	Herstellung von Kunststoff in Primärformen
24.30	Herstellung von Anstrichfarben, Druckfarben und Kitten
24.52	Herstellung von Duft- und Körperpflegemitteln <sup>1)</sup>
24.63	Herstellung von etherischen Ölen
24.64	Herstellung von fotochemischen Erzeugnissen
24.66	Herstellung von chemischen Erzeugnissen a.n.g.
24.70	Herstellung von Chemiefasern
26.23	Herstellung von Isolatoren und Isolierteilen aus Keramik
28.30	Herstellung von Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)
28.62	Herstellung von Werkzeugen
29.11	Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (außer für Luft- u. Straßenfahrzeuge)
29.12	Herstellung von Pumpen und Kompressoren
29.13	Herstellung von Armaturen
29.14	Herstellung von Lagern, Getrieben, Zahnradern und Antriebselementen
29.21	Herstellung von Öfen und Brennern
29.22	Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln
29.23	Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen für gewerbliche Zwecke
29.24	Herstellung von Maschinen für unspezifische Verwendung a.n.g.
29.40	Herstellung von Werkzeugmaschinen
29.51	Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung, von Walzwerkseinrichtungen und Gießmaschinen
29.52	Herstellung von Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen
29.53	Herstellung von Maschinen für das Ernährungsgewerbe und die Tabakverarbeitung
29.54	Herstellung von Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe
29.55	Herstellung von Maschinen für das Papiergewerbe
29.56	Herstellung von Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g.
30.01	Herstellung von Büromaschinen
31.10	Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren
31.20	Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen
31.30	Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten
31.40	Herstellung von Akkumulatoren und Batterien
31.50	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten
31.61	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen für Motoren und Fahrzeuge a.n.g.
31.62	Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen a.n.g.
32.30	Herstellung von Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten
33.10	Herstellung von medizinischen Geräten und orthopädischen Vorrichtungen <sup>2)</sup>
33.40	Herstellung von optischen und fotografischen Geräten
34.10	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
35.20	Schienenfahrzeugbau <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> u. <sup>2)</sup> Die Liste forschungsintensiver Industrien beruht im Kern auf der nach Produktgruppen tief disaggregierten NIW/ISI-Liste 1990 (Vgl. Grupp/Legler, Innovationspotential und Hochtechnologie. Bericht des FhG-ISI, des NIW und Gewiplan an den BMFT (1991). Sie ist formal auf WZ 93 umgeschlüsselt worden. Darüber hinaus sind offensichtliche Schwerpunktverlagerungen bei der industriellen Forschung berücksichtigt worden, d. h. einige Produktgruppen sind zusätzlich aufgenommen worden 1), weil die FuE-Intensitäten in den 90er Jahren deutlich angestiegen sind; zum anderen wurde ein Fachzweig 2) aufgrund neuerer Erkenntnisse aus der Spitzentechnik in Bereich Höherwertiger Technik versetzt (Vgl. Gehrke u. a., Materialien des NIW zur Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1996 (ersch. Jan. 1997)).

**Übersicht A-3: NIW-Liste wissensintensiver Wirtschaftszweige**

Wissensintensive Wirtschaftszweige (Produzierendes Gewerbe)		Wissensintensive Wirtschaftszweige (Dienstleistungen)	
WS	Wirtschaftszweige, -gruppen	WS	Wirtschaftszweige, -gruppen
04	Versorgung u. Energie	621	Handelsvermittlung
051	Braunkohlebergbau	625	Sonstiger Einzelhandel
06	Erzbergbau	630	Deutsche Bundesbahn
07	Erdöl, -gas	64	Deutsche Bundespost
09	Chemische Grundstoffe	66	Schifffahrt, Wasserstraßen, Häfen
10	Chemiefasern	68	Luftfahrt, Flugplätze, sonstiger Transport
11	Mineralölverarbeitung	69	Kredit- und Versicherungsgewerbe
231	Kesselbau	722	Schornstiefegergewerbe
24	Waggon-, Feld- u. Industriebahnwagenbau	731	Kosmetik, Fußpflege
260	Metallbearbeitungsmaschinen	74	Wissenschaftliche Hochschulen, allgemeine und berufsbildende Schulen
261	Hütten-, Walzwerkseinr., Baumasch., Fördermittel	750	Selbständige Lehrer
264	Maschinen f. Nahrungs- u. Genußmittelindustrie	751	Sonst. Unterrichtsinst. v. Org. ohne Erwerbscharakter
266	Holzbe- und -verarbeitungsmaschinen	752	Sonst. Unt.anst. v. Gebietskörperschaften
267	Papier- und Druckereimaschinen	753	Private Erziehungsanstalten
268	Wäschereimaschinen, Schuh- u. Lederindustriemaschinen	754	Erziehungsanstalten v. Org. ohne Erwerbscharakter
27	Zahnräder, Getriebe, Wälzlager u. Antriebsmaschinen und sonstiges	755	Erziehungsanstalten v. Gebietskörperschaften
280	Kraftwagen u. -motoren	760	Private Theater
31	Schiffbau	761	Theater v. Org. ohne Erwerbscharakter
32	Luftfahrzeugbau	762	Theater v. Gebietskörperschaften
33	Datenverarbeitungsanlagen und Büromaschinen	763	Filmtheater
340	Elektrotechnik	764	Rundfunk- u. Fernsehanstalten
341	Batterien u. Akkumulatoren	770	Verlage
342	Starkstromausrüstungen	772	Büchereien v. Org. ohne Erwerbscharakter
343	Großgeneratoren	773	Büchereien v. Org. Gebietskörperschaften
344	Leitungen u. Kabel	774	Nachrichtenbüros
345	Elektrische Verbrauchsgeräte	78	Freiberufliches Gesundheitswesen
346	Leuchten u. Lampen	79	Rechts-, Wirtschaftsberatung, -prüfung
347	Rundfunk- u. Fernsehempfangsgeräte	80	Architektur-, Ingenieurbüros, Laboratorien u.ä.
348	Meß-, Regel- u. Nachrichtentechnik	81	Grundstücks- u. Wohnungswesen, Vermögensverwaltung
35	Feinmechanik und Optik	82	Wirtschaftswerbung, Ausstellungswesen
373	Herstellung v. Waffen u. Munition	862	Schreibbüros
580	Zigarettenherstellung		

Als Indikatoren für wissensintensive Produktion gelten:  
 überdurchschnittlich hoher Anteil an Hoch- und Fachhochschulabsolventen, an Angestellten der höchsten Leistungsgruppe sowie an Facharbeitern.

Quelle: Überarbeitung der Liste wissensintensiver Wirtschaftszweige von Gehrke u.a., Wissensintensive Wirtschaftszweige und ressourcenschonende Technik 1995, durch das NIW.

## D. Literaturangaben

- Becher, G., Gering, Th., Lang, O. und U. Schmoch (1996), Themenkreis Patentwesen and Hochschulen, Studie für das BMBF. Karlsruhe und Basel.
- Beise, M., Ebling, G., Janz, N., Licht, G. und H. Niggemann (1998), Innovationsverhalten im Verarbeitenden Gewerbe. Ergebnisse der Erhebung 1997. Mannheim.
- BMBF (1998), Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Aktualisierung und Erweiterung 1997, Bonn.
- Boston Consulting Group (1998), Innovationskraft: Forschende Arzneimittelhersteller am Standort Deutschland.
- Büchtemann, Ch.F. und K. Vogler-Ludwig (1997), Das deutsche Ausbildungsmodell unter Anpassungswang: Thesen zur Humankapitalbildung in Deutschland, in: Ifo-Schnelldienst 17-18/1997, S. 15-20.
- Cantwell J. und R. Harding (1998), The Internationalisation of German Companies' R&D, in: National Institute Economic Review, Nr. 163, S. 99-115.
- CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (1997), Challenging Neighbours. Rethinking German and Dutch Economic Institutions, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- DIW (1998), Das Dienstleistungs-Puzzle. Ein aktualisierter deutsch-amerikanischer Vergleich, DIW-Wochenbericht 35/98, S. 625-629.
- DIW/IfW/IWH (1998), Gesamtwirtschaftliche und unternehmerische Anpassungsschritte in Ostdeutschland. 17. Bericht, Kieler Diskussionsbeiträge 322/323.
- Dodgson, M. und R. Rothwell (Hrsg.) (1994), The Handbook of Industrial Innovation, Edward Elger, Aldershot;
- Dosi, G. (1988), Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, in: Journal of Economic Literature, Nr. 26, S. 1120-71, London.
- Dosi, G., Pavitt, K. and L. Soete (1990), The Economics of Technical Change and International Trade, NYU Press, New York
- Ebling, G. und N. Janz (1998), Export Behavior and Innovation Activities in the Service Sector - Empirical Results for a Cross-Section of German Firms, Mannheim.
- Ebling, G., Kipp, C., Janz, N., Jungmittag, A., Licht, G. und H. Niggemann (1998), Innovationsaktivitäten im Dienstleistungssektor, Erhebung 1997, Bericht für das BMBF. Mannheim und Karlsruhe.
- FhG-ISI/DIW/ZEW (1998), Globalisierung industrieller FuE in ausgewählten Technikfeldern.
- Freeman, Ch. (1994), The Economics of Technical Change, in: Cambridge Journal of Economics, Nr. 18, S. 463-514.
- Freeman, Ch. (1997), The ‚National System of Innovation‘ in Historical Perspective, in: Archibugi, D. and J. Michie (Hrsg.), Technology, Globalisation and Economic Performance, Cambridge University Press, Cambridge, S. 24-49.
- Gehrke, B., Legler, H. und U. Schasse (1998), Regionalökonomische Effekte von Klimaschutzmaßnahmen in der Region Hannover. Studie des NIW im Auftrag des Kommunalverbandes Großraum Hannover.
- Gehrke, B., Grupp, H. u. a. (1995), Wissensintensive Wirtschaft und ressourcenschonende Technik. Studie des FhG-ISI und des NIW im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Hannover, Karlsruhe, Juli 1995.

- Grömling, M., Lichtblau, K. und A. Weber (1998), *Industrie und Dienstleistungen im Zeitalter der Globalisierung*, Köln.
- Grossman, G. and E. Helpman (1993), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT-Press, Cambridge, Mass.
- Grupp, H., Hinze, S., Reiß, T. und U. Schmoch (1997), *Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb*, FhG-ISI, Karlsruhe.
- Grupp, H. und H. Legler (1992), *Innovationspotential und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb*, Heidelberg.
- Härtel, H.H. und R. Jungnickel (1998), *Strukturprobleme einer reifen Volkswirtschaft. Analyse des sektoralen Strukturwandels in Deutschland im Auftrage des Bundesministeriums für Wirtschaft*, Hamburg, Mai 1998.
- Hermann, C., Konzack, T. und P. Ständert (1998), *Analyse zur Entwicklung der Potentiale in Forschung und Entwicklung im Wirtschaftssektor in den neuen Bundesländern im Zeitraum 1990 bis 1997*, Studie für den BMWi, Neuenhagen bei Berlin.
- International Institute for Management Development (1998), *The World Competitiveness Yearbook 1998*, Lausanne.
- Kern, H. und M. Schumann (1984), *Ende der Arbeitsteilung?*, München.
- Kline, S. und Rosenberg, N. (1986), *An Overview of Innovation*. in: Landau, R. und N. Rosenberg (Hrsg.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, Washington.
- Klodt, H., Maurer, R. und A. Schimmelpfennig (1997), *Tertiarisierung der deutschen Wirtschaft*, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Krugman, P. (1991), *Geography and Trade*, MIT-Press, Cambridge, Mass.
- Licht, G. und H. Stahl (1997), *Ergebnisse der Innovationserhebung 1996*. ZEW-Dokumentation 97-07, Mannheim.
- Licht, G., Schnell, W. und H. Stahl (1996), *Ergebnisse der Innovationserhebung 1995*, ZEW-Dokumentation 96-05, Mannheim.
- Milgrom, P. und J. Roberts (1992), *Economics, Organisation and Management*, Eaglewood Cliffs, N.Y.
- Mowery, D. C. und J. Oxley (1997), *Inward Technology Transfer and Competitiveness: The Role of National Innovation Systems*, in: Archibugi, D. and J. Michie (Hrsg.), *Technology, Globalisation and Economic Performance*, Cambridge University Press, Cambridge, S. 138-171.
- Nelson, R. R. und S. G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge.
- OECD (1997), *OECD Proposed Guidelines For Collecting and Interpreting Technological Innovation Data - OSLO Manual, Second Edition*, Paris.
- OECD (1998), *Technology, Productivity and Job Creation - Best Policy Practices. Analytical Report, C/MIN(98)7*, Paris.
- OECD (1998), *Technology, Productivity and Job Creation. Best Policy Practices. Highlights*, Paris.
- OECD (1998), *Human Capital Investment - An International Comparison*, Paris.
- Office of Technology Policy (1998), *America's New Deficit: The Shortage of Information Technology Workers – Update 1998*, U.S. Department of Commerce, Washington 1998.
- Porter, M. E. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Macmillan, New York.

Prognos AG (1997/1998), Arbeitslandschaft der Zukunft - Quantitative Projektion für das IAB, Basel.

Prognos AG (1998), Deutschland Report No. 2, Basel.

Soskice, D. (1997), Divergent Production Regimes, in: Kitschelt, H., Lange, P., Marks, G. und Stephens, J.D. (Hrsg.), *Continuity and Change in Contemporary Capitalism*, Cambridge University Press.

Stoneman, P. (1995), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Edward Elger, Aldershot.

Streeck, W. (1991), On the Institutional Conditions of Diversified Quality Production, in: Matzner, E. und W. Streeck, *The Socio-Economics of Production and Employment*, London.

Williamson, O.E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, New York.

## E. Verzeichnis der Abkürzungen

<b>ABL</b>	Alte Bundesländer
<b>a.n.g.</b>	anderweitig nicht genannt
<b>BEL</b>	Belgien
<b>BIBB</b>	Bundesinstitut für Berufsbildung
<b>BIP</b>	Bruttoinlandsprodukt
<b>BMBF</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
<b>BMFT</b>	Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn
<b>CAN</b>	Kanada
<b>DIW</b>	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin
<b>DM</b>	Deutsche Mark
<b>DPA</b>	Deutsches Patentamt, München
<b>EDV</b>	Elektronische Datenverarbeitung
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>EPA</b>	Europäisches Patentamt
<b>EPAT</b>	Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes
<b>ESP</b>	Spanien
<b>FhG</b>	Fraunhofer-Gesellschaft, München
<b>FhG-ISI</b>	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe
<b>FIN</b>	Finnland
<b>FRA</b>	Frankreich
<b>FuE</b>	Forschung und Entwicklung
<b>GATT</b>	General Agreement on Tariffs and Trade
<b>GBR</b>	Großbritannien und Nordirland
<b>GDP</b>	Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
<b>GER</b>	Deutschland
<b>HGF</b>	Großforschungsgemeinschaft
<b>HHI</b>	Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik, Berlin
<b>HS</b>	Harmonisiertes System der Außenhandelsstatistik
<b>IAB</b>	Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung
<b>ifo</b>	Institut für Wirtschaftsforschung e.V., München
<b>ILO</b>	International Labour Office, Geneva
<b>IMD</b>	International Institute for Management Development, Lausanne
<b>ITA</b>	Italien
<b>IuK</b>	Information und Kommunikation
<b>IW</b>	Institut der deutschen Wirtschaft, Köln
<b>JPN</b>	Japan

<b>k.A.</b>	keine Angabe
<b>KFZ</b>	Kraftfahrzeuge
<b>KKP</b>	Kaufkraftparitäten
<b>Mio.</b>	Million
<b>MOE</b>	mittel-/osteuropäisch
<b>MOER</b>	mittel-/osteuropäische Reformländer
<b>MPG</b>	Max-Planck-Gesellschaft
<b>Mrd.</b>	Milliarde
<b>MSR</b>	Meß-, Steuer-, Regeltechnik
<b>NBL</b>	Neue Bundesländer
<b>NED</b>	Niederlande
<b>NIW</b>	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover
<b>OECD</b>	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris
<b>PATDPA</b>	Patentdatenbank des Deutschen Patentamtes
<b>RCA</b>	Revealed Comparative Advantage: Positives Vorzeichen bedeutet, daß die Export/Import-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.
<b>R&amp;D</b>	Research and Development
<b>RPA</b>	Relative Patentaktivitäten: Positives Vorzeichen bedeutet, daß der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei Patenten insgesamt.
<b>RWA</b>	Relativer Welthandelsanteil: Positives Vorzeichen bedeutet, daß der Anteil am Weltmarktangebot bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.
<b>SCI</b>	Science Citation Index
<b>SITC</b>	Standard International Trade Classification
<b>SUI</b>	Schweiz
<b>SV</b>	Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Essen
<b>SWE</b>	Schweden
<b>Tsd.</b>	Tausend
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, New York
<b>USA</b>	United States of America
<b>VGR</b>	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
<b>vH</b>	vom Hundert
<b>WGL</b>	Einrichtungen der Blauen Liste, Leibnitz-Institute
<b>WSV</b>	Gemeinnützige Gesellschaft für Wirtschaftsstatistik des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, Essen
<b>WZ</b>	Klassifikation der Wirtschaftszweige
<b>ZEW</b>	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim
<b>\$</b>	US-Dollar