

## Unterrichtung

durch die Bundesregierung

### Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2006

und

### Stellungnahme der Bundesregierung

#### Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Stellungnahme der Bundesregierung</b> .....	IV
<b>Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2006</b> ...	XI
<b>Zusammenfassung der Ergebnisse – Herausforderungen für die Innovationspolitik</b> .....	XIII
Die wichtigsten Befunde im Überblick .....	XIII
Hohe Exporterfolge – begrenzte Wachstumsaussichten .....	XIII
Wenig Dynamik im Unternehmensstrukturwandel und bei Innovationen – starke Weltmarktposition bei technologischen Erfindungen .....	XIV
Berg- und Talfahrt bei den weltweiten unternehmerischen FuE-Aktivitäten .....	XV
Globalisierung verschärft Anforderungen an FuE-Standorte .....	XV
Staatliche Rolle bei FuE wird wieder stärker betont .....	XVI
Bildung und Ausbildung: Risse im Fundament .....	XVI
Abstieg vermeiden – Anschluss gewinnen .....	XVII
Steiler Weg zu 3 % FuE-Anteil am Inlandsprodukt .....	XVIII
<b>1 Einführung</b> .....	1
<b>2 Hohe Exporterfolge – Begrenzte Wachstumsaussichten</b> .....	3
Technologiegüterhandel: Treibende Kraft in der Weltwirtschaft .....	3
Starke Position auf den Weltmärkten für forschungsintensive Güter .....	5

	Seite
Forschungsintensive Klein- und Mittelunternehmen angemessen an Exporten beteiligt .....	6
Hoher Importdruck – nachlassende Spezialisierung auf forschungsintensive Waren .....	8
Deutschland in der internationalen Arbeitsteilung: Dominanz gehobener Gebrauchstechnologie .....	9
Wachstumsvorteile der forschungsintensiven Industrie .....	11
Wissenswirtschaft setzt sich weiter durch – allerdings verlangsamt .....	14
<b>3 Wenig Dynamik im Unternehmensstrukturwandel und bei Innovationen – starke Weltmarktposition bei technologischen Erfindungen .....</b>	<b>17</b>
Unternehmensdynamik auf kleiner Flamme – Nachwuchsprobleme bei wissensintensiven Sparten .....	17
Höhere Gründungsdynamik bei Konkurrenten – weitere Verlagerung zu Dienstleistungen .....	18
Gründungs- und Innovationshemmnisse schärfer angehen .....	20
Hohe Beteiligung am Innovationsgeschehen, aber geringe Ausgabenneigung .....	23
Verhaltene Erneuerung des Produktspektrums, industrielle Kostensenkungsbemühungen aktuell erfolgreich .....	25
Gute und verbesserte Position bei weltmarktrelevanten Patenten .....	27
Erfindungen immer stärker auf Spitzentechnik ausgerichtet .....	30
<b>4 Berg- und Talfahrt bei weltweiten unternehmerischen FuE-Aktivitäten .....</b>	<b>33</b>
FuE-Struktur zeigt in Deutschland nur wenig wachstumsträchtige Alternativen .....	33
FuE in der (Welt-)Wirtschaft (vorübergehend?) durch USA verlangsamt ..	38
FuE-Personal der deutschen Wirtschaft: Aktuell Rückbau, keine Erweiterungspläne .....	40
Innovationsaktivitäten immer mehr von eigener FuE abhängig .....	42
<b>5 Globalisierung verschärft Anforderungen an FuE-Standorte .....</b>	<b>44</b>
Globalisierung von FuE am Ende einer Verschnaufpause .....	44
Deutsche Auslands-FuE wird wieder steigen .....	45
Aufhol-Länder mit enormem Schwung .....	48
Internationale Wissensnetzwerke werden dichter .....	51
<b>6 Staatliche Rolle bei FuE wird wieder stärker betont .....</b>	<b>53</b>
Stark nachlassender Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE in der Wirtschaft .....	53
Staat hat in anderen Ländern wieder mehr Verantwortung in FuE übernommen .....	54
Öffentliche Forschung in der OECD aktuell dynamischer als FuE in der Wirtschaft .....	57
Deutsche Forschungsergebnisse: Weniger Wert auf Quantität, mehr auf Qualität .....	58

	Seite
<b>7 Bildung und Ausbildung</b> .....	61
Hoher Einstellungsbedarf bei Fachkräften .....	61
Der Einsatz von Hochqualifizierten in der deutschen Wirtschaft .....	61
Nachwuchsprobleme bei Naturwissenschaftlern/Ingenieuren .....	64
Nachlassende Ausbildungsneigung der Betriebe .....	68
<b>8 Steiler Weg zu 3 % FuE-Anteil am Inlandsprodukt</b> .....	71
Die Herausforderung .....	71
Staat hat Vorbildfunktion .....	72
Kalkül der Wirtschaft: FuE-Anteil ist Ergebnis, nicht Ziel .....	73
Zwingend: Grundlegender sektoraler Strukturwandel .....	74
Die bedeutendste Restriktion: Verfügbarkeit von Personal .....	75
<b>Forschungsberichte der Institute, beteiligte Personen, Koordination</b> ..	77
<b>Übersichten</b>	
<b>Übersicht 1: Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands – Stärken, Chancen, Risiken, Schwächen</b> .....	79
<b>Übersicht 2a: ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2000 in der Abgrenzung nach SITC III</b> .....	81
<b>Übersicht 2b: ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2000 in der Abgrenzung der WZ 2003 (Wirtschaftsklassen)</b> .....	84
<b>Übersicht 3: NIW/ISI-Liste wissensintensiver Industrien und Dienstleistungen nach WZ 2003 (Wirtschaftsgruppen)</b> .....	85
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	86
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	87
<b>Verzeichnis der Abkürzungen</b> .....	88

## Stellungnahme der Bundesregierung zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2006

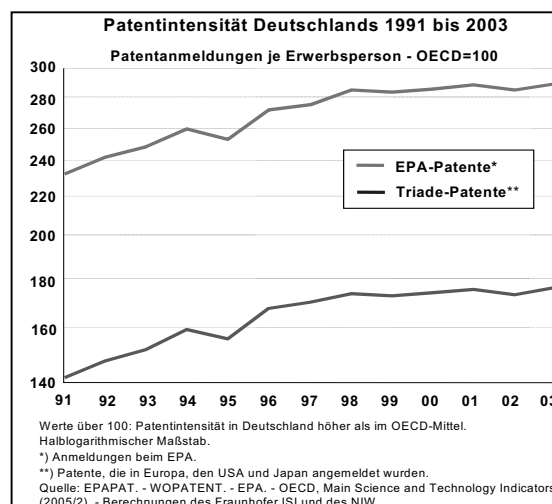
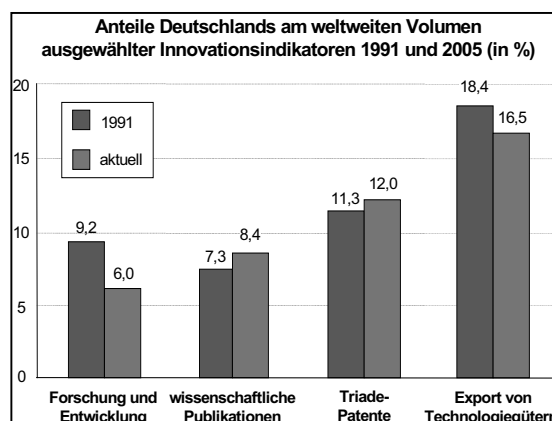
Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) nehmen ausgewiesene Wirtschaftsforschungsinstitute Deutschlands jährlich eine Bestandsaufnahme der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands vor. Ihr Bericht analysiert die Innovationskraft Deutschlands im zeitlichen und internationalen Vergleich.

### Hohes Niveau der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

Deutschland bleibt einer der führenden Forschungs- und Innovationsstandorte der Welt. Wenige Kernindikatoren unterstreichen eine hohe Effizienz des deutschen Innovationssystems:

- 6 Prozent aller Ausgaben weltweit für Forschung und Entwicklung wurden im Jahr 2005 in Deutschland getätigt. Durch eine Verbreiterung des Teilnehmerfeldes im Innovationswettbewerb (s. u.) und mehr Dynamik in anderen OECD-Staaten hat sich dieser Wert verringert (1981: 11 Prozent; 1991: 9,2 Prozent).
- 8,4 Prozent aller weltweit anerkannten Fachpublikationen in den Natur-, Ingenieur- und Medizinwissenschaften entfielen auf Forscher aus Deutschland; seit einigen Jahren nimmt der Publikationsanteil nach steilem Anstieg in den 90er Jahren wieder ab. Die Qualität der wissenschaftlichen Publikationen ist hoch.
- 12 Prozent aller weltmarktrelevanten Patente stammen von Erfindern aus Deutschland. Mit 278 Patentanmeldungen je 1 Million Erwerbstätiger wird der OECD-Durchschnitt deutlich übertroffen. Patentanmeldungen auf Weltmärkten unterstreichen die hohe Außenhandelsorientierung der deutschen Wirtschaft.
- 16,5 Prozent aller OECD-Exporte an Technologiegütern machen Deutschland zum exportstärksten Land von Technologiegütern (USA 15,5 Prozent). Dabei steigen Importe von Spitzentechnologien stark an; Deutschlands Spezialisierung im Außenhandel auf Technologiegüter geht zurück.

Die Ergebnisse des deutschen Innovationssystems (Publikationen, Patente, Außenhandel) weisen höhere Werte auf als Investitionen in das Innovationssystem (FuE). Gleichzeitig ist bei einer großen Zahl von Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit – Innovatorenquote, High-Tech-Gründungen, Zahl der Wissenschaftler und Forscher, Studienanfängerzahlen – entweder der Zuwachs gering oder gar ein Rückgang zu verzeichnen. Das weiterhin hohe Niveau der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands darf nicht darüber hinweg täuschen: Struktur und Dynamik der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands sind deutlich zu verbessern.



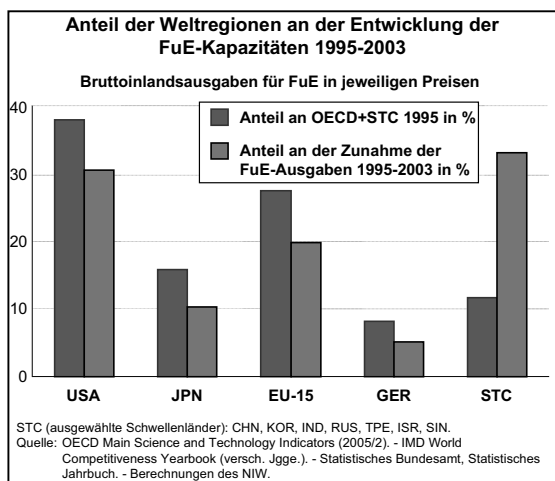
### Herausforderungen für das deutsche Innovationssystem

Vor diesem Hintergrund gibt es für Deutschland keine Alternative zu einer Politik, die auf Forschung und Innovation setzt. Mit dem Ziel, bis zum Jahr 2010 den Anteil der Investitionen in Forschung und Entwicklung auf 3 Prozent des Bruttoinlandsprodukts zu steigern, hat die Bundesregierung deshalb aus Sicht der Wissenschaftler ein richtiges Signal gesetzt. Alle empirischen Studien zeigen einen positiven Zusammenhang von Investitionen in Wissen und wirtschaftlichen Erfolgsgrößen.

Ein Blick auf die Herausforderungen Deutschlands im Innovationswettbewerb macht allerdings deutlich: Zur Realisierung dieses Ziels ist ein steiler Weg zu gehen.

- Wachsende Standortkonkurrenz für Forschung und Innovation in der Globalisierung

Die Neuverteilung der globalen FuE-Potenziale beschleunigt sich rasant weiter. China hat sich mit FuE-Ausgaben von 103 Mrd. US-Dollar auf Rang 3 der forschungsreichsten Länder geschoben (Deutschland 59 Mrd. US-Dollar). Der Zuwachs des durch die OECD gemeldeten FuE-Personals Chinas zwischen 1997 und 2004 übersteigt die Gesamtzahl der in Deutschland tätigen Forscher. Im Jahr 2004 kamen bereits 7 Prozent der deutschen Einfuhren an Technologiegütern aus China (1999: 2 Prozent). Indien entwickelt sich ähnlich dynamisch und gehört mit FuE-Aufwendungen von 21 Mrd. US-Dollar zu den zehn forschungsstärksten Nationen der Welt.



Gleichzeitig ist die deutsche Wirtschaft immer weitgehender in den Internationalisierungsprozess eingebunden. Drei Viertel aller FuE-Ausgaben der Wirtschaft in Deutschland werden von Unternehmen getätigt, die gleichzeitig auch an ausländischen Standorten forschen. Globale Unternehmensverflechtungen werden sich weiter intensivieren.

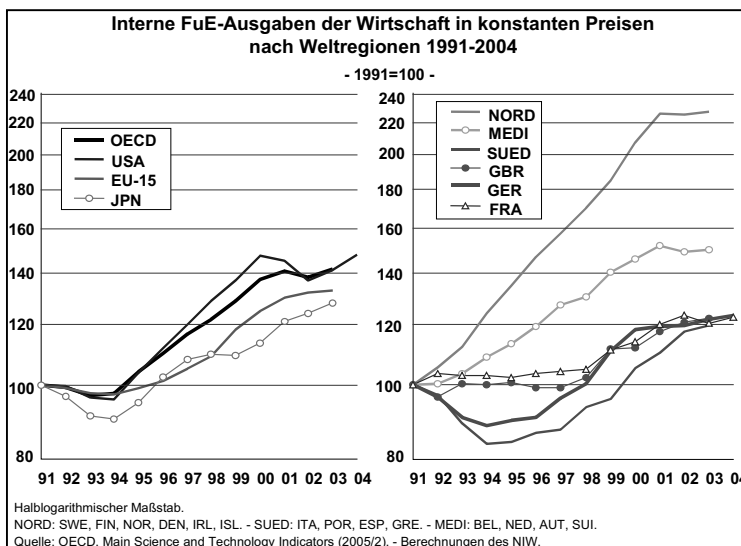
Bei zusätzlichen FuE-Investitionen steht Deutschland damit auch in einer intensiven internen Standortkonkurrenz in den Unternehmen. Der einzigartige Aufbau von Innovationspotenzialen in den südostasiatischen Volkswirtschaften schafft große Chancen; er wird gleichzeitig den Innovationswettbewerb und die Notwendigkeiten zur Erschließung neuer Märkte deutlich verschärfen.

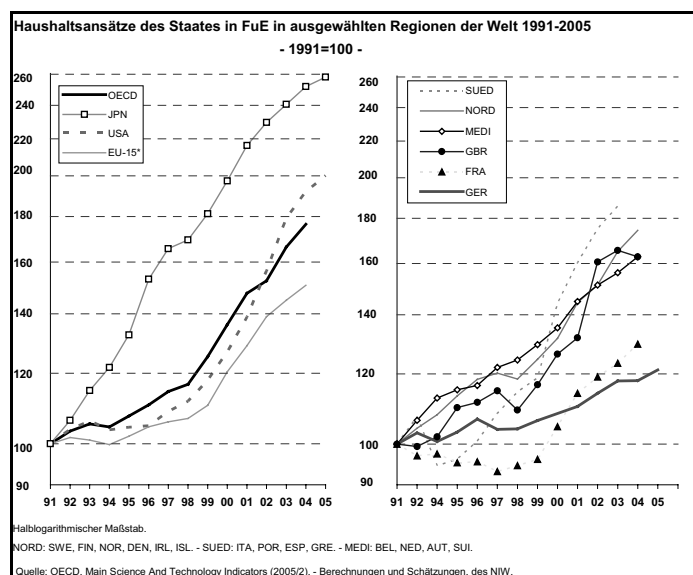
- FuE-Aufwendungen der Wirtschaft: Wirtschaftlicher Aufschwung schafft Spielräume für FuE

Konjunkturelle Entwicklungen haben die Strukturverschiebungen in den vergangenen Jahren überlagert. Drei Phasen sind zu unterscheiden:

- Nach der globalen Rezession Anfang der 1990er Jahre gingen in allen großen Industrieländern die FuE-Aufwendungen bis etwa 1995 zurück. In Deutschland war dieser Einbruch besonders stark.
- Danach folgte in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ein äußerst kräftiger Aufbau der weltweiten FuE-Kapazitäten. Die US-Wirtschaft gab dabei das Tempo vor. Aber auch die deutsche Industrieforschung und -entwicklung expandierte kräftig.
- Mit dem Ende des „New Economy“ Booms und der weltwirtschaftlichen Konjunkturabschwächung 2001/02 ging die Phase der starken Ausweitung der FuE-Budgets zu Ende.

In den USA kam es zwischenzeitlich sogar zu einem merklichen Rückgang der FuE-Aufwendungen, und zwar insbesondere im IuK-Sektor. Die deutsche Wirtschaft erhöhte bis zum Jahr 2003 ihre internen FuE-Aufwendungen zwar weiter; für 2004 werden allerdings real stagnierende Zahlen ausgewiesen. Das Wachstum der deutschen Industrieforschung blieb seit Anfang der 90er Jahre zu jedem Zeitpunkt unterhalb des OECD- und EU-Durchschnitts. Es sind deshalb alle Ressourcen für eine Trendwende zu mobilisieren.





Für die zunehmende Konjunkturabhängigkeit von FuE sind mehrere Faktoren verantwortlich: die engere Bindung von FuE an die Produktion, die Ausrichtung von FuE an kurzfristiger erreichbaren ökonomischen Erfolgen, und der sukzessive Rückzug von Unternehmen aus einer strategischen, langfristig orientierten Forschung (Stärkung des E „Entwicklung“ gegenüber dem F „Forschung“).

Damit verringerten sich die Möglichkeiten der Unternehmen, neue Märkte über strategische Forschung zu erschließen. Notwendige Kompetenzen werden im Geschäftsmodell der „offenen Innovation“ verstärkt extern über Aufträge und Kauf – auch aus der öffentlichen Forschung – erworben. Die Bedeutung öffentlicher Forschung – auch als Standortfaktor – steigt. Strategische Kompetenzen sind immer stärker in Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft zu entwickeln.

#### – „Renaissance“ staatlicher FuE-Politik

Nach vielen Jahren eines rückläufigen Finanzierungsbetrags des Staates zu FuE – gemessen am BIP sank er in der OECD von 0,93 Prozent 1985 auf 0,63 Prozent im Jahr 2000 – ist er seither wieder auf 0,68 Prozent (2003) angestiegen.

Zwischen 2000 und 2004 stiegen in den OECD-Ländern die FuE-Haushaltsansätze um (nominell) fast 7 Prozent pro Jahr. Vor allem die USA, Großbritannien, Frankreich und die südeuropäischen EU-Staaten haben seit 2000 die für FuE vorgesehenen Haushaltsmittel kräftig ausgeweitet. In Japan sowie den skandinavischen und kleineren westmitteleuropäischen Ländern ist dieser Trend bereits seit Anfang der 1990er Jahre zu beobachten. Schwerpunkte des weltweit stärkeren staatlichen Engagements für FuE sind die Grundlagenforschung, die Lebenswissenschaften und – vor allem in den USA – die Militär- und Sicherheits-

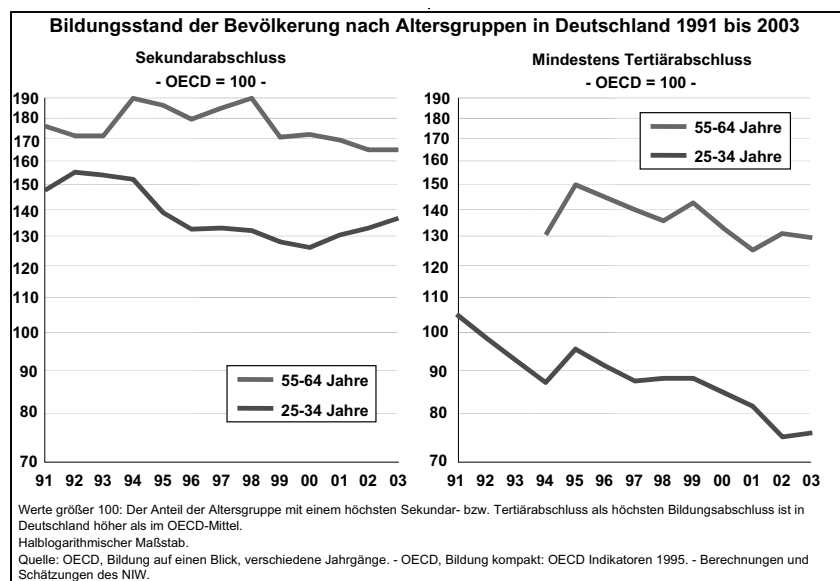
forschung. Es sind nicht nur die traditionell für Forschung und Innovation verantwortlichen Ressorts, die diesen Mittelaufwuchs trugen, sondern auch die für Gesundheit, Verteidigung, Energie oder Umwelt zuständigen Ressorts.

Deutschland hat nach 1998 ebenfalls deutlich mehr staatliche Mittel für FuE bereitgestellt (plus 2 Prozent pro Jahr). Die Dynamik blieb aber klar hinter der anderer Länder zurück; Deutschland fiel damit beim Anteil staatlicher FuE-Ausgaben am BIP im Jahr 2003 erstmalig unter den OECD-Durchschnitt. Die vom Bund für die kommenden vier Jahre bereitgestellten zusätzlichen sechs Milliarden Euro für Forschung und Entwicklung im Zeitraum von 2006 bis 2009 sind vor diesem Hintergrund eine wichtige Weichenstellung.

#### – Qualifikation als Grundlage von Innovation

Die Innovationskraft eines Landes hängt vom Qualifikationsniveau seiner Bevölkerung ab. Von 1991 bis 2004 nahm die Zahl der Erwerbstätigen mit Hochschulabschluss – bei einer insgesamt stagnierenden Erwerbstätigenzahl – um 48 Prozent zu. Vor allem die wissensintensiven Wirtschaftszweige sind auf Akademiker angewiesen. Per Saldo gab es seit Beginn der 90er Jahre bei insgesamt rückläufiger Gesamtbeschäftigung – 1,7 Millionen Personen) nur noch bei hoch qualifizierten Erwerbspersonen zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten (+ 1,8 Millionen). Der sektorale Strukturwandel in Richtung wissensintensiver Wirtschaftszweige und der Innovationsdruck bei allen Unternehmen sind die auslösenden Faktoren für die Zusatznachfrage nach akademisch ausgebildetem Personal.

Beim Qualifikationsniveau der Bevölkerung verliert Deutschland allerdings im internationalen Vergleich an Boden. Der Anteil der Bevölkerung mit einer mittleren Qualifikation (d. h. Sekundarabschluss II als



höchstem Abschluss) lag 2003 mit rund 60 Prozent um mehr als 50 Prozent über dem OECD-Durchschnitt.

Bei jungen Menschen ist dieser Vorsprung allerdings geringer (38 Prozent über dem Mittel der OECD). Mit dem demographischen Wandel wird sich Deutschlands Vorsprung im Bereich der Sekundarstufe II also verringern.

Der Anteil der 25- bis 35-jährigen mit Hochschulabschluss liegt sogar um 25 Prozent unter dem OECD-Durchschnitt. Seit 1991 hat sich die Position Deutschlands gegenüber dem OECD-Durchschnitt bei den 25- bis 34-jährigen kontinuierlich verschlechtert. Besonders bei natur- und ingenieurwissenschaftlichen Abschlüssen weist Deutschland einen Rückstand auf.

Im Jahr 2003 verfügten etwas mehr als 20 Prozent der erwerbsfähigen Bevölkerung in Deutschland über einen Hochschulabschluss. Diese Quote ist für ältere Personen (55- bis 64-jährige) gleich hoch wie für jüngere (25- bis 34-jährige). Während Deutschland bei den Älteren damit im Spitzenfeld liegt, nimmt es bei den Jüngeren einen der Schlussplätze unter den Industrieländern ein.

### Wege zum 3-Prozent-Ziel: Ansatzpunkte für die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik

Ein Anteil von 2,5 Prozent von FuE am BIP hat sich in den vergangenen Jahren als Schallmauer bei der Expansion des Anteils von Forschung und Entwicklung am Bruttoinlandsprodukt erwiesen. Nach einem kräftigen Aufbau der FuE-Kapazitäten in Deutschland von 1995 bis 2003 – die gesamtwirtschaftliche FuE-Quote stieg von 2,3 Prozent auf 2,5 Prozent – wird für 2004 wieder ein leichter Rückgang errechnet.

Die Realisierung des 3-Prozent-Ziels erfordert hohe Steigerungen der jährlichen FuE-Budgets: Unterstellt man für die Jahre 2004 bis 2010 ein reales wirtschaftliches Wachstum von 1,5 Prozent, dann ist das Niveau der FuE-Ausgaben im Jahr 2010 gegenüber 2005 um über 20 Mrd. Euro anzuheben. Bei einem gleichbleibendem Ausgabenverhältnis Staat/Wirtschaft von  $\frac{2}{3}$  zu  $\frac{1}{3}$  hätten alle öffentlichen Gebietskörperschaften ihre jährlichen Ausgaben bis zum Jahr 2010 um 6 Mrd. Euro zu steigern.

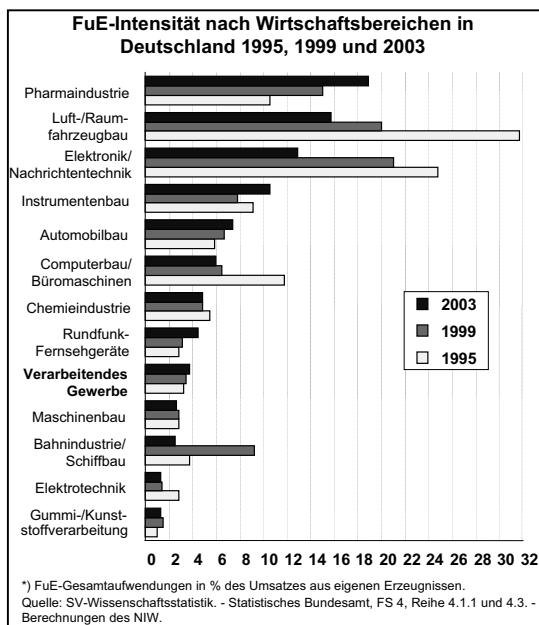
Veränderungen dieser Art gehen weit über die Aufgaben traditioneller Forschungspolitik hinaus; insofern muss das 3-Prozent-Ziel als eine Chiffre für eine umfassende Politik zugunsten einer wissensintensiveren Wirtschaft in Deutschland verstanden werden. Hervorragende Markt-, Produktions- und Forschungsbedingungen müssen zusammenkommen, um es Unternehmen zu ermöglichen, ihr FuE-Engagement in Deutschland überproportional auszuweiten.

- Strukturwandel hin zur Spitzentechnologie und wissensintensiven Dienstleistungen vorantreiben

Spielräume zum Ausbau von FuE müssen auf neuen Märkten erschlossen werden. Die deutsche Wirtschaft ist traditionell stark auf die forschungsintensive Fertigungstechnik ausgerichtet. Hier verfügt sie über herausragende technologische Kompetenzen und eine starke Weltmarktposition.

An der Spitze steht der Automobilbau, auf den 30 Prozent der inländischen FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft entfallen. Die deutsche Autoindustrie ist für 23 Prozent der gesamten FuE-Ausgaben der OECD-Länder in diesem Sektor verantwortlich.

Ein überdurchschnittlich hohes Gewicht weist Deutschland auch im Maschinenbau (17 Prozent der weltweiten FuE), der Chemieindustrie (16 Prozent) und dem sonstigen Fahrzeugbau (Luft-, Schienen-, Wasserfahrzeuge) mit 11 Prozent auf.



In der Spitzentechnologie – Pharma/Biotechnologie, Luft- und Raumfahrt, Instrumententechnik, Computer/Elektronik – ist Deutschland schwächer vertreten, wenngleich in den vergangenen Jahren ein Aufholprozess deutlich zu sehen war. Dieser muss konsequent fortgesetzt werden, denn Spitzentechnologien versprechen neben wissensintensiven Dienstleistungen die größten Wachstumsperspektiven bei Produktivität und Wertschöpfung.

Zur Erschließung neuer Wachstumsfelder muss der Staat über eine Ausweitung der staatlichen Mittel für

Bildung, Wissenschaft und Forschung klare Impulse setzen.

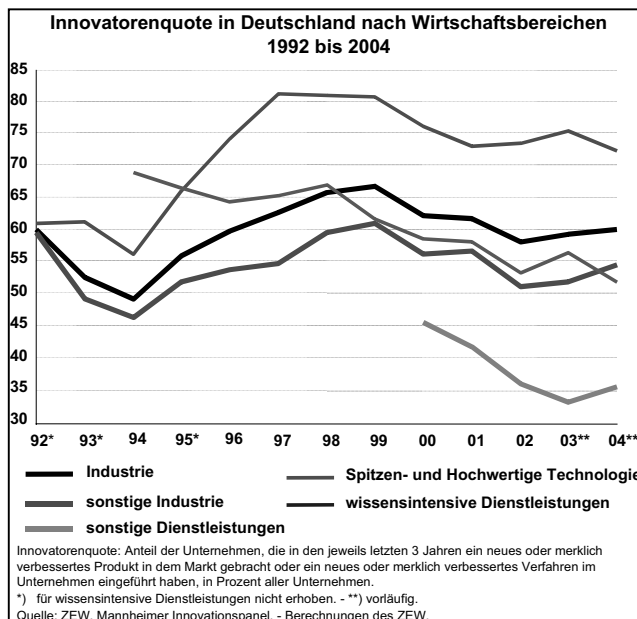
Darüber hinaus sind alle Politikbereiche gefordert, die über die Gestaltung von Rahmenbedingungen für das Innovationsverhalten der Wirtschaft Verantwortung tragen. Hierzu gehören ein innovatives Beschaffungswesen ebenso wie Standards und Normen, die für Unternehmen Anreize zur Suche nach neuen Lösungen schaffen. Innovationsorientierte Ressortpolitiken in der Gesundheits-, Medien-, Mobilitäts-, Energie- oder der Sicherheitspolitik gewinnen an Bedeutung. Ohne sie wird das 3-Prozent-Ziel nicht erreichbar sein.

– Innovationsbeteiligung von KMU erhöhen

Kleine und mittlere Unternehmen haben eine zentrale Rolle im Innovationswettbewerb. Denn KMU sind wesentliche Innovationsträger, vor allem wenn es um die Umsetzung radikaler Innovationen, Besetzung von Nischenmärkten und die Diffusion von neuen Technologien geht.

Der Anteil der Klein- und Mittelunternehmen (KMU) mit FuE- und Innovationsaktivitäten hat seit dem Jahr 2000 abgenommen. Betrieben im Jahr 1999 noch 22 Prozent der Industrieunternehmen FuE, waren es 2003 nur mehr 18 Prozent. Der Anteil der Unternehmen, die neue Produkte an den Markt brachten (Innovatorenquote) sank im gleichen Zeitraum von 67 Prozent auf 59 Prozent.

Wichtige Innovationshemmnisse sind aus Sicht der KMU fehlende finanzielle Mittel, bürokratische Verfahren und Regulierungen sowie eine ungünstige Marktsituation. Im Fall einer wieder anziehenden Konjunktur ist absehbar, dass auch der Fachkräftemangel – vor allem in Bezug auf Ingenieure und Na-





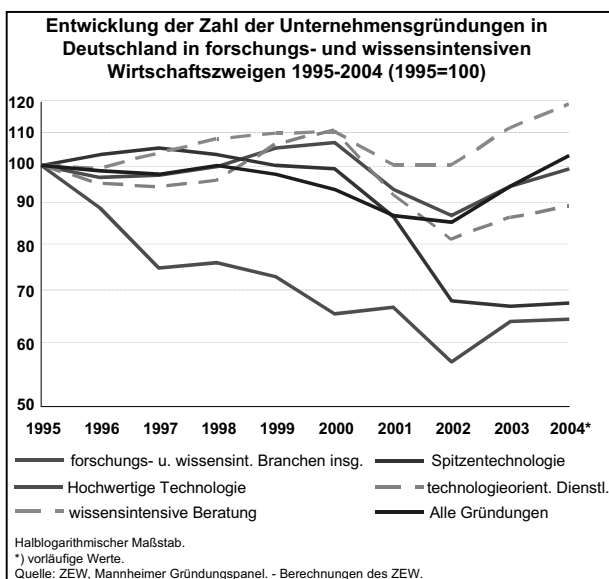
turwissenschaftler – wieder an Bedeutung gewinnen wird.

In der Forschungs- und Innovationspolitik gilt es, hier gegenzusteuern: Handlungsfelder sind bessere Finanzierungsangebote, Bürokratieabbau, innovationsgerechte Regulierungen, Stärkung der Binnennachfrage, Erhöhung der Absolventenzahlen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften und eine Modernisierung der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Die Hebelwirkung der öffentlichen Förderung insbesondere für anspruchsvollere FuE in KMU ist stärker zu nutzen; KMU sind verstärkt in Netzwerke der Forschungsförderung einzubeziehen.

– Gründungstätigkeit forcieren:

Ein ausreichender Nachwuchs an jungen Hightech-Unternehmen ist essentiell, um die Potenziale neuer Technologien und neuer Märkte voll zu nutzen.

Nach rückläufigen Gründungszahlen in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen 2001 bis 2002 stieg in den Jahren 2003 und 2004 die Anzahl der Neugründungen wieder an.



Vor allem in der forschungsintensiven Industrie ist die Gründungsdynamik allerdings schwach. Wegen gleichzeitig steigender Schließungszahlen nimmt der Unternehmensbestand hier sogar ab. In den wissensintensiven Dienstleistungen ist die Gründungsdynamik positiver, läuft aber der anderer großer Länder (USA, Japan, Frankreich, Großbritannien) hinterher.

Gründungshemmnisse sind auf allen Ebenen zu beseitigen. Mehr Wettbewerb in den Technologiemarkten, ein besseres Angebot an Frühphasenfinanzierung, Verkürzung und Vereinfachung von Gründungsprozeduren und die Förderung der Ausgründung aus der öffentlichen Forschung sind neben einer generellen Verbesserung des Wirtschaftsklimas die wichtigsten Ansatzpunkte der Politik.

– Bildungsniveau weiter steigern

Deutschland droht langfristig seinen Vorsprung im Bildungsniveau der Erwerbstätigen zu verlieren. Denn andere Länder investieren massiv in die Qualifikation ihrer jungen Generation. Dies gilt nicht nur für viele Industrieländer, sondern auch für eine Reihe von aufstrebenden Schwellenländern. Die steigenden Studienanfängerzahlen von 1995 bis 2001 in den Natur- und Ingenieurwissenschaften – welche überdurchschnittlich von ausländischen Studienanfängern getragen wurden – weisen in die richtige Richtung. Weitere Anstrengungen sind notwendig, denn nach 2001 nahm die Zahl der Studienanfänger aus Deutschland nicht weiter zu, 2004 und 2005 sank sie sogar wieder.



Ein hohes Bildungsniveau der Bevölkerung muss oberste Priorität haben, da es langfristig die wichtigste Grundlage für eine hohe technologische Leistungsfähigkeit ist. Dabei müssen alle Stufen der Bildung im Auge behalten und alle Bildungspotenziale genutzt werden. Insbesondere sind die Chancen steigender Studienanfängerzahlen in den kommenden Jahren über einen Hochschulpakt zu nutzen.

Fazit

Mit dem Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit legt die Bundesregierung dem Deutschen Bundestag und der Öffentlichkeit eine umfassende Informationsgrundlage vor. Der Bericht zeigt auf: Wissen und Kompetenzen sind Grundlagen des künftigen Wohlstands Deutschlands.

Zur Realisierung des 3-Prozent-Ziels sind erheblich größere Anstrengungen als in der Vergangenheit notwendig. Im wirtschaftlichen Aufschwung gewinnen die Unternehmen neue Spielräume für die Ausweitung von FuE-Investitionen. Diese Spielräume müssen genutzt

werden. Die Politik ist gefordert, öffentliche FuE auszubauen und alle relevanten Bedingungen für private Investitionen in Innovationen zu verbessern. Die Bundesregierung erwartet von den Ländern und vor allem der Wirtschaft, dass diese ihren Beitrag zur Erreichung des 3-Prozent-Zieles leisten.

Die Bundesregierung stellt sich diesem Anspruch: Mit ihrem 6-Milliarden-Programm zugunsten von Forschung und Entwicklung leistet sie den notwendigen Beitrag des Bundes zum 3-Prozent-Ziel. Ihre Initiativen zugunsten der Erschließung von Zukunftsmärkten wird sie im Sommer 2006 in einer High-Tech-Strategie bündeln.

# Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2006

---

Dieser Bericht wurde im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung erstellt. Er basiert auf Arbeiten der folgenden Institute, zusammengefasst durch das Niedersächsische Institut für Wirtschaftsforschung (NIW):

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW), Hannover  
Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Bonn  
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin  
Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie (FiBS), Köln  
Hochschul-Informationssystem (HIS), Hannover  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe  
Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW), Karlsruhe  
Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (WSV), Essen  
Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute.

# Zusammenfassung der Ergebnisse – Herausforderungen für die Innovationspolitik

## Die wichtigsten Befunde im Überblick

Trotz anhaltender Exporterfolge hat sich die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands auf längere Sicht nicht gut entwickelt. Die Bedingungen für eine dynamische technologische Erneuerung und einen nachhaltigen Strukturwandel in Richtung Wissenswirtschaft müssen deutlich besser werden. Partiiell gibt es durchaus Positives zu berichten. Die Geschwindigkeit und die Intensität, mit der Verbesserungen erzielt werden konnten, ist jedoch recht niedrig: In anderen Volkswirtschaften sind bereits seit Jahren intensivere Anstrengungen in Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie unternommen worden als hierzulande. Die deutsche Bundesregierung hat im Rahmen des Programms „Impulse für Wachstum und Beschäftigung“ klare Prioritäten für Forschung und Innovation gesetzt. Dies ist richtig.

- + **Wissenschaft und Forschung haben in Deutschland eine hohe Qualität. Allerdings sind die Kapazitäten für Lehre, Wissenschaft und Forschung am Weltmaßstab gemessen zu schwach ausgeweitet worden. Gerade wirtschaftsnahe Wissenschaftsbereiche (Maschinenbau, Verfahrens-, Fertigungstechnik usw.) müssten sich zudem stärker an internationalen Standards ausrichten.**
- + **Die Wissenswirtschaft braucht eine breite Basis an qualifizierten Fachkräften und deutlich mehr Hochschulabsolventen, insbesondere bei Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, aber auch mehr Ausbildungsplätze in technischen Berufen. Die demographische Entwicklung läuft in Deutschland auf einen Engpass bei Hochqualifizierten und Fachkräften hinaus.**
- + **Die Ausgaben für Forschung und experimentelle Entwicklung wurden von der Wirtschaft in Deutschland nicht kräftig genug erhöht, allenfalls im Rhythmus der Konjunktur. Der FuE-Personalstamm ist gar auf das Niveau Westdeutschlands von Mitte der 80er Jahre zurückgefahren worden. Ganz anders ist dies im internationalen Raum: Die Dynamik bei den Investitionen in FuE ist im letzten Jahrzehnt maßgeblich von aufholenden Ländern aus Asien (Korea, Indien, China etc.) vorgegeben worden. Dies gibt deutschen Unternehmen große (Export-) Chancen. Deutschen Klein- und Mittelunternehmen eröffnen sich durch die Integration der mittel- und osteuropäischen Länder Potenziale. Diese bieten ausreichend qualifiziertes Personal zu wettbewerbsfähigen Preisen. Aber es wachsen auch mehr Konkurrenten heran, der Innovationsdruck und die Notwendigkeit zum Strukturwandel nehmen erheblich zu.**
- + **Der Anteil von innovierenden Unternehmen hat wieder zugenommen. Die Bereitschaft zu Innovationen ist also da, allerdings sind die Vorhaben angesichts der Wachstumschwäche im Inland mit wenig finanziellem Engagement verbunden. Die Unternehmen sind in den letzten Jahren vorsichtig geworden. Innovationen richten sich immer häufiger auf die Senkung von Kosten. Marktneuheiten, die die volkswirtschaftliche Angebotspalette bereichern, haben an Gewicht verloren.**
- + **Die Angebotsstrukturen haben sich in Deutschland nur sehr langsam verändert. Das Neugründungsgeschehen im Dienstleistungs- und Technologiesektor ist vergleichsweise verhalten. Branchen, die nur wenige Wachstumsaussichten und Beschäftigungsmöglichkeiten erwarten lassen, sind hingegen stabil gewesen. Eine Auffrischung der Wirtschaftsstruktur durch Unternehmen der Spitzentechnik und wissensintensiven Dienstleistungen ist erforderlich. Kapitalgeber und potenzielle Gründer gehen jedoch angesichts der Rahmenbedingungen nur wenig Risiken ein.**
- + **Die Exportleistungen der Industrie sind nach wie vor Deutschlands Aushängeschild. Innovationen richten sich zunehmend an den Weltmarktmöglichkeiten aus. Von der Globalisierung hat Deutschlands Industrie profitiert. Die größten Zuwächse hat es bei Spitzentechnologien gegeben, die insgesamt aber im deutschen Exportwarenkorb kein hohes Gewicht haben. Zudem sind die Einfuhren von forschungsintensiven Gütern wesentlich schneller gestiegen als die Ausfuhren. Dies betrifft derzeit besonders den Automobilbau, das „Herzstück“ des deutschen Innovationssystems.**

## Hohe Exporterfolge – begrenzte Wachstumsaussichten

Deutschlands Industrie zeigt auf den Exportgütermärkten eine außerordentlich hohe Präsenz. Ausschlaggebend ist eine hohe Qualität der Produkte zu wettbewerbsfähigen Preisen. Forschungsintensive Erzeugnisse haben weltwirtschaftlich am kräftigsten expandiert. Deutschland hat auf diesen Märkten seinen ohnehin schon hohen Anteil am Welthandel in den letzten Jahren wieder etwas steigern können. Exporte von forschungsintensiven Gütern sind insgesamt seit langem der Hauptimpulsgeber für industrielles Wachstum in Deutschland. Ihre starke Position basiert im Wesentlichen auf Ausfuhren von „Hochwertiger Technik“, sie bröckelt dort jedoch seit etwa einem Jahrzehnt etwas ab. Dass sich die Exportposition bei forschungsintensiven Gütern dennoch verbessert hat, geht vor allem auf die Gruppe der „Spitzentechnik“ zurück – also auf einen Bereich, bei dem Deutschland bislang weniger stark vertreten war. Diese

Industrien bieten jedoch langfristig die besten industriellen Wachstumsaussichten, was sich seit 2003 wieder sehr deutlich herauskristallisiert. Zur deutschen Positionsverbesserung haben auch Klein- und Mittelunternehmen beitragen können, die sich bei Spitzentechnologien intensiver als bei anderen Gütergruppen auf den internationalen Märkten durchgesetzt haben.

Bei der Diskussion um die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft wird häufig übersehen, dass die Importe sowohl bei Spitzentechnologien als auch bei Hochwertigen Technologien trendmäßig noch stärker gestiegen sind als die Ausfuhren. Die Spezialisierung Deutschlands nimmt daher in den meisten dieser Industrien ab. Dieser Prozess ist ambivalent zu beurteilen. Einerseits bedeutet es, dass Deutschlands Technologieanwender intensiv auf weltweit neueste technologische Entwicklungen zurückgreifen. Einkommen und Beschäftigungen sind überwiegend in den Sektoren der mittleren und gehobenen Technologien entstanden – also durch eine geschickte Integration von (importierten) Spitzentechnologien in die angestammten Kompetenzen. Aus wirtschaftsstruktureller Sicht – die hier im Vordergrund steht – signalisiert dieser Trend jedoch, dass Deutschland die überdurchschnittlich hohen Wachstumschancen stark expandierender Spitzentechnikbranchen nicht ausschöpft. Die Entscheidungen von Konsumenten und Produzenten laufen vielmehr darauf hinaus, dass Deutschland länger als andere Volkswirtschaften an Industrien festhält, die kaum mehr wachsen.

Berücksichtigt man also sowohl Ausfuhren als auch Einfuhren, dann nimmt die deutsche Bilanz einen weniger günstigen Verlauf. Diese wird im Wesentlichen durch die Automobilindustrie geprägt. Ihr Gewicht und ihre Stärken im Außenhandel mit forschungsintensiven Waren sind so hoch, dass man ohne diese Branche nicht davon sprechen könnte, dass Deutschland bei forschungsintensiven Waren Vorteile hat. Andererseits ist aber auch der Abwärtstrend bei Hochwertigen Technologien eng mit der Automobilindustrie, z. T. auch mit dem Maschinen- und Anlagenbau, verbunden: Die recht einseitige Ausrichtung des deutschen Güterangebots ist nicht ohne Risiko. Die Automobilproduktion am Standort Deutschland hat seit einigen Jahren schon weniger zugenommen als die Industrieproduktion insgesamt.

Das Weltmarktangebot von neuen Technologien ist stark durch das Auftreten von Aufhol-Ländern, vornehmlich aus Asien, erweitert worden: Beispielsweise stammen 2004 bereits 7% der deutschen Einfuhren von forschungsintensiven Erzeugnissen aus China (1999: 2%). Dies ist ein Zeichen dafür, dass sich Qualität und Wissen immer schneller verbreiten und dass es daher zunehmend nicht nur auf hohe Qualität, sondern auch auf Durchsetzungsvermögen im Preiswettbewerb ankommt. Dies hat sich bei den Innovationsmotiven klar bemerkbar gemacht: Prozessinnovationen zur Kostensenkung sind immer wichtiger geworden.

Die schwache Inlandsmarktentwicklung ist die Achillesferse für den wirtschaftlichen Strukturwandel in Deutschland: So sind Dienstleistungen, von denen noch am ehesten zu erwarten ist, dass sie zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten bereitstellen können, auf einen florierenden Inlandsmarkt angewiesen, da sie nur in begrenztem Umfang auf Auslandsmärkte ausweichen können. Wissensintensive Dienstleistungen stehen in besonders intensivem Kontakt mit Technologielieferanten aus der Industrie: Sie stellen einer-

seits meist besonders hohe Anforderungen an technologische Neuerungen (z. B. Kommunikation, Mobilität, Gesundheit, Umwelt usw.), andererseits unterstützen sie die (exportorientierten) Industrieunternehmen. Das Wechselspiel von Industrie und Dienstleistungen verläuft in Deutschland jedoch in gebremstem Tempo, weil zum einen wissensintensive Dienstleistungen nur schwach gewachsen sind und daher weniger Impulse für Innovationen gegeben haben. Zudem sind dort in den letzten Jahren ebenfalls Arbeitsplätze abgebaut worden. Die Exportorientierung der deutschen Wirtschaft begünstigt zum anderen einseitig den Industriesektor, darunter zunehmend diejenigen Industrien, die nicht forschungs- oder wissensintensiv produzieren und kaum mehr expandieren werden. Deutschland ist in den letzten Jahren einen eigenständigen wirtschaftsstrukturellen Weg gegangen, der auf längere Sicht gesehen nur wenig Wachstumsperspektiven und kaum zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten verspricht. Notwendig ist ein schnellerer Strukturwandel hin zu Spitzentechnologien und wissensintensiven Dienstleistungen.

### **Wenig Dynamik im Unternehmensstrukturwandel und bei Innovationen – starke Weltmarktposition bei technologischen Erfindungen**

Ein grundlegender Sektorstrukturwandel in Deutschland, der mit der Dynamik in anderen Ländern mithalten könnte, lässt sich aus dem Unternehmensstrukturwandel nicht ablesen: Zum einen steigt die Rate der Unternehmensschließungen im forschungs- und wissensintensiven Sektor der Wirtschaft, zum anderen sinkt die Rate der Unternehmensgründungen. Im Vergleich zu wichtigen Konkurrenzländern sind die Gründungen in forschungsintensiven Industrien schneller zurückgegangen. Während allenthalben Gründungszahlen bei wissensintensiven Dienstleistungen mit viel Elan nach oben zeigen, steigen sie in Deutschland erst jüngst wieder leicht an.

Tendenziell laufen Unternehmensgründungen und -schließungen in Deutschland auf einen höheren Unternehmensbestand in weniger wissensintensiven Branchen hinaus. Denn bei den in den letzten Jahren wieder nach oben gerichteten Gründungszahlen insgesamt ist zu berücksichtigen, dass in Deutschland überdurchschnittlich viele Menschen der Not gehorchend (Mangel an Arbeitsplätzen) den Weg in die Selbstständigkeit wählen. Unternehmensgründungen, deren primäres Motiv das Ausnutzen guter wirtschaftlicher Chancen ist, sind in Deutschland weniger häufig. Dies hat mit unsicheren wirtschaftlichen Aussichten zu tun, aber auch mit Risikoscheu bei potenziellen Gründern und Kapitalgebern. Jungen Unternehmen in Deutschland fehlt zum einen die Nestwärme einer expandierenden Binnennachfrage. Zum anderen benötigen innovationsorientierte Unternehmensgründungen auch Kapital. Bei den Zusagen von Risikokapital für Gründung und Expansion von neuen Unternehmen steht Deutschland jedoch weit hinten. Dies ist eine Gefahr für den Nachwuchs an forschenden und innovierenden Unternehmen in Deutschland. Denn junge Unternehmen sind besonders innovationsfreudig, und die weite Verbreitung von Innovationen in allen Teilen der Wirtschaft ist für Deutschland immer ein großer Vorteil gewesen.

Innovatoren sind immer noch in großer Zahl in Deutschland zu finden: Ihr Anteil an allen Unternehmen ist seit 2002 wieder gestiegen. Nicht-innovierende Unternehmen sind verstärkt aus dem Markt ausgeschieden. Allerdings fehlt es seit Jahren an einer kräftigen Ausweitung des finanziellen Engagements. Die Innovatoren sind seit einigen Jahren vorsichtig geworden, die Unsicherheit über die weitere Entwicklung war und ist sehr groß. Die Innovationsetats 2005/6 sehen Steigerungen unterhalb der Umsatzerwartungen vor.

Die finanzielle Zurückhaltung sowie die bis 2002 rückläufige Innovationsbeteiligung haben die Verjüngung der Produktpalette in den Unternehmen, aber auch gesamtwirtschaftlich betrachtet, stark verlangsamt. Der Anteil von Marktneuheiten am Umsatz hat laufend nachgegeben. Um so erfolgreicher war die Industrie bei kostensenkenden Prozessinnovationen, die der internationale Wettbewerb herausfordert hat.

Zusätzlich konnten die Unternehmen die gute Exportposition durch weiterhin zahlreiche Anmeldungen von weltmarktrelevanten technologischen Erfindungen absichern. Die Umsetzung von FuE-Ergebnissen in breite technologische Anwendungen funktioniert gut. Deutschland ist unter den großen Volkswirtschaften hinter Japan das patentintensivste Land und hält sich seit Jahren auf konstant hohem Niveau. Hiervon profitieren auch Industrien, die nicht dem forschungsintensiven Sektor zuzurechnen sind. Das deutsche Patentaufkommen ist bei einem Vergleich mit anderen Ländern in seinen Grundstrukturen natürlich der Industrie- und FuE-Struktur (s. u.) sehr ähnlich. Wie im Außenhandel ist Deutschland insbesondere in den Feldern der Hochwertigen Technologie aktiv, weniger hingegen bei den stark wachsenden Spitzentechnologien. Dort zeigt sich jedoch insofern eine Verbesserung der Position gegenüber den wichtigsten Wettbewerbern, als einige Länder – z. B. die USA, Schweden, Finnland – durch die „New Economy“-Krise unter Druck geraten sind. Deutschland hatte einerseits hierbei nicht so viel zu verlieren, andererseits gab es in der Industrie auch gesteigerte Aktivitäten in der Spitzentechnikforschung.

### **Berg- und Talfahrt bei den weltweiten unternehmerischen FuE-Aktivitäten**

Deutschlands Wirtschaft zählt zu den forschungsintensivsten in der Welt, hat aber das FuE-Wachstumstempo der wichtigsten Konkurrenten nicht immer halten können. Lagen Deutschlands Unternehmen bei den FuE-Anstrengungen Ende der 80er Jahre noch auf Rang 3, so nehmen sie jetzt Platz 8 ein. Dieser Positionsverlust hängt auch mit den sektoralen FuE-Schwerpunkten zusammen: Das deutsche Spezialisierungsmuster (wenig Präsenz bei Spitzentechnologien und bei Dienstleistungen, Spitze bei hochwertigen Technologien) zieht sich wie ein roter Faden durch das „deutsche Innovationssystem“. Im Weltmaßstab sind die FuE-Kapazitäten besonders stark bei Spitzentechnologien und Dienstleistungen gewachsen. Deutschland hat dies nur partiell (bei Pharmazie) oder temporär im FuE-Aufschwung der zweiten Hälfte der 90er Jahre (Elektronik, Medien) mitgemacht. Einige Branchen haben von hohem Niveau aus ihre ursprünglich günstige Position nicht halten können (Elektrotechnik, Instrumente, Schienenfahrzeuge). In

anderen Industrien – wie Chemie, Maschinenbau, Flugzeugbau – hält sich Deutschland zwar trotz abgeschwächter FuE-Dynamik seit einigen Jahren wieder gut. Diese Industriezweige haben allerdings weltweit bei FuE an Gewicht verloren, die Ausweitung des Innovationspotenzials kommt dort nur noch wenig voran. Letztlich ist es fast ausschließlich der Automobilbau, der Deutschlands FuE-Intensität auf hohem Niveau hält.

Dass Deutschland in der Industrieforschung dennoch relativ günstig dasteht, hängt allein mit dem Einbruch der FuE-Kapazitäten am mit Abstand größten Unternehmensforschungsstandort USA zu Beginn dieses Jahrtausends zusammen. Dieser ist dort noch längst nicht überwunden. Besonders betroffen sind IuK/Elektronik, Fahrzeug- und Maschinenbau. Dienstleistungen, Pharmazie und Instrumente haben sich hingegen wieder erholt. Der Rückgang unternehmerischer FuE in den USA ist durchaus für das weltwirtschaftliche Innovationsgeschehen von Belang, weil die USA der Welt größter Lieferant von Spitzentechnologiegütern sind und gleichzeitig auch der größte FuE-Standort für ausländische Unternehmen.

Nicht nur im langfristigen Vergleich, sondern auch aktuell haben viele Länder eine größere FuE-Dynamik an den Tag gelegt als Deutschland. Angesichts der geringen Wachstumserwartungen ist gar der FuE-Personaleinsatz in der deutschen Wirtschaft zwischen 2000 und 2003 wieder auf das Niveau von 1995 zurückgenommen worden. Der sektorale Strukturwandel zu Gunsten forschungsintensiver Industrien wird – von der Pharma- und der Automobilindustrie abgesehen – nicht von einem höheren Anteil an FuE-Personal begleitet. Vielmehr lassen die Pläne der Unternehmen bis 2006 keine Anzeichen auf eine Ausweitung erkennen. Hierin wird eine Parallele zum Innovationsverhalten deutlich. Dabei ist FuE im Innovationsprozess immer wichtiger, der Anteil innovierender Unternehmen ohne eigene FuE hat im Trend stark nachgelassen. Der Innovationswettbewerb stellt permanent höhere Ansprüche.

Volumenmäßig konzentriert sich FuE in Deutschland zunehmend auf Großunternehmen, Klein- und Mittelunternehmen fallen kontinuierlich zurück. Ein Grund hierfür ist der sektorale Strukturwandel (Großunternehmen der Pharmazie und des Automobilbaus). Problematisch ist jedoch vor allem die Tatsache, dass die Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE nicht gesteigert werden konnte, sondern die Zahl der FuE-betreibenden Unternehmen eher rückläufig ist. Dies ist eine große Herausforderung, zumal es auch an Nachwuchs von Unternehmen in wissens- und forschungsintensiven Wirtschaftszweigen fehlt. Deshalb hatte sich beim Staat in den letzten Jahren die Bereitschaft etwas erhöht, FuE zumindest in Klein- und Mittelunternehmen stärker zu fördern.

### **Globalisierung verschärft Anforderungen an FuE-Standorte**

Mit den verschiedenen Wellen von grenzüberschreitenden Unternehmenskäufen und -verschmelzungen (M&A) haben auch FuE-Kapazitäten den Besitzer gewechselt, insbesondere Ende der 90er Jahre. Die Globalisierung von FuE hat jedoch in den letzten Jahren ebenso wie internationale M&A eine Verschnaufpause eingelegt.

Es gibt aber deutliche Anzeichen, dass die Ruhephase in der Globalisierung der Produktion und damit auch von FuE vorbei ist. Auch deutsche Unternehmen sehen die Notwendigkeit für eine weitere Expansion ihrer Auslands-FuE.

Deutschland hat von der Globalisierung von FuE profitiert, und zwar insbesondere dort, wo es über hochwertige Marktnachfrage, über gute Produktionsbedingungen, über starke technologische Kompetenzen sowie über die erforderlichen Qualifikationen verfügt (z. B. im Automobilbau). Denn diese Faktoren sind die Zugpferde der Globalisierung von FuE.

Investitionen in FuE-Kapazitäten werden sich in den kommenden Jahren parallel zur Verschiebung von Nachfrage und Produktion schrittweise in andere Regionen als Nordamerika und Westeuropa verlagern. Insbesondere Asien hat mit China und Indien an der Spitze eine enorme Sogkraft und Eigendynamik entwickelt. Hohes Wachstumspotenzial, ausreichend wissenschaftliches Personal und Kompetenzen sowie niedrige FuE-Kosten machen die Region zunehmend für ausländische Unternehmen attraktiv. Diese Länder – allen voran China – haben im vergangenen Jahrzehnt mehr noch als die USA das internationale FuE-Tempo bestimmt. Beim Aufbau von FuE-Kapazitäten sind mittlerweile große einheimische und internationale Konzerne die treibende Kraft, und nicht mehr nur der öffentliche Sektor.

Alles zusammen genommen – stärkere FuE-Dynamik in den meisten westlichen Industrieländern und die Verbreiterung des Teilnehmerfeldes im Innovationswettbewerb – hat sich Deutschlands weltwirtschaftliches FuE-Gewicht im letzten Vierteljahrhundert fast halbiert: Von über 11 % (1981) auf 6 % (2005).

Die Globalisierung von FuE spiegelt sich nicht nur im Besitz von FuE-Kapazitäten wider, sondern auch in strategischen Allianzen, FuE-Kooperationen und -Aufträgen sowie in technologischen Dienstleistungen. Sie ist auch kein Privileg von Großunternehmen mehr. Vielmehr ergeben sich für deutsche Klein- und Mittelunternehmen vor allem aus der Nähe zu den wachsenden Märkten in Mittel- und Osteuropa und aus deren Vorteilen in der Ausstattung mit gut ausgebildeten Akademikern und Fachkräften zu wettbewerbsfähigen Preisen gute Chancen für interessante Innovationskooperationen und FuE-Partnerschaften.

Durch die Globalisierung haben sich die internationalen Wissensnetze verdichtet. Die zunehmende Verflechtung manifestiert sich in der überdurchschnittlich schnell steigenden Zahl von grenzüberschreitenden Erfindungen, die als „Kopatente“ angemeldet werden. Durch FuE- und Innovationskooperationen wird komplementäres Wissen rekrutiert, und zwar vor allem dort, wo „Wissenslücken“ zu füllen sind. Im Falle Deutschlands gilt dies vor allem für Spitzentechnologien, bei denen die Kooperation mit den USA gesucht wird. Deutschlands Erfinder ihrerseits sind ebenfalls stark gesuchte Kooperationspartner.

### **Staatliche Rolle bei FuE wird wieder stärker betont**

Die „Hebelkraft“ der Förderung von FuE in der Wirtschaft durch den Staat hat in Deutschland stark nachgelassen, insbesondere der Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE in den Unternehmen. Dies hing auch mit dem Rückzug aus einigen Großprojekten, den

rückläufigen Ausgaben für Militärforschung, vor allem aber mit der Haushaltskonsolidierung und geringerer Priorität für FuE im politischen Raum zusammen. Begrüßenswert ist, dass vom Rückgang der staatlichen FuE-Förderung Klein- und Mittelunternehmen weniger stark betroffen waren.

Der (relative) Rückzug des Staates aus der Finanzierung von FuE in Unternehmen und aus der Durchführung von FuE entsprach etwa bis zur Jahrtausendwende einem weltweiten Trend, aus dem nur wenige Länder ausgeschert waren. Seither wurden die FuE-Haushaltsansätze jedoch allenthalben, z. T. über Jahre hinweg mit zweistelligen jährlichen Zuwachsraten, aufgestockt. Mit besonderer Verve passierte dies in den USA – durch massive Förderung der Biowissenschaften und nicht zuletzt durch militärische FuE-Programme beschleunigt –, so dass dort sogar der vorübergehend kräftige Rückzug der Wirtschaft aus FuE kompensiert werden konnte. Ein kräftiger Umschwung ist in fast allen Ländern zu beobachten und betrifft nicht nur die Finanzierung, sondern auch die Durchführung von FuE in der Regie der öffentlichen Hand: Die FuE-Kapazitäten in Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen sind seit 2000 beinahe durchgängig stärker ausgeweitet worden als in der Wirtschaft, in jedem Fall stärker als in den 90er Jahren. Die Arbeitsteilung hat sich bei FuE wieder etwas zu Gunsten des Staates verschoben.

In Deutschland hatte der Staat bereits Ende der 90er Jahre einen Kurswechsel vollzogen, der allerdings vor dem Hintergrund der internationalen Temposteigerungen als schwach einzustufen ist. Nimmt man die FuE-Ausgaben im Sektor Wissenschaft/Forschung sowie das Lehr- und Forschungspersonal an Hochschulen in naturwissenschaftlich-technischen Fachbereichen zum Maßstab, dann ist der Aufwärtstrend in Deutschland schon wieder gebrochen. Dies ist misslich. Denn die vergleichsweise hohe Beteiligung der deutschen Wirtschaft an der Finanzierung von FuE im öffentlichen Sektor zeigt, dass ihr FuE-Kooperationen mit Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung außerordentlich wichtig sind. Diese Einrichtungen genießen gerade bei Klein- und Mittelunternehmen eine hohe Wertschätzung.

Die Wirtschaft kann in Deutschland zudem auf eine hohe Qualität der wissenschaftlichen Forschung bauen. Denn deutsche Publikationen werden häufig zitiert, sind immer stärker in international renommierten Zeitschriften vertreten und finden hohe internationale Anerkennung („Beachtung“). Gleichwohl ist die internationale Verbreitung von Forschungsergebnissen noch verbesserungsfähig. Dies gilt insbesondere für Maschinenbau, Fertigungs- und Verfahrenstechnik, Umweltschutz, also für Aushängeschilder wirtschaftsnaher deutscher Technikwissenschaften.

### **Bildung und Ausbildung: Risse im Fundament**

Die deutsche Wirtschaft hat selbst in Zeiten der Beschäftigungsrezession bei Fachkräften einen hohen (Brutto-)Einstellungsbedarf. Dieser betrifft zwar mehrheitlich Fachkräfte aus dem dualen Ausbildungssystem. Vor allem bei innovierenden Unternehmen richtet sich der Bedarf jedoch immer stärker auf Akademiker. Per Saldo gab es seit Beginn der 90er Jahre bei insgesamt rückläufiger Gesamtbeschäftigung (– 1,7 Mio.) nur noch bei hoch qualifizierten



Erwerbspersonen zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten (+ 1,8 Mio.): Der sektorale Strukturwandel in Richtung wissensintensiver Wirtschaftszweige und der Innovationsdruck bei allen Unternehmen sind die auslösenden Faktoren für die hohe Zusatznachfrage nach akademisch ausgebildetem Personal.

Deutschland hat insgesamt einen Bildungsvorsprung in der Breite der Bevölkerung; dieser ist jedoch deutlich kleiner geworden. Beim akademischen Nachwuchs existiert er bereits seit einem Jahrzehnt nicht mehr. Deutschland braucht daher für den internationalen Wettbewerb in der Wissenswirtschaft mehr Studierende. Für die technologische Leistungsfähigkeit und um die erforderliche Ausweitung der FuE-Kapazitäten zu realisieren gilt dies insbesondere für Natur- und Ingenieurwissenschaften, wo die Beteiligung junger Leute nicht mit den in anderen Ländern beobachteten Niveaus oder Trends mithalten kann. Kurzfristig (bis 2013) nimmt die Zahl der Studienberechtigten durch die Verkürzung der Schulzeit stark zu. Doch statt die Studienangebote jetzt auszuweiten, haben viele Bundesländer ihre Studienangebote reduziert. Zudem hat die Neigung junger Menschen zu einer naturwissenschaftlich-technischen Ausbildung abgenommen.

Die akademische Ausbildung in naturwissenschaftlich-technischen Fächern steht in Deutschland mit dem dualen System in einem intensiven Wettbewerb um die mittelfristig deutlich nachgebende Zahl junger Leute mit Hochschulreife. Denn das duale System ist nach der Einführung neuer und nach der Modernisierung bestehender Berufe auch für Studienberechtigte attraktiver geworden. Allerdings bietet es seit einigen Jahren aus sich heraus keine ausreichende Zahl von Ausbildungsplätzen mehr an. Ohne zusätzliche Ausbildungsanstrengungen wird sich – als Folge von Demographie, Wachstum und Strukturwandel – bis 2015 eine Fachkräftelücke von 1,3 Mio. aufgetan haben, sie wird insbesondere die Entwicklung bei den besonders wachstumsstarken unternehmensnahen Dienstleistungen stören. Fehlender Nachwuchs bei Naturwissenschaftlern und Ingenieuren sowie bei Fachkräften in technischen Berufen könnte – auch mit Blick auf die für Deutschland so ungünstige demographische Entwicklung – dem innovationsorientierten Wandel in einer wachsenden Wirtschaft entgegenstehen.

### Abstieg vermeiden – Anschluss gewinnen

Der Blick auf die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands fördert eine Reihe großer Herausforderungen zu Tage.

- + **Deutschland hat dort eine gute Position, wo gewachsene Strukturen zu beurteilen sind, die sich bei großen Volkswirtschaften nur langsam ändern. Das betrifft bspw. die Industriestruktur und die dem Weltmarkt angebotenen Industriegüter. Allerdings ist deren Sortiment nicht sehr wachstumsträchtig. Von Vorteil ist hingegen die intensive Arbeitsteilung von Wirtschaft und Wissenschaft bei Innovationen.**

- + **Auch in der Breite betrachtet ist das Bild überwiegend positiv (Ausbildung im Sekundarbereich, Umsetzung von Wissen in Erfindungen, Mittelstand, Stärke in der Hochwertigen Technik), in der Spitze sieht es hingegen sehr viel weniger gut aus (Spitzentechnik, Tertiärausbildung). Wissensintensiven Dienstleistungen fehlt es an Dynamik.**

- + **Bei investiven Anstrengungen, die den Strukturwandel befördern und die Bereitschaft dazu kennzeichnen, fällt Deutschland zurück (Investitionen in Bildung, Wissenschaft, Forschung und Entwicklung sowie in IuK-Technologien, Verfügbarkeit von Risikokapital). Dies ist nicht nur eine vorübergehende Durststrecke. Vielmehr rüttelt die lang anhaltende Schwächeperiode mittlerweile an den Fundamenten der deutschen technologischen Leistungsfähigkeit. Deutlich wird dies an der Entwicklung der Produktivität, Deutschland kann das Tempo der Konkurrenten nicht mitgehen.**

Beides zusammen genommen – geringe Neigung zu investiven Anstrengungen und damit zu Strukturwandel sowie die schlechte Position, wenn es um Spitzentechnik, -forschung und -ausbildung geht – rechtfertigt die Einordnung Deutschlands in das Mittelfeld der Industrieländer. Pars pro toto mag hierfür der FuE-Anteil von Wirtschaft und Staat zusammen genommen am Inlandsprodukt stehen. Er hat von 2,8 % Ende der 80er Jahre (Rang 3) auf 2 ½ % nachgegeben. Dies bedeutet Rang 9 im internationalen Vergleich. Dennoch ist die Situation nicht pessimistisch: Denn hochwertige Substanz ist in vielen Feldern noch vorhanden. Eine Status quo-Projektion würde bei gegebener Investitionsneigung jedoch darauf hinauslaufen, dass der Weg nach oben steil und langwierig ist, während gleichzeitig das Risiko steigt, von weiteren Ländern überholt zu werden. Der Abstand zur Spitzengruppe ist deutlich höher als der Vorsprung zum Verfolgerfeld<sup>1</sup>, das meist ein höheres Tempo anschlägt als Deutschland. Allein um nicht vom Verfolgerfeld überholt zu werden und um den „Abstieg“ zu vermeiden, sind weitaus größere Anstrengungen nötig.

Im Bildungsstand und in den Bildungsinvestitionen bündelt sich vieles. Der Bildungsstand mag in Deutschland als gut gelten. Die derzeitigen Strukturen der Ausbildung mögen die Anforderungen der Wirtschaft reflektieren und insofern auch passen. Allerdings sind sie das Ergebnis von Anstrengungen aus der Vergangenheit. Die derzeitigen Investitionen in Bildung und Ausbildung genügen den zukünftigen Anforderungen der Wissenswirtschaft quantitativ und strukturell gesehen nicht mehr. In die Zukunft projiziert laufen sie darauf hinaus, dass die Ausstattung der Wirtschaft mit gut und hoch qualifizierten Arbeitskräften im Vergleich zu anderen Ländern bald nicht mehr als „reichlich“ bezeichnet werden kann. Eine wichtige Voraussetzung für einen vorderen Rang Deutschlands im Technologiewettbewerb – Vorteile bei den international gesehen knappen Produktionsfaktoren Bildung und Wissen – dürfte nicht mehr gegeben sein. Die größte Herausforderung werden aufstrebende Schwellenländer sein, die bei hohen

<sup>1</sup> Vgl. auch A. Werwatz u. a., Innovationsindikator Deutschland, Berlin 2005.

Bildungsanstrengungen eine gleichwertige, z. T. gar bessere, Qualifikation der Erwerbspersonen anstreben und diese zu niedrigeren Kosten anbieten können. China, andere asiatische Staaten wie Indien sowie die mittel- und osteuropäischen Herausforderer sind heute schon in vielen Bereichen wichtige Konkurrenten.

Deutschland hat beim Angebot von gut und hoch qualifizierten Erwerbspersonen in Europa (EU-15) nur noch dann einen Vorsprung, wenn man es mit den südlichen Ländern vergleicht. Man sollte sich jedoch nicht dadurch täuschen, dass man die Messlatte permanent niedriger auflegt. Denn ein Rang im unteren Mittelfeld der westlichen Industrieländer ist auch dann mit Blick auf die Ziele hoher Beschäftigungsstand bei angemessenem Wirtschaftswachstum unzureichend, wenn man den EU-Durchschnitt noch übertrifft. Vor zehn bis 15 Jahren hätte niemand daran gedacht, sich bei Untersuchungen zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands am EU-Durchschnitt zu messen. Die USA und Japan waren damals als Vergleichsmaßstab gerade gut genug.

Dass das Prokopfeinkommen und die Arbeitsproduktivität in Deutschland nur noch OECD-Durchschnitt repräsentieren und bald deutlich darunter liegen werden, hängt u. a. auch mit den angesprochenen Investitionsproblemen auf allen Ebenen zusammen. Das Problem mangelnder binnenwirtschaftlicher Dynamik ist zu einer schweren Belastung für die technologische Leistungsfähigkeit geworden, weil unternehmerische Innovationsaktivitäten sich vor allem danach richten, welche Absatzchancen sich bieten. Dabei geht es nicht nur um die Ausschöpfung der konjunkturellen Möglichkeiten in naher Zukunft. Entscheidende Impulse für einen innovationsorientierten Strukturwandel, für Investitionen in Wissen, in hoch qualifiziertes Personal und in neue Sachanlagen kommen vielmehr von den mittelfristigen Wachstumsaussichten. Andererseits löst die Erwartung von steigenden Erträgen aus unternehmerischen Forschungs-, Investitions- und Innovationsaktivitäten auch eine Eigendynamik aus, die in einen höheren Wachstumspfad der Produktionsmöglichkeiten münden kann. Die aktuelle Herausforderung besteht darin, die Eigendynamik des „Innovationssystems“ auch in einer Situation zu schüren, in der das Wachstum der Produktionskapazitäten in absehbarer Zeit begrenzt bleiben wird.

### Steiler Weg zu 3 % FuE-Anteil am Inlandsprodukt

Die deutsche Bundesregierung hat – wie viele andere europäische Regierungen – bereits vor einigen Jahren einen FuE-Anteil am Inlandsprodukt von 3 % für das Jahr 2010 als Zielmarke gesetzt. Man kennt die „optimale FuE-Quote“ zwar nicht – es muss jedoch als sicher gelten, dass die in den letzten Jahren erreichte Marke von 2 ½ % zu niedrig ist, um in Deutschland ein angemessenes Wirtschaftswachstum bei hohem Beschäftigungsstand zu erreichen. An diese Marke stößt Deutschland seit einigen Jahren immer wieder wie gegen eine „Schallmauer“. Um sie zu durchstoßen müssen Strukturen korrigiert und Verhaltensweisen geändert werden. Die Zielsetzung zeigt den klaren Willen zum Kurswechsel und signalisiert Vorfahrt für die Forschungs- und Innovationspolitik im politischen Raum. Sie spiegelt ein großes Grundvertrauen wider: FuE in Wirtschaft und öffentlichen Forschungseinrichtungen nimmt in der gesamten Wirkungskette von Bildung und Qualifikation,

Wissenschaft, Forschung und Technologie, Inventionen, Investitionen und Innovationen, internationaler Wettbewerbsfähigkeit, Produktivität, Wachstum und Beschäftigung eine zentrale Rolle ein. Empirische Studien zeigen einen positiven Einfluss auf gesamtwirtschaftliche Zielgrößen.

Damit für die Wirtschaft überhaupt genügend Anreize bestehen, deutlich mehr in FuE zu investieren, muss von einem stabilen und hohen Wachstumspfad ausgegangen werden. Die Bundesregierung unterstellt in ihrer mittelfristigen Finanzplanung ein reales Wirtschaftswachstum von 1 ½ % jährlich. Je besser die Bedingungen für ein höheres Wachstum ausfallen, desto leichter lässt sich das 3%-Ziel erreichen. Die Projektion der Bundesregierung würde eine durchschnittliche jährliche Steigerung der FuE-Ausgaben von über 5 ½ % jährlich in Wirtschaft und Staat bedeuten, um auf einen FuE-Inlandsproduktanteil von 3 % zu kommen. Dem entsprächen im Jahr 2010 insgesamt Mehrausgaben von über 21 Mrd. € gegenüber 2004, darunter über 6 Mrd. € allein beim Staat – wenn man die aktuelle FuE-Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat als konstant annimmt, wie es die Bundesregierung in ihrer Anfang 2006 konkretisierten Zielprojektion vorsieht.

### Wirtschaft: Verbesserung der FuE-Renditeerwartungen

Für die Wirtschaft ist eigene FuE nicht Ziel, sondern Ergebnis aus Entscheidungen auf der Basis von makroökonomischen Rahmenbedingungen, Wachstumsaussichten, Kosten und Renditeerwartungen, Verbesserungen im Umfeld in Wissenschaft und Forschung usw. Rund 80 % der FuE-Kapazitäten der Wirtschaft (das sind 55 % aller Kapazitäten von Wirtschaft und Staat zusammengenommen) gehören zu Großunternehmen, 70 % werden von multinationalen Unternehmen gehalten, die über vielfältige Standortalternativen verfügen. Für diese gilt: Hervorragende Markt-, Produktions- und Forschungsbedingungen müssen zusammenkommen, um das FuE-Engagement in Deutschland überdurchschnittlich auszuweiten. An diesen Kriterien muss man sich daher auch orientieren, damit Unternehmen in Deutschland nicht nur im Rhythmus der Konjunktur oder gar langsamer, sondern darüber hinaus und vorsorglich in neues Wissen investieren. Denn sonst wäre eine kräftige, quasi autonome Ausweitung von FuE über das Wachstum von Produktion und Produktionspotenzial hinaus nicht rational.

Um den **Sockel** an forschenden Unternehmen zu verbreitern, muss der gesamtwirtschaftliche Rahmen wieder stimmen: Bestehende Unternehmen, aber auch Wagniskapitalgeber oder potenzielle Unternehmensgründer benötigen positive Erfolgchancen für risikoreiche FuE-Projekte. Dies erfordert längerfristig stabile und angemessene Wirtschaftswachstumserwartungen. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen sowie Dienstleistungsunternehmen agieren häufig eher kleinräumig und regional. Sie sind daher auf Innovationsimpulse eines dynamischen Inlandsmarktes angewiesen.

Gerade jungen FuE-betreibenden Klein- und Mittelunternehmen kommt eine zunehmend wichtigere Rolle zu. Sie sind immer intensiver in der Spitzentechnologieforschung zu finden und damit die Speerspitze der technologischen Weiterentwicklung. Die Herausforderung liegt darin, Stabilität bei forschenden Klein- und Mittelunternehmen zu erhalten und Anreize zu geben, ihre

FuE-Intensität wieder zu erhöhen, bzw. neue Unternehmen für FuE-Aktivitäten zu gewinnen.

Aus der Sicht von Klein- und Mittel- sowie von Dienstleistungsunternehmen spielt die Verfügbarkeit von **Kapital** eine entscheidende Rolle (Innovationskredite etc.). Derzeit sind fehlende Finanzierungsmittel das Innovationshemmnis Nr. 1. Gesamtwirtschaftlich gilt dies – erst recht im internationalen Vergleich – vor allem im Hinblick auf Risikokapital für innovative Unternehmensgründungen, die den Strukturwandel in Richtung Wissenswirtschaft vorantreiben helfen, und für deren Expansion. Die Innovationspolitik hat bereits entsprechende Schritte eingeleitet. Es wird interessant sein, zu sehen, wie neue Förderinstrumente wie der High-Tech-Gründerfonds und der EIF-Fonds anschlagen, die auf Klein- und Mittelunternehmen ausgerichtet sind.

Die FuE-Beteiligung ist in der Breite zu fördern, denn sie ist labil und tendenziell nach unten gerichtet. Es sind mehr Betriebe in FuE zu bringen. Neben der Finanzierung sind die durch technologische Risiken entstehenden hohen **Kosten** von FuE ein Hemmfaktor: Die Unternehmen wissen nicht, ob sie sich angesichts **unsicherer Marktentwicklung** und möglicherweise unzureichenden Schutzes geistigen Eigentums gegen schnelle Imitation insbesondere auf Auslandsmärkten die Erträge aus ihren Entwicklungen aneignen können. In der Mehrzahl der westlichen Industrieländer gibt es indirekt wirkende ertragssteuerliche Förderinstrumente mit Zulagencharakter (tax credits). Sie setzen an den FuE-Kosten an. Die internationalen Erfahrungen sind überwiegend positiv. Zur Verbreiterung der FuE-Basis in Klein- und Mittelunternehmen und im Dienstleistungssektor sollten auch in Deutschland indirekt wirkende finanzielle FuE-Hilfen wieder stärker zum Einsatz kommen, die den Produktionsfaktor FuE per se begünstigen und nicht eine bestimmte technologische Ausrichtung favorisieren.

Eine breite FuE-Beteiligung fördert gleichzeitig den **Resonanzboden** für die Umsetzung von Ergebnissen aus der Wissenschaft. Denn es sind fast ausschließlich Unternehmen mit eigenen FuE-Kapazitäten, die auf technologische Kooperationsangebote von wissenschaftlichen Einrichtungen zurückgreifen können oder sich Kooperationspartner aus der Wirtschaft suchen. Die Aufnahme technologischen Wissens aus Wirtschaft und Wissenschaft ist meist komplementär zu eigenen FuE-Anstrengungen.

Die an den FuE-Kosten ansetzende **Hebelwirkung** der öffentlichen FuE-Förderung kann zu einer merklichen Steigerung der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor führen. Denn durch jeden Euro staatlicher FuE-Finanzierung werden im Schnitt ungefähr in gleicher Höhe Mittel für FuE in der Wirtschaft mobilisiert. Diese kommen vor allem der vorwettbewerblichen Forschung zu Gute und damit dem Wissensstock in der gesamten Wirtschaft. Hinzu kommen dann noch unternehmensinterne Mittel für die experimentelle Entwicklung und für die Umsetzung der Ergebnisse in Innovationen und Investitionen, die in ihrer Höhe stark vom Technologiefeld, vom Stand der technologischen Entwicklung, von der Marktsituation u. ä. abhängig und daher kaum verallgemeinerbar sind.

**Wirtschaftsstruktur – grundlegende Umorientierung erforderlich**  
Die Verbreiterung des FuE-Sockels reicht allein nicht aus, um an 3% heranzukommen. Entscheidend wird es daher sein, den Sektor

und Unternehmensstrukturwandel in Richtung **Spitzentechnologie** zu beschleunigen. Denn der Niedrigtechnologiesektor, aber auch die Hochwertige Technologie bieten zu wenig Ansatzpunkte für eine forcierte FuE- und innovationsorientierte Strategie. Dies betrifft vor allem die IuK-/Medientechnik/Elektronik und die Biotechnologie/Pharmazie. Diese Industrien haben für sich genommen einen erheblichen Einfluss auf die durchschnittliche FuE-Intensität der Wirtschaft, zudem sind sie durch den sektoralen Strukturwandel stark begünstigt. Außerdem haben Spitzentechnologien hohe Ausstrahlungseffekte auf die technologischen Potenziale der gesamten Wirtschaft, insbesondere der Hochwertigen Technologie. Dies führt im Wachstum zu stark steigenden FuE-Anforderungen. Deutschland ist hingegen in der Wirtschaftsstruktur – beinahe unverrückbar? – auf Hochwertige Güter spezialisiert, die weniger FuE-intensiv produziert werden und – was letztlich das Entscheidende ist – die weniger Wachstumsaussichten und kaum zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten bieten. Der Weg, den das deutsche Spezialisierungsmuster derzeit einschlägt, ist nicht konsequent und nur teilweise zukunftsweisend. Die Situation ist durch ausgeprägte Beharrung in nicht-forschungsintensiven Industrien gekennzeichnet, aus denen sich die meisten hoch entwickelten Volkswirtschaften nach und nach zurückziehen mussten – erfreulicherweise aber auch durch langsame Verbesserung der Position bei Spitzentechnologien.

Zu den problematischen Faktoren zählt im Hinblick auf einen innovationsorientierten Strukturwandel auch, dass wissensintensive Dienstleistungen in den letzten Jahren im Vergleich zu anderen Ländern – selbst unter Berücksichtigung des in Deutschland schleppenden Wachstumstempos – Boden verloren haben. Denn Spitzentechnologien und deren Entwicklung sind häufig im Zusammenhang mit der Orientierung der Volkswirtschaften auf **wissensintensive Dienstleistungen** zu sehen.

Der wirtschaftliche Strukturwandel bedarf der Flankierung durch die Politik. Ein intensiver und funktionierender **Wettbewerb** neben innovationsorientierten Anreizsystemen garantiert am ehesten, dass die Suche nach optimalen Lösungen für die Bewältigung gesellschaftlicher Aufgaben Innovationen, FuE und Strukturwandel voran bringt.

Flankenschutz bietet weiterhin eine generelle Ausweitung der investiven Komponenten in den öffentlichen Haushalten und damit die Betonung der Zukunftsorientierung und von **innovationsfreundlichen Prioritäten** in allen Ressorts. Die Ernsthaftigkeit der 3%-Signale wird von den Unternehmen umso eher verstanden, je mehr der Staat selbst mit eigenen FuE-Aktivitäten Vorbildfunktion übernimmt. Hierzu gehören ein innovatives Beschaffungswesen ebenso wie Regulierungen, Standards und Normen, die den Unternehmen Anreize bieten, nach neuen Lösungen zur Bewältigung öffentlicher Aufgaben zu suchen. Hieran wird deutlich, dass praktisch alle Politikbereiche für das FuE-Verhalten der Wirtschaft Verantwortung tragen, nicht nur die Bildungs- und Wissenschafts-, die Forschungs- und Technologiepolitik im engeren Sinne. Denn vielfach sind es (Dienstleistungs-)Bereiche, die einerseits Vorleistungen und Investitionsgüter aus besonders forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen nachfragen, wo andererseits die Marktmechanismen – und damit die Kundenpräferenzen und

Technologien – stark von staatlichen Regulierungen und von der staatlichen Nachfrage nach Gütern und Diensten abhängen. Wichtige Märkte sind in diesem Zusammenhang IuK-Technologien, Infrastruktureinrichtungen im Verkehrs- und Kommunikationsbereich, das Gesundheitswesen mit Medizintechnik und Pharmazie, Umwelt- und Klimaschutz, innere und äußere Sicherheit, aber auch die Modernisierung der öffentlichen Verwaltung. Innovationsorientierte Ressortpolitik fordert alle gebietskörperschaftlichen Ebenen in gleicher Weise heraus. Die Innovationspolitik – in Deutschland durch eine Doppelspitze in den Ressorts Bildung/Forschung und Wirtschaft/Technologie repräsentiert – sollte sich in diesem Prozess als Anwalt für Innovation verstehen. Ihr kommt somit eine Schlüsselfunktion zu.

Experimente sind zu fördern: Frühe und zukunftsorientierte Pilotvorhaben, Demonstrationsprojekte und Prototypenwendungen, in denen die Unternehmen – bei wettbewerblicher Vergabe – ihre technologische Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen können, dienen der Markterschließung und beschleunigen den Strukturwandel. In der Praxis hängt die Auswahl der geeigneten Förderinstrumente jeweils von den Zielen, vom angestrebten gesamtwirtschaftlichen Nutzen sowie nicht zuletzt von den verfügbaren Mitteln ab. Dabei sollte auch die direkte Projektförderung wieder stärker ins Blickfeld gerückt werden, wenn Unternehmen mit ihrem Eigenbeitrag ein hohes technologisches Risiko auf unsicheren Märkten eingehen.

Ein leistungsfähiger öffentlicher Sektor ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Innovationspolitik. So fördert eine intensivere Ausschöpfung der IuK-Möglichkeiten in der öffentlichen Verwaltung die IuK-Diffusion in Wirtschaft und Bevölkerung und damit das IuK-Verständnis/Fachwissen in der Breite. In diesem Zusammenhang ist auch eine bessere Ausstattung der Schulen mit IuK-Hardware und mit IuK-vertrautem Lehrpersonal zu nennen. Es hilft, mögliche Produktivitätsreserven durch IuK-Einsatz besser zu nutzen. Hieran hapert es in Deutschland. Dieses Beispiel steht nur mittelbar im Zusammenhang mit dem 3-%-Ziel. Aber alle produktivitätssteigernden Effekte schaffen mehr Spielraum für Investitionen in neues Wissen. In diesem Sinne gehören alle infrastrukturellen Voraussetzungen in Deutschland auf den Prüfstand. Es mag sein, dass die Infrastrukturausstattung in Deutschland von der Wirtschaft als gut oder zufriedenstellend eingestuft wird. Angesichts der schwachen Dynamik der Wirtschaft kann man eine derartige Einschätzung vielleicht nachempfinden. Schwer vorstellbar ist jedoch, dass diese Einschätzung nach Jahren des monotonen Rückgangs der staatlichen Bau- und Ausrüstungsinvestitionen sowie der Infrastrukturmaßnahmen im Sektor Verkehr/Nachrichten auch für eine wachsende Wirtschaft gilt.

#### **Staat – Wissenschaft, Forschung und Lehre**

Bund und Ländern kommt im 3-%-Prozess auf allen Ebenen **Vorbildfunktion** zu. Es ist daher essenziell, dass beide Ebenen in Vorlage gehen und ihren Beitrag bei Wissenschaft und Forschung leisten. Die grüne Welle für Forschung und Technologie, Bildung und Wissenschaft in den öffentlichen Haushalten ist nicht nur auf dem Papier festzuschreiben, sondern konsequent in der notwendigen Umschichtung der öffentlichen Haushalte von Bund und Ländern umzusetzen. Das ist ein richtungsweisendes Signal für die Wirt-

schaft, speziell für Klein- und Mittelunternehmen, und fördert die Bereitschaft, mitzuziehen.

Unglaublich wäre es, wenn die Prozesse auf eine Umschichtung der staatlichen FuE-Mittel zwischen den gebietskörperschaftlichen Ebenen hinauslaufen würden, wenn also etwa die Aufstockung der Bundesmittel von Kürzungen bei den Bundesländern begleitet würde. Die Versuchung ist groß, da gleichzeitig der Sanierungsdruck in allen öffentlichen Haushalten als gewaltig angesehen wird. Es muss also kräftig umgeschichtet werden. Die Herausforderung besteht im Wissenschaftsbereich u. a. darin, die kurzfristig stark steigende Zahl von Studienberechtigten so zu kanalisieren, dass dies weder Verdrängungseffekte bei der beruflichen Ausbildung auslöst (**Steigerung des Studienangebots**) noch zu Lasten der wissenschaftlichen Forschung an Hochschulen bzw. der Qualität der Lehre der Hochschulausbildung geht.

Das breite öffentliche Wissenschafts- und Forschungspotenzial in der Grundlagen- sowie in der angewandten strategischen Forschung zählt zu den Vorteilen des Standortes Deutschland. Allerdings hat die vergleichsweise wenig expansive Entwicklung in den vergangenen 20 Jahren einen Stau bei Investitionen in forschendes/lehrendes Personal und in Labors des öffentlichen Sektors ausgelöst. Denn die Bedeutung der öffentlichen Forschung für die Volkswirtschaft hat in dem Maße zugenommen, in dem sich (Groß-)Unternehmen in FuE beharrlich auf ihre Kernkompetenzen zurückziehen und längerfristige vorwettbewerbliche Forschung abgebaut worden ist. Zur Erinnerung: 2010 müssen in den Haushaltsbüchern über 6 Mrd. € mehr zur Durchführung von FuE in den eigenen Reihen bzw. zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft stehen. Zu bescheiden wäre es – jedenfalls mit Blick auf den angestrebten FuE-Beitrag zum Inlandsprodukt –, wenn bis 2009 allein der Bund seine Verpflichtung einlösen würde, ein kumuliertes Volumen von 6 Mrd. € bereitzustellen. Die Länder müssten diesem Beispiel folgen und dürfen nicht – wie teilweise angekündigt – ihre Wissenschaftsmittel kürzen.

Die Grundzüge der Verwendung dieser zusätzlichen staatlichen FuE-Mittel sind seitens des Bundes bereits festgelegt. Der Großteil der Mittel dürfte in **Hochschulen** und **wissenschaftliche Einrichtungen** fließen (DFG, Exzellenzinitiative, Pakt für Forschung und Innovation). Bislang ist dies im Schnitt bei über 80 % der staatlichen FuE-Mittel der Fall. Die Stärkung der Grundlagenforschung verbreitert die technologische Basis der Wirtschaft und schafft zusätzliche Optionen: Die deutsche Innovationsstruktur braucht mehr an wettbewerbsfähigen Alternativen, der Grundstock kann in der Wissenschaft gelegt werden.

Strategische Forschung ist Zukunftsvorsorge. Selbstverständlich kann verstärkte Grundlagenforschung im öffentlichen Sektor allein die Lücke in der strategischen Forschung nicht füllen. Deshalb sind die **Forschungsfelder** und **Schnittstellen** zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und der Wirtschaft zu definieren, damit der Wissens- und Technologietransfer in die Wirtschaft effizienter gestaltet werden kann. Die Netzwerkverflechtungen zwischen Einrichtungen von Wissenschaft und Forschung einerseits und der (regionalen) Wirtschaft andererseits sind zu vertiefen, um auf diese Weise den „Hebeleffekt“ zu verstärken: Auf dieser Basis ließe sich ein weiterer Ausbau von echten „Kompetenzzentren“

erzielen, die auf die Bündelung der Kräfte von Wirtschaft und Wissenschaft zielen. Netzwerkverflechtungen haben deutlich kostenkende sowie meist qualitäts- und innovationserfolgsteigernde Effekte und sind nicht zuletzt für Klein- und Mittelunternehmen relevant, die bei FuE vergleichsweise intensiv mit Hochschulen kooperieren.

Die Effizienz der deutschen Wissenschafts- und Forschungslandschaft bedarf natürlich permanenter Überprüfungen. Neben der Anpassung der inhaltlichen, finanziellen und organisatorischen Strukturen und der jeweiligen „Missionen“ sollte vor allem die **internationale Ausrichtung** erhöht werden. Noch stärker als bisher sind auch in der Wissenschaft Synergieeffekte durch die Absorption ausländischen Know Hows zu nutzen.

### **Bildung und Qualifikation – Engpässe**

Selbst wenn all dies in **kurzer Frist** in die Wege geleitet werden könnte und entsprechende Wirkung auf den FuE-Bedarf zeigen würde: Die Restriktionen sind außerordentlich hoch. Insbesondere sind netto 80 bis 90 Tsd. Naturwissenschaftler und Ingenieure zusätzlich allein für FuE erforderlich. Diese wird es in Deutschland nicht geben, ohne dass es in anderen betrieblichen Funktionen zu gravierenden Engpässen kommt.

Der neuerdings wieder insbesondere in innovierenden Unternehmen wahrgenommene **Fachkräftemangel** wird sich noch stärker bemerkbar machen. Dies gilt besonders für technisch-naturwissenschaftliche Qualifikationen. Zunehmende Fachkräfteknappheit könnte den notwendigen Strukturwandel bremsen, der eine wesentliche Voraussetzung dafür ist, dass FuE deutlich höheres Gewicht erhalten soll. Knappheiten werden zu Verteuerungen führen, Klein- und Mittelunternehmen dürften im Wettbewerb um diese Kräfte gegenüber Großunternehmen auf der Strecke bleiben. Der Fachkräftemangel wäre auch für Schulen und Hochschulen und sonstige wissenschaftliche Einrichtungen kritisch, weil ja gerade dort höhere Anstrengungen notwendig sind, um mehr junge Menschen besser auszubilden. Schließlich muss auch der Studentenberg, der im nächsten Jahrzehnt durch die Verkürzung der Schulzeit auf 12 Jahre anfällt, bewältigt werden – allerdings so, dass weder die Qualität der Lehre noch die Forschung darunter leiden. Auf diese Ressourcen darf vor dem Hintergrund der jetzt schon absehbaren demographischen Entwicklung nicht verzichtet werden! Insofern ist die Exzellenzinitiative so zu formulieren, dass Qualität und Quantität nicht in Konflikt miteinander geraten. Es mag für die Bundesländer einfacher erscheinen, die zentral ausgelobten Qualitätsziele der Forschung intensiver zu verfolgen als die quantitativen Ziele einer Ausweitung der tertiären Ausbildung.

In kurzer Frist bieten sich zur **Minderung von Nutzungskonflikten** in der Wirtschaft organisatorische Innovationen im Betrieb, verstärkte Kooperationen bei FuE und anderen hochwertigen Dienstleistungen, intensiverer Personalaustausch zwischen Wirtschaft und Wissenschaft usw. an. Durch forcierte Fort- und Weiterbildung (unter Einbindung der Hochschulen) könnte der

Wissensstand der Erwerbstätigen an die erhöhten FuE-Erfordernisse angepasst werden. Durch die Förderung von Zuwanderungen von Hochqualifizierten, gerade auch aus dem außereuropäischen Ausland, könnten Engpässe umgangen werden. Allerdings ist dieser Ansatz angesichts des allenthalben angestrebten hohen FuE-Wachstumstempos, das auch dort eine überproportional steigende Nachfrage nach Fachkräften auslöst, in den meisten Ländern nicht sehr vielversprechend. Derzeit gibt es in Deutschland eine klare „mismatch“-Situation: Fachkräftemangel auf der einen Seite – arbeitslose Fachkräfte auf der anderen Seite. Diese Schieflage zeigt aber auch Potenziale auf: Eine Wachstums- und FuE-Situation könnte – funktionierende Fort- und Weiterbildungsmärkte vorausgesetzt – zu einer Reaktivierung von erwerbslosen Akademikern führen und damit partiell den Fachkräftemangel lindern.

Langfristig hat eine durch Verknappung und entsprechende Lohnanpassung ausgelöste Aufwertung der FuE-Tätigkeit allerdings eher **positive Signalwirkung** für junge Menschen, sich Natur- und Ingenieurwissenschaften zu widmen. Sie mag auch dazu beitragen, dem gelegentlich befürchteten „brain drain“ entgegenzuwirken oder ausländische Fachkräfte anzulocken.

Dennoch ist es besonders wichtig, bei jungen Menschen die **Attraktivität** für technische Ausbildungsgänge zu erhöhen. Denn der Trend geht genau in die andere Richtung, und zwar sowohl bei den Studierenden als auch bei den Auszubildenden. Um wenigstens mittelfristig eine Trendwende herbeizuführen, ist bereits in den Schulen anzusetzen.

Völlig unabhängig vom kurzfristig angestrebten 3%-FuE-Ziel sind **mehr Mittel** für Bildung und Ausbildung zur Verfügung zu stellen. Denn es ist eine Niveauehebung auf allen Ebenen erforderlich. Der Bildungsstand der Bevölkerung ist international immer weniger wettbewerbsfähig, er muss grundsätzlich erhöht werden. Zu lange – mindestens 20 Jahre lang – ist Bildung in Deutschland klein geschrieben worden: Insbesondere sind mit Blick auf den Strukturwandel zur Wissenswirtschaft und auf den permanenten Innovationsdruck mehr akademische Qualifikationen auszubilden, speziell im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich. Die Tertiärausbildung ist neben der Verfügbarkeit von Risikokapital Schwachpunkt No. 1 in Deutschland.<sup>2</sup> Aber auch in der dualen Berufsausbildung sind Defizite absehbar, gerade bei technischen Qualifikationen, die für die Umsetzung von FuE und Innovationen in den Produktionsprozess unabdingbar sind. Schulen, Hochschulen und Unternehmen sind gleichermaßen gefordert.

### **Jetzt erst recht!**

Das 3%-Ziel soll einen Politikwechsel markieren, ein Plädoyer für Zukunftsorientierung statt Vergangenheitsbewältigung. Der enorm wichtige **Symbolwert** der Zielsetzung liegt darin, einen Bewusstseinswandel einzuleiten. Die Innovationspolitik sollte sich daher auch von skeptischen Bemerkungen hinsichtlich der Realisierbarkeit bis zum Jahre 2010 nicht davon abhalten lassen, FuE im Staat zu forcieren und in der Wirtschaft zu fördern. Gerade, um der Innovationspolitik stärkeren Nachdruck im Wettbewerb um knappe Steuermittel zu verleihen, kann ein ehrgeiziges Ziel nützlich sein.

<sup>2</sup> Expert group, Public procurement for research and innovation, Brüssel 2005.



# 1 Einführung

Die deutsche Bundesregierung hat jüngst ein Jahre zuvor bereits verkündetes Ziel erneut bekräftigt: Im Jahr 2010 sollen die Ausgaben für Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) des Staates und der Wirtschaft 3% des Inlandsproduktes erreichen. Aktuell beträgt die FuE-Quote 2 ½%. Dieses Ziel rangiert unter dem Thema „Impulse für Wachstum und Beschäftigung“. Damit wird unterstrichen, welche immense Bedeutung der Erweiterung des gesellschaftlichen technologischen Wissens für die Realisierung eines angemessenen Wirtschaftswachstums und eines hohen Beschäftigungsstandes – wie diese Ziele im Stabilitäts- und Wachstumsgesetz genannt werden – beigemessen wird. Fast alle empirischen Untersuchungen zu dieser Thematik bestätigen: Diese Weichenstellung ist richtig.

FuE ist auch in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands der Dreh- und Angelpunkt. Dieses Berichtssystem hat die Aufgabe, die Position Deutschlands im internationalen Technologiewettbewerb zu analysieren und deren Haupteinflussfaktoren zu benennen.

- + **Grundlagen- und angewandte Forschung an Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen sowie die wissenschaftliche Ausbildung erweitern die technologischen Entwicklungsoptionen der Gesellschaft. Sie sind das Fundament für die technologische Leistungsfähigkeit.**
- + **Strategische Forschung und experimentelle Entwicklung in der Wirtschaft – umgesetzt in neue Technologien, Produkte und Verfahren – wiederum bilden den Grundstein für die Umsetzung von technologischem Wissen in Wertschöpfung und Beschäftigung.**
- + **Eine Voraussetzung für das Funktionieren dieses Modells ist ein Bildungs- und Ausbildungssystem, in dem ausreichend viele Menschen hochwertiges technisches Wissen und unternehmerische (Umsetzungs-)Kompetenzen erwerben können.**
- + **Andere fundamentale Voraussetzungen sind die Bereitschaft zu grundlegendem beruflichem, sektorialem und regionalem Strukturwandel sowie Angebotsbedingungen, die das Durchsetzungsvermögen im (internationalen) Qualitäts- und Preiswettbewerb fördern.**

Diese Zusammenhänge bilden das thematische Grundgerüst der Analysen zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Der zusammenfassende Endbericht 2006 hat deshalb einige neuralgische Fragestellungen aufgegriffen, die sich aus den Zielvorstellungen der Bundesregierung ergeben. Dabei ging es weniger um die Frage, ob es möglich sei, in kurzer Frist ein ehrgeiziges Einzelziel (3%) zu erreichen. Denn die meisten Einflussfaktoren ändern sich nicht von Jahr zu Jahr, sondern reagieren erst mit Ver-

zögerungen auf Impulse oder Anregungen von außen und zeigen ihre Wirkungen erst Jahr(zehnt)e später. Die wichtigsten Beispiele für Faktoren mit großem Beharrungsvermögen sind der Bildungs- und Wissensstand der Bevölkerung sowie die Wirtschaftsstruktur (Abschnitt 2 bzw. 7, S. 3 ff. bzw. S. 61 ff.). Mit Blick auf die Möglichkeiten, mehr forschendes Personal in Deutschland einzustellen, dürften Bildung und Qualifikation eher restriktiv wirken. Unternehmensgründungen und -schließungen sind Vorboten für die künftige Zusammensetzung des Angebots an Gütern und Dienstleistungen in Richtung „Wissenswirtschaft“. Diese Aussichten sind ebenfalls eher als verhalten einzustufen (Abschnitt 3, S. 17 ff.). Die Trägheit der Wirtschaftsstruktur hat u. a. mit dem flachen Wachstumspfad und der labilen Konjunktur zu tun, aber auch mit der Risikoscheu von Kapitalgebern in Deutschland.

Fortschritte werden erst dann mit einem höheren Wachstumspfad und mehr Beschäftigungsmöglichkeiten honoriert, wenn es gelingt, sie auch im internationalen Wettbewerb zur Geltung kommen zu lassen und sich dort auf wachstums- und beschäftigungsintensive Marktsegmente zu konzentrieren. Deshalb bildet bei allen Analysen – wo immer möglich – die internationale Konkurrenz den Vergleichsmaßstab. Die internationalen Märkte sind sehr viel sensibler als die gewachsenen Strukturen, sie reagieren schnell und dynamisch auf Veränderungen der relativen Preise, auf neue Produktqualitäten und -differenzierungen sowie auf neu hinzugekommene Wettbewerber. An dieser Stelle zeigt das „deutsche Innovationssystem“ eine hohe Flexibilität. Technologische Entwicklungen aus Deutschland haben sich angesichts der Inlandsmarktschwäche seit Jahren stärker an den Möglichkeiten des Weltmarktes orientiert. Die Unternehmen sichern sich entsprechend häufig die Schutzrechte: Hohe Weltmarkterfolge sind die Konsequenz. Sie sind sich jedoch der zunehmenden Schärfe des Wettbewerbs bewusst und haben deshalb in den letzten Jahren besonders intensiv in die Senkung der Produktionskosten investiert (Abschnitte 2 und 3, S. 3 ff. bzw. S. 17 ff.).

Schnelles, aktives Reaktionsvermögen auf die Erfordernisse des internationalen Wettbewerbs heißt allerdings nicht automatisch, dass Bereitschaft zu größeren Risiken und zur mittelfristigen Veränderung von Strukturen am Standort Deutschland vorhanden ist. Auf Seiten der Unternehmen bündelt sich ein großer Teil dieser Risikobereitschaft im finanziellen Engagement in Investitionen in Forschung, experimentelle Entwicklung sowie in Personal und Anlagen zur Umsetzung der Forschungsergebnisse in den Betrieb. Deutschlands Wirtschaft produziert zwar überdurchschnittlich forschungsintensiv, hat jedoch über eine fast 20jährige Periode hinweg das Tempo der internationalen Konkurrenz nicht halten können (Abschnitt 3 bzw. 4, S. 17 ff. bzw. S. 33 ff.). Dass in Deutschland ein FuE-Einbruch wie in den USA Anfang dieses Jahrhunderts ausgeblieben ist, ist kein Trost. Denn die internationale FuE-Dynamik ist im vergangenen Jahrzehnt zunehmend von Asien aus diktiert worden. Die Globalisierung von FuE hat eine neue Dimension erreicht. Ihr gebührt deshalb ein Stammplatz in der Berichterstattung (Abschnitt 5, S. 44 ff.).

Der Staat hatte lange Zeit bei FuE immer wie ein Ergänzungsspieler agiert. Angesichts der großen weltwirtschaftlichen Herausforderungen hat er in den meisten Ländern jedoch wieder zu seiner Rolle zurückgefunden, durch Stärkung der wissenschaftlichen Forschung die technologischen Potenziale in den Volkswirtschaften zu erweitern und exzellente Forscher auszubilden. Aber auch die staatliche Funktion, den Unternehmen durch finanzielle Förderung von FuE die technologischen und Marktrisiken kalkulierbarer zu machen und damit mehr Anreize für FuE in der Wirtschaft zu geben, wird in vielen Staaten wieder intensiver wahrgenommen (Abschnitt 6, S. 53 ff.).

Der zusammenfassende Bericht 2006 setzt sich auch mit den Ansatzpunkten und Grundvoraussetzungen auseinander, die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands zu verbessern. Die Handlungsfelder werden benannt. Letztlich sind mehr Arbeitsplätze und mehr Wohlstand in Deutschland das Hauptziel.

Ein bestimmtes FuE-Ziel haben die in der „Arbeitsgruppe Innovationsindikatoren“ vertretenen Institute dabei nicht im Auge. Wenn sich herausstellen sollte, dass es schwierig sein wird, Wirtschaft und Staat in kurzer Zeit auf eine vorweg fixierte FuE-Marke zu heben, so sollte dies erst recht Anlass dazu geben, die Anstrengungen zu erhöhen, um ein wachstums- und beschäftigungsadäquates Niveau der technologischen Leistungsfähigkeit zu erreichen.

Der zusammenfassende Bericht subsummiert die Ergebnisse von einer Reihe von „Studien zum deutschen Innovationssystem“ (StuDIS), die vom BMBF im Jahr 2005 an die Institute vergeben worden sind. Eine Liste der StuDIS, aus denen vertiefende Analysen sowie Details, vertiefende Literaturhinweise und Statistiken entnommen werden können, befindet sich im Anhang. Dort findet sich auch eine tabellarische Zusammenstellung von Stärken, Chancen, Risiken und Schwächen in der Bilanz der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands.



## 2 Hohe Exporterfolge – begrenzte Wachstumsaussichten

Die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft spiegelt sich dort am sichtbarsten, wo ihre Unternehmen unmittelbar auf ihre Konkurrenten treffen, nämlich auf den internationalen Märkten für forschungsintensive Güter und hochwertige, wissensintensive Dienstleistungen. Durchsetzungsvermögen im internationalen Wettbewerb ist gleichzeitig das Sprungbrett zur Umsetzung von Innovationen in Wachstum und Beschäftigung.

Parallel dazu gewinnen Dienstleistungen für Beschäftigung und Wertschöpfung in der Wirtschaft an Bedeutung. Die Eigendynamik von Dienstleistungen ist mit entscheidend für die Impulse, die auf das ganze Innovationssystem ausstrahlen. Dienstleistungsnachfrage schafft neue Märkte für Technologieproduzenten – nicht zuletzt im Spitzentechnologiebereich. Hochwertige Dienstleistungen bestimmen immer mehr Richtung und Intensität von Innovationsaktivitäten, die Industrie orientiert sich zunehmend an deren Bedürfnissen. Durch eigene Entwicklungsaktivitäten sowie durch die Anwendung von technologischen Neuerungen aus der Industrie werden Dienstleistungen immer wissens- und technologieintensiver.

### Technologiegüterhandel: Treibende Kraft in der Weltwirtschaft

Die seit Jahren nahezu ungebrochene Dynamik der deutschen Exporte gilt im Allgemeinen als besonderes Zeichen der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Verarbeitenden Industrie. Ihre hohe Exportausrichtung ist in der Tat ein Zeichen für Durchsetzungsvermögen – sowohl im Preis-, als auch im Qualitätswettbewerb. Allerdings sollte nicht übersehen werden, dass der schwache Dollarkurs in der jüngeren Vergangenheit zu einer wesentlich höheren „Bewertung“ deutscher Exporte geführt hat und die Weltmarktexpansion der deutschen Wirtschaft insofern klar überzeichnet. Unter dem Gesichtspunkt der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands sollte zudem vor allem die Struktur der Exporte daraufhin überprüft werden, ob sie ausreichend technologieorientiert ist und welche weiteren Wachstumsaussichten sie bietet. Gleichzeitig ist die Frage zu beantworten, auf welche Komponenten des Weltmarktangebots Deutschland zurückgreift und welche Dynamik die Importe dort entwickeln. Denn die deutschen Einfuhren haben seit 2003 noch schneller zugelegt als die Ausfuhren.

### Forschungsintensive Güter und Industrien nach der NIW/ISI-Liste (vgl. Übersicht 2 im Anhang)

Die forschungsintensiven (genauer: die FuE-intensiven) Zweige der Industrie sind die wichtigsten Lieferanten von Technologien. Sie umfassen alle Güterbereiche, in denen überdurchschnittlich forschungsintensiv produziert wird. Zur Spitzentechnologie zählen z. B. Pharmazie, EDV, Flugzeuge, Waffen, zur Hochwertigen Technologie z. B. Automobile, Maschinen, Elektrotechnik, Chemie. Diese Differenzierung ist keineswegs in dem Sinne als Wertung zu verstehen, dass der Bereich Hochwertige Technologie mit dem Siegel „älter“ und „weniger wertvoll“ zu versehen sei, und Spitzentechnologie „neu“, „modern“ und „wertvoller“ wäre: Die Gruppen unterscheiden sich vielmehr durch die Höhe der FuE-Intensität. Die Güter der Spitzentechnologie haben häufig „Querschnittsfunktion“ (z. B. IuK-Technologien, Biotechnologie) und unterliegen vielfach staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage (z. B. Raumfahrtindustrie) oder Importschutz. Der Spitzentechnologiebereich 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.

### Wissensintensive Dienstleistungen nach der NIW/ISI-Liste (vgl. Übersicht 3 im Anhang)

Dienstleistungen gewinnen für die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung und Wertschöpfung an Bedeutung, insbesondere „wissensintensive“ Dienstleistungen nehmen immer mehr Einfluss auf die technologische Entwicklung. Basis für die Ermittlung derjenigen Wirtschaftszweige, die überdurchschnittlich wissensintensiv produzieren, ist das „Wissen“ des Personals. Entsprechend wurden Qualifikationsindikatoren (insbesondere der Einsatz von Akademikern, vor allem von Naturwissenschaftlern/Ingenieuren) und Funktionsmerkmale (z. B. die Beschäftigung in Forschung, Entwicklung, Planung, Konstruktion usw.) zu Rate gezogen, um die „wissensintensiven“ Dienstleistungen benennen zu können. Dabei handelt es sich nicht zwangsläufig um „technikintensive Wirtschaftszweige“, die sich – vor allem im Dienstleistungsbereich – über den intensiven Einsatz von Ausrüstungskapital (z. B. IuK-Güter) definieren, sondern um alle Wirtschaftszweige, die hohe Anforderungen an die Qualifikation des Personals stellen (also bspw. auch Gesundheits-, Medien-, Finanzdienstleistungen usw.).

Tab. 2.1: Außenhandel der OECD-Länder nach Forschungsintensität 1993 bis 2004

	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %					Anteile in %				
	1993 bis 2004	1993 bis 2000	2000 bis 2002	2002 bis 2003	2003 bis 2004*	1993	2000	2002	2003	2004*
<b>Exporte</b>										
FuE-intensive Erzeugnisse insgesamt**	8,6	9,2	0,1	13,2	18,6	48,2	54,0	53,8	53,2	53,1
Spitzentechnologie	8,5	11,8	-5,4	6,9	17,5	14,9	19,8	17,6	16,5	16,3
Hochwertige Technologie	8,7	7,8	3,0	16,5	19,2	33,1	34,0	35,9	36,5	36,6
Nicht-FuE-intensive Erzeugnisse	6,7	5,6	0,6	15,9	18,9	51,8	46,0	46,2	46,8	46,9
Verarbeitete Industriewaren	7,7	7,4	0,3	14,5	18,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<b>Importe</b>										
FuE-intensive Erzeugnisse insgesamt**	9,7	11,2	-0,6	13,7	18,1	42,8	49,9	49,3	48,8	48,7
Spitzentechnologie	9,7	13,8	-7,2	9,7	18,0	14,2	19,5	16,8	16,1	16,0
Hochwertige Technologie	9,8	9,6	3,4	16,2	18,1	28,4	30,0	32,1	32,5	32,4
Nicht-FuE-intensive Erzeugnisse	7,4	6,7	0,5	15,9	18,5	57,2	50,1	50,7	51,2	51,3
Verarbeitete Industriewaren	8,5	8,8	-0,1	14,8	18,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

\* Grobe Schätzung.

\*\* Inkl. nicht zurechenbare vollständige Fabrikationsanlagen usw.

Quelle: OECD, ITCS – International Trade by Commodity Statistics, Rev. 3, 2004. – WTO. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Die Ausfuhren von FuE-intensiven Waren machten im Jahr 2004 über 53 % der gesamten Industriewarenexporte der OECD-Länder aus (Tab. 2.1). Gut 30 % davon sind der Spitzentechnik zuzurechnen. Zwischen 1993 und 2004 nahmen die Exporte der OECD-Länder von forschungsintensiven Waren überdurchschnittlich zu, pro Jahr gerechnet bei Spitzentechnologien und bei Hochwertigen Technologien jeweils um gut 8 ½ %, bei nicht-forschungsintensiven Zweigen waren es hingegen gut 6 ½ %. Bis zum Jahr 2000 konnten zudem Spitzentechnologieerzeugnisse in der Handelsdynamik alle anderen Warengruppen klar distanzieren.

In Zeiten konjunktureller Abschwächung der Weltwirtschaft werden Güter der Spitzentechnologie und der Hochwertigen Technologie – meist Investitionsgüter sowie hochwertige Gebrauchsgüter –, auf den internationalen Märkten deutlich weniger intensiv nachgefragt. So stagnierten die Exporte von FuE-intensiven Waren zwischen 2000 und 2002 ebenso wie der Handel mit anderen Industriewaren. Der massive Rückgang in der Spitzentechnologie um 5 ½ % p. a. konnte noch durch steigende Exporte der Hochwertigen Technologie (gut 3 %) kompensiert werden. Vor allem waren es Güter der Informations- und Medientechnik, aber auch einzelne Gruppen des Maschinenbaus, bei denen der Welthandel weniger dynamisch ausgeweitet wurde als in den Vorperioden. Der weltwirtschaftliche Aufschwung seit 2002 wurde vor allem durch Güter der Hochwertigen Technologie entfacht, nicht-forschungsintensive Erzeugnisse segelten im Windschatten mit. Spitzentechnologiegüter konnten erst jüngst wieder mit dieser Tempoforcierung Schritt halten.

Der Export forschungsintensiver Güter war aus deutscher Sicht im vergangenen Jahrzehnt die entscheidende, meist einzige Antriebskraft für Wachstum in der Industrie:

- + **Fast drei Viertel des Umsatzzuwachses forschungsintensiver Industrien zwischen 1995 und 2004 wurde im Ausland erzielt. Sie haben im Jahr 2004: 56 % ihrer Umsätze im Exportgeschäft erwirtschaftet, 1995 waren es noch 45 %.**
- + **Die nicht-FuE-intensiven Industrien konnten beim Auslandsumsatzanteil allerdings ebenfalls recht deutlich aufstocken, und zwar von 20 ½ % im Jahr 1995 auf knapp über 28 % im Jahr 2004.**

Die Expansion auf den internationalen Märkten seit der zweiten Hälfte der 90er Jahre mag über Jahre hinweg den Blick dafür versperrt haben, dass es binnenwirtschaftlich kaum Wachstumsimpulse gegeben hat. Denn das Wachstum der deutschen Industrie nährt sich nicht nur aus der Exportnachfrage, sondern etwa zu gleichem Anteil auch aus der Entwicklung der Binnennachfrage. Faktisch hängt die eine Komponente häufig eng mit der anderen zusammen, nämlich dort, wo die (hochwertigen) Anforderungen der inländischen Kunden gleichzeitig Impulse für Innovationen geben, die sich auf den internationalen Märkten durchsetzen. Allerdings gab es aus dieser Sicht für Innovatoren keine besonderen Anreize. Denn die Inlandsnachfrage nach forschungsintensiven Waren ist seit dem Jahr 2000 sogar leicht geschrumpft. Nur wegen der enormen Ausweitung der Exporte kann über das Produktionsergebnis der forschungsintensiven Industrien Positives

berichtet werden. Deutschlands Innovationssystem ist mehr denn je vom Weltmarkt abhängig – es bezieht von dort wichtige Anregungen und Innovationsimpulse.

### **Starke Position auf den Weltmärkten für forschungsintensive Güter**

Deutschland war im Jahr 2004 mit einem Anteil von 16 ½ % an den Exporten der OECD-Länder vor den USA (15 ½ %) das größte Exportland von FuE-intensiven Waren. Japan folgt mit 12 ½ %, dahinter rangieren Frankreich (7 %), Großbritannien (6 ½ %), Korea (5 %), Belgien/Luxemburg (4,5 %), Kanada, Italien und die Niederlande (rund 4%).<sup>3</sup>

#### **Spezialisierungsindizes**

Zur folgenden Darstellung der deutschen Weltmarktposition im Vergleich zu den OECD-Ländern sind einige Erläuterungen nützlich, weil die Methode in diesem Bericht auch bei anderen international vergleichenden Positionsbeschreibungen Verwendung findet: Es wird jährlich ein Index berechnet, der für die Gruppe der Vergleichsländer (meist ist es die Gruppe der 29 OECD-Länder) auf den Wert 100 normiert wird. Die Indizes für die betrachteten Länder sind meist so konstruiert, dass Werte über 100 eine überdurchschnittlich gute Position, Werte unter 100 hingegen eine weniger gute Position bedeuten. Auf einen Blick kann man also erkennen, wie die deutsche Situation einzuschätzen ist und wie sie sich entwickelt hat. Eine Lesehilfe: Liegt Deutschlands Indexwert über 100, dann hat Deutschland nach diesem Indikator Vorteile, umgekehrt analog ist es bei Werten unter 100.

Im Zeitablauf kann man dann erkennen, ob sich Deutschland dem Durchschnitt der OECD-Länder annähert oder ob es sich von ihm entfernt. In diesem Fall hängt die Beurteilung der Entwicklung davon ab, woher Deutschland kommt: Ist die Position als stark einzuschätzen und entfernt sie sich weiter vom OECD-Durchschnitt nach oben, dann kann davon gesprochen werden, dass eine gute Ausgangsposition noch verbessert wurde. So ist eine ganze Reihe von Fällen denkbar, die sich sofort erschließen.

Diese Darstellung ist dem Konzept der „Spezialisierung“ im Außenhandel nachempfunden: Die Position im Außenhandel bei einzelnen Warengruppen sollte immer an der relativen Stärke der betrachteten Warengruppe sowohl im Verhältnis zu den inländischen Konkurrenten um die (knappen) Produktionsfaktoren als auch im Verhältnis zu den ausländischen Konkurrenten gemessen werden (Spezialisierung). Ob sich bspw.

Deutschlands forschungsintensive Industrie (bzw. ihre einzelnen Warengruppen) überdurchschnittlich gut auf dem Weltmarkt durchgesetzt hat, wird dann daran ersichtlich, ob sein Anteil am Weltexport höher ist als Deutschlands Welthandelsanteil bei Industriewaren insgesamt.

Deutschlands exportierende Industrie ist auf forschungsintensive Güter spezialisiert. Seit Beginn der 90er Jahre liegt ihr Anteil an den Ausfuhren der OECD-Länder kontinuierlich über ihrem Anteil bei Verarbeiteten Industriewaren (Abb. 2.1, S. 6). Mit Beginn des neuen Jahrtausends ist sogar eine weitere Steigerung festzustellen.<sup>4</sup>

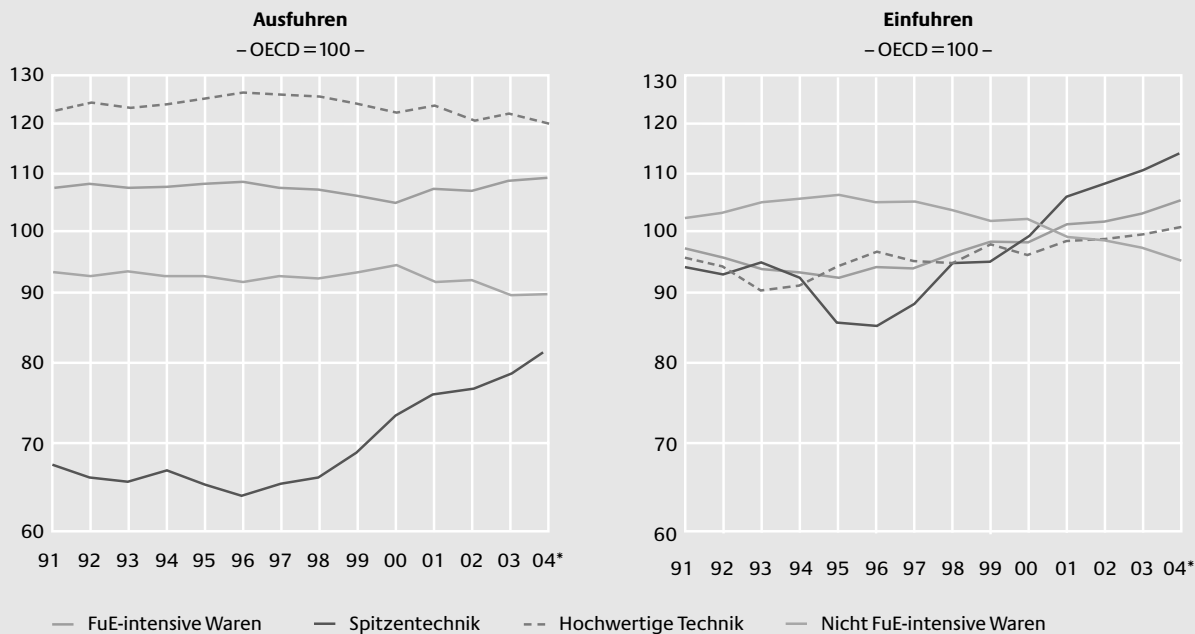
- + **Die Schwerpunkte im Güterangebot haben sich in Deutschland – wie in der Welt insgesamt – in Richtung Spitzentechnikerzeugnisse verschoben.<sup>5</sup> Dies gilt jedenfalls bei mittel- bis langfristiger Betrachtung.**
- + **Der Weltmarkt hat jedoch seit 2001 massive Produktions- und Exporteinschnitte bei IuK-/Medientechnologien und Elektronik erlitten. Spitzentechnikindustrien haben diese Rückschläge noch nicht wieder aufholen können (Tab. 2.1, S. 4).**
- + **Dennoch ist Deutschland bei Spitzentechnikerzeugnissen – die langfristig nach allen Vorhersagen die besten weltwirtschaftlichen Expansionsaussichten bieten und diese seit 2003 auch wieder eindrucksvoll unterstrichen haben – noch weit von Exportspezialisierungsvorteilen entfernt: Sein Weltexportanteil bei Spitzentechnologien (12,5 %) liegt deutlich unter Deutschlands durchschnittlichem Beitrag zum Weltexport. Allerdings verkürzt sich dieser Abstand zusehends (Abb. 2.1, S. 6). Dabei spielt kurzfristig auch eine Rolle, dass die Industriegruppe IuK-/Medientechnik/Elektronik, in der Deutschland nicht so stark zum Zuge kommt, weltwirtschaftlich in den vergangenen Jahren nicht sonderlich begünstigt war.**
- + **Deutschlands starke Exportposition beruht vor allem auf Hochwertigen Technologien. Auf diesem Feld mussten allerdings seit Mitte der 90er Jahre Exportspezialisierungsverluste hingenommen werden. Von Vorteil ist hier jedoch, dass weltwirtschaftlich mit die größten Steigerungen der Exportvolumina bei Kraftwagen zu verzeichnen waren, was für Deutschland strukturell von Vorteil gewesen ist. Dennoch muss man per Saldo sagen, dass sich im deutschen Exportsortiment am Weltmaßstab gemessen eine gewisse**

<sup>3</sup> Chinas Beitrag zum Welthandel mit forschungsintensiven Waren kann man mit der hier verwendeten Methode nicht verlässlich berechnen, er ist jedoch hinter Japan und klar vor den übrigen Ländern einzuordnen.

<sup>4</sup> Im Jahr 2004 entfielen auf Deutschland 16,6 % der OECD-Länder-Exporte an forschungsintensiven Waren, gegenüber 15,2 % bei Industriewaren insgesamt. In der oben erläuterten Indexdarstellung (vgl. Kasten) macht dies einen Indexwert von 109 aus.

<sup>5</sup> Die Zuwächse beliefen sich seit 1991 im Jahresdurchschnitt auf 8,3 %, bei Hochwertigen Technologien waren es 6,4 %. Zum Vergleich: Verarbeitete Industriewaren insgesamt 5,7 %.

Abb. 2.1: Anteil von Gütergruppen nach ihrer FuE-Intensität an den Ausfuhren bzw. Einfuhren von verarbeiteten Industriewaren in Deutschland 1991 bis 2004\*



Bei Werten über 100 ist der Anteil Deutschlands an der OECD bei dieser Gütergruppe höher als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt. Halblogarithmischer Maßstab.

\* Grobe Schätzung.

Quelle: OECD, ITCS – International Trade by Commodity Statistics, Rev.3 (versch. Jgge.). – WTO. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Umstrukturierung eingestellt hat: Spitzentechnologieexporte sind vor allem dafür verantwortlich, dass sich Deutschlands Exportposition auf den Märkten für forschungsintensive Güter wieder verbessert hat.**

- + Die Position der übrigen Industriewaren (außerhalb der Gruppe der forschungsintensiven Industrien) war immer unterdurchschnittlich. Deutschlands Exportspezialisierung lässt in diesem Sektor weiter nach.

### Forschungsintensive Klein- und Mittelunternehmen angemessen an Exporten beteiligt

Die deutsche Exportbilanz wird im Wesentlichen durch Großunternehmen determiniert. Damit stellt sich automatisch die Frage, ob bei einem stark außenhandelsorientierten Innovationsgeschehen Klein- und Mittelunternehmen nicht im Nachteil sind. Denn Klein- und Mittelunternehmen haben ihre Kunden oft innerhalb eines enger definierten Radius<sup>4</sup> und holen sich die Anstöße zu Innovationen eher vom Inlandsmarkt. Fehlende Dynamik auf dem Inlandsmarkt ist insofern innovationsfeindlich. Dies ist richtig, denn es gibt insbesondere für Kleinunternehmen auf Grund ihrer spezifischen Merkmale (keine eigene Exportabteilung und daher geringere Marktkenntnisse, Finanzierungsengpässe, fehlende

Sicherheiten usw.) Exportbarrieren und -hemmnisse. Erst ab einer gewissen Mindestunternehmensgröße (etwa ab einem Jahresumsatz von 5 Mio. € oder 50 Beschäftigten) schwillt die Exportwahrscheinlichkeit stark an.

- + Die technologische Ausrichtung der Unternehmen spielt jedoch für das Exportengagement eine große Rolle: 36 % der kleinen Spitzentechnikunternehmen sind auch auf dem Weltmarkt aktiv. Dort hat die Exportbeteiligung in den letzten Jahren auch am schnellsten zugenommen. In nicht-forschungsintensiven Industrien erzielt hingegen nur etwa jedes fünfte Klein- und Mittelunternehmen Auslandsumsätze.

- + Für Klein- und Mittelunternehmen aus der Gruppe forschungsintensiver Industrien ist der internationale Handel auch quantitativ deutlich wichtiger als für ähnlich große Unternehmen aus nicht-forschungsintensiven Industrien. Denn ihre Exportquoten sind rund doppelt so hoch (Abb. 2.2, S. 7).

- + Klein- und Mittelunternehmen haben in der Spitzentechnologie einen Anteil an den Gesamtexporten von 18 %, in der stark von Großunternehmen geprägten Hochwertigen Technologie ist ihr Anteil hingegen nur halb so hoch. Klein- und Mittelunternehmen der Spitzentechnologie haben sich

**schon eine gewisse Resistenz gegenüber außenwirtschaftlichen Einflüssen angeeignet: Sie bedienen Märkte, die weniger konjunkturellen Einflüssen unterliegen bzw. sie besetzen Nischenmärkte, in denen sie auf Grund des speziellen technologischen Know Hows Alleinstellungsmerkmale aufweisen, die ihnen einen kontinuierlich wachsenden Auslandsabsatz ermöglichen.**

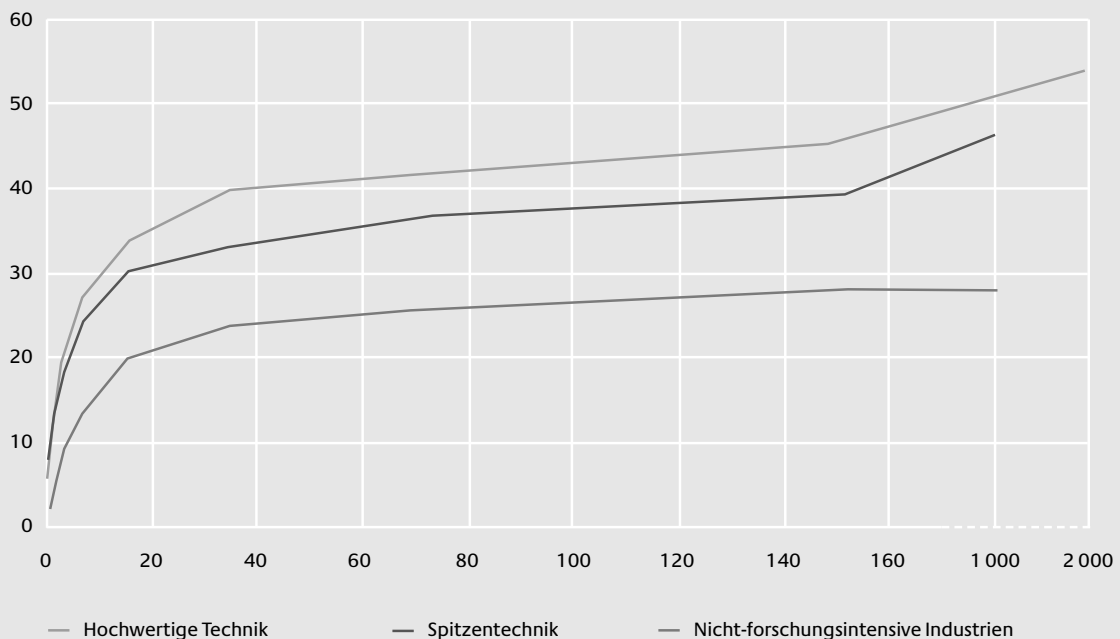
- + **Erfreulich hoch ist vor allem die Exportdynamik bei kleinen und mittelgroßen (Spitzen-)Technologieunternehmen. Sie haben stärker von der Exportexpansion der deutschen Industrie profitiert als manchmal vermutet. Zwar lässt sich die Teilnahme von Klein- und Mittelunternehmen am Exportwachstum nicht exakt ermitteln, weil die Unternehmen in Wachstum und Strukturwandel auch in andere Größenklassen hineinwachsen bzw. ihr Bestand durch schrumpfende Unternehmen „aufgefüllt“ wird. Immerhin deutet ein Marginalanteil von 29 % am Exportwachstum der deutschen forschungsintensiven Industrie zwischen 2000 und 2003 darauf hin, dass Klein- und Mittelunternehmen ihren Anteil am**

**Export haben steigern können. Denn im Jahr 2000 lag ihr durchschnittlicher Anteil unter 10 %.**

Immer wichtiger für Exporte von Klein- und Mittelunternehmen wird ihre Einbindung in Wertschöpfungsketten von Großunternehmen, d. h. in diesem Fall die Lieferung von Komponenten und Vorleistungen an angestammte Abnehmer, die im Zuge der Globalisierung Produktions- und Distributionsstätten im Ausland errichtet haben. Durch den „Wegzug von Großkunden“<sup>6</sup> wird das, was früher „indirekter Export“ war, nun direkt als Exportleistung gebucht. Voraussetzung ist jedoch, dass Klein- und Mittelunternehmen ihre Wettbewerbsposition bei Vor- und Zwischenprodukten gegenüber Zulieferern im Ausland halten können. Dies wird bei spitzentechnologischen Erzeugnissen eher der Fall sein als bei weniger forschungsintensiven Waren. Gerade die Integration der mittel-/osteuropäischen Länder in die Weltwirtschaft erfordert von daher eine hohe Anpassungsleistung. Allerdings sind deutsche Mittelständler im Vergleich zu anderen großen europäischen Volkswirtschaften in einer guten (Export-)Position.

**Abb. 2.2: Exportquote in der deutschen Verarbeitenden Industrie nach Gruppen der FuE-Intensität und Unternehmensgrößenklassen 2003**

– Exportanteil am Umsatz in % –



Abszisse: logarithmischer Maßstab. – Umsatz je Betrieb in Mio. €  
 Quelle: Statistisches Bundesamt. – Berechnungen des NIW.

<sup>6</sup> A. Brenken, Die Globalisierung des Mittelstandes, Frankfurt 2006.

## Hoher Importdruck – nachlassende Spezialisierung auf forschungsintensive Waren

Bei der Analyse der internationalen Wettbewerbsposition müssen auch die Importe berücksichtigt werden. Denn erst aus dem Vergleich von Import- und Exportstrukturen ergibt sich ein Bild von den „komparativen Vorteilen“ der deutschen Wirtschaft (Abb. 2.1, S. 6), das sich teilweise von dem einer reinen Ausfuhrbetrachtung unterscheidet.

- + **Deutschlands Importanteil bei forschungsintensiven Erzeugnissen ist – anders als bei Exporten – überdurchschnittlich stark gestiegen: Im Gegensatz zu einer vergleichsweise zurückhaltenden Importbeteiligung Anfang der 90er Jahre greift Deutschland mittlerweile überaus kräftig auf das Weltmarkttechnologieangebot der übrigen Industrieländer zurück. Bei nicht-forschungsintensiven Waren ist es genau umgekehrt. Unter dem Gesichtspunkt der Diffusion neuer Technologien muss dieser außenhandelsinduzierte Strukturwandel nicht negativ zu beurteilen sein: Denn er bedeutet, dass in Deutschland von Jahr zu Jahr mehr neueste Technologien aus dem Ausland zum Einsatz kommen. Für den Technologieproduktionsstandort Deutschland ist dies hingegen ein weniger gutes Zeichen.**
- + **Am deutlichsten hat die deutsche Importdynamik bei Spitzentechnologien zugelegt; Deutschlands Importanteil liegt in diesem Segment mittlerweile fast 15 % über dem OECD-Durchschnitt. Hierin deutet sich – auch mit Blick auf die parallel verbesserte Exportposition bei Spitzentechnologien – an, dass sich der internationale Austausch von Wissen und Know How – und damit die Arbeitsteilung bei Spitzentechnologien – rapide verstärkt hat. Der Wettbewerb hat sich dort deutlich intensiviert.**
- + **Bei Hochwertigen Technologien ist der Rückgriff auf das ausländische Technologieangebot hingegen nicht auffällig intensiv, nimmt jedoch ebenfalls schnell zu (Abb. 2.1, S. 6). Dieser Trend hat auch damit zu tun, dass Technologien, Wissen und Qualität zunehmend transferierbar und damit ubiquitär werden. Deshalb rückt der Preiswettbewerb auch in der forschungsintensiven Industrie immer stärker in den Vordergrund. Gerade in aufholenden Schwellenländern ist ausreichend qualifiziertes Personal zu wettbewerbsfähigen Löhnen verfügbar. Die Industrie hat darauf mit einer Verschiebung in den Innovationsmotiven reagiert: Kostensenkungsorientierte Prozessinnovationen haben an Bedeutung gewonnen – und nicht Produktinnovationen (Abschnitt 3, S. 17 ff.).**
- + **Insbesondere China entwickelt eine gehörige Exportdiversifizierung bei forschungsintensiven Gütern. Es lieferte 2004 fast 7 % der deutschen Importe von forschungsintensiven**

**Erzeugnissen (1999: 2 %, 1993: 1 %). Der Handel mit China wird immer intensiver, Deutschland ist seinerseits mit 14 ½ % an den chinesischen Technologiegütereinfuhren aus den Industrieländern beteiligt. Das sind über 3 ½ % aller deutschen Technologiegüterausfuhren.**

Die Schlussfolgerungen aus diesen Trends liegen auf der Hand: Deutschlands Industrie muss sich zum einen stärker in Richtung Spitzentechnologien engagieren. Technologische Vorreiter sind in der Regel weniger intensiv dem Preiswettbewerb aus schnell aufholenden Entwicklungsländern ausgesetzt. Viele Spitzentechnologieunternehmen haben sich vom Standort Deutschland aus auf den internationalen Märkten durchgesetzt – aus gesamtwirtschaftlicher Sicht sind es jedoch zu wenig. Eine auf Umstrukturierung und Marktneuheiten abzielende Offensive ist daher erforderlich; sie muss jedoch durch konsequente Strategien zur Erhaltung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit flankiert werden.

### Beitrag forschungsintensiver Waren zum Außenhandelssaldo

Die Position im Außenhandel bei einzelnen Warengruppen sollte immer an deren relative Stärke sowohl im Verhältnis zu den inländischen Konkurrenten um die (knappen) Produktionsfaktoren als auch im Verhältnis zu den ausländischen Konkurrenten gemessen werden (Spezialisierung).

Positive Werte des „Beitrags zum Außenhandelssaldo“ (BAS) geben an, ob die Ausfuhr/Einfuhr-Relation eines Landes bei dieser Warengruppe größer ist als bei Industriewaren insgesamt. Dann haben sich die Produzenten dieser Güter auch im Vergleich zu allen anderen Industriezweigen im Land besser auf dem Auslandsmarkt durchsetzen können als es umgekehrt ausländischen Anbietern (relativ betrachtet) gelungen ist. Der BAS einer Warengruppe ist praktisch ein um den gesamtwirtschaftlichen Saldo bereinigter sektorspezifischer Saldo. Er gibt an, um wie viel Prozent für sich genommen der Außenhandelssaldo bei Industriewaren insgesamt durch die Leistungsfähigkeit dieses Industriezweigs erhöht wurde. Alle BAS-Werte zusammen summieren sich zu Null. Negative Werte sind jeweils umgekehrt analog zu interpretieren.

Das für eine Beurteilung der Außenhandelsentwicklung und -strukturen in der forschungsintensiven Industrie relevante Gesamtergebnis zeigt sich in dem Beitrag, den die einzelnen Warengruppen zum Außenhandelsüberschuss leisten: Deutschlands Spezialisierung auf forschungsintensive Waren hat in den 90er Jahren klar abgenommen (Tab. 2.2, S. 10). Während der Beitrag forschungsintensiver Güter zum Außenhandelsüberschuss 1994 noch 5,8 % des Außenhandelsvolumens betrug, waren es 2004 nur noch 3,2 %. Eine Augenscheinnahe von Studien über die 70er und 80er Jahre<sup>7</sup> zeigt zudem, dass damals die Spezialisierungskennziffern noch um Einiges höher lagen als zu Beginn der 90er Jahre.

<sup>7</sup> Vgl. H. Legler, H. Grupp u. a., Innovationspotenzial und Hochtechnologie, Heidelberg 1992. – D. Schumacher, Marktergebnisse bei forschungsintensiven Waren und wissensintensiven Dienstleistungen im internationalen Vergleich: Außenhandel, Produktion und Beschäftigung, Berlin 2005.

- + Dies gilt vor allem für Spitzentechnologierzeugnisse. Dort hat Deutschland auch bei langfristiger Betrachtung nie Spezialisierungsvorteile besessen. Das relative Defizit erhöhte sich zwischen 1991 und 2000 gar von 1,5 % auf 2,4 % des gesamten Außenhandelsvolumens. Der daraus resultierende dämpfende Einfluss auf den deutschen Außenhandelsaldo ist seit 2000 jedoch nicht mehr weiter gestiegen. Hier ist Deutschland zwar nicht mehr Nettoimporteur; angesichts des typischerweise sehr hohen Exportüberschusses der deutschen Verarbeitenden Industrie (die Exporte übertreffen die Importe im Jahre 2004 um 46 %) kann in der Spitzentechnologie insgesamt jedoch keineswegs von Spezialisierungsvorteilen gesprochen werden (Exportüberschuss: 7 % der Importe). Einen (kleinen) positiven Beitrag leisteten 2004 lediglich Instrumente (u. a. Medizintechnik).
- + Bei Hochwertigen Technologien ist es insofern anders, als die ursprünglich ausgesprochen hohen Außenhandelspezialisierungsvorteile bereits in den 80er Jahren stark zurückgegangen waren. Deutschland hat dennoch seine Schwerpunkte bei Hochwertigen Technologien behalten (Beitrag zum Außenhandelsaldo 5,5 %), auch wenn sich diese Position in den 90er Jahren weiter abgeschwächt hat: Seit 1993 sind dort zwei Prozentpunkte seines Beitrages zum Außenhandelsüberschuss – und damit etwa ein Drittel – „verloren gegangen“.

Dies wirft einen differenzierten Blick auf die auf gesamtwirtschaftlicher Ebene geführten Diskussionen um die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie. Meist wird Deutschland dort uneingeschränkt Wettbewerbsfähigkeit bei Preisen und Qualität attestiert. Als Belege dafür dienen eine überdurchschnittliche nominale und reale Exportausweitung sowie eine Verbesserung der terms of trade. Eine zunehmende „Entspezialisierung“ bei Gütern, die der Tendenz nach eher im Qualitäts- als im Preiswettbewerb stehen, wäre auf den ersten Blick zumindest mit dem terms-of-trade-Argument nur schwer vereinbar. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass vom Standort Deutschland aus betrachtet die Industrien, die nicht zu den forschungsintensiven zählen, natürlich nicht nur im Preis-, sondern ebenfalls im Qualitätswettbewerb stehen. Die in diesen Zweigen in Deutschland tätigen Unternehmen profitieren als Anwender von FuE-Ergebnissen von deren Diffusion sowie vom konsequenten Einsatz neuer Technologien – insbesondere von Prozessinnovationen – aus dem In- und Ausland. Dies versetzt sie einzelwirtschaftlich betrachtet in die Lage, sowohl die Kosten im Zaume zu halten als auch im Qualitätswettbewerb hohe Preise durchsetzen zu können. Eine Verbesserung der Spezialisierungskennziffern bedeutet für die weniger forschungsintensiv produzierenden Industrien – bei gegebenen Rahmenbedingungen der internationalen Arbeitsteilung und bei der Zielvorstellung eines hohen Einkommens bei hohem Beschäftigungsstand – jedoch nicht, dass ihm aus gesamtwirtschaftlicher Sicht überdurchschnittlich hohe Wachstumsaussichten einzuräumen sind (vgl. unten). Zusätzliche neue Beschäftigungsmöglichkeiten sind dort unrealistisch. Deutschland spezialisiert sich zunehmend auf Industrien, die kaum mehr expandieren.

### Deutschland in der internationalen Arbeitsteilung: Dominanz gehobener Gebrauchstechnologie

Dieses Spezialisierungsmuster der deutschen Wirtschaft im internationalen Handel findet sich in vielen Indikatoren wieder. Es kennzeichnet die Einordnung der deutschen Industrie in die internationale technologische Arbeitsteilung. Insbesondere gilt dies für die industriellen Produktions-, FuE- und Patentstrukturen im internationalen Vergleich und findet letztlich auch sein Spiegelbild in den (aktuellen) Anforderungen der Wirtschaft an die Strukturen im Bildungs- und Qualifikationssystem: Deutschland hat „komparative Vorteile“ bei hochwertigen, forschungsintensiven Erzeugnissen – insofern gehört Forschung und Technologie zu den Potenzialfaktoren, die es erfolgversprechend in den internationalen Wettbewerb einbringen kann (Tab. 2.2, S. 10). Noch – denn die Spezialisierungsvorteile lassen nach. Unter sektoralen Gesichtspunkten fallen vor allem ins Auge:

- + Die Stärken im Automobil- und Maschinenbau sowie bei Instrumenten sind lange Zeit recht stabil geblieben. Hingegen hat die am Außenbeitrag gemessene internationale Wettbewerbsposition der Chemischen Industrie ziemlich stark gelitten. IuK- und Medientechnik/Elektronik waren nie eine Spezialität Deutschlands. Deutschland ist dort stark auf Importe angewiesen; mit zunehmender Bedeutung dieser Technologien „belastet“ dies die Außenhandelsbilanz von Jahr zu Jahr stärker.
- + Ins Minus ist Deutschland vor allem bei Vorleistungsgütern der Spitzentechnik mit hoher Querschnittswirkung (Elektronik, chemisch-pharmazeutische Erzeugnisse) und bei einer Reihe von Investitionsgütern (Nachrichtentechnik, IuK) geraten. Dies unterstreicht, dass Deutschland dort vor allem auf Import und Diffusion von Technologien setzt und sich diese Tendenz noch verstärkt hat. Damit nimmt Deutschland nicht in gleichem Maße wie andere Länder die Wachstumschancen wahr, die sich in diesen Feldern in den letzten Jahren aufgetan haben und die auch für die Zukunft eine kräftige Expansion des Weltmarktes erwarten lassen. Wissenschaftlich-technisches Know-how wäre in Deutschland ausreichend verfügbar.
- + In den vergangenen Jahren konnte auch der Maschinenbau die sich verschlechternde Bilanz bei forschungsintensiven Investitionsgütern nicht mehr ausgleichen (Tab. 2.2, S. 10). Der Maschinenbau hat nach wie vor deutliche komparative Vorteile, die sich jedoch in den letzten Jahren ebenfalls abgeschwächt haben.

Kraftfahrzeuge leisten unter den forschungsintensiven Erzeugnissen nicht nur vom Volumen her den größten Beitrag zum Außenhandelsaldo (3,4 %). Der Automobilbau hatte bis 2001 auch die größten Zuwächse zu verzeichnen (von 2,2 auf 4,2 %), er konnte seine an sich schon starke Weltmarktposition ganz erheblich verbessern. Enorme Steigerungen der Modernisierungs-, Forschungs-

Tab. 2.2: Beitrag FuE-intensiver Waren zum Außenhandelssaldo Deutschlands 1991 bis 2004

Warengruppe	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
<b>Forschungsintensive Erzeugnisse insg.*</b>	5,2	5,5	5,8	5,8	5,7	5,2	5,2
Nach Forschungsintensität...							
Spitzentechnologie	- 1,5	- 1,6	- 1,9	- 1,7	- 1,5	- 1,6	- 1,7
Hochwertige Technologie	6,6	7,0	7,5	7,3	6,8	6,6	6,8
<b>Nicht-forschungsintensive Erzeugnisse insg.</b>	- 5,2	- 5,5	- 5,8	- 5,8	- 5,7	- 5,2	- 5,2
<b>Forschungsintensive Erzeugnisse insg.*</b>	5,2	5,5	5,8	5,8	5,7	5,2	5,2
Aus dem Bereich...							
Chemische Erzeugnisse	1,25	1,16	1,44	1,37	1,22	1,16	1,18
Pharmazeutische Erzeugnisse**	0,17	0,16	0,26	0,22	0,17	0,15	0,23
Übrige Chemische Erzeugnisse**	1,08	1,00	1,18	1,15	1,05	1,02	0,96
Maschinen	2,86	2,64	3,05	2,88	2,96	3,13	2,89
IuK	- 1,13	- 1,29	- 1,43	- 1,40	- 1,37	- 1,38	- 1,54
Elektrotechnik	0,14	0,17	0,09	0,01	0,02	- 0,02	0,02
Medientechnik	- 0,58	- 0,59	- 0,80	- 0,78	- 0,75	- 0,76	- 0,58
Instrumente	0,30	0,30	0,39	0,33	0,34	0,30	0,26
Fahrzeugbau	2,28	3,12	2,94	3,22	3,00	2,64	2,92
Luft- und Raumfahrzeuge	- 0,33	- 0,17	- 0,34	- 0,25	- 0,02	- 0,16	- 0,13
Kraftwagen und -motoren sowie Zubehör	2,45	3,10	3,13	3,29	2,95	2,76	3,02
Schienenfahrzeuge	0,16	0,18	0,15	0,18	0,07	0,04	0,03
FuE-intensive Erzeugnisse a.n.g.	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01

und Innovationsanstrengungen in den 90er Jahren hatten Vorteile sowohl im Kosten- als auch im Produktinnovationswettbewerb gebracht. Allerdings konnte er in den letzten Jahren seine Position auf dem Inlandsmarkt gegenüber ausländischen Herstellern nicht mehr in dem Maße halten, wie dies anderen Industriezweigen gelang.

Der Automobilbau ist im „deutschen Innovationssystem“ Dreh- und Angelpunkt. Kein Industriezweig strahlt so starke Innovationsimpulse auf andere Wirtschaftszweige aus, und zwar nicht nur in einzelnen Technologiefeldern, sondern sehr breit gestreut. Seine Dominanz ist auch aus der Sicht der Außenhandelspezialisierung so hoch, dass Deutschland ohne Berücksichtigung des Automobilbaus nicht auf forschungsintensive Erzeugnisse spezialisiert wäre – jedenfalls rein rechnerisch. Allerdings hängt gerade das Abknicken der deutschen Spezialisierungskennziffern in den letzten Jahren unmittelbar mit der Entwicklung der internationalen Wettbewerbsposition deutscher Automobilhersteller und -zulieferer zusammen. Die zunehmende „Einbeinigkeit“ in Deutschlands Technologieangebot ist bereits mehrfach problematisiert worden.<sup>8</sup> Nun macht sie sich erneut bemerkbar. Nimmt man die von einigen Herstellern und Zulieferern geführten Stand-

ortdiskussionen zum Maßstab, dann dürfte sich dies bald sehr negativ bei Wachstum und Beschäftigung an deutschen Standorten niederschlagen. Das Produktionswachstum in Deutschland ist seit einigen Jahren schon eher unterdurchschnittlich hoch ausgefallen. Hierbei spielt auch eine Rolle, dass der Automobilbau wegen seiner hohen „Linkage“-Effekte einer der Technologiebereiche ist, die sich aufholende Schwellenländer gern aneignen, auch mit Hilfe von protektionistischen Maßnahmen. Gerade China ist hierfür in den letzten Jahren ein eindrucksvolles Beispiel. Eine natürliche Schutzwirkung besteht im Automobilbau immerhin noch dadurch, dass die großen deutschen Hersteller über ein hohes Maß an „Systemkompetenz“ in der weltweiten Arbeitsteilung in Forschung, Entwicklung und Produktion verfügen. Diese Kompetenz ist nicht so ohne weiteres transferierbar, allenfalls innerhalb von Konzernen. Angesichts des hohen Internationalisierungsgrades der Automobilindustrie ist jedoch mit einer weiteren Zunahme der grenzüberschreitenden konzerninternen Arbeitsteilung zu rechnen, die nicht unbedingt zu Gunsten deutscher Standorte entschieden werden muss. Dies gilt umso mehr, als es in außereuropäischen Märkten erheblich höhere Steigerungen der Kfz-Nachfrage gibt.

<sup>8</sup> Vgl. z. B. die zusammenfassenden Endberichte zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands (Hrsg. BMBF) von G. Licht, H. Legler, J. Egelin u. a. (2000) sowie H. Legler, B. Gehrke u. a. (2005).



noch Tab. 2.2: Beitrag FuE-intensiver Waren zum Außenhandelssaldo Deutschlands 1991 bis 2004

Warengruppe	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Forschungsintensive Erzeugnisse insg.*</b>	<b>4,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,2</b>
Nach Forschungsintensität...							
Spitzentechnologie	– 2,2	– 2,1	– 2,4	– 2,4	– 2,3	– 2,4	– 2,4
Hochwertige Technologie	6,8	6,0	6,3	6,0	5,7	5,9	5,5
<b>Nicht-forschungsintensive Erzeugnisse insg.</b>	<b>– 4,6</b>	<b>– 3,8</b>	<b>– 3,8</b>	<b>– 3,7</b>	<b>– 3,6</b>	<b>– 3,8</b>	<b>– 3,2</b>
<b>Forschungsintensive Erzeugnisse insg.*</b>	<b>4,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,2</b>
Aus dem Bereich...							
Chemische Erzeugnisse	0,85	0,67	0,65	0,33	– 0,02	0,21	0,17
Pharmazeutische Erzeugnisse **	0,33	0,37	0,17	0,37	– 0,64	– 0,38	– 0,22
Übrige Chemische Erzeugnisse **	0,53	0,30	0,48	– 0,04	0,62	0,59	0,40
Maschinen	2,67	2,26	2,12	2,07	2,06	2,03	2,15
IuK	– 1,77	– 2,02	– 1,81	– 1,83	– 1,77	– 1,59	– 1,29
Elektrotechnik	0,01	– 0,04	– 0,11	– 0,08	– 0,09	– 0,12	– 0,09
Medientechnik	– 0,78	– 0,72	– 0,90	– 1,08	– 0,99	– 1,05	– 1,27
Instrumente	0,27	0,30	0,29	0,30	0,31	0,34	0,39
Fahrzeugbau	3,38	3,51	3,74	3,92	3,83	3,65	2,95
Luft- und Raumfahrzeuge	– 0,28	– 0,11	– 0,30	– 0,20	– 0,16	– 0,31	– 0,50
Kraftwagen und -motoren sowie Zubehör	3,63	3,61	4,01	4,08	3,95	3,86	3,36
Schienenfahrzeuge	0,02	0,01	0,03	0,04	0,04	0,10	0,10
FuE-intensive Erzeugnisse a.n.g.	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04

Positiver Wert: Der Sektor trägt zu einer Aktivierung des Außenhandelssaldos bei.

\* Inkl. nicht zurechenbare vollständige Fabrikationsanlagen usw.

\*\* Ab 2001 wegen systematischer Veränderungen eingeschränkte Vergleichbarkeit mit den Vorjahren.

Quelle: OECD, ITCS – International Trade by Commodity Statistics, Rev. 3 (versch. Jgge). – Berechnungen des NIW.

## Wachstumsvorteile der forschungsintensiven Industrie

Wertschöpfungsgewinne und Beschäftigungszuwachs in der gewerblichen Wirtschaft sind in Deutschland schon immer überwiegend auf forschungs- bzw. wissensintensive Branchen zurückzuführen gewesen. Nur in Ausnahmesituationen – bspw. als unmittelbare Konsequenz des zeitgleichen Zusammentreffens der deutschen Wiedervereinigung mit der Weltrezession – gab es kurzfristig andere Tendenzen. Für die Beurteilung des technologischen und wirtschaftlichen Strukturwandels entscheidend sind daher eher die Fragen nach seiner Dynamik im Inland sowie möglicher unterschiedlicher Wege der Volkswirtschaften im internationalen Vergleich.

+ **Für Beiträge zur Lösung der Beschäftigungsproblematik in Deutschland reicht das überdurchschnittlich hohe Wachstum der forschungsintensiven Industrie<sup>9</sup> seit langem nicht mehr aus. Sie konnte seit den 90er Jahren ihre Produktion nicht mehr in dem Maße ausweiten, dass auch signifikante Beschäftigungsgewinne erzielt werden konnten (Abb. 2.3, S. 12). Im Gegenteil: Seit 2001 gehen auch dort wieder Arbeitsplätze verloren. Produktionswachstum und Beschäftigungsentwicklung haben sich in Deutschland immer mehr entkoppelt.<sup>10</sup>**

+ **Denn die Produktivität ist – in der forschungsintensiven Industrie noch stärker als in der nicht-forschungsintensiven – in Folge des technologischen und organisatorischen Fortschritts enorm gestiegen. Dies geht – zusammen mit den**

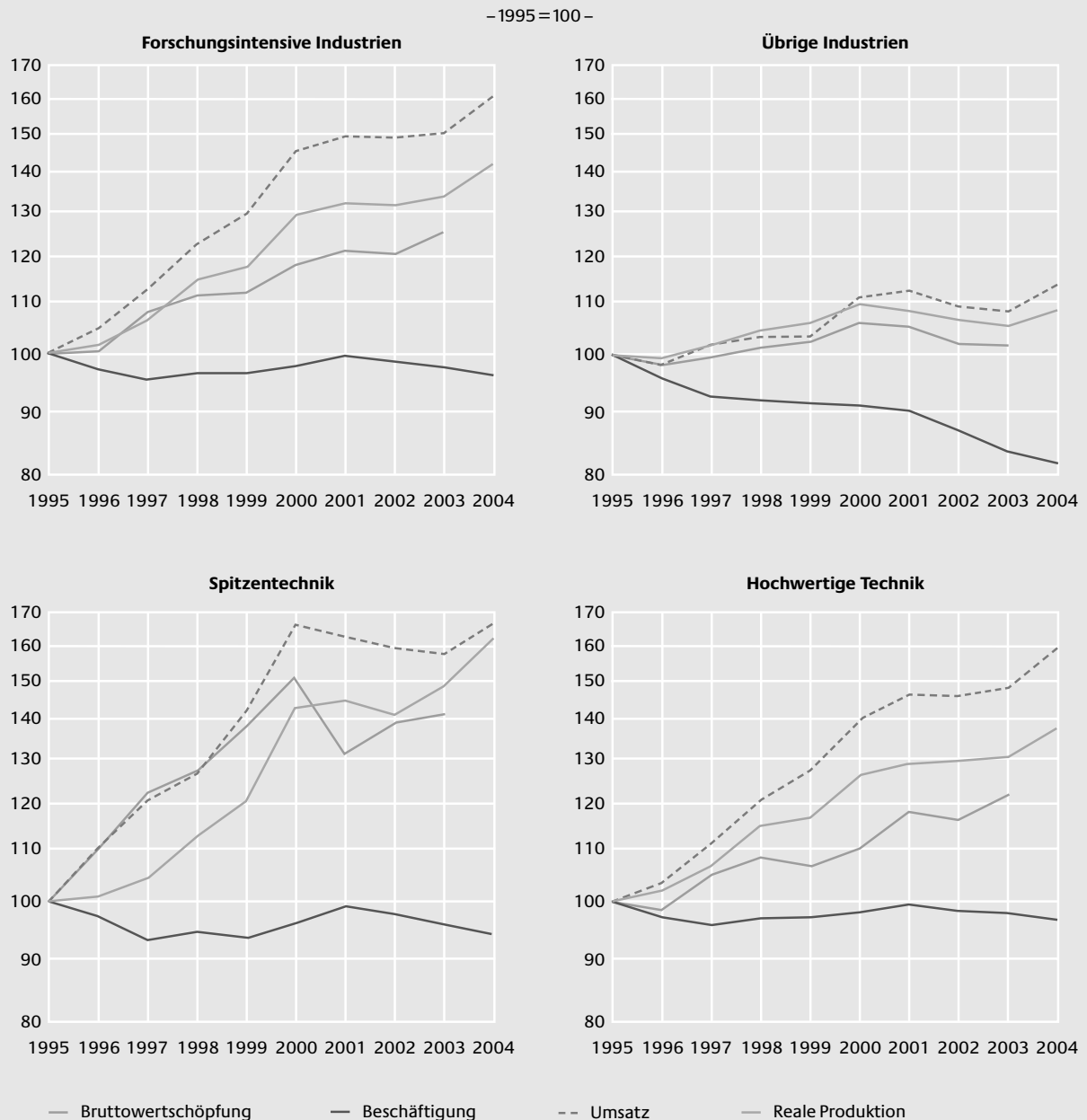
<sup>9</sup> Forschungsintensive Industrien sind erheblich stärker gewachsen als nicht-forschungsintensive: Seit Mitte der 90er Jahre hat die reale Produktion von Gütern der Hochwertigen Technologie viermal, die von Spitzentechnologien siebenmal so stark zugenommen wie die von Gütern der übrigen Industrien. Die Bruttowertschöpfung stieg von 1995 bis 2003 bei Spitzentechnologieindustrien um rund 40 %, bei Industrien der Hochwertigen Technik um 22 %. In den übrigen Industrien lag sie 2003 kaum höher als 1995.

<sup>10</sup> Allerdings hat sich die Beschäftigung in forschungsintensiven Industrien weniger schlecht entwickelt als in den übrigen Industrien.

sowieso schon vorhandenen Selektionswirkungen des sektoralen Strukturwandels zu Gunsten forschungsintensiver Industrien – vor allem zu Lasten von Beschäftigungsmöglichkeiten für geringer qualifizierte Erwerbspersonen, sie werden immer stärker verdrängt.

+ Eine Zeit lang – etwa bis 2000 – waren in der forschungsintensiven Industrie auch Produktion und Wertschöpfung entkoppelt: Ein ständig steigender Anteil des Produktionszuwachses entfiel auf Vorleistungen der übrigen Industrien, des unternehmensorientierten Dienstleistungssektors und

Abb. 2.3: Umsatz, Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung in der Verarbeitenden Industrie Deutschlands 1995 bis 2004



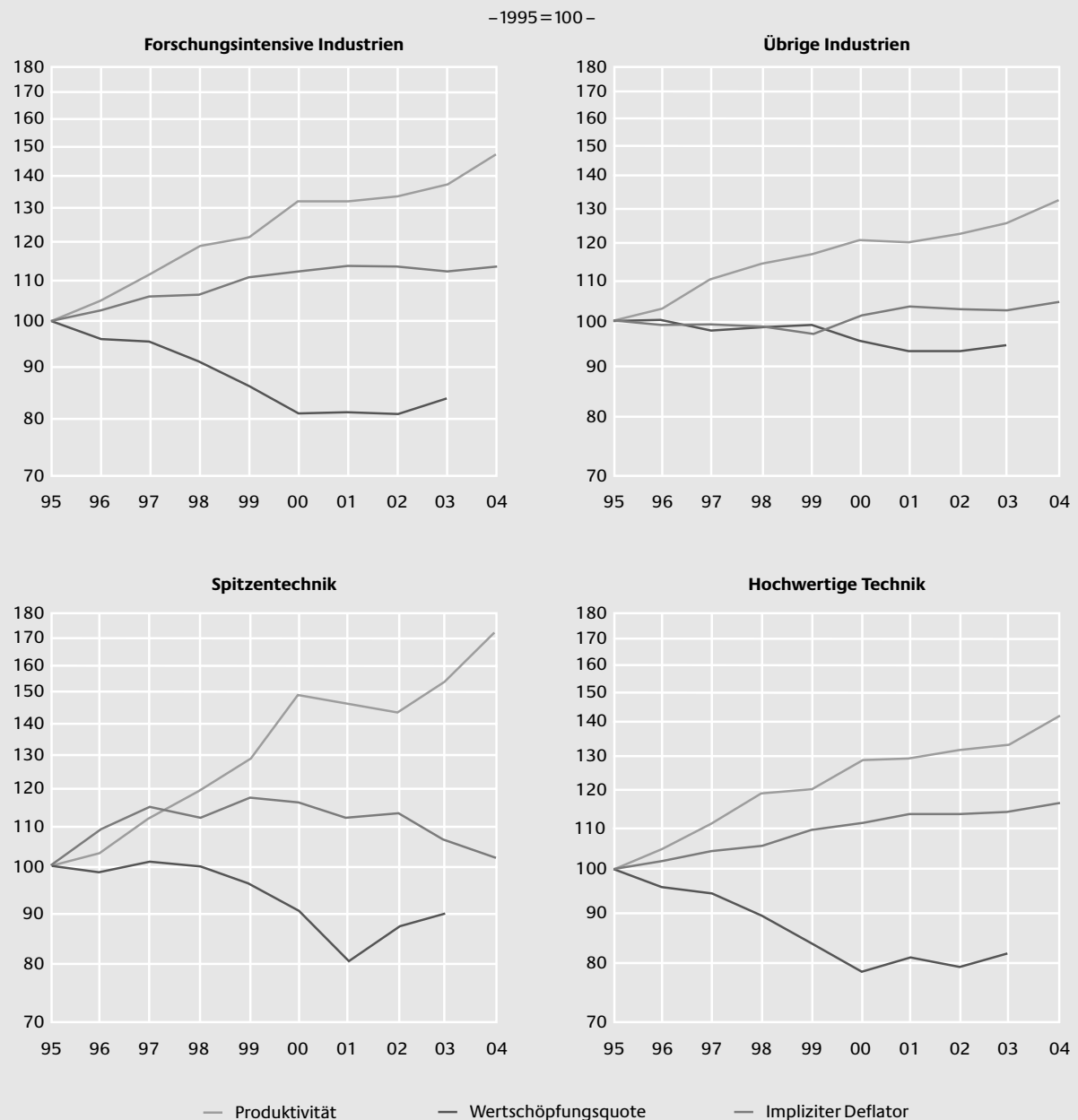
Halblogarithmischer Maßstab.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1, sowie Datenbank GENESIS-Online. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**auf Vorleistungslieferanten aus dem Ausland (Abb. 2.4). Seit-  
her hat sich die Wertschöpfungsquote bei Spitzentechnolo-  
gien wieder um 12 %, in der Hochwertigen Technik um 4 %  
erhöht**

Der verschärfte Preiswettbewerb bei forschungsintensiven Gütern  
ist die treibende Kraft in diesem Prozess. Er ist z. T. Spiegelbild der  
zunehmenden Auslagerung von betrieblichen Funktionen in spe-  
zialisierte Dienstleistungsunternehmen und industrielle Zulieferer  
sowie der „Konzentration auf das Kerngeschäft“ und ist insofern

**Abb. 2.4: Produktivität, Wertschöpfungsquote und impliziter Deflator in der Verarbeitenden Industrie  
Deutschlands 1995 bis 2004**



Halblogarithmischer Maßstab.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1 sowie Datenbank GENESIS-Online. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

der Normalfall. Eine abnehmende Fertigungstiefe ist auch das Spiegelbild der verstärkten Integration von Vorleistungen aus dem Ausland in die industrielle Wertschöpfungskette. Dieses „international outsourcing“ wird im Automobilbau besonders plastisch: Das geschickte Ausnutzen der internationalen (meist: konzerninternen) Arbeitsteilung – insbesondere mit den Volkswirtschaften in Mittel- und Ost- sowie Südeuropa – war in der zweiten Hälfte der 90er Jahre im Automobilbau geradezu Voraussetzung für die Wiedergewinnung und Ausweitung seiner Wettbewerbsfähigkeit, die seit Ende der 80er Jahre stark beeinträchtigt war. Heute wird diese Arbeitsteilung hingegen kritisch beäugt. Denn es kann zu Standortinnovationen kommen. Verlagerungen sind angesichts der Kostendifferenzen zwischen Deutschland und den aufstrebenden Ländern nicht nur bei Kfz-Teilen sehr wahrscheinlich, sondern auch für die Endmontage nicht mehr auszuschließen.<sup>11</sup>

In der Phase von abgeschwächtem Wachstum, Stagnation und Rezession im neuen Jahrtausend ist die Fertigungstiefe in Deutschland nicht weiter verringert worden (s. o.). Zusätzliche Produktion und zusätzlicher Export wurden nicht mehr – wie in der Aufschwungphase der 90er Jahre beobachtet – zunehmend durch Vorleistungen gespeist. Die Unternehmen neigen in Zeiten schwachen Wachstums dazu, die eigenen – ansonsten weniger beanspruchten – Produktionskapazitäten stärker auszulasten. Dies dürfte z. T. die Produktivitätssteigerungen gedämpft haben. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich – gerade auch mit Blick auf die internationale Wettbewerbsposition bei technologieintensiven Vorleistungsgütern –, dass bei einem etwaigen stärkeren Wirtschaftswachstum in Deutschland wieder intensiver auf ausländische Vorleistungen zurückgegriffen werden muss.

Forschungsintensive Industrien konnten lange Zeit trotz des scharfen internationalen Wettbewerbs höhere Erlöse je Produkteinheit erzielen. D. h. der Wert je Produkteinheit ist gestiegen, z. T. durch Ausschöpfung von Preiserhöhungsspielräumen, z. T. aber auch durch Hinwendung auf ein „wertvolleres Sortiment“. Den übrigen Industrien war dies hingegen nicht gelungen, sie standen immer schon im scharfen Preiswettbewerb. Bemerkenswert ist jedoch, dass in der Spitzentechnik seit 1999 die Umsatzentwicklung stetig hinter der realen Produktionsausweitung zurückbleibt. Dies ist zum einen auf den Preisverfall in IuK- und verwandten Bereichen zurückzuführen, unterstreicht aber auch die Schärfe, mit der sich der Wettbewerb auf diesen Märkten intensiviert hat.

### **Wissenswirtschaft setzt sich weiter durch – allerdings verlangsamt**

Positive Zahlen zur Beschäftigungsentwicklung werden in Deutschland nicht mehr von der Industrie, sondern von Dienstleistungen erwartet. Allerdings gilt dies unter den gegebenen Wachstums- und Arbeitsmarktbedingungen jedoch fast ausschließlich für wissensintensive Dienstleistungen (zur Definition vgl. Übersicht 3, S. 85). Vor allem Unternehmen nutzen die Kompetenzen spezialisierter Dienstleister (Finanzierung, Logistik, Datenverarbeitung, Software, Telekommunikation, Entwicklung, Beratung

usw.) und geben gleichzeitig wichtige Impulse für die Innovationskraft dieser Wirtschaftszweige. Zudem nehmen Dienstleistungen (bspw. im Gesundheitssektor oder bei Medien) durch höchste Anforderungen an Produkte und Ausrüstungen intensiven Einfluss auf die technologische Entwicklung. Von daher sind industrielle Forschung, Entwicklung und Innovationen vielfach sehr eng mit den Geschehnissen im Dienstleistungssektor verknüpft.

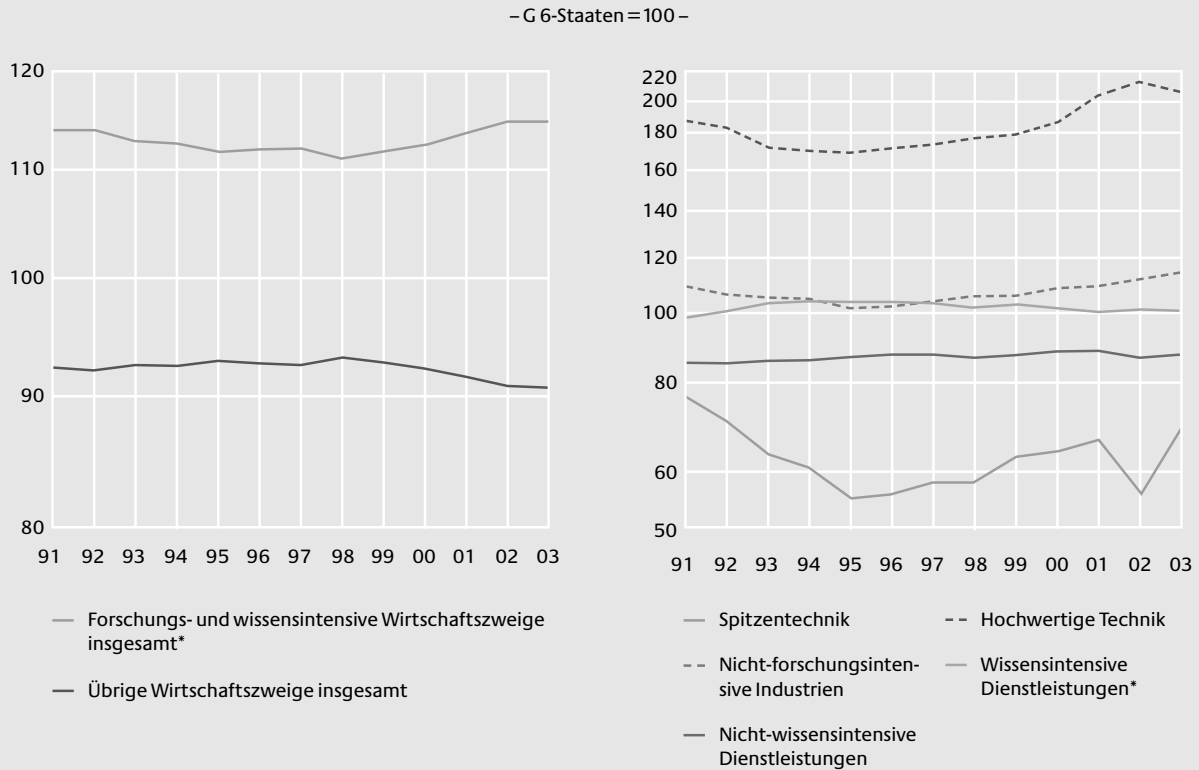
Wissensintensive Dienstleistungen haben in Deutschland mit 31% einen Anteil an der Produktion der gewerblichen Wirtschaft, der mit denen in anderen hoch entwickelten Ländern stand halten kann (Abb. 2.5, S. 15). Als überragend ist demgegenüber die Bedeutung der Industrien der Hochwertigen Technologie für die Wertschöpfung in Deutschland einzustufen (12%). Sie ist – vor allem, wenn man dies im Vergleich zu den wichtigsten Konkurrenzländern sieht (6%) – im letzten Jahrzehnt noch einmal gestiegen. Die relativ expansive, stark exportgetriebene Entwicklung der Hochwertigen Technologie hat auch dafür gesorgt, dass sich Deutschlands Sektorstrukturbild seit Ende der 90er Jahre etwas stärker zu Gunsten der „Wissenswirtschaft“ verändert hat, obwohl die wissensintensiven Dienstleistungen im letzten Jahrzehnt das internationale Entwicklungstempo nicht mithalten konnten. In ihrer relativen Bedeutung sind wissensintensive Dienstleistungen sogar klar hinter die nicht-forschungsintensiven Industrien (12% im Vergleich zu 10% in den G 6-Ländern) zurückgefallen.

Zwar laufen die **Beschäftigungszahlen** zwischen waren- und dienstleistungsproduzierenden Sektoren in entgegengesetzte Richtungen. Für beide gilt jedoch, dass sich ihre wissensintensiven Sparten jeweils besser (bzw. weniger schlecht) entwickelten als die übrigen Sparten (Abb. 2.6, S. 16). Im Aufschwung Ende der 90er Jahre, als sich die Beschäftigungsmöglichkeiten in Deutschland in der Breite verbessert hatten, konnten wissensintensive Dienstleistungen und Industriezweige über die Einkommenseffekte ihrer Expansion zudem als „Zugpferde“ für diejenigen Wirtschaftszweige dienen, die weniger wissensintensiv produzieren.

Die jüngeren Daten zur Beschäftigung in wissensintensiven Dienstleistungen in Deutschland bestätigen ihren langfristig positiven Beschäftigungsbeitrag hingegen nicht ganz. Die Zuwachsraten wurden immer flacher, sie sind seit 2002 gar ins Minus gerutscht. Auch die Beschäftigungswachstumsdifferenziale zum übrigen Dienstleistungssektor sind weniger eindrucksvoll ausgefallen als in der ersten Hälfte der 90er Jahre. Dass gerade in der Beschäftigungsrezession seit 2002 die (sozialversicherungspflichtigen) Arbeitsplätze bei nicht-wissensintensiven Dienstleistungen nicht noch stärker abgebaut worden sind, ist aus beschäftigungspolitischer Sicht durchaus wünschenswert. Allerdings wird damit auch deutlich, dass der Weg in die dienstleistungsorientierte Wissenswirtschaft etwas steiniger ist als man es aus der Vergangenheit gewohnt war. Dies gilt vor allem im internationalen Maßstab und hat u. a. mit der in Deutschland schwachen Binnendynamik zu tun: Das Wachstum des Produktionspotenzials hat sich stark abgeflacht und wird auf nicht mehr als 1 bis 1½ % pro Jahr geschätzt. Denn trotz der zunehmenden Öffnung der internationalen Märkte für Dienstleistungen und trotz der engen Interak-

<sup>11</sup> Vgl. P. Nunnenkamp, Der Automobilstandort Deutschland unter Wettbewerbsdruck, in: ifo-Schnelldienst 7/2004.

Abb. 2.5: Anteile der Wirtschaftsgruppen an der Wertschöpfung der gewerblichen Wirtschaft\* in Deutschland 1991 bis 2003



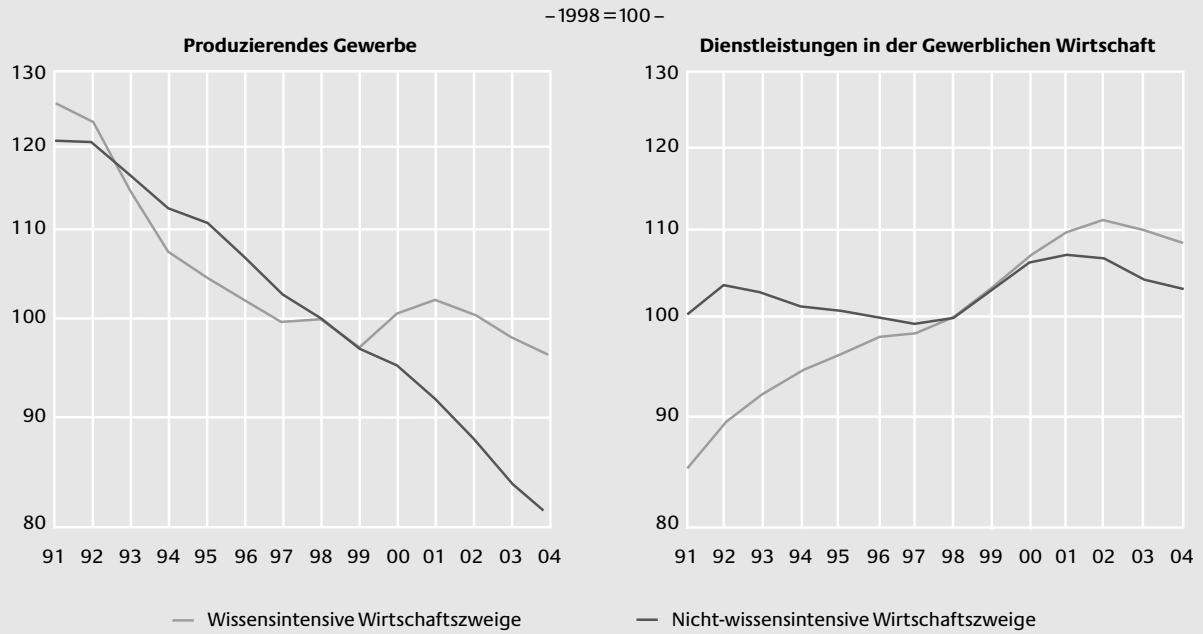
Werte über 100: Deutschlands Anteil an diesem Sektor an der OECD ist größer als der Anteil der gewerblichen Wirtschaft insgesamt. Halblogarithmischer Maßstab. – In der linken Grafik ist bewusst ein anderer Maßstab gewählt worden, um die unterschiedlichen Entwicklungen besser sichtbar zu machen.  
 \* Ohne Wohnungsvermietung.  
 Quelle: STAN-Datenbasis der OECD. – Berechnungen des NIW und DIW.

tion von wissensintensiven Dienstleistungen und exportorientierten Industrieunternehmen trifft eine schwache binnenwirtschaftliche Dynamik den Dienstleistungssektor in seinen Entwicklungsaussichten wesentlich härter.

Diese Betrachtung verdeutlicht noch einmal, dass Deutschland klare Spezialisierungsvorteile im internationalen Wissens- und Technologiewettbewerb hat. Die Momentaufnahme darf jedoch nicht übertünchen, dass sich vieles in Deutschland nur im Schnecken-tempo bewegt und verändert, was vor allem den Dienstleistungssektor beeinträchtigt. Die im Vergleich zur großen Konkurrenz (hier: G 6-Länder, Abb. 2.5) leicht nachlassende Bedeutung wissensintensiver Dienstleistungen ist mindestens als ein eigener deutscher Weg zu sehen, der durchaus Gefahrenpotenzial birgt. Das Risiko eines stark exportorientierten Wachstums der

Industrie, dessen Takt zudem noch weitgehend durch eine einzige Technologielinie (Automobil) vorgegeben wird, besteht vor allem in einer gesamtwirtschaftlich vergleichsweise schwachen Ausweitung der Beschäftigungsmöglichkeiten. Die Spezialisierungsgewinne in (nicht-wissensintensiven) Branchen, die seit Jahren nicht mehr expandieren und aus denen sich andere Industrieländer eindeutig zurückziehen, scheint ebenfalls nicht sehr zukunftsweisend zu sein. Allerdings stellt sich die Frage, ob für ein stärkeres Wachstum wissensintensiver Dienstleistungen überhaupt genügend hoch qualifizierte Arbeitskräfte – vor allem Akademiker – zur Verfügung gestanden hätten. Denn die Knappheit an Qualifikationen zu wettbewerbsfähigen Preisen dürfte sich dort am ehesten bemerkbar machen (Abschnitt 7, S. 61 ff.).

Abb. 2.6: Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Wissensintensität der Wirtschaftsbereiche in Deutschland<sup>1</sup> 1991 bis 2004



Halblogarithmischer Maßstab.

<sup>1</sup>1991-1996 Westdeutschland.

Quelle: Bundesagentur für Arbeit, Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

### 3 Wenig Dynamik im Unternehmensstrukturwandel und bei Innovationen – starke Weltmarktposition bei technologischen Erfindungen

Marktergebnisse sind das Spiegelbild der technologischen Leistungsfähigkeit eines Landes. Voraus gehen die Erfindung neuer Technologien, die Einführung neuer Produkte am Markt und die Diffusion von neuen Techniken in der Wirtschaft (Innovationen). Diese sind letztlich die direkten Determinanten der technologischen Leistungskraft. Mittelfristig ist es wichtig, dass der innovationsorientierte Strukturwandel durch die Umsetzung von neuen Ideen in Form von Unternehmensneugründungen in den technologieorientierten Zweigen der Wirtschaft und durch Runderneuerung des Produktspektrums etablierter Unternehmen vorankommt.

#### Unternehmensdynamik auf kleiner Flamme – Nachwuchsprobleme bei wissensintensiven Sparten

Der Wandel zur Wissenswirtschaft findet zu einem großen Teil über Generationenwechsel, d. h. über die Gründung von neuen Unternehmen in forschungs- und wissensintensiven Zweigen statt. Ist zu erwarten, dass durch neue Unternehmen in Deutschland sowohl die wirtschaftliche Dynamik als auch der wissensintensive Strukturwandel beschleunigt werden kann?

#### Unternehmensgründungen und -schließungen

Das Mannheimer Gründungspanel bzw. Unternehmenspanel wird zusammen mit dem Verband der Vereine Creditreform geführt. Es verwendet einen recht engen Begriff des Unternehmens. Es muss „wirtschaftsaktiv“ sein. Es werden nur „echte“ (originäre) Neugründungen von Unternehmen betrachtet (erstmalige Errichtung betrieblicher Faktorkombinationen), die in einem Ausmaß wirtschaftlich am Markt aktiv sind, das zumindest der Haupterwerbstätigkeit einer Person entspricht. Um- und Scheingründungen, Scheinselbstständigkeit, Nebentätigkeit oder Neuerrichtung auf Grund eines Umzugs werden ebenso nicht berücksichtigt wie freiberufliche Rechtsanwälte, Architekten und Ärzte.

Schließungen von Unternehmen sind nur über Insolvenzen und Löschungen mit Sicherheit festzustellen. Ansonsten muss die Zahl der Schließungen über ihr Verhalten auf dem Kreditmarkt (Banken- und Lieferantenkredite) geschätzt werden: Wenn über drei Jahre hinweg bei einem Unternehmen keine wirtschaftliche Aktivität mehr festgestellt wird, wird von einer Schließung ausgegangen.

Unternehmen starten häufig mit einem Innovationsprojekt. Gerade in neuen Technologiefeldern sowie in den Frühphasen neuer technologischer Entwicklungen und deren Umsetzung in neue Produkte und Verfahren sind junge Unternehmen ein wichtiger

Motor für den technologischen Wandel. Der Anteil der innovierenden und forschenden Unternehmen unter ihnen ist besonders hoch. Eine hohe Gründungsintensität wäre auch deshalb wichtig, weil langfristig – aus verschiedenen Gründen, wie Alterung der Bevölkerung, nur wenig Nachwuchsbildung bei hoch Qualifizierten usw. – ein Mangel an Nachschub an forschenden Unternehmen zu befürchten ist. Einerseits gilt es also, Gründungsaktivitäten insgesamt zu forcieren. Andererseits muss es jungen Unternehmen erleichtert werden, sich für eine FuE-basierte Innovationsstrategie zu entscheiden. Dabei muss man sich im Klaren darüber sein, dass nur wenige Unternehmensneugründungen – in etwa jede achte – überhaupt Aktivitäten in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen aufnehmen.

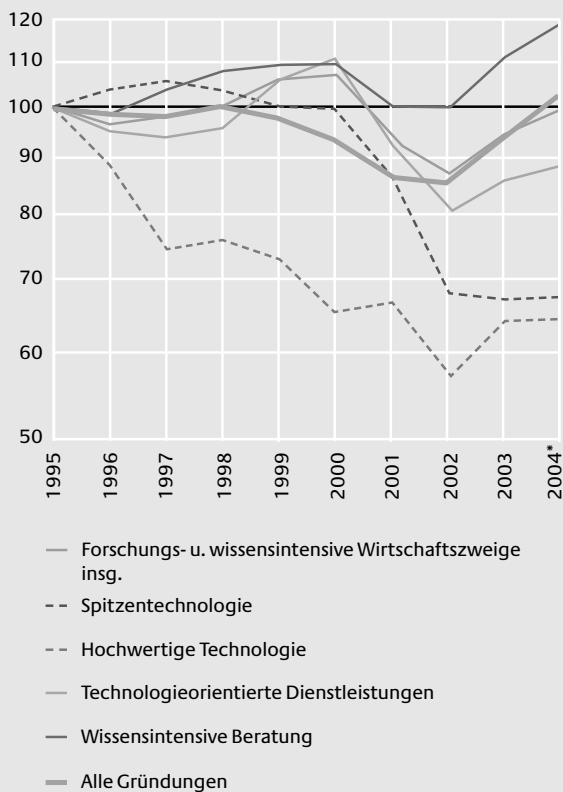
2004 nahmen die Neugründungen in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen Deutschlands um 5 % auf 36.500 zu (2003: 9 %, Abb. 3.1, S. 18), nachdem zwischen 2000 und 2002 die Zahl vor allem bei technologieorientierten Dienstleistungen (Telekommunikation, EDV, technische Beratung, FuE) und in Spitzentechnologiesparten stark rückläufig war.

Im Zuge des Rückgangs der Neugründungen hat sich auch deren Struktur verändert: Wissensintensive Dienstleistungen stellten im Jahr 2000 noch 15 %, im Jahr 2004 jedoch nur noch rund 12 ½ % aller Gründungen. Der Anteil der Gründungen in der forschungsintensiven Industrie nahm kontinuierlich von 1,4 % (1995) auf 0,9 % ab. Sieben von acht Gründungen finden in Deutschland also außerhalb der „Technologiesektoren“ statt. Der historische Höchststand war im Jahr 2000 mit knapp 40 Tsd. technologieorientierten Gründungen erreicht worden, das Minimum 2002 mit 32 Tsd. Zwischen 2002 und 2004 ist in technologieorientierten Wirtschaftszweigen zwar wieder ein Anstieg von 12 % festzustellen, der jedoch im Vergleich zu allen Gründungen (21 %) unterdurchschnittlich ausfällt.

Das Wachstum konzentriert sich fast ausschließlich auf Beratungsdienstleistungen. Dies ist die einzige Branche im forschungs- und wissensintensiven Sektor, in dem die Gründungszahlen im Jahr 2004 die vorläufig höchsten Werte des Jahres 1995 übertreffen. Die Sparte wissensintensive Beratung ist auch für den Gesamtanstieg der Gründungen bei wissensintensiven Dienstleistungen maßgebend. In den technischen Dienstleistungen ist der Anstieg hingegen sehr moderat, das Niveau im Vergleich zur Periode 1999/2000 weiterhin niedrig.

Die aktuellen Steigerungen der Zahlen von Unternehmensgründungen insgesamt sind durch arbeitsmarktpolitische Maßnahmen („Ich-AGs“, Überbrückungsgeld), die Novellierung der Handwerksordnung und zu einem geringen Teil auch durch die Öffnung der Grenzen für Gründer aus den neuen EU-Ländern mit den Vorjahren nicht mehr vergleichbar. Insbesondere Ich-AGs dürften nur wenig zur technologischen Erneuerung der Volkswirtschaft beitragen. Denn diese Gründungen erfolgen überwiegend

**Abb. 3.1: Entwicklung der Zahl der Unternehmensgründungen in Deutschland in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen 1995–2004 (1995 = 100)**



Halblogarithmischer Maßstab.

\* Vorläufige Werte.

Quelle: ZEW, Mannheimer Gründungspanel. – Berechnungen des ZEW.

in konsumnahen Dienstleistungen, Baunebengewerbe, Handel, Reinigung, Entsorgung usw.

Für den wirtschaftlichen Strukturwandel ist vor allem das Verhältnis von Gründungen zu Schließungen interessant, weil den neu gegründeten Unternehmen diejenigen gegengerechnet werden müssen, die aus dem Wirtschaftsleben ausscheiden. Hier zeigt sich, dass im letzten Jahrzehnt die Gründungsraten – d. h. die Zahl der Gründungen bezogen auf den Unternehmensbestand – durchgängig gesunken, die Schließungsraten hingegen permanent gestiegen sind (Abb. 3.2, S. 19). Seit etwa drei Jahren liegen die Schließungsraten in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen höher als die Gründungsraten. In den Spitzentechnologien bspw. ist die Gründungsrate von 8 % des Unternehmensbestandes im Jahr 1995 auf unter 5 % im Jahr 2004 gesunken, die Zahl der Schließungen hat hingegen von 3 auf über 6 % des Unter-

nehmensbestandes zugenommen. Aus der Umkehr des Verhältnisses von Gründungs- und Schließungsraten muss geschlossen werden, dass der „Unternehmensumschlag“ meist zu einer eher schrumpfenden Zahl von Unternehmen im wissens- und forschungsintensiven Sektor der Wirtschaft geführt hat. Dies war bis Anfang des Jahrhunderts noch anders: Der Unternehmensstrukturwandel hatte forschungs- und wissensintensive Aktivitäten damals eher gestärkt, d. h. zu einem höheren Unternehmensbestand in diesen Zweigen geführt. In den letzten Jahren hat der Unternehmensstrukturwandel hingegen eher die übrigen Zweige der Wirtschaft begünstigt. Insofern stellt sich nicht nur die Frage nach der Nachhaltigkeit der aktuell steigenden Gründungskurve, sondern mindestens in gleichem Maße auch die Frage, ob bestehende Unternehmen ausreichende Zukunftsperspektiven haben. Zukunftsperspektiven müssen sich vor allem aus erfolgversprechenden Innovationsprojekten ergeben. Denn in aller Regel sind es nicht-innovierende Unternehmen, die aus dem Geschäftsleben ausscheiden.

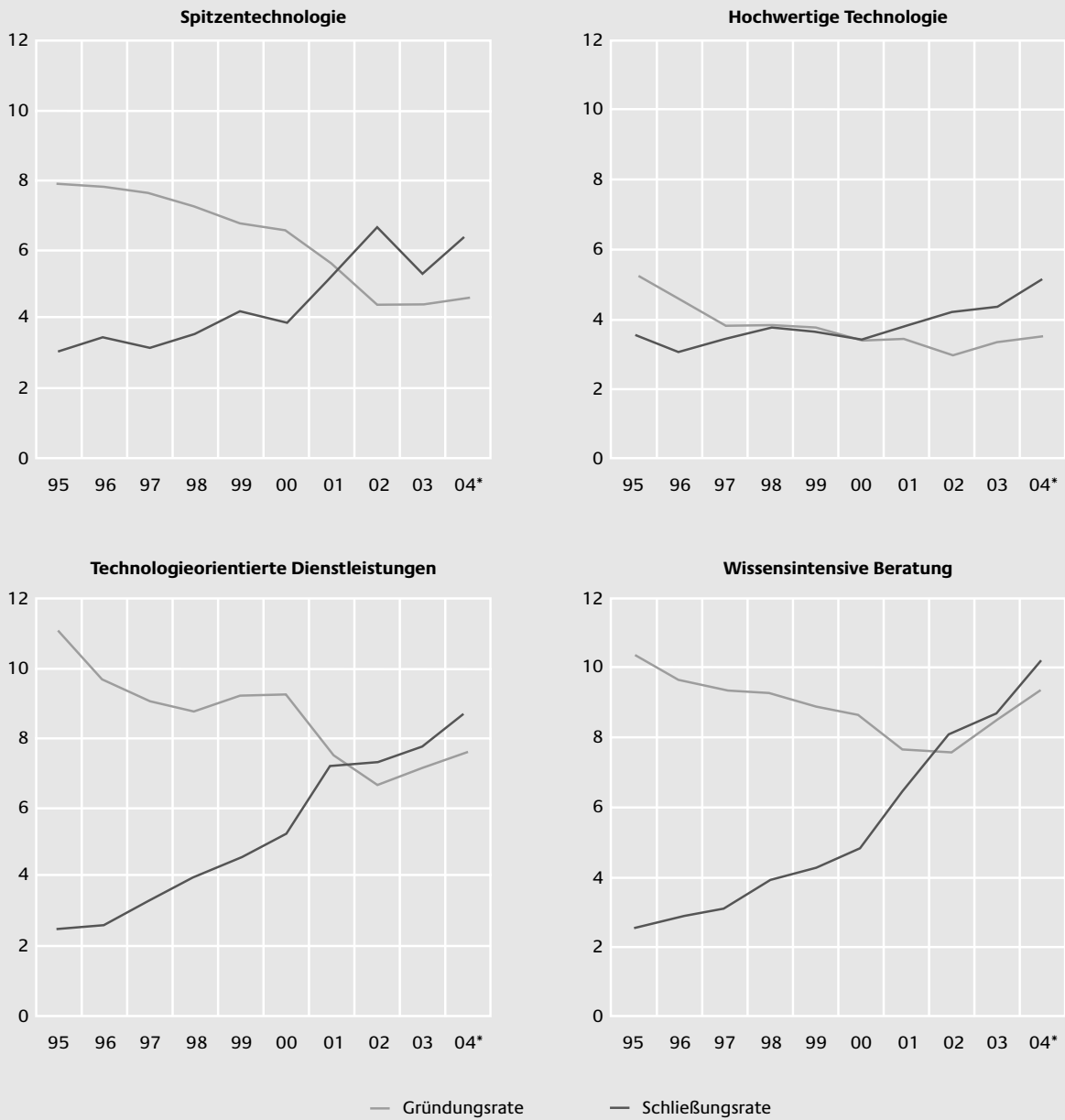
### Höhere Gründungsdynamik bei Konkurrenten – weitere Verlagerung zu Dienstleistungen

Bei internationalen Vergleichen des Gründungsgeschehens muss man eine Reihe von Unschärfen in Kauf nehmen, die durch unterschiedliche Konventionen bei der Definition und Erfassung von Unternehmensgründungen sowie durch z. T. erhebliche Datenlacks bedingt sind. Allerdings sind die Unterschiede im Gründungsverhalten so gravierend, dass man zumindest folgende Aussagen herausdestillieren kann:

- + Die Gründungsdynamik in Deutschland ist im internationalen Vergleich recht niedrig, d. h. die Zahl der Gründungen in Relation zum Unternehmensbestand blieb hinter dem Niveau der meisten Länder zurück. Dies gilt insbesondere dann, wenn arbeitsmarktpolitisch geförderte Gründungen nicht berücksichtigt werden. Der Wettbewerb durch neu in den Markt eintretende Unternehmen ist daher weniger intensiv.
- + Gleiches gilt für die Zahl der Unternehmensschließungen. Positiv daran ist, dass Unternehmen in Deutschland offensichtlich gute Überlebenaussichten haben.
- + So kommt es – zumindest bis zum Jahr 2000 – zu dem Ergebnis, dass sich der Unternehmensbestand in Deutschland günstiger entwickelt hat als in anderen Ländern.
- + In der forschungsintensiven Industrie lag die Zahl der Neugründungen im Jahr 2003 allenthalben unterhalb der von 1995, in keinem Land jedoch so weit darunter wie in Deutschland, Großbritannien und Japan (Abb. 3.3, S. 20).
- + Die internationalen Unterschiede werden vornehmlich bei wissensintensiven Unternehmensdienstleistungen deutlich – damit allerdings auch Deutschlands Rückstand auf diesem



Abb. 3.2: Gründungs- und Schließungsraten in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen in Deutschland 1995–2004



Zahl der Gründungen bzw. Zahl der Schließungen in % der bestehenden Unternehmen.

\* Vorläufige Werte.

Quelle: ZEW, Mannheimer Gründungspanel und Mannheimer Unternehmenspanel. – Berechnungen des ZEW.

**Gebiet. Der weltweit starke, wenn auch unstete Gründungsaufschwung in der zweiten Hälfte der 90er Jahre hatte in Deutschland deutlich weniger Elan. Hier lag die Zahl der Neugründungen im Aufschwung bis zum Jahr 2000 um 10 % über der von 1995, in Frankreich hingegen um 20 %, in den USA um 35 %, in Großbritannien um 40 % und in Japan um 50 %. Die Gründungszahlen tendieren bei wissensintensiven Unternehmensdienstleistungen nach einem Einbruch spätestens nach 2001 in allen großen Industrieländern<sup>12</sup> wieder nach oben – außer in Deutschland, dort sind sie weiter gesunken.**

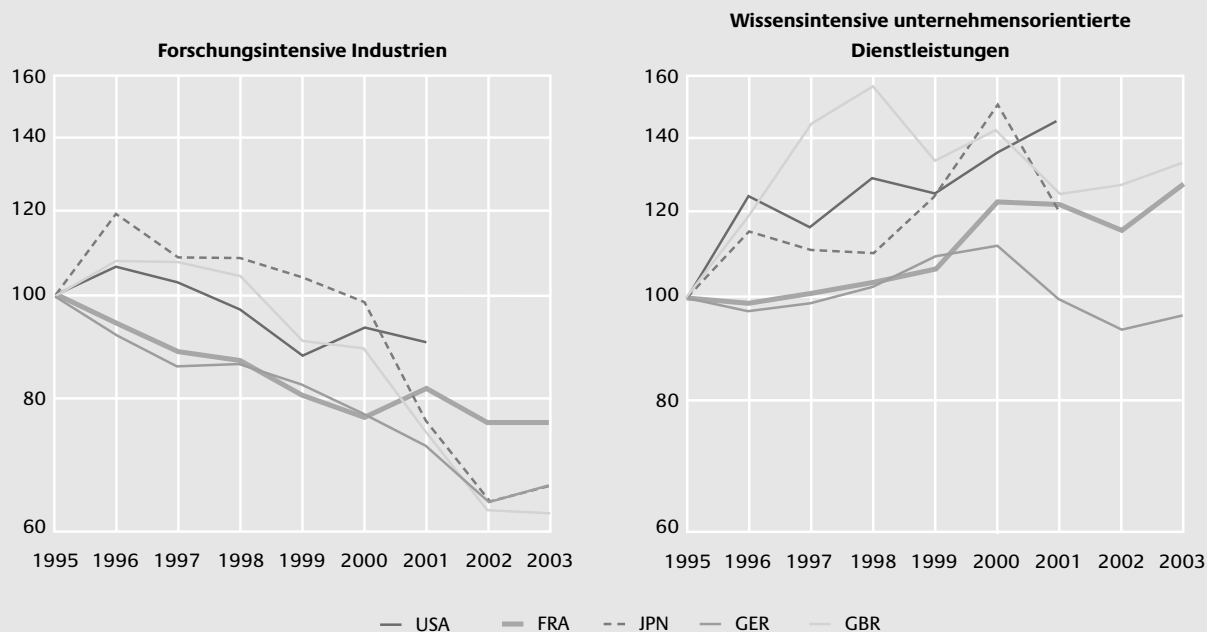
Geht man davon aus, dass die Innovationsneigung von neu gegründeten Unternehmen höher ist als die von etablierten, dann könnte man alles in allem zu der Vermutung kommen, dass der Anteil an innovativen Unternehmen, der im Jahr 2000 im internationalen Vergleich noch seines Gleichen gesucht hat (aktuellere Vergleichszahlen liegen derzeit noch nicht vor), in Deutschland künftig nicht mehr ganz so überzeugend ausfallen wird. Angesichts der Gründungsraten, die in forschungsintensiven Industrien in den gründungsintensivsten Ländern bei 8 % liegen und bei

wissensintensiven Dienstleistungen bei 10 bis 12 % (Deutschland: 4 bzw. 8 %), dürfte sich das Gründungsdifferenzial zwar erst langfristig, dann jedoch nachhaltig auf die Unterschiede in der Innovations- und FuE-Beteiligung auswirken.

### Gründungs- und Innovationshemmnisse schärfer angehen

Als ein maßgeblicher Grund für diese aus der Sicht des technologie- und wissensbasierten Unternehmensstrukturwandels in Deutschland recht ungünstigen Relationen sowie als Hemmnis für innovative Projekte gelten vor allem die schwache Nachfrageentwicklung und die damit verbundenen höheren Marktrisiken für den „Technologiesektor“. Hinzu kommt: Die Entwicklung und Einführung eines neuen Produktes auf einem Markt, bei dem FuE ein wichtiger Wettbewerbsparameter ist, dauert meist erheblich länger als in der übrigen Wirtschaft und erfordert entsprechend mehr Kapital. Da es für die Finanzierung von FuE-Arbeiten so gut wie keine Fremdmittel gibt und junge Unternehmen noch nicht über ausreichende Innenfinanzierungsmittel verfügen, muss für diese Fälle auf Risikokapital zurückgegriffen werden.

Abb. 3.3: Technologieorientierte Gründungen in ausgewählten Ländern 1995–2003\*



Halblogarithmischer Maßstab.  
\* 1995 = 100.

Quelle: Rammer, Christian: „Technology-based Start-ups“. In: Schmoch, U.; Rammer, C; Legler, H (Hrsg.): National Systems of Innovation in Comparison-Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies. 2006 (forthcoming).

<sup>12</sup> Für die USA liegen ab 2002 keine Daten mehr vor.

**Risikokapital**

Innovierende Unternehmen, die ohne dingliche Sicherheiten und Innenfinanzierungsmittel, sondern nur mit einem FuE-Konzept in der Tasche – also gleichzeitig hohen Renditeerwartungen und hohen wirtschaftlichen und technologischen Risiken – an den Start gehen, benötigen „Risikokapital“. Risikokapital wird sowohl von spezialisierten Unternehmen angeboten, die als Vermittler zwischen der Finanzwelt (Banken, Versicherungen, Pensionsfonds u. ä.) agieren, als auch von wohlhabenden Privatpersonen („business angels“).

Man unterscheidet Mittel für die frühen Phasen der Unternehmensentwicklung (bis einschließlich Produkteinführung, seed capital, start-up capital), für die Expansionsphase sowie für die Finanzierung besonderer Anlässe (wie Übernahme durch das eigene Management, durch externe oder von Anteilen anderer, Börsengang usw.).

Risikokapital ist eine wesentliche Voraussetzung, die um so wichtiger wird, je kostspieliger und zeitaufwendiger das Gründungsvorhaben bzw. das Innovationsprojekt ist. Vor allem für Gründungen in der Spitzentechnologie (Biotechnologie, IT) sowie in einigen technologieorientierten Dienstleistungsbereichen (Telekommunikation, Software) ist ausreichendes Risikokapital zur Finanzierung der Frühphase sowie zur Sicherung des Wachstums in den ersten Lebensjahren eine essenzielle Voraussetzung. An dieser Stelle sind Deutschlands innovationsorientierte Gründer jedoch mit Sicherheit erheblich im Hintertreffen (Abb. 3.4, S. 22): Denn das Gesamtaufkommen von Wagniskapital ist in Deutschland bis 2003 drastisch gesunken, und zwar etwa auf das (bescheidene) Niveau von Mitte der 90er Jahre. Erst 2004 haben die Wagniskapitalinvestitionen – auch im Verhältnis zum Inlandsprodukt – wieder zugenommen.

Tendenziell hat es in allen großen Volkswirtschaften seit 2000 einen Einbruch beim Wagniskapitalaufkommen gegeben. Während sich das Engagement in Frankreich und Großbritannien jedoch bereits 2002 wieder belebte, ging es in Deutschland, aber auch in den USA, zunächst noch weiter zurück. Dabei ist zu beachten, dass in Deutschland selbst in Spitzenzeiten nicht das Volumen bereit gestellt werden konnte, das etwa in Frankreich oder Großbritannien für die Gründung und die ersten Lebensphasen von Technologieunternehmen verfügbar war. In Großbritannien wird mittlerweile sogar relativ mehr Wagniskapital bereit gestellt als in den USA (Abb. 3.4, S. 22).

Deutschland rangiert – bezogen auf das Inlandsprodukt – bei der Bereitstellung von Kapital für technologieorientierte Unternehmensgründungen und für innovative Projekte<sup>13</sup> sowohl in der Früh- als auch in der Wachstumsphasenfinanzierung mit an letzter Stelle.

<sup>13</sup> Erfasst werden die Beteiligungszusagen von in Deutschland ansässigen Beteiligungskapitalgebern. Dabei ist davon auszugehen, dass diese Mittel zum allergrößten Teil auch im Inland Verwendung finden. Grenzüberschreitende Wagniskapitalbeteiligungen sind nicht so leicht zu bewerkstelligen, weil damit häufig auch weitere Dienstleistungen wie Beratung usw., aber auch Evaluierungen und Kontrollen verbunden sind, die nicht so leicht von Übersee aus gemanagt werden können. Insofern ist auch nicht davon auszugehen, dass die seit einigen Jahren stark zunehmende Attraktivität Deutschlands als Kapitalanlageland bei Wagniskapitalfinanzierung hohe Wellen schlagen wird.

Ein besonderer Schwachpunkt des deutschen Wagniskapitalmarktes war und ist das Wachstumssegment. Es macht absolut gesehen nur gut die Hälfte dessen aus, was in Frankreich aufgebracht wird, und nicht einmal ein Viertel des Angebots in Großbritannien.

Die Innovationspolitik hat bereits entsprechende Schritte eingeleitet. Es wird interessant sein, zu sehen, wie neue Förderinstrumente wie der High Tech-Gründerfonds und der EIF/ERP-Fonds anschlagen, die auf die Klein- und Mittelunternehmen ausgerichtet sind. Ein verbesserter Mittelzufluss ist wichtig, er muss jedoch durch entsprechende marktseitige Wachstumsimpulse flankiert werden. Denn nur dies kann die Erwartungen bei Wagniskapitalgebern erhöhen und sie zu risikoreichen Investitionen anregen und gleichzeitig potenzielle Gründer mit innovativen Ideen zum Schritt in die Selbstständigkeit bewegen.

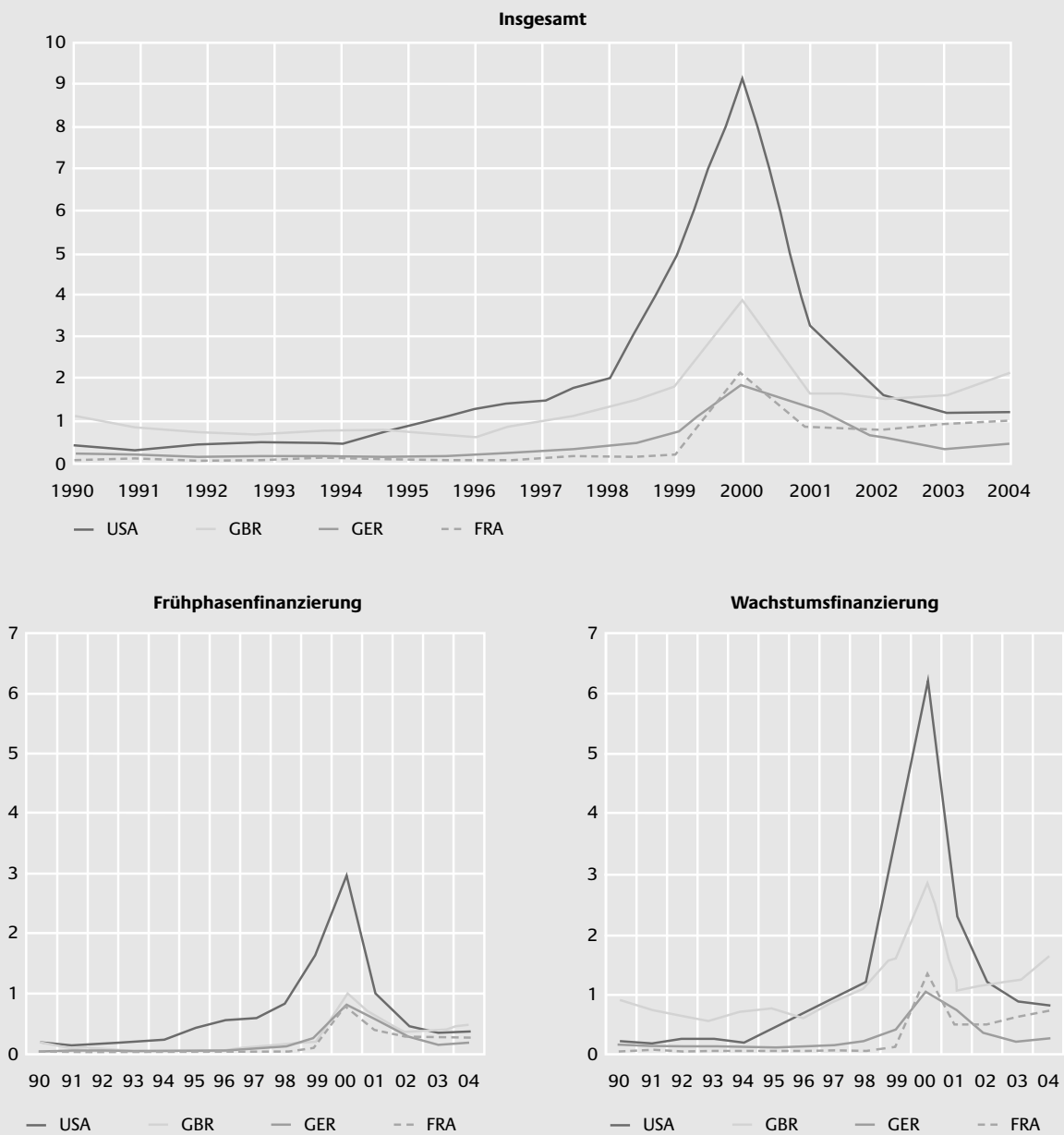
Beim Thema Finanzierung geht es nicht nur um die Gründung von neuen und um Wachstum von jungen Unternehmen, sondern auch um ein anderes Segment des Kapitalmarktes: Finanzierungsprobleme haben sich seit einigen Jahren in Deutschland auch im Innovationstagesgeschäft als Hemmnis Nr. 1 herausgestellt (Tab. 3.1, S. 23). Innovationskredite sind rar. Die Wahrscheinlichkeit des Scheiterns von Kreditverhandlungen ist bei Unternehmen, die Investitionen in FuE tätigen wollen, mit am größten. Dieses Problem trifft vor allem kleine und mittelgroße Unternehmen. Die in ausländischen Direktinvestitionen insgesamt zum Ausdruck kommende zunehmende Standortattraktivität Deutschlands hat die Finanzierungsmöglichkeiten für innovative Unternehmensgründungen und Mittelstandsprojekte noch nicht merklich verbessert.

Die Neigung zur Selbstständigkeit in wissens- und forschungsintensiven Wirtschaftszweigen hängt im internationalen Vergleich jedoch auch noch von einer Reihe von **soziokulturellen Faktoren** ab, für die empirische Belege jedoch nicht immer sehr „hart“ ausfallen:

- + **Hohe Einkommens- und stabilere Beschäftigungserwartungen für hoch qualifizierte in der Industrie und im öffentlichen Sektor senken die Neigung zur Selbstständigkeit. Dieses Argument wird in Deutschland recht häufig genannt und ist ein Zeichen dafür, dass Sicherheit große Präferenz genießt.**
- + **Ungünstige Marktstrukturen, d. h. Dominanz von größeren Unternehmen, ungünstige wirtschaftliche Aussichten und damit zusammenhängend unsichere Einkommenserwartungen befördern ebenfalls die Suche nach lohnabhängiger Tätigkeit.**
- + **Als weitere Gründe für die in Deutschland schwache Neigung zur Gründung von Unternehmen werden u. a. langwierige und komplizierte bürokratische Prozeduren bei Genehmigungen und Zulassungen mit höheren Kosten genannt.**

Abb. 3.4: Entwicklung des Wagniskapitalmarktes 1990–2004 im internationalen Vergleich

– Wagniskapitalinvestitionen in % des Bruttoinlandsprodukts –



Quelle: EVCA (v.J.), – NVCA (v.J.), – OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/1). Berechnungen des ZEW.

Allerdings sind internationale Vergleiche in dieser Hinsicht häufig umstritten, die Veränderungen bei einzelnen Ländern häufig zu sprunghaft, um hieraus Informationen für maßgeschneiderte Maßnahmen ziehen zu können. Dennoch sollte

bedenklich stimmen, dass Deutschland bei entsprechenden „Hemmnisrankings“ vielfach recht weit vorne rangiert. Allerdings hat sich seit 2002 einiges zum Positiven gewendet.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Gründungskosten und die Dauer des Gründungsprozesses sind nach Erhebungen der Weltbank (bezogen auf den Musterfall GmbH) gesunken.

**Tab. 3.1: Rangplatz von externen Innovationshemmnissen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor Deutschlands 1994 bis 2004**

	1994–1996 <sup>1</sup>	1996–1998 <sup>1</sup>	1998–2000 <sup>2</sup>	2000–2002 <sup>1</sup>	2002–2004 <sup>2</sup>
<b>Verarbeitendes Gewerbe (inkl. Bergbau)</b>					
Mangel an Finanzierungsquellen	1	1	2	1	1
Gesetzgebung, Verwaltungsverfahren etc.	3	3	3	4	2
Mangelnde Kundenakzeptanz	5	4	5	3	3
Fachpersonalmangel	2	2	1	2	4
Fehlende Marktinformation	6	6	6	6	5
Fehlende technologische Information	4	5	4	5	6
	1994–1996 <sup>1</sup>	1996–1998 <sup>1</sup>	1998–2000 <sup>2</sup>	2000–2002 <sup>1</sup>	2002–2004 <sup>2</sup>
<b>Wissensintensive Dienstleistungen</b>					
Mangel an Finanzierungsquellen	1	2	2	1	1
Gesetzgebung, Verwaltungsverfahren etc.	2	3	3	2	2
Mangelnde Kundenakzeptanz	4	4	5	4	3
Fachpersonalmangel	3	1	1	3	4
Fehlende Marktinformation	6	5	6	6	5
Fehlende technologische Information	5	6	4	5	6

<sup>1</sup> In Bezug auf das Vorhandensein von Hemmnissen, die zu einem Abbruch, zur Verlängerung der Laufzeit und/oder zu einem Nicht-Beginn von Innovationsprojekten im jeweiligen Dreijahreszeitraum geführt haben.

<sup>2</sup> In Bezug auf das Vorhandensein von Hemmnissen, die aus Unternehmenssicht eine hohe Bedeutung als Faktoren für die Behinderung von Innovationsaktivitäten im jeweiligen Dreijahreszeitraum hatten.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Die Selbstständigquoten sind zwischen den Ländern recht verschieden.<sup>15</sup> Es besteht eine Art U-förmiger Zusammenhang zwischen den Gründungsaktivitäten und ihrem jeweiligen Entwicklungsstand: Gründungsaktivitäten sind sowohl in Ländern mit niedrigem Entwicklungsstand als auch in Ländern mit hohem Entwicklungsstand besonders ausgeprägt, aber auch unter Hoheinkommensländern gibt es Länder mit relativ geringen Gründungs-raten. Hierzu zählen z. B. Japan, Finnland, Schweden, Belgien und Deutschland. Hinzu kommt in Deutschland – aber auch in vielen anderen europäischen Ländern im Vergleich zum asiatischen und amerikanischen Raum – ein weiteres, kulturell bedingtes Gründungs-hemmnis: Selbstständigkeit wird viel weniger als ökonomische Chance gesehen. Gleichzeitig ist die Zahl der aus der Not gebo-renen Existenzgründungen relativ hoch.<sup>16</sup> Es herrscht eine gewisse Reserviertheit, eine Risikoscheu vor. Innovationen und Unterneh-mensgründungen sind jedoch immer mit Risiken verbunden.

### Hohe Beteiligung am Innovationsgeschehen, aber geringe Ausgabenneigung

Deutschland hatte – insbesondere durch die intensive Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen – im Jahr 2000 einen im inter-nationalen Vergleich ausgesprochen hohen Anteil von innovie-renden Unternehmen. Bei hoher Innovationsbeteiligung können neue Technologien in der Wirtschaft sehr rasch und intensiv dif-fundieren. Insofern ist eine breite Innovationsorientierung der Wirtschaft der Schlüssel für hohe gesamtwirtschaftliche Wohl-standseffekte der „Produktion“ und des Imports von technischem Wissen und deren Umsetzung. Gerade vor diesem Hintergrund konnte man in den letzten Jahren nicht ohne Besorgnis auf die Beteiligung der deutschen Wirtschaft an Innovationsaktivitäten blicken. Denn langfristig betrachtet wies die Kurve seit der zwei-ten Hälfte der 80er Jahre leicht nach unten.<sup>17</sup> Erschwerend kam die nachlassende Gründungsneigung hinzu.

<sup>15</sup> A. Werwatz u. a., Innovationsindikator Deutschland, Berlin 2005.

<sup>16</sup> Eurobarometer 2004. An Schulen, Berufsschulen und Hochschulen sollte die „business education“ weiter forciert werden, um die Einstellung zur Selbstständigkeit zu verbessern und Fitness zu erlangen.

<sup>17</sup> Jedenfalls, wenn man die ifo-Innovationssonderfrage für das Verarbeitende Gewerbe auswertet, die seit über 25 Jahren beim Konjunkturtest erhoben wird. Seit Mit-te der 90er Jahre oszilliert die Innovationsbeteiligung in dieser Gruppe um 52 %. Es ist jedoch durchaus denkbar, dass sich seit 2003 wieder eine leichte Niveauanhe-bung eingestellt hat.

### Innovationsaktivitäten und -aufwendungen

Innovationsaktivitäten beziehen sich nach internationalen Konventionen („Oslo Manual“) auf Aufwendungen für Forschung und (experimentelle) Entwicklung, Maschinen und Sachmittel, Nutzung von externem Wissen z. B. durch Lizenzen, Aufwendungen zur Erlangung und Aufrechterhaltung eigener Patente und Schutzrechte, Produktgestaltung und Produktionsvorbereitungskosten, Mitarbeiterschulungen und Weiterbildung (ohne Kosten zum Aufbau eines Vertriebsnetzes), sofern diese Aufwendungen mit einem Innovationsprojekt in Verbindung stehen. Innovationsaufwendungen beziehen sich auf laufende, abgeschlossene und abgebrochene Projekte. Hierzu gehören sowohl laufende Aufwendungen (für Personal und Material usw.) als auch Ausgaben für Investitionen. Die Innovatorenquote, das ist der Anteil der Unternehmen, die zumindest ein neues Produkt oder einen neuen Prozess erfolgreich eingeführt haben, bezieht sich auf Innovationen innerhalb eines Dreijahreszeitraumes.

Nach der deutschen Innovationserhebung erreichte die Innovatorenquote in der Industrie im Zeitraum 1998/99 mit 66 % ihren 90er-Jahre-Höhepunkt, seither ging sie zunächst auf 58 % (2002) zurück (Abb. 3.5, S. 25). Ihr Niveau lag jedoch über dem Wert der Rezession 1993/94, als nur 50 bis 53 % der Unternehmen neue Produkte am Markt oder neue Prozesse im Unternehmen eingeführt hatten. Für 2003/2004 zeigte sich nach Jahren wieder eine leichte Zunahme. 2004 konnten 60 % der Industrieunternehmen neue Produkte erfolgreich im Markt platzieren bzw. neue Verfahren im Unternehmen einführen. Dies lässt darauf schließen, dass sich die Unternehmen trotz des relativ flachen Wachstumspfades um erfolgreiche Innovationsaktivitäten bemühen; die vergleichsweise gute Konjunktur des Jahres 2004 half bei der Umsetzung.

Allerdings stand nicht mehr die Erneuerung des Sortiments im Vordergrund, sondern zusätzlich hat Rationalisierung mit dem Ziel der Kostensenkung wieder größere Bedeutung gewonnen. Der Wiederanstieg der Innovatorenquote seit 2002 kann vor allem auf die Zunahme der „reinen Prozessinnovatoren“ zurückgeführt werden. Im Jahr 2004 zählten 48 % der Industrieunternehmen zur Gruppe der Produktinnovatoren, 36 % führten Prozessinnovationen ein, rund 24 % konnten sowohl neue Produkte als auch neue Verfahren zum Einsatz bringen. Zu einem anderen Teil beruht der Wiederanstieg der Innovatorenquote aber auch darauf, dass nicht-innovierende Unternehmen verstärkt aus dem Markt ausgeschieden sind. Dies ist wiederum ein klares Indiz dafür, dass Innovationen für Unternehmen überlebenswichtig sind.

In den Innovationsaktivitäten der **wissensintensiven Dienstleistungsbranchen** scheinen im Jahr 2004 Rezession und Stagnation hingegen noch nicht ganz überwunden zu sein: Mit einem Plus von vier Prozentpunkten auf 56 % lag die Innovationsbeteiligung zwar im Jahr 2003 in einem Zwischenhoch, im Jahr 2004 ging sie aber wieder auf 52 % zurück (Abb. 3.5, S. 25). Insgesamt hatten wissensintensive Dienstleistungsunternehmen seit Ende der 90er Jahre auch schärfer auf Ressourcenknappheit, Stagnation und Rezession reagiert als die Industrie. Denn der Verlust an Innovatoren

belieb sich seit Ende der 90er Jahre auf 14 % der Unternehmen. Sektoral gibt es auch Unterschiede in den Innovationsmotiven: Während in der Industrie der Rationalisierungsdruck zu einem ruckartigen Anstieg der reinen Prozessinnovatoren führte, lässt der Anteil der Prozessinnovatoren im Dienstleistungssektor zumindest seit 2003 nach. Eine Erklärung kann darin liegen, dass die Rationalisierungspotenziale von Informationstechnologien abgenommen haben. Viele Dienstleistungsunternehmen hatten bereits in der Periode 2000 bis 2003 ihre Prozesse durch die Nutzung informationstechnischer Soft- und Hardware effizienter gestaltet.

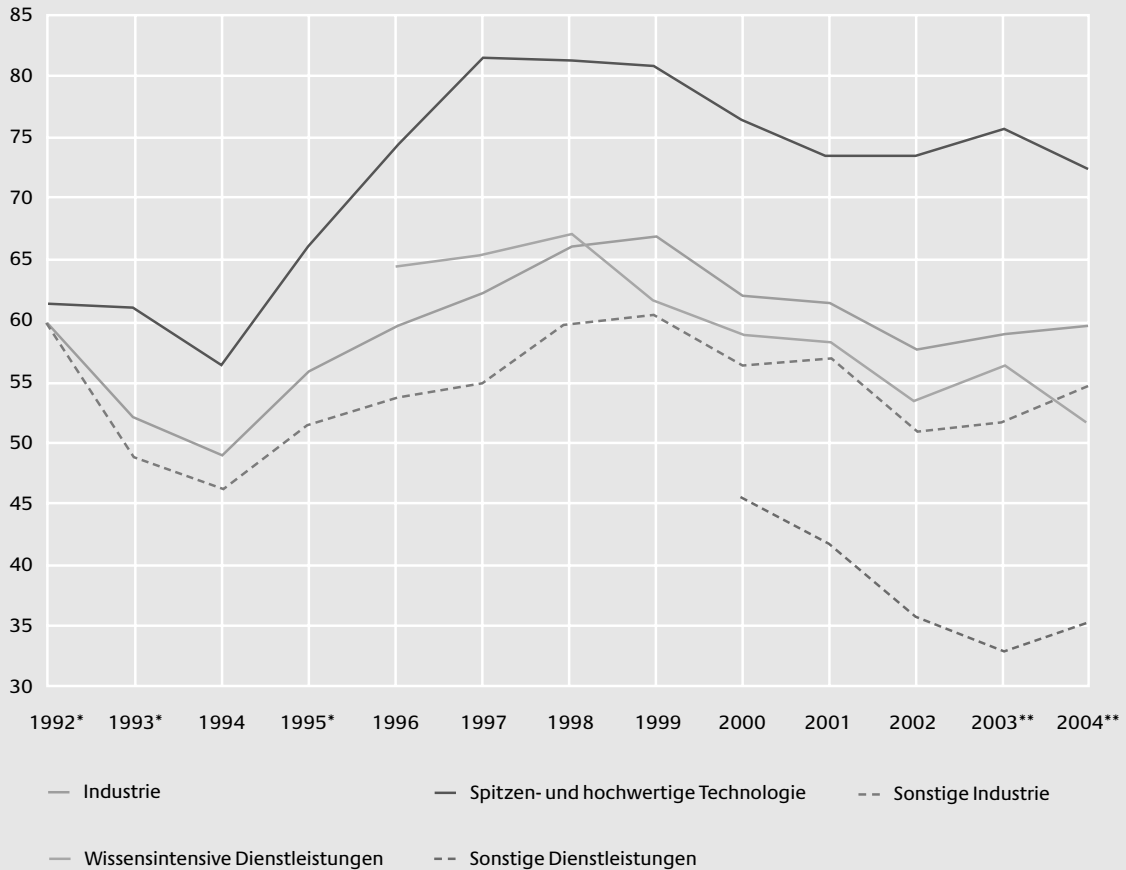
In den nicht-wissensintensiven Dienstleistungssparten nahm die Innovationsbeteiligung beinahe monoton ab, nur noch jedes dritte Unternehmen ist mit Innovationen befasst, mit einer leichten Steigerung im Jahr 2004 auf 35 %. Auch in der Industrie ist das Innovationsgefälle zwischen den forschungsintensiven und den übrigen Zweigen recht steil: Während in den forschungsintensiven Industrien 73 % der Unternehmen erfolgreich Innovationen umsetzen konnten, liegt der Innovatorenanteil in den nicht-forschungsintensiven Industriezweigen fast 20 Prozentpunkte niedriger. Erfreulicherweise hat die Innovationsneigung dort jedoch in den vergangenen Jahren leicht zugenommen. Genau genommen haben Unternehmen aus der Gruppe der weniger forschungsintensiven Industrien dafür gesorgt, dass die Innovatorenquote der Industrie insgesamt noch einmal gestiegen ist. Bei forschungsintensiven Industrien ist der Innovatorenanteil hingegen leicht zurückgegangen. Außerhalb der forschungsintensiven Industrien steht nicht eigene Forschung im Vordergrund der Innovationsaktivitäten, sondern die rasche und kompetente Anwendung von neuen Technologien und die zügige Weiterentwicklung von neuen Produkten. Deshalb ist die zunehmende Innovationsbeteiligung dort für das gesamte „Innovationssystem“ ein Vorteil, weil die forschenden Industrien sehr stark auf Impulse aus ihren Anwenderbranchen angewiesen sind.

Die Unternehmen der deutschen Wirtschaft haben im Jahr 2004: 100 Mrd. € für Innovationsvorhaben aufgewendet. Das entspricht in der Industrie (bei einem Aufkommen von gut 75 Mrd. €) einem Anteil am Umsatz von 5 % (Abb. 3.6, S. 26). Die Aufwendungen wurden in den letzten Jahren meist etwas stärker ausgeweitet als die stagnations- und rezessionsgeprägten Umsätze. Bei forschungsintensiven Industrien lag die Innovationsintensität bei knapp 7 %, in den übrigen Industriezweigen bei 2 ½ %. Bei wissensintensiven Dienstleistungen (Aufwendungen knapp 18 Mrd. €) beläuft sich die Innovationsintensität auf 4,9 %. 2004 zeigte sich erstmals eine leicht rückläufige Tendenz, auch beim Innovationsausgabenvolumen. Bislang war dies kontinuierlich – und am Umsatz gemessen überdurchschnittlich – angehoben worden.

Aus der Entwicklung von Innovationsbeteiligung und -intensität lässt sich kein eindeutiges, sondern eher ein zwiespältiges Bild zeichnen:

- + **Einerseits haben sich zwar wieder mehr Unternehmen auf den Innovationsweg gemacht, sie sind zu Neuerungen bereit. Soweit aus den Planungen (Mitte 2005) der Unternehmen bis 2006 erkennbar, wird die im Jahr 2004 erreichte Innovatorenquote in der Industrie gehalten werden können, im Dienstleis-**

Abb. 3.5: Innovatorenquote<sup>1</sup> in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen 1992 bis 2004



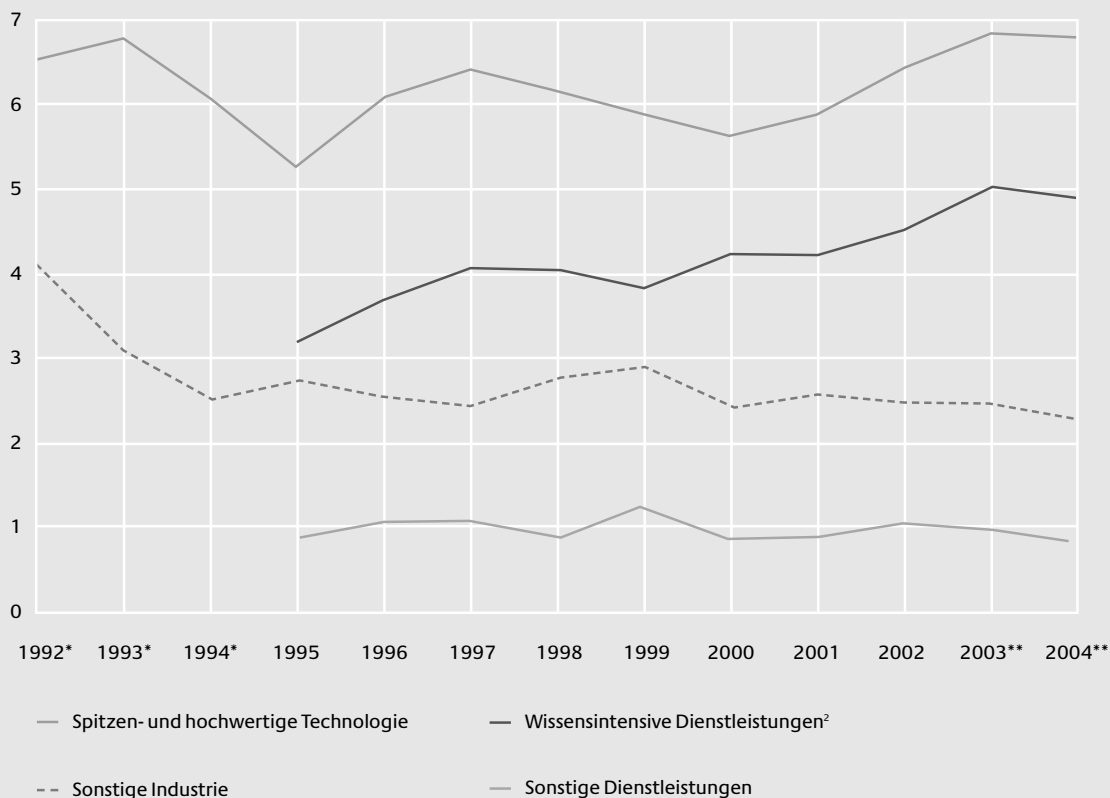
<sup>1</sup> Innovatorenquote: Anteil der Unternehmen, die in den jeweils letzten drei Jahren ein neues oder merklich verbessertes Produkt in den Markt gebracht oder ein neues oder merklich verbessertes Verfahren im Unternehmen eingeführt haben, in % aller Unternehmen.  
 \* Für wissensintensive Dienstleistungen nicht erhoben.  
 \*\* Vorläufig.  
 Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

tungssektor ist hingegen mit einer weiteren leichten Abnahme zu rechnen.

+ Andererseits erhält diese Entwicklung insofern noch einen Dämpfer, als die Ausgaben für innovative Aktivitäten in der Industrie bis 2006 nicht mit der Umsatzentwicklung mithalten, im Dienstleistungssektor gar absolut gesehen reduziert werden dürften. Die Unternehmen warten ab, insbesondere mit der Bindung an fixe Kostenbestandteile (Innovationspersonal und Sachinvestitionen). Damit diese sich lohnen, müssen sich die Zukunftsaussichten in positiver Richtung stabilisieren. Positiv ist zu werten, dass bei den Sachinvestitionen im Zusammenhang mit Innovationsvorhaben in der Industrie im Jahr 2004 wieder das Niveau von 1999 erreicht werden konnte.

### Verhaltene Erneuerung des Produktspektrums, industrielle Kostensenkungsbemühungen aktuell erfolgreich

Trotz der in Deutschland wieder angesprungenen Innovationsbeteiligung ging der Anteil von **originären Produktneuheiten** – also von Produkten, die zuvor noch nicht am Markt angeboten wurden – im Angebot der Unternehmen in den letzten fünf Jahren zurück (Abb. 3.7, S. 28). Dabei ist einerseits zu berücksichtigen, dass zwischen der Einführung einer Innovation und dem Eintreten merklicher Innovationserfolge einige Zeit vergehen kann. Es kann also noch kommen. Andererseits wird die Verjüngung der Produktpalette in der Volkswirtschaft wie auch das finanzielle Engagement für Innovationen quantitativ sehr stark durch das Verhalten der Großunternehmen geprägt: Bei inkrementellen Ausweitungen

Abb. 3.6: Innovationsintensität<sup>1</sup> in Deutschland 1992 bis 2004

<sup>1</sup> Anteil der Innovationsaufwendungen am Umsatz aller Unternehmen in %.

<sup>2</sup> Ohne Kredit- und Versicherungsgewerbe.

\* Für wissensintensive Dienstleistungen nicht erhoben.

\*\* Vorläufig.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

der Innovationsbudgets und bei verhaltenen Marktaussichten kann man eben keinen radikalen Produkt- und Sortimentsstrukturwandel erwarten.<sup>18</sup> So fiel in der Verarbeitenden Industrie der Umsatzanteil mit Marktneuheiten im fünften Jahr in Folge und liegt nun bei 6,5 %. Eine ähnlich rückläufige Tendenz gibt es beim Erfolg mit Sortimentsneuheiten (2004: 4,5 %). Reine Qualitätsverbesserungen im bestehenden Sortiment tragen hingegen beinahe unverändert zu 4 % zum Industrieumsatz bei.

#### Innovationen – Ausrichtung und Effekte

Innovationen können sowohl Produkt- als auch Prozessinnovationen sein. Produktinnovationen sind neue oder merklich verbes-

serte Produkte bzw. Dienstleistungen, die ein Unternehmen auf den Markt gebracht hat. Prozessinnovationen sind neue oder merklich verbesserte Fertigungs- und Verfahrenstechniken bzw. Verfahren zur Erbringung von Dienstleistungen, die im Unternehmen eingeführt werden.

Marktneuheiten sind neue oder merklich verbesserte Produkte bzw. Dienstleistungen, die ein Unternehmen seiner Ansicht nach als erster Anbieter auf dem Markt eingeführt hat. Prozessinnovationen liegt tendenziell ein Rationalisierungsmotiv zu Grunde; sie haben zur Senkung der durchschnittlichen Kosten geführt.

<sup>18</sup> Ähnlich wirken ja auch die FuE-Aktivitäten der Unternehmen (Abschnitt 4, S. 33), die in den letzten Jahren nicht der Wirtschaftsentwicklung vorausziehen und diese antreiben, sondern neben der Konjunktur herjoggen.



Erfreulich ist hingegen, dass Dienstleistungsunternehmen zumindest im Jahr 2004 wieder die Umsatzanteile der gesamtwirtschaftlich so wichtigen **Marktneuheiten** ausweiten konnten. Am stärksten war der Zuwachs in den wissensintensiven Dienstleistungen (ohne Finanzdienstleistungen): Die Quote liegt mit 8 % wieder auf dem Niveau der Jahre 1999/2000. Die hohen Werte der Jahre 2001/2002, als viele während des New Economy-Booms eingeführte originär neue Dienstleistungsangebote Früchte trugen und bedeutende Umsatzanteile erzielten, wurden jedoch nicht erreicht.

Prozessinnovationen, die vor allem in der Industrie immer bedeutender wurden, haben aktuell überwiegend gut angeschlagen. Die durch neue Verfahren bewirkten **Stückkostensenkungen** beliefen sich in der Verarbeitenden Industrie 2004 auf 5,6 %, 2003 waren es noch 4,5 % gewesen (Abb. 3.7, S. 28). Dies weist vor allem auf die enormen Anstrengungen bei Großunternehmen hin, die sich stärker als alle anderen auf dem Exportmarkt engagieren und sich auch auf dem Inlandmarkt am intensivsten dem internationalen Konkurrenzdruck stellen müssen. Dennoch bleiben die Einsparungen hinter den Ausgang der 90er Jahre erzielten außerordentlich hohen Kostenreduktionserfolgen zurück.

Bei Finanzdienstleistungen und nicht-wissensintensiven Dienstleistungen nahm der Kostensenkungseffekt von Innovationen ebenfalls zu. Bei den übrigen wissensintensiven Dienstleistungen (ohne Finanzen) ging das Ausmaß der prozessinnovationsgetriebenen Kostenreduktion dagegen im dritten Jahr in Folge zurück und erreicht nurmehr einen Wert von 3,3 %. Dies ist der niedrigste Stückkostensenkungsanteil seit 1997: Er beträgt weniger als die Hälfte des Spitzenwertes aus dem Jahr 2000. Eine mögliche Erklärung – es war oben schon angeklungen – mag in der vorübergehenden Ausreizung von Kostensenkungspotenzialen durch den Einsatz von neuen IuK-Technologien liegen. Dies wird am Unterschied zwischen den – eher kleinbetrieblich organisierten – wissensintensiven Dienstleistungen auf der einen Seite und den durch große Unternehmen geprägten Finanzdienstleistungen deutlich.

**Insgesamt** betrachtet scheinen die an Umsatzanteilen und Stückkostensenkungen gemessenen Innovationserfolge mit dem Anstieg der Innovationsaufwendungen in der derzeitigen Situation nicht ganz mithalten zu können. So gesehen hätte die dem „Innovationssystem“ in den vergangenen Jahren inhärente Tendenz einer zunehmenden Effizienz – in aller Vorsicht formuliert – einen leichten Dämpfer erhalten. Vorsicht ist deshalb angebracht, weil z. B. das Patentverhalten eher auf unvermindert hohe Effizienz schließen lässt.

### Gute und verbesserte Position bei weltmarktrelevanten Patenten

Das Erfindungs- und Innovationsverhalten der Unternehmen ist immer stärker an den Märkten orientiert. In Folge dessen wird

#### Triadepatente

Patente geben als formalisierte Schutzrechte den Unternehmen ein zeitweiliges Verfügungs- bzw. Nutzungsmonopol über Wissen, das für die ökonomische Verwertung von Erfindungen relevant ist. Es ist jedoch schwierig, den ökonomischen Wert von Patenten zu ermitteln. Ein wichtiges Kriterium, die Spreu vom Weizen zu trennen, ist die Weltmarktrelevanz von Patenten. Patente werden vom Ansatz her als weltmarktrelevant definiert, die sowohl beim europäischen, amerikanischen und japanischen Patentamt angemeldet werden. Damit verschwindet einerseits der regionale Einfluss auf das Patentverhalten; zudem wird gleichzeitig eine gewisse „Qualitätskontrolle“ eingeführt: Triadepatente repräsentieren Erfindungen mit besonders hoher technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Andererseits spiegeln sie die internationale Ausrichtung der anmeldenden Unternehmen wider. Es ist somit in Rechnung zu stellen, dass neben der technologischen Leistungsfähigkeit und den FuE-Aktivitäten vor allem (weltmarkt-)strategische Aspekte der Geschäftspolitik eine Rolle spielen und dass deren Bedeutung zugenommen hat. Rein technisch betrachtet ist der aus Sicht des anmeldenden Landes „kleinste“ Patentmarkt jeweils limitierender Faktor.

auch der Schutz von technologischem Wissen und von Innovationen immer wichtiger. Patente haben als Schutzinstrument für Erfindungen in der zweiten Hälfte der 90er Jahre den höchsten Bedeutungszuwachs erfahren.

- + **Deutschlands Erfinder sind an 12 % aller Triadepatente aus OECD-Ländern beteiligt; sie rangieren damit hinter den USA (35,4 %) und Japan (23,9 %), jedoch klar und deutlich vor Großbritannien (5,4 %) und Frankreich (4,6 %). Deutschland lag bezogen auf die Erwerbspersonen bei den weltmarktrelevanten Triadepatenten im Jahr 2003 rund drei Viertel oberhalb des OECD-Schnittes (Abb. 3.8, S. 29) und hat sukzessive seine Triadepatentposition verbessert – auch in der ersten Hälfte der 90er Jahre, in der die Zahl der weltmarktrelevanten Patentanmeldungen weltweit stagnierte.**
- + **Finnland hatte im Jahr 2003 mit 535 weltmarktrelevanten Patentanmeldungen je 1 Mio. Erwerbstätige den Spitzenplatz (Tab. 3.2, S. 30), vor Schweden (460), den Niederlanden (364), der Schweiz (358), Japan (325) und Deutschland (278). Deutschland liegt damit unter den großen Industrieländern auf dem zweiten Platz.<sup>19</sup> Hohe Zahlen patentgeschützter Erfindungen werden auch für die USA (225) gezählt. Korea, Kanada und die Niederlande haben unter den G 12-Ländern mittelfristig die höchsten Steigerungsraten pro Jahr zu vermelden, nahe dem zweistelligen Bereich. Deutschland,**

<sup>19</sup> Diese Unterscheidung wird bei Triadepatenten deswegen gerne getroffen, weil die Patentintensität der Volkswirtschaften ja nicht nur von ihren Innovations- und FuE-Anstrengungen abhängt, sondern auch von ihrer Einbindung in die internationale Arbeitsteilung und damit auch von der Größe des Landes. Zudem wird argumentiert, dass große Volkswirtschaften nicht in dem Maße Möglichkeiten zur Bündelung der Kräfte auf einzelne Technologiefelder mit hohem Patentpotenzial haben wie vergleichbar entwickelte kleinere Volkswirtschaften.

Abb. 3.7: Marktneuheiten und Kostenreduktion durch Prozessinnovationen<sup>1</sup> in Deutschland 1993 bis 2004



<sup>1</sup> Anteil der Unternehmen mit Marktneuheiten bzw. mit Kostenreduktion durch Prozessinnovation in % aller Unternehmen.

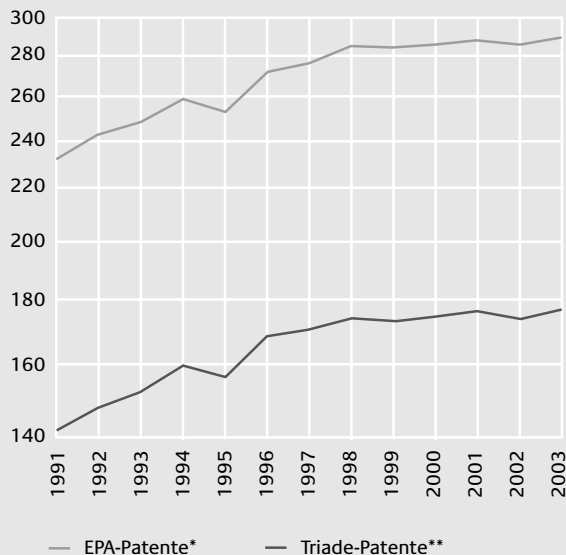
\* Erhebungsbedingter Rückgang des Anteils der Unternehmen mit kostenreduzierenden Prozessinnovationen nicht auszuschließen.

\*\* Ohne Kredit- und Versicherungsgewerbe.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

**Abb. 3.8: Patentintensität Deutschlands 1991 bis 2003**

– OECD = 100 –



Werte über 100: Deutschlands Anteile an der OECD bei Patenten sind höher als bei Erwerbspersonen.  
 Halblogarithmischer Maßstab.  
 \* Anmeldungen beim EPA.  
 \*\* Patente, die in Europa, den USA und Japan angemeldet wurden.  
 Quelle: EPAPAT. – WOPATENT. – EPA. – OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – Berechnungen des Fraunhofer ISI und des NIW.

**Finnland und Japan folgen direkt dahinter. Auch sie haben mit überdurchschnittlich hoher Dynamik weltmarktrelevante Patente angemeldet. Die Unternehmen haben ihre Erfindungen immer stärker an den wettbewerblichen Bedürfnissen des Weltmarktes ausgerichtet.**

- + **Die Verläufe und Ausschläge sind bei Patenten wesentlich steiler als bei FuE. Das Patentsystem reagiert schneller auf (Export-)Marktsignale als es das auf Kontinuität angewiesene FuE-System kann. Deutschlands Wirtschaft meldete also im immer schneller werdenden „Patentrennen“ insbesondere bis zum Jahr 2000 besonders viele Erfindungen zum Patent an (Abb. 3.8). Das „deutsche Innovationssystem“ ist demnach als sehr (export-)marktorientiert einzustufen.**

Die überdurchschnittlich hohe und steiler steigende Zahl von Patentanmeldungen mit dem Ziel Weltmarkt zeigt, dass die Umsetzung von Forschungsergebnissen aus Wissenschaft, Forschung und Industrie in breite technologische Anwendungen funktioniert. Zu Deutschlands guter Position steuert auch die hohe Integration von Klein- und Mittelunternehmen in das Innovationssystem und deren marktorientierte technologische Erfindungen bei. Zur Dynamik haben allerdings eher die Großen beigetragen<sup>20</sup>, aber auch die Tatsache, dass sich die Unternehmen Anregungen für Innovationen angesichts der schwachen Binnenkonjunktur immer stärker aus dem Ausland holen: Insofern muss man gerade bei weltmarktrelevanten Patenten von einer Entkoppelung der Anmeldungen von den Entwicklungsaktivitäten ausgehen.

Bei der weltweiten Patentdynamik ist die mittelfristige von der kurzfristigen Entwicklung zu unterscheiden (Tab. 3.2, S. 30). Denn seit dem Jahr 2000 wurde die Patentdynamik insbesondere mit der „New Economy“-Krise, die bei einzelnen Ländern tiefe Einschnitte hinterlassen hat, und der einsetzenden Weltrezession gebrochen. Zwischen 2000 und 2003 hat es zunächst ein Minus, dann jedoch wieder eine Konsolidierung gegeben, so dass erst jüngst das 2000er Niveau wieder leicht überschritten werden konnte. Besonders Finnland und Schweden waren zusammen mit den Niederlanden im Strudel der Entwicklung auf den IuK-Technologiemärkten seit dem Jahr 2000 kräftig abgestürzt. Aber auch Großbritannien, Kanada, Japan, Deutschland und Italien zeigen nur eine geringere Dynamik.

Es gibt sicherlich eine Reihe von Gründen für die Entwicklung der weltmarktrelevanten Patentanmeldungen seit dem Jahr 2000. Zum einen sind kostspielige Patentanmeldungen – neben „patentstrategischen Überlegungen“ wie z. B. ihrem Einsatz bei Kooperationen, Lizenztausch und Firmenübernahmen<sup>20</sup> – abhängig von der Konjunktur und den Wachstumserwartungen der Unternehmen. Andererseits sollte auch darauf hingewiesen werden, dass FuE als Basis für neue Technologien seit 2000 in der Weltwirtschaft real kaum noch ausgeweitet worden ist, insbesondere nicht bei den besonders patentintensiven Bereichen IuK-Medientechnik/Elektronik, und dass das Exportgeschäft, das die Triadepatentzahlen ja stark determiniert, ebenfalls schwächer geworden war, vor allem bei IuK- und Telekommunikationstechnologien.

Über aktuelle Entwicklungen auf den Weltpatentmärkten gibt es nur grobe Indizien: Im Jahr 2004 – einem konjunkturell gesehen günstigen Jahr – sind wieder deutlich mehr technologische Erfindungen zum Patent angemeldet worden als 2003. Der Verlauf der Erstanmeldungen beim EPA (6 % Steigerung gegenüber 2003) lässt jedoch erwarten, dass deutsche Anmelder das Tempo nicht mitgehen (1 ½ %). Auch die USA bleiben darunter, Großbritannien und Schweden sind gar ins Minus gerutscht. Der größte Schwung kommt aus Japan, der Schweiz und den Niederlanden, aber auch aus Frankreich und Italien; Finnland feiert ein Comeback.

<sup>20</sup> K. Blind u. a., Erfindungen kontra Patente, Karlsruhe 2003.

**Tab. 3.2: Intensitäten und Wachstumsraten von internationalen Patenten in ausgewählten Ländern 1995 bis 2004**

	Patentintensität 2003 (Patente pro 1 Mio. Erwerbstätige)	Triade-Patente*		
		Jahresdurchschnittliche Zuwachsrate in %		
		1995–2003	1995–2000	2000–2003
Gesamt				
OECD	161	6,3	9,9	0,6
EU-15	175	6,4	10,5	0,0
FIN	535	7,1	14,7	– 4,4
SWE	460	2,8	8,8	– 6,4
NED	364	8,8	14,0	0,6
SUI	358	6,6	10,1	1,1
JPN	325	7,1	11,4	0,3
GER	278	7,1	11,3	0,4
USA	225	4,7	7,7	0,1
GBR	160	4,5	9,5	– 3,5
FRA	164	5,6	7,9	2,0
CAN	121	9,8	15,2	1,4
KOR	119	23,8	21,6	27,7
ITA	60	5,1	10,1	– 2,7

\* Patente, die in Europa, den USA und Japan angemeldet wurden.

Quelle: EPAPAT. – WOPATENT. – EPA. – OECD, Main Science and Technology Indicators. – Berechnungen des Fraunhofer ISI und des NIW.

### Erfindungen immer stärker auf Spitzentechnik ausgerichtet

Die Struktur der deutschen Erfindungen spiegelt die technologische Ausrichtung der deutschen Wirtschaft wider, die sich auch in der Außenhandelspezialisierung sowie in der Wirtschaftsstruktur (Abschnitt 2, S. 3 ff.) gezeigt hat: Deutschland ist top bei Hochwertigen Technologien, hat bei Spitzentechnologien jedoch noch lange nicht die Bedeutung, die es sonst auf den Weltpatentmärkten ausstrahlt. Sowohl im Zuge der in den 90er Jahren stark gestiegenen Anmeldungen als auch in der Stagnationsphase nach dem Jahr 2000 hat sich die Spezialisierung der Länder ziemlich verändert (Tab. 3.3, S. 31).

#### Patentstrukturanalysen

Bei differenzierten Patentstrukturanalysen kommen Triadedaten nicht in Frage, sondern es muss auf ein nationales oder supranationales Patentamt zurückgegriffen werden. Zu differenzierten Analysen werden hier nur die EPA-Anmeldungen herangezogen. Denn dort finden sich die geringsten Verzerrungen, obwohl die ganze Region Europa gegenüber anderen Erdteilen etwas bevorzugt wird.

- + Im forschungsintensiven Sektor melden – gemessen an ihrem Patentaufkommen insgesamt – insbesondere Kanada, Finnland und Korea, aber auch die USA überdurchschnittlich stark Erfindungen zum Patent an.
- + Aus Deutschland kommt zwar eine sehr hohe Zahl von Anmeldungen bei den Patentbehörden an. Dennoch hat Deutschland bei Patenten ein eigenartiges Spezialisierungsprofil: Denn aus forschungsintensiven Industrien kommen weniger Patentanmeldungen als man auf Grund der überdurchschnittlich hohen FuE-Intensität der Wirtschaft und der starken Exportposition forschungsintensiver Industrien erwarten könnte. In Deutschlands Portfolio haben Patente aus nicht-forschungsintensiven Industriezweigen ein überdurchschnittlich hohes Gewicht. Hier mag eine Rolle spielen, dass die regionale Nähe zum Europäischen Patentamt (der „Heimvorteil“) zu einem Patentportfolio führt, das auch eine ganze Reihe von wenig FuE-intensiven Branchen mit vielen Erfindungen und guten Exportaussichten in der Nachbarschaft beinhaltet. Deutschland ist im nicht-forschungsintensiven Sektor ähnlich intensiv auf den Patentmärkten vertreten wie im forschungsintensiven.
- + Außerdem gibt es Bereiche, die in Deutschland sehr FuE-aktiv sind und in denen Deutschland stark präsent ist

**Tab. 3.3: Patentspezialisierung (RPA\*) ausgewählter Länder nach FuE-Intensität der Produktgruppen 1995, 2000 und 2003**

Jahr	Forschungsintensive Klassen			Spitzentechnologie			Hochwertige Technologie		
	1995	2000	2003	1995	2000	2003	1995	2000	2003
KOR	7	9	10	0	28	33	12	- 10	- 15
FIN	11	12	11	44	50	52	- 23	- 47	- 50
CAN	12	13	12	35	28	34	- 8	- 3	- 11
SWE	- 5	- 1	- 1	9	20	13	- 15	- 23	- 14
USA	11	11	8	26	25	19	- 1	- 2	- 2
GBR	1	3	3	12	15	15	- 8	- 9	- 7
JPN	5	2	2	0	- 6	- 12	8	9	11
NED	- 6	- 4	- 9	1	6	11	- 12	- 13	- 28
FRA	- 11	- 9	- 4	- 11	- 11	- 2	- 11	- 7	- 5
GER	- 10	- 8	- 5	- 46	- 35	- 28	9	11	10
SUI	- 13	- 10	- 8	- 43	- 30	- 24	3	5	4
ITA	- 17	- 23	- 20	- 47	- 59	- 51	0	3	1
EU-15	- 9	- 7	- 6	- 22	- 16	- 13	- 1	0	0

\* RPA (Relativer Patentanteil): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil der Patente auf diesem Gebiet höher ist als bei Patenten insgesamt.  
Quelle: EPAPAT. – WOPATENT. – EPA. – OECD, Main Science and Technology Indicators. – Berechnungen des Fraunhofer ISI.

**(z. B. den Automobilbau), in denen die Patentneigung jedoch niedrig ist.**

Allerdings zeichnet sich für Deutschland eine kontinuierliche Verschiebung der Patentstruktur in Richtung FuE-intensive Klassen ab, und zwar auf breiter Front:

- + **Zum einen hat Deutschland seine Vorteile in der anwendungsorientierten Hochwertigen Technologie (insbesondere Fahrzeugbau, Maschinenbau, „klassische“ Elektrotechnik, Chemie sowie hochwertige Instrumente) noch ausbauen können. Vor allem in der Automobiltechnik war eine hohe Erfindungsdynamik zu verzeichnen; dort war Deutschland ohnehin schon spezialisiert. Diese Stärke hat auch im neuen Jahrhundert Deutschlands Position deutlich gefestigt. Auch die Schweiz und Italien zeigen eine ähnliche technologische Ausrichtung.**
- + **Bei Spitzentechnologien ist Deutschland hingegen recht schwach vertreten (insbesondere Elektronik, Büromaschinen/EDV, Pharma, Medizintechnik) – allerdings weist die Tendenz klar nach oben. Ähnliches ist ja auch bei der Ausfuhr von Spitzentechnikerzeugnissen zu beobachten gewesen (Abschnitt 2, S. 3 ff.). Dies ist ein deutlicher Unterschied zu Japan, das auf den Spitzenpatentmärkten rasch an Boden verloren und seinen Platz im Mittelfeld der auf Spitzenpatente spezialisierten Länder abgegeben hat. Anfang der 90er Jahre war Japan gar noch in der Spitzengruppe. Dort**

**agieren neben den USA, Großbritannien und Kanada auch mehrere kleine Volkswirtschaften erfolgreich (z. B. Finnland, Schweden und die Niederlande), die gar keine andere Wahl haben, als sich auf wenige Bereiche zu konzentrieren, sowie das extrem stark aufholende Korea.**

- + **Zwischen 2000 und 2003 hat eine Reihe von Ländern erheblich an Spezialisierungsvorteilen bei Spitzenpatenten verloren (Tab. 3.3): Schweden, die USA, Kanada, Japan und die Niederlande. Spitzenpatente kommen zur Hälfte aus Elektronik/IuK- und Medientechnik, ein Viertel ist der Pharmazie zuzuordnen. Die hektischen Bewegungen auf den Märkten für IuK- und verwandte Technologien können sowohl den Wettlauf bei Spitzentechnologiepatenten in den 90er Jahren erklären als auch den Rückgang im neuen Jahrtausend. Kleine Länder ohne nennenswerte Alternative zu IuK- und verwandten Feldern gerieten stark in deren Strudel. Für die USA gilt dieses Argument zwar nicht; hier ist auf den besonders kräftigen Einbruch bei FuE bei Elektronik hinzuweisen, der auch nicht im Entferntesten durch die FuE-Ausweitung bei Pharmazie kompensiert werden konnte. Deutschland hatte auf dem Feld der Elektronik – relativ betrachtet – nicht so viel zu verlieren wie andere Länder. Es konnte gleichzeitig in diesem Segment entgegen dem allgemeinen Trend Kurs halten und etwas aufholen. Zudem gab es in der Industrie gesteigerte Aktivitäten in der Spitzentechnikforschung (Abschnitt 4, S. 33 ff.).**

Spitzentechnologien stehen trotz des IuK-Einbruchs beim weltweiten Patentwachstum aktuell wieder vorne. Sie bieten längerfristig betrachtet auch deutlich höhere Wachstumspotenziale – das gilt nicht nur für das Technologieangebot, sondern auch für

Export und Produktion. Will man in Deutschland von diesen Trends profitieren, dann ist eine weitere zügige Umstrukturierung des Technologieangebots erforderlich.

## 4 Berg- und Talfahrt bei weltweiten unternehmerischen FuE-Aktivitäten

**Unabdingbar für eine grundlegende Änderung der technologischen Ausrichtung der Wirtschaft sind Investitionen in die Erweiterung des technologischen Wissens, zusammengefasst unter dem Begriff Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE).**

### **Forschung und experimentelle Entwicklung**

Innovationsaktivitäten, Erfindungen und neue Technologien basieren in sehr vielen Fällen auf unternehmenseigener Forschung und experimenteller Entwicklung (FuE). FuE-Aktivitäten umfassen nach internationalen Konventionen („Frascati Manual“) Forschungsarbeiten zur Gewinnung neuer wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse ohne Blickrichtung auf spezifische Verwendungsmöglichkeiten (Grundlagenforschung), Forschungsarbeiten mit direktem Bezug zu spezifischen Einsatzmöglichkeiten (angewandte Forschung) sowie die systematische Nutzung bekannter wissenschaftlicher Erkenntnisse zur Herstellung neuer Materialien, Produkte und Verfahren sowie deren wesentliche Verbesserung (experimentelle Entwicklung).

### **FuE-Struktur zeigt in Deutschland nur wenig wachstumsträchtige Alternativen**

Ein Großteil der FuE-Intensitätsunterschiede und -Entwicklungspfade der Volkswirtschaften kann auf die Wirtschaftsstruktur zurückgeführt werden, und darunter insbesondere auf die jeweilige Bedeutung der Elektronik/Elektro-, IuK- und Medientechnik, z. T. auf die der Pharmazeutischen Industrie. Außerdem spielt eine Rolle, wie stark in den Volkswirtschaften wissensintensive Dienstleistungen vertreten sind, die zum einen besonders hohe Anforderungen an FuE in der Verarbeitenden Industrie stellen (hohe Affinität zur Spitzentechnologie, vgl. Abschnitt 2, S. 3 ff.), zum anderen aber zunehmend selbst FuE betreiben. Zumindest in den angelsächsischen und in den nordischen Ländern wird dies auch in der FuE-Statistik deutlich.

Die genannten Wirtschaftszweige beanspruchen ca. 60 % der weltweiten FuE-Kapazitäten (Tab. 4.1, S. 34). Gerade das Beispiel der nordischen Länder zeigt, welchen Einfluss die Bereitschaft zum sektoralen Strukturwandel auf die FuE-Dynamik hat. Sie konzentrieren sich in ihrer technologischen Ausrichtung jeweils auf ausgewählte Spitzentechnologien (Nachrichtentechnik, IuK, Pharmazie/Biotechnologie) oder zusätzlich auf expandierende Branchen wie die Automobilindustrie (Schweden) und haben damit einen gehörigen binnenwirtschaftlichen Strukturwandel bewirkt. Allerdings birgt die Konzentration auf wenige Technologiefelder auch Risiken, die bei sich rasch verändernden Märkten gravierend ausfallen können. Dies zeigt sich bspw. nach dem Ende des „new economy hype“ im neuen Jahrtausend (vgl. auch die Patentanalyse in Abschnitt 3, S. 17 ff.).

Die deutsche Industrieforschung war lange Zeit – im Vergleich zu ihren internationalen Konkurrenten – in den meisten der genannten, wachstumsträchtigen Spitzentechnologiebereiche bei FuE nicht sehr weit vorne zu finden. Über Jahrzehnte hinweg hat sie sehr stark auf die kompetente Weiterentwicklung, Anwendung und Umsetzung von (zu einem großen Teil importierten) Spitzenforschungsergebnissen in Bereichen gesetzt, in denen zwar viel und anspruchsvoll geforscht und entwickelt werden muss, jedoch nicht so aufwändig wie im Spitzentechnologiebereich. Der Erfolg hatte ihr Recht gegeben. Einkommen und Beschäftigung sind insbesondere in diesen Bereichen der höherwertigen und mittleren Technologie (Chemie, Elektro, Maschinen- und Fahrzeugbau) entstanden (Abschnitt 2, S. 3 ff.) – also durch eine geschickte und kreative Kombination von angestammten Kompetenzen mit neuen Spitzentechnologien. Dieser Weg funktioniert jedoch nicht mehr so recht. Der (Produkt-)Strukturwandel vollzieht sich immer schneller, die Lebenszyklen von Produkten und Leistungen verkürzen sich. Will man wieder an der Weltspitze mitmischen, dann muss man sich immer stärker auch in der Spitzentechnologie engagieren, denn aufholende Schwellenländer suchen gerade bei mittleren und gehobenen Technologien Anknüpfungspunkte für ihre strukturelle und technologische Entwicklung. Sie können dort eher ihre Kostenvorteile in die Waagschale werfen als bei Spitzentechnologien.

- + **Erst die erneute Ausweitung der FuE-Kapazitäten in der deutschen Wirtschaft im zweiten Drittel der 90er Jahre war in Deutschland mit einem Strukturwandel zugunsten der Spitzentechnologiebereiche (Pharmazie, IuK, Elektronik/Medientechnik, Instrumente) verbunden, Versäumnisse der Vergangenheit wurden teilweise korrigiert. Die Bereiche IuK, Elektronik/Medientechnik gehören allerdings seit einigen Jahren wieder zu denjenigen, die ihre FuE-Kapazitäten recht scharf zurückgenommen haben.**
- + **In diesem Strukturwandel sind jedoch die traditionell starken deutschen Industriezweige außerhalb der Spitzentechnologie deutlich zurückgeblieben (Elektrotechnik, Chemie, Maschinenbau). Dies zeigt sich auch an der Hierarchie der Industriezweige nach ihrer FuE-Intensität (hier: Anteil der FuE-Gesamtaufwendungen am Umsatz aus eigenen Erzeugnissen), sie hat sich klar verschoben (Abb. 4.1, S. 35). Luft- und Raumfahrzeugbau sowie Elektronik/Medientechnik sind als Spitzenreiter von der Pharmazeutischen Industrie abgelöst worden. Außerdem haben vor allem Instrumente (Mess-, Steuer-, Regeltechnik usw.), Automobilbau, Radio/TV sowie Kunststoff/Gummi ihren FuE-Anteil am Umsatz steigern können. Eine ganze Reihe von Industrien ist jedoch zurückgefallen. Neben Luft- und Raumfahrzeugbau, Elektronik/Medientechnik und Büromaschinen/EDV sind dies unter den**

Tab. 4.1: Sektorstruktur Deutschlands bei FuE, EPA-Patenten und Exporten 1991 und 2002/2003 im internationalen Vergleich

– Anteile in % –

Bezeichnung	Forschung und Entwicklung					
	Deutschland		OECD*		Deutschlands Anteil an der OECD*	
	1991	2002	1991	2002	1991	2002
Chemische Industrie	13,5	9,3	8,3	5,1	17,5	16,2
Pharmazeutische Industrie	4,7	6,7	6,8	9,0	7,5	6,7
Maschinenbau	11,5	10,3	5,6	5,4	22,1	17,0
EDV/Elektronik/Telekommunikation	14,1	11,5	18,9	18,2	8,0	5,7
Elektro-/MSR-Technik	13,4	9,4	11,3	10,0	12,7	8,4
Automobilbau	21,5	29,8	11,2	11,5	20,6	23,1
Übriger Fahrzeugbau	9,2	6,6	10,7	5,2	9,3	11,4
Dienstleistungen	3,6	8,6	14,4	24,8	2,7	3,1
Übrige Wirtschaft	8,5	7,7	12,8	10,7	7,1	6,4
<b>Insgesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>10,7</b>	<b>8,9</b>
Bezeichnung	EPA-Patente					
	Deutschland		Welt		Deutschlands Anteil an allen Ländern	
	1991	2003	1991	2003	1991	2003
Chemie	13,4	8,9	11,9	8,9	21,5	20,0
Pharmazie	11,2	9,7	13,1	12,5	16,3	15,6
Maschinenbau	17,6	15,5	14,0	12,2	23,9	25,5
Informations- und Kommunikationstechnik	21,3	25,6	29,1	32,9	14,0	15,6
Elektro-/MSR-Technik	11,2	11,9	12,1	12,8	17,7	18,8
Kraftfahrzeuge	12,5	15,5	8,9	9,8	26,6	31,6
Übrige Fahrzeuge	4,2	3,9	3,5	3,2	22,6	24,4
Sonstige Technologiefelder	8,6	8,9	7,3	7,7	22,4	23,2
<b>Insgesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>19,1</b>	<b>20,0</b>
Bezeichnung	Ausfuhren					
	Deutschland		OECD		Deutschlands Anteil an der OECD	
	1991	2003	1991	2003	1991	2003
Chemische Erzeugnisse	12,9	13,1	10,8	13,5	18,2	13,9
Pharmazeutische Erzeugnisse	2,0	3,5	1,8	4,1	17,2	12,1
Maschinen und Anlagen	17,4	14,7	11,8	10,6	22,4	19,8
EDV/Elektronik/Telekommunikationsgeräte	6,0	7,8	10,2	12,0	8,9	9,3
Elektrotechnische Erzeugnisse, MSR-Technik	8,4	9,4	7,2	8,4	17,7	16,0
Kraftfahrzeuge	17,0	21,8	12,8	14,4	20,1	21,7
Übrige Fahrzeuge	4,2	4,4	5,1	4,6	12,4	13,4
Übrige Waren	32,2	25,3	40,4	32,3	12,1	11,2
<b>Insgesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>15,1</b>	<b>14,3</b>

\* 19 größte Länder.

Quelle: OECD, ANBERD-Datenbank. – OECD, STAN-Datenbank. – EPAPAT. – WOPATENT. – EPA. – OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – Berechnungen des Fraunhofer ISI und des NIW.



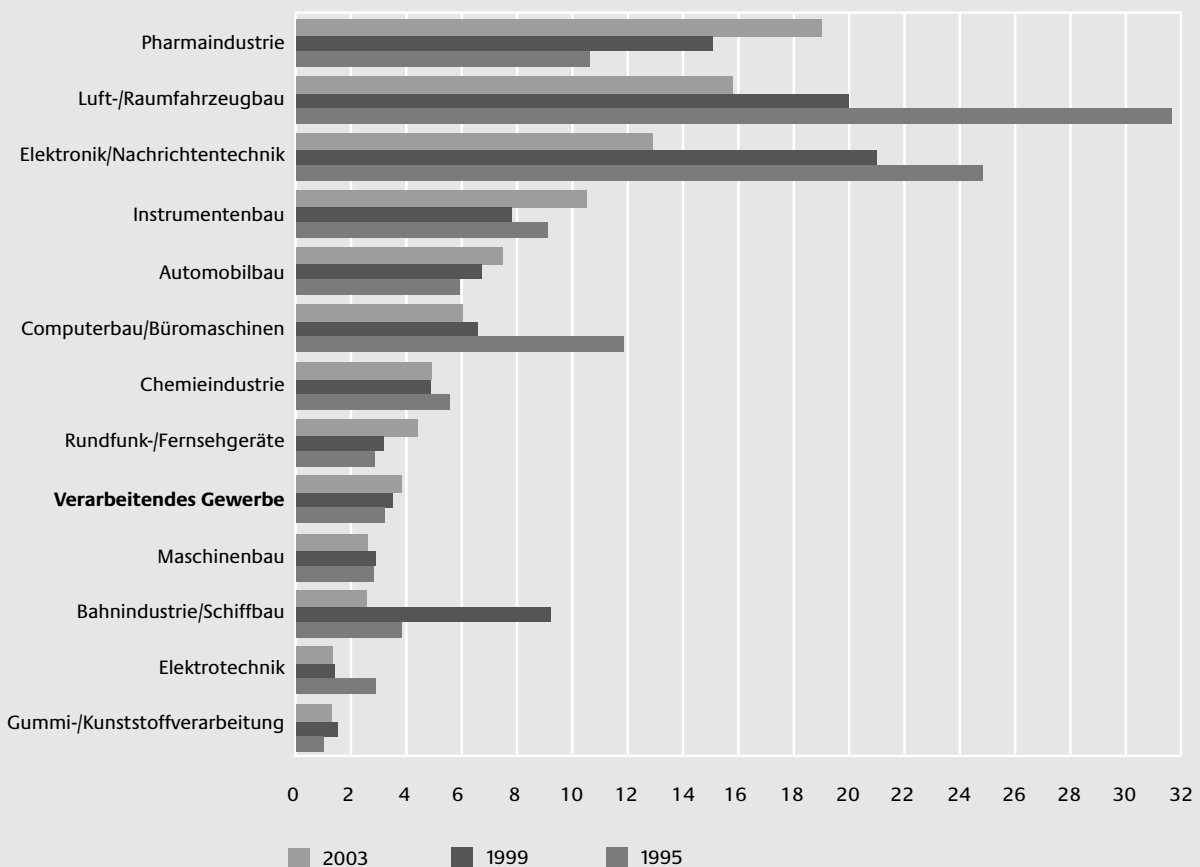
forschungsintensiven Industrien mit der Chemischen Industrie, dem Maschinenbau, der Elektrotechnik sowie Schienen- und Wasserfahrzeugen Wirtschaftszweige, die im internationalen Wettbewerb zu Deutschlands Stärken zu zählen sind und über Jahrzehnte maßgeblich Deutschlands technologische Kompetenzen repräsentiert haben.

- + Dass die Verarbeitende Industrie dennoch kontinuierlich eine leichte Steigerung der FuE-Intensität aufweist, mag angesichts dieser Verschiebungen auf den ersten Blick nicht einsichtig sein. Dies hängt mit der hohen Bedeutung des Automobilbaus zusammen: Er ist sehr stark gewachsen und hat im Expansionsprozess seine FuE-Kapazitäten auch noch überdurchschnittlich stark und über dieses Wachstum hinaus ausgeweitet. Er beansprucht mittlerweile ein Drittel

der FuE-Kapazitäten der Wirtschaft<sup>22</sup> (vgl. auch Tab. 4.2, S. 36). Der Automobilbau hat dafür gesorgt, dass das FuE-Aktivitätsniveau der deutschen Wirtschaft auf akzeptablem Niveau geblieben ist und hat gerade in der jüngsten Vergangenheit den Unterschied zu den USA ausgemacht (s. u.).

- + Der sektorale Strukturwandel zu Gunsten forschungsintensiver Industrien hätte eigentlich auch zwischen 2001 und 2003 zu einem klaren Anstieg der FuE-Intensität führen müssen (Tab. 4.3, S. 38). Stattdessen ist in fast allen Branchen – Automobil- und Pharmaindustrie ausgenommen – die FuE-Intensität gesunken. Dies unterstreicht die sehr verhaltene Neigung der Unternehmen zu finanziellen Engagements im Innovationsbereich.

Abb. 4.1: FuE-Intensität\* nach Wirtschaftsbereichen in Deutschland 1995, 1999 und 2003



\* FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, FS 4, Reihe 4.1.1 und 4.3. – Berechnungen des NIW.

<sup>22</sup> Im Jahr 2004 belief sich das FuE-Aufkommen im deutschen Automobilbau auf 15,7 Mrd. €, die Wirtschaft insgesamt gab 46,3 Mrd. € aus. 1995 lauteten die Zahlen noch 6,8 bzw. 30 Mrd. €.

Tab. 4.2: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2003

	Westdeutschland, Anteile in %						
	1979	1981	1983	1985	1987	1989	1991
<b>Finanzierung von FuE in der Wirtschaft</b>							
Wirtschaft	83,3	85,2	85,2	85,9	88,2	86,8	88,4
<b>Eigenes Unternehmen</b>							
<b>Andere Unternehmen</b>							
Staat	14,2	13,0	12,9	12,5	10,1	10,1	8,6
<b>Davon in Klein- und Mittelunternehmen</b>	7,5	7,8	18,0	15,1	7,6	6,5	
<b>Unternehmen &gt; 500</b>	14,1	13,0	11,0	12,0	9,9	10,1	
Ausland	2,2	1,5	1,6	1,4	1,5	2,9	2,8
<b>Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen</b>							
Weniger als 100 Beschäftigte	4,1	6,0	9,0	10,2	8,7	7,7	4,9
100 bis unter 500 Beschäftigte	9,5	10,1	10,3	10,4	9,3	9,1	9,7
500 bis unter 1 000 Beschäftigte	6,8	4,6	4,5	4,5	4,9	4,9	5,0
1 000 und mehr Beschäftigte	79,6	79,3	76,2	74,9	77,1	78,3	80,4
<b>Anteil der Wirtschaftszweige am FuE-Personal</b>							
Chemie, Mineralöl	22,8	21,6	22,0	20,3	19,8	19,8	20,1
Maschinenbau	14,2	13,7	13,8	14,0	13,0	12,6	11,8
Elektro, Elektronik, Instrumente, Computer	31,0	30,0	29,0	30,0	32,0	31,0	29,0
Fahrzeugbau	17,0	18,0	18,0	18,0	19,0	20,0	21,5
Übr. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	11,0	13,0	13,0	12,0	12,0	13,0	13,0
Übr. Warenproduzierendes Gewerbe	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Dienstleistungen	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Gemeinschaftsforschung	1,6	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,5
<b>Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft</b>							
Insgesamt	5,7	7,7	10,1	9,3	8,6	9,2	10,1
<b>Klein- und Mittelunternehmen</b>	6,0	6,9	18,4	14,3	11,1	8,1	9,8
<b>Unternehmen &gt; 500</b>	4,7	7,1	7,9	7,9	8,0	9,3	10,1
<b>Durchführung externer FuE der Wirtschaft</b>							
Wirtschaft	70,3	63,6	70,5	69,5	67,1	64,6	62,6
Hochschulsektor				8,5	10,6	9,1	
Sonstige FuE-Einrichtungen	20,7	25,6	20,0	9,4	10,9	10,0	20,8
Sonstige Inländer				0,0	0,4	0,5	
Ausland	9,4	10,8	9,5	12,6	11,0	15,8	16,6
<b>Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen</b>							
Personal	60,1	58,8	58,4	58,0	58,3	60,1	57,9
Sachmittel	30,4	31,3	31,6	31,0	30,4	31,0	32,8
Investitionen	9,4	9,9	10,0	10,0	11,0	8,9	9,3
<b>Struktur des FuE-Personals in Unternehmen</b>							
Wissenschaftler/Ingenieure	30,9	31,8	32,8	34,0	36,3	38,2	41,4
Techniker	31,8	30,1	30,9	31,4	30,7	29,7	28,5
Sonstige	37,3	38,1	36,3	34,6	33,0	32,1	30,1



noch Tab. 4.2: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2003

	Gesamtdeutschland, Anteile in %						
	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003
<b>Finanzierung von FuE in der Wirtschaft</b>							
Wirtschaft	88,2	90,6	90,3	88,0	90,7	92,9	93,7
<b>Eigenes Unternehmen</b>							<b>91,6</b>
<b>Andere Unternehmen</b>							<b>2,6</b>
Staat	8,8	7,3	7,5	8,3	6,4	4,1	3,8
<b>Davon in Klein- und Mittelunternehmen</b>	<b>8,2</b>	<b>6,1</b>	<b>7,4</b>	<b>9,2</b>	<b>7,2</b>	<b>5,5</b>	<b>6,1</b>
<b>Unternehmen &gt; 500</b>	<b>8,3</b>	<b>6,8</b>	<b>7,0</b>	<b>7,7</b>	<b>6,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,1</b>
Ausland	2,7	2,0	2,1	3,6	2,7	2,9	2,4
<b>Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen</b>							
Weniger als 100 Beschäftigte	5,7	7,7	8,1	8,6	7,1	6,3	5,7
100 bis unter 500 Beschäftigte	12,1	11,0	11,7	11,4	11,2	11,6	11,8
500 bis unter 1000 Beschäftigte	6,1	5,8	6,2	6,9	7,1	6,8	7,8
1000 und mehr Beschäftigte	76,1	75,6	74,1	73,1	74,6	75,3	74,8
<b>Anteil der Wirtschaftszweige am FuE-Personal</b>							
Chemie, Mineralöl	19,4	18,6	17,5	16,8	14,5	13,9	14,2
Maschinenbau	13,1	11,9	13,7	13,6	12,1	12,0	11,7
Elektro, Elektronik, Instrumente, Computer	29,0	30,0	29,0	25,0	23,5	25,9	23,1
Fahrzeugbau	21,0	22,0	25,0	28,5	29,6	28,7	32,0
Übr. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	12,0	12,0	8,2	8,2	8,3	7,6	7,7
Übr. Warenproduzierendes Gewerbe	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9	0,6	0,6
Dienstleistungen	3,0	3,0	4,4	5,8	9,7	9,8	9,5
Gemeinschaftsforschung	1,5	1,6	1,4	1,3	1,3	1,5	1,2
<b>Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft</b>							
Insgesamt	10,2	12,2	10,5	13,3	14,9	17,0	18,3
<b>Klein- und Mittelunternehmen</b>		<b>8,5</b>	<b>8,1</b>	<b>8,4</b>	<b>8,2</b>	<b>11,9</b>	<b>10,1</b>
<b>Unternehmen &gt; 500</b>		<b>12,4</b>	<b>10,5</b>	<b>14,1</b>	<b>15,5</b>	<b>17,5</b>	<b>19,1</b>
<b>Durchführung externer FuE der Wirtschaft</b>							
Wirtschaft	62,9	65,4	59,9	64,0	68,3	71,0	61,7
Hochschulsektor	10,4	9,0	13,1	9,3	7,4	7,7	10,5
Sonstige FuE-Einrichtungen	8,8	6,8	8,6	5,6	4,1	4,0	5,0
Sonstige Inländer	1,5	1,3	3,3	2,1	1,4	0,9	0,6
Ausland	16,4	17,4	15,2	18,9	18,7	16,4	22,2
<b>Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen</b>							
Personal	57,9	59,9	59,8	61,5	59,2	58,5	58,6
Sachmittel	32,9	33,0	33,4	31,2	32,2	33,4	32,9
Investitionen	9,3	7,1	6,8	7,3	8,6	8,1	8,5
<b>Struktur des FuE-Personals in Unternehmen</b>							
Wissenschaftler/Ingenieure	43,8	43,9	45,7	46,2	48,7	51,3	54,3
Techniker	26,9	27,9	27,6	27,6	26,3	24,1	23,5
Sonstige	29,3	28,2	26,7	26,1	25,1	24,6	22,2
<b>Anteil von Unternehmen im ausländischen Besitz an den FuE-Gesamtaufwendungen</b>							
		16	17	17	18	26	26
<b>Anteil von FuE im Ausland an den globalen Gesamtaufwendungen deutscher Unternehmen mit Auslandsforschung</b>							
			23*	23*	25*	35	30

Fettdruck grau: Unternehmensangaben, ohne IfG.

\* Eingeschränkte Vergleichbarkeit zur ab 2001 verwendeten Methode.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – DIW Berlin. – BMBF, Faktenberichte und Bundesbericht Forschung. – Berechnungen und Zusammenstellungen des NIW.

**Tab. 4.3: Komponenten der Veränderung des FuE-Personaleinsatzes in der Verarbeitenden Industrie 1979 bis 2003**

Komponente	Früheres Bundesgebiet		Deutschland	
	1979–1987	1987–1993	1995–2001	2001–2003
	– in 1 000 –			
Trend*	– 13,8	– 7,1	– 9,2	– 10,5
Intersektoraler Struktureffekt**	+ 19,2	– 1,7	+ 8,3	+ 6,5
Intrasektoraler Struktureffekt***	+ 51,1	– 13,2	+ 7,3	– 2,4
Insgesamt	+ 56,5	– 22,0	+ 6,4	– 6,3

\* Veränderung des FuE-Personaleinsatzes, die auf einem Rückgang der Industrieschäftigung beruht.

\*\* Veränderung des FuE-Personaleinsatzes, die auf den sektoralen Strukturwandel zurückzuführen ist.

\*\*\* Veränderung des FuE-Personaleinsatzes aufgrund von Veränderungen der sektorspezifischen FuE-Personalintensitäten.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1 sowie Sonderauswertungen. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Die seit Jahren zu beobachtende Konzentration der innovativen Kräfte auf den Automobil-, Maschinen- und Anlagenbau ist nicht ohne Risiko (vgl. Abschnitt 2, S. 3 ff.). Denn in den übrigen Wirtschaftszweigen ist Deutschland – weltwirtschaftlich und auf FuE konzentriert betrachtet – keineswegs in besonders starker Position. Daraus könnte sich ein Szenario ergeben, in dem Deutschland zwischen die Mühlsteine gerät: Auf der einen Seite nagen aufholende Schwellenländern „von unten“ an seiner Position in traditionellen Sektoren, auf der anderen Seite bauen hoch entwickelte Volkswirtschaften ihre Stärke in der Spitzentechnik weiter aus und lassen Deutschland dort nicht zum Zuge kommen. Die deutsche Innovationsstruktur braucht mehr an wettbewerbsfähigen Alternativen. Die erforderliche Diversifizierung des Güter- und Dienstleistungsangebots bedarf einer hohen Bereitschaft zum Strukturwandel und zu risikoreicheren Investitionen.

### **FuE in der (Welt-)Wirtschaft (vorübergehend?) durch USA verlangsamt**

FuE in der Wirtschaft hat weltweit seit Beginn der 90er Jahre mehrere Umbruchphasen erlebt (Abb. 4.2, S. 39). Um es vorwegzunehmen: Es ist bei derzeitigem Informationsstand überhaupt nicht klar, ob sich in manchen Ländern ein Trendbruch mit dauerhafter Niveaueinstellung eingestellt hat – sowohl die Wirtschaft als auch der Staat (Abschnitt 6, S. 53 ff.) sind betroffen – oder ob nur eine Unterbrechung der Trends als Folge von Unsicherheit im konjunkturellen, wirtschafts-, innen- und außenpolitischen Umfeld vorliegt. Deshalb wird im Folgenden ein mittelfristig angelegter Überblick über die FuE-Entwicklung gegeben, in den die aktuellen Veränderungen ein-

geordnet werden können. Angesichts der Diagnoseunsicherheit sollte jedoch vermieden werden, dass voreilig von schwankender Basis aus extrapoliert wird.<sup>23</sup>

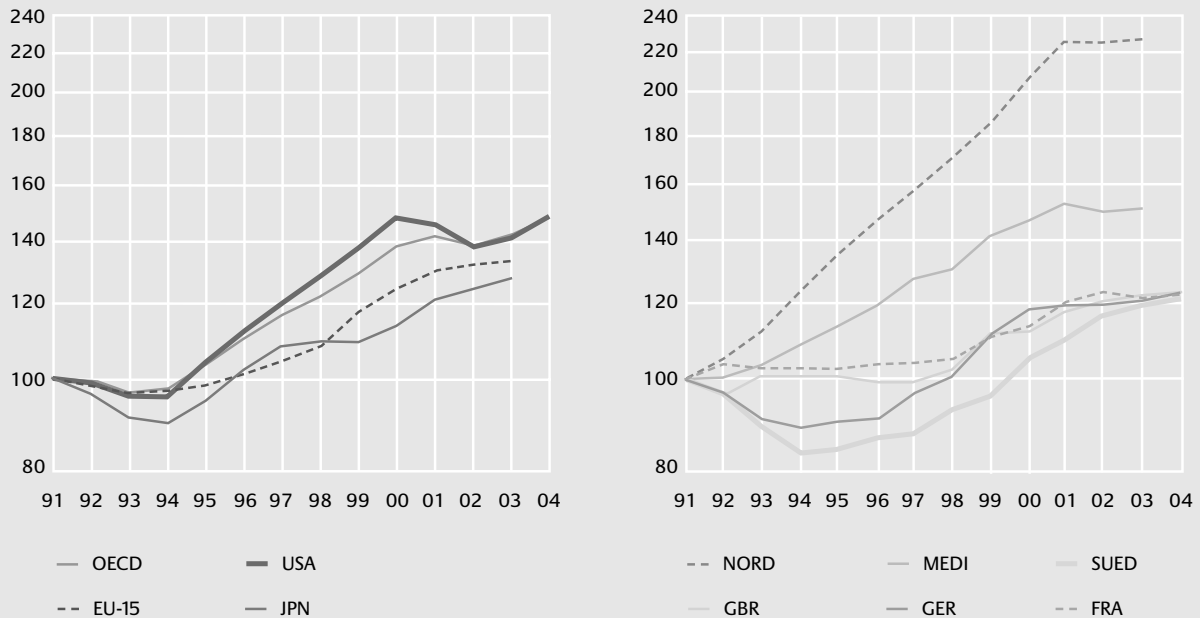
Dem FuE-Abschwung in der ersten Hälfte der 90er Jahre, der zwar viele Länder erfasste, in Deutschland jedoch besonders krass ausfiel, folgte ein kräftiger Aufschwung bis etwa 2001. Dieser war maßgeblich durch die USA geprägt. Zwischen 1994 und 2000 wurden die FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft Jahr für Jahr um 7 ½ % erweitert (vgl. Abb. 4.2 und Tab. 4.4, S. 40). Die US-Wirtschaft gab weltwirtschaftlich gesehen das FuE-Tempo vor. Lediglich die Wirtschaft in den nordischen Ländern konnte unter den westlichen Volkswirtschaften eine noch höhere Dynamik vorweisen.<sup>24</sup> Über die gesamten 90er Jahre betrachtet hatten allerdings Deutschlands „kleine“ Anrainerstaaten in der Wirtschaft noch größere Aufholeffekte vorzuweisen als die US-Wirtschaft. Diese hatte im Strudel der Rezession und des starken Einschnitts in die US-Militärforschung Anfang der 90er Jahre eine Talfahrt mitgemacht, die nur in Japan, Deutschland und in Südeuropa steiler nach unten verlief. Die FuE-Kurve der Wirtschaft ist also gerade bei den drei größten Volkswirtschaften ausgesprochen ungestet verlaufen – allerdings keineswegs parallel.

Denn im neuen Jahrtausend – nach einer Aufschwungphase von nur sechs Jahren – ist die US-Wirtschaft wieder in ein Tief geraten. Die deutsche Wirtschaft erhöht ihr FuE-Niveau in mäßigem Tempo. In Japan hat die Wirtschaft hingegen wie in Großbritannien, Frankreich und Südeuropa die Zuwachsraten der Aufschwungphase übertroffen. In Nord- und Mitteleuropa liegt die Wirtschaft zwar ebenfalls deutlich oberhalb der schwachen FuE-Zuwachsraten aller OECD-Länder, deren Gangart jedoch maßgeb-

<sup>23</sup> Die Unsicherheit beruht auf immer größeren Verzögerungen in der Datenbereitstellung sowie nicht zuletzt auf kräftigen und z. T. nur schwer erklärlichen Datenrevisionen über einen langen Zeitraum hinweg.

<sup>24</sup> Unter den aufholenden Staaten waren es vor allem Korea und China, die nicht nur überdurchschnittlich FuE-dynamisch waren, sondern durch ihr Volumen zu einer merklichen Ausweitung der FuE-Kapazitäten in der Welt beitrugen (s. u.).

Abb. 4.2: Interne FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991–2004  
– 1991=100 –



Halblogarithmischer Maßstab.  
 NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.  
 Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – Berechnungen des NIW.

lich durch die FuE-Einschnitte in der US-Wirtschaft gekennzeichnet ist. Sie ist jedoch ebenfalls niedriger als in den 90er Jahren ausgefallen. Nimmt man die USA aus, dann hat sich Deutschlands Position seit 2000 gegenüber den meisten Weltregionen verschlechtert.

Die USA zeichnen maßgeblich für die in der Weltwirtschaft insgesamt zumindest bis 2003 beobachtete FuE-Stagnation verantwortlich. In bislang nicht gekanntem Ausmaß sind dort zwischen 2000 und 2002 die realen FuE-Ausgaben zurückgenommen worden. Weltwirtschaftlich dürfte dies für das Innovationsgeschehen von großer Bedeutung sein – nicht allein wegen des hohen Gewichts der USA bei industrieller FuE, sondern auch wegen der enormen FuE-Verflechtung der übrigen Länder mit den USA: Die USA sind mit weitem Abstand der größte FuE-Standort für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten, auch nicht-forschende Unternehmen profitieren vom dortigen Know how und nicht zuletzt leidet der über den Warenverkehr mit den USA verbundene Technologietransfer.

Gerade weil die USA der Welt größter Lieferant von Spitzentechnikerzeugnissen sind, soll hier stichwortartig auf die kurzfristige Entwicklung in einzelnen Bereichen eingegangen werden.

Denn der FuE-Einbruch in der US-Wirtschaft war zwischen 2000 und 2002 mit hoher Turbulenz verbunden:

- + **Negativ betroffen waren vor allem die FuE-Kapazitäten in der Elektronik (IuK-Wirtschaft und Telekommunikation); hier haben sich im Nachhinein die starken Kapazitätserweiterungen als überdimensioniert herausgestellt, auch als Konsequenz von Regulierungen in der Telekommunikation.**
- + **Der gleichzeitig sehr starke Zuwachs bei Informations- und Telekommunikationsdienstleistungen gleicht das Minus in der Medientechnik/Elektronik etwa zur Hälfte aus.<sup>25</sup>**
- + **Aus konjunkturellen Gründen sind die FuE-Kapazitäten im Maschinenbau recht scharf zurückgestutzt worden. Hier muss man abwarten, ob sie zukünftig von dem erreichten niedrigeren Niveau aus wieder expandieren können oder stagnieren. Die gleiche Frage stellt sich für den Automobilbau, der allerdings aus strukturellen Gründen – Unternehmenszusammenschlüsse, Standortverlagerungen – eher mit einem FuE-Kapazitätsschnitt rechnen muss.**

<sup>25</sup> Zu dieser „Verlagerung“ können zum einen echte Auslagerungen von FuE in spezialisierte Dienstleistungsunternehmen, zum anderen aber auch statistische Effekte (Schwerpunktverlagerungen von forschenden Industrieunternehmen in den Dienstleistungssektor) beigetragen haben.

**Tab. 4.4: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994–2003**

		in %									
Sektor	Region	OECD	USA	JPN	EU-15	GER	GBR	FRA	NORD	SUED	MEDI
<b>Wirtschaft</b>											
	1994–2000	5,9	7,4	3,9	4,3	4,9	1,9	1,7	9,0	3,9	5,1
	2000–2003	1,0	–1,4	4,1	2,1	1,0	2,9	1,9	3,0	4,4	0,9
	1994–2003	4,2	4,4	4,0	3,5	3,6	2,2	1,8	7,0	4,0	3,6
<b>Öffentlicher Sektor*</b>											
	1994–2000	3,3	2,7	4,0	2,4	2,0	1,6	1,2	4,3	4,2	1,5
	2000–2003	3,9	7,1	–2,8	2,7	1,9	1,8	1,8	4,7	6,1	1,5
	1994–2003	3,5	4,1	1,7	2,5	2,0	1,7	1,4	4,4	4,8	1,5
<b>Insgesamt</b>											
	1994–2000	5,0	6,1	3,9	3,6	4,0	1,8	1,5	7,4	4,0	3,8
	2000–2003	1,9	0,9	2,2	2,3	1,3	2,5	1,9	3,5	5,3	1,1
	1994–2003	4,0	4,3	3,3	3,1	3,1	2,0	1,6	6,1	4,4	2,9

NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.

\* Hochschulen und parauniversitäre FuE-Einrichtungen.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- + **Die US-Pharmaindustrie sowie der Luft- und Raumfahrzeugbau hatten ihre FuE-Kapazitäten bereits seit 2001 wieder aufgebaut. Die Pharmaindustrie hat bereits im Jahr 2002 das 2000er Niveau klar übertroffen, sie hat allerdings Mühe, wieder auf den FuE-Expansionspfad der 90er Jahre zu gelangen. Im Luft- und Raumfahrzeugbau ist das FuE-Niveau des Jahres 2000 hingegen noch nicht ganz wieder erreicht.**
- + **Im US-Instrumentenbau gingen die FuE-Kapazitäten in dem betrachteten Zeitraum nur wenig nach unten und wurden ab 2001 wieder ausgeweitet.**

Zusammengefasst zeigt sich, dass der US-Rückgang von 2000 auf 2001 geradezu schockartig fast alle Wirtschaftszweige erfasst hatte, die Dienstleistungen ausgenommen. New Economy-Krise, Rezession und der 11. September 2001 dürften einander verstärkt haben. Wenn man das Jahr 2001 einmal ausklammert, dann verbleiben aus US-Sicht der Elektronik-/IuK-/Medientechniksektor sowie der Maschinen- und Automobilbau als „Problemfälle“, die sich den statistischen Meldungen an die OECD zufolge noch nicht wieder erholt haben. Für diese Industriezweige wird die Entwicklung auch sorgenvoll kommentiert. Die meisten anderen sind – von einem niedrigeren Niveau aus startend – wieder im Aufwärtstrend.

Die Datenlage zu den USA ist unsicher. Frühere Angaben an die Statistik sowie US-Erhebungen wiesen bis 2003 ein Minus aus. Und eigentlich hatten die meisten Beobachter noch bis 2004 mit rückläufigen FuE-Kapazitäten in den USA gerechnet. Erst für das Jahr 2005 war wieder eine leichte Erholung erwartet worden. Es ist

nicht auszuschließen, dass die derzeit gültigen US-Daten erneut revidiert werden müssen.

### **FuE-Personal der deutschen Wirtschaft: Aktuell Rückbau, keine Erweiterungspläne**

Der zeitweise kräftige FuE-Kapazitätsabbau in der US-Wirtschaft hat die FuE-Dynamik der OECD-Länder insgesamt sehr stark gebremst. Dies bedeutet rechnerisch eine „Aufwertung“ aller anderen Länder, selbst wenn diese in diesem Zeitraum stagnierten oder in den letzten Jahren nur langsam voran kommen – wie seit 2000/2001 die meisten großen europäischen Länder (Abb. 4.2, S. 39) Deutschland sowie Großbritannien und Frankreich, obwohl diese Länder das gemächliche Tempo der 90er Jahre etwas erhöht hatten, die mitteleuropäischen Nachbarn Deutschlands und erstmals die nordischen Länder.

Deutschlands Wirtschaft produziert überdurchschnittlich forschungsintensiv (Abb. 4.3, S. 41). Ob mit der Wertschöpfung im Unternehmenssektor oder mit den Erwerbspersonen verglichen – die FuE-Intensität liegt rund 15 bis 20 % oberhalb des OECD-Durchschnitts. Die Relation hat sich sogar – aus einem recht tiefen Tal Mitte der 90er Jahre kommend – verbessert. Allerdings war Deutschlands Wirtschaft vor der Talfahrt der ersten Hälfte der 90er Jahre deutlich besser positioniert: In den 80er Jahren lagen die realen industriellen FuE-Ausgaben bezogen auf die Erwerbspersonen um 40 bis 50 %, im Vergleich zur Wertschöpfung 25 bis 40 % oberhalb des Durchschnitts der westlichen Industrieländer. Dennoch: Langfristig betrachtet sind die Unternehmen aus den übrigen westlichen Industrieländern der deutschen Wirtschaft

mit ihren FuE-Anstrengungen näher gekommen. Dieser Prozess setzte bereits in der zweiten Hälfte der 80er Jahre ein und ist nicht auf die deutsche Wiedervereinigung zu datieren.

Nicht zuletzt führte eine veränderte Einstellung der Wirtschaft bei FuE zu schnelleren Anpassungsreaktionen und zur Revision von mittelfristigen Plänen – und damit tendenziell nach unten.

- + **Während in den 80er Jahren vielfach antizyklisch Zukunftsvorsorge betrieben wurde, d. h. auch in rezessiven Zeiten der Aufbau von Wissen in den Unternehmen gepflegt wurde, wurde FuE seit den 90er Jahren immer stärker unter dem Gesichtspunkt kürzerfristiger Verwertung betrieben.**
- + **Die Wirtschaft hat sich – nicht nur in Deutschland – sehr sensibel an konjunkturelle Bewegungen angepasst (insbesondere mit ihren Entwicklungsaktivitäten, also mit dem „E“ von FuE) und – als Reaktion auf die reduzierten Wachstumsmöglichkeiten – in der ersten Hälfte der 90er Jahre zusätzlich ihre mittelfristig strategisch orientierte angewandte Forschung („F“) zurückgefahren.**

In der zweiten Hälfte der 90er Jahre haben jedoch (Groß-)Unternehmen aus Sorge vor einem zu starken Substanzverlust den

Abbau bei der mittelfristig orientierten Forschung gestoppt und damit auch wieder größere Kontinuität in ihre FuE-Aktivitäten gebracht. Trotz konjunktureller Abkühlung sowie abgeschwächter und zudem immer wieder nach unten revidierter Wachstumserwartungen sind schärfere Einschnitte in die FuE-Kapazitäten vermieden worden. Insofern ist das FuE-Verhalten eingangs des neuen Jahrhunderts weniger ungünstig einzuschätzen als in der Rezession der 90er Jahre: FuE hat im Bewusstsein der Unternehmen wieder an Bedeutung gewonnen, weil es wichtiger geworden ist. Dieses Bewusstsein könnte hilfreich sein, dem von der Politik ausgegebenen Ziel, im Jahr 2010: 3 % des Inlandsproduktes in Deutschland in Forschungsabteilungen entstehen zu lassen, näher zu kommen (vgl. Abschnitt 8, S. 71 ff.).

Dieser Umdenkungsprozess ist jedoch noch nicht stabil genug, deshalb ist die gute Position von Ende der 80er Jahre noch nicht wieder erreicht. So hat es im Jahr 2003 zwar einen moderaten Zuwachs der Aufwendungen für FuE gegeben. Parallel dazu ist allerdings der FuE-Personaleinsatz in der Wirtschaft wieder auf das Volumen von 1995 zurückgenommen worden. Dies ist ein deutliches Warnsignal, denn hoch qualifiziertes Personal wird in Deutschland zunehmend knapper (vgl. Abschnitt 7, S. 61 ff.). Unter diesen Voraussetzungen neigen Unternehmen eigentlich auch in wirtschaftlich weniger guten Zeiten dazu, FuE-Personal zu

Abb. 4.3: FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2003\*

– OECD=100 –



Halblogarithmischer Maßstab.

\* Bis einschl. 1990 Westdeutschland.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – Berechnungen des NIW.

„horten“. Um es noch einmal anders auszudrücken: Die Unternehmen hatten in der zweiten Hälfte der 80er Jahre in Westdeutschland allein genauso viel FuE-Arbeitskräfte beschäftigt wie knapp zwanzig Jahre später in Deutschland insgesamt.

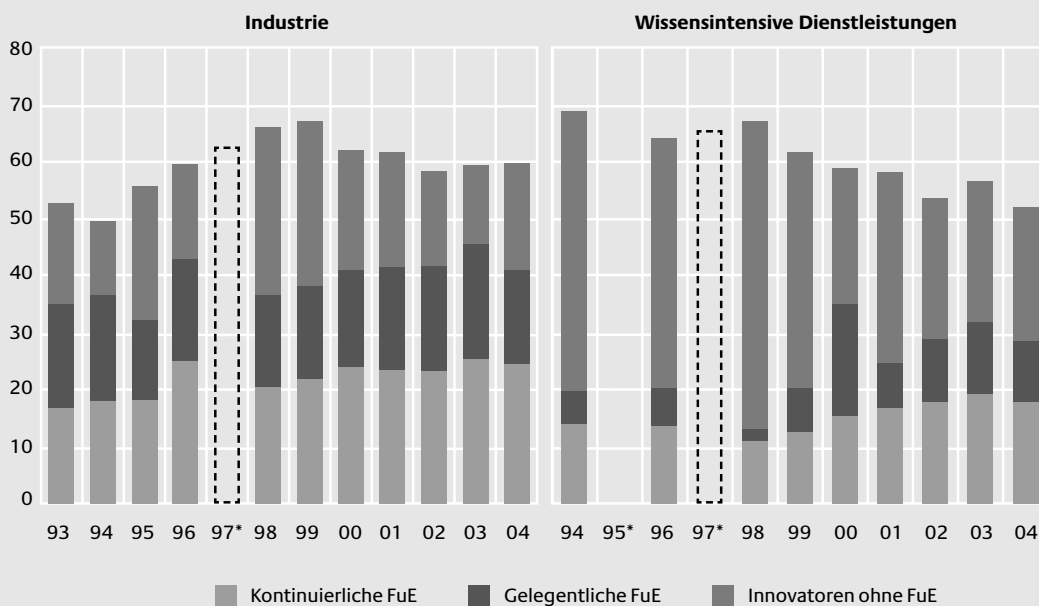
Die Ergebnisse für das Jahr 2004 und die Pläne für 2005/2006 zeigen, dass die Unternehmen weiterhin abwarten, mehr Personal für FuE ist nicht vorgesehen. Es ist damit nicht klar, ob es sich nur um eine vorübergehende Zurückhaltung als Reaktion auf eine anhaltende Phase flacher Wachstumsraten mit konjunkturellen Flauten handelt. Denn FuE orientiert sich in der Wirtschaft zunehmend am Markt, an der kurzfristigen Nachfrageentwicklung und an den Wachstumsaussichten in naher Zukunft. FuE in der Wirtschaft ist in Deutschland daher ein unauffälliger Mitläufer in der Konjunktur, selbst aber keine treibende Kraft für einen höheren Wachstumspfad.

### Innovationsaktivitäten immer mehr von eigener FuE abhängig

Eigene FuE ist und bleibt jedoch der „harte Kern“ von betrieblichen Innovationsaktivitäten, die auf einen robusten Strukturwandel mit

originären Innovationen setzen und sich nicht so sehr mit der Imitation und Übernahme von Innovationsideen anderer Unternehmen begnügen. FuE ist im Innovationsprozess immer wichtiger geworden (Abb. 4.4). Rund 55 % des gesamten Innovationsbudgets in der Industrie wird mittlerweile für FuE aufgewendet<sup>26</sup>, in forschungsintensiven Industrien sind es gar über zwei Drittel, im Dienstleistungssektor nach der Innovationserhebung etwa ein Drittel. In den letzten Jahren hat zwar – von 2003/2004 abgesehen – die Innovationsbeteiligung abgenommen. Gleichzeitig konnte jedoch ein geringfügiger Anstieg des Anteils der Unternehmen mit kontinuierlichen FuE-Tätigkeiten beobachtet werden. Innovatoren ohne eigene FuE sind immer seltener geworden. Der Trend ist ein klares Indiz für eine qualitative Veränderung im Innovationsgeschehen. Zum einen ist dies Konsequenz des sektoralen Strukturwandels zu Gunsten forschungsintensiver Industrien, in denen FuE definitionsgemäß ein bedeutender unternehmerischer Aktionsparameter und Kostenbestandteil ist. Zum anderen hat eigene FuE als Impulsgeber für Innovationen klar an Bedeutung gewonnen. Der Anspruch, den Innovationsvorhaben an die Entwicklung neuer Technologien und neuer Methoden stellen, ist gestiegen. 2004 ist die FuE-Beteiligung allerdings wieder zurückgegangen.<sup>27</sup>

Abb. 4.4: Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1993 bis 2004 (in %)



\* FuE-Tätigkeit 1997 nicht erhoben, 1995 keine Erhebung zur Innovations- und FuE-Tätigkeit im Dienstleistungssektor.   
 Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

<sup>26</sup> Rund ein Viertel entfällt auf Anlageinvestitionen (Bauten und Ausrüstungen), ein Sechstel wird für Weiterbildung, Produktgestaltung und Markteinführung verwendet.

<sup>27</sup> Auch andere Erhebungen kommen zu dem Ergebnis, dass der Anteil der FuE-betreibenden Unternehmen in Deutschland langfristig nach unten tendiert.



In der Gesamtbetrachtung muss man eine klare Abstufung zwischen den Unternehmen verschiedener Größenklassen treffen:

- + **Großunternehmen bestimmen durch ihr Verhalten das gesamtwirtschaftliche Volumen und die Intensität von FuE. Der FuE-Strukturwandel der 90er Jahre war in Deutschland mit einer deutlichen Konzentration der Kapazitäten auf (Groß-)Unternehmen verbunden (Tab. 4.2, S. 36).**
- + **Die Masse an Klein- und Mittelunternehmen bestimmt hingegen die Breite, mit der FuE in der Wirtschaft verankert ist. Klein- und Mittelunternehmen sind keine homogene Gruppe und daher nicht einheitlich zu beurteilen: Die relevanten Statistiken erfassen Töchter von Konzernen, technologieintensive Start-Ups, typische Mittelständler mit langer Tradition, Aus- und Umgründungen usw. Sie neigen zu einem großen Teil zu einem diskontinuierlicheren FuE-Verhalten als Großunternehmen, sie entscheiden sich eher projektbezogen. Die FuE-Beteiligung – d. h. der Anteil der FuE betreibenden Unternehmen – nimmt im Allgemeinen mit der Unternehmensgröße zu.**

Die FuE-Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen hat in Deutschland langfristig betrachtet tendenziell jedoch nicht zugenommen. Dies ist aus zwei Gründen eine Herausforderung für die Forschungs- und Innovationspolitik:

- + **Zum einen kommt vor allem jungen FuE-betreibenden Klein- und Mittelunternehmen eine zunehmend wichtigere Rolle zu: Sie sind immer intensiver in den Spitzenforschungspro-**

**zess eingebunden und sind damit die Speerspitze der technologischen Weiterentwicklung. FuE ist Ergebnis einer klaren strategischen Unternehmensentscheidung, die meistens bei der Gründung gefällt wird. Die Herausforderung liegt darin, Stabilität bei forschenden Klein- und Mittelunternehmen zu erhalten und Anreize zu geben, ihre FuE-Intensität wieder zu erhöhen sowie neue Unternehmen für FuE-Aktivitäten zu gewinnen – sei es aus dem etablierten Stamm von Unternehmen, sei es aus dem Kreis der Neugründungen. Gerade junge Unternehmen haben im Schnitt eine überdurchschnittlich hohe FuE-Intensität. Die Gründung von technologieorientierten Unternehmen spielt daher eine entscheidende Rolle im wirtschaftlichen Strukturwandel.**

- + **Zum anderen gilt für die bestehenden Klein- und Mittelunternehmen, dass ihre Innovationsfähigkeit (Absorptionskapazität) recht eng an die Beteiligung an FuE und an die Verfügbarkeit von entsprechend ausgebildetem (akademischem) Personal gebunden ist. Unternehmen, die innovieren, exportieren und zusätzliche Arbeitsplätze schaffen ohne eigene FuE zu betreiben, sind selten. Auch die Fähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen, mit Forschungseinrichtungen zu kooperieren – dies wird immer wichtiger! –, lässt erfahrungsgemäß in dem Maße nach, in dem das FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen instabiler wird oder sie ganz aussteigen. Insofern sind Anreize auch für die weniger forschungsintensiven Unternehmen zu geben, in FuE zu investieren und die Überlebens- und Wachstumsperspektiven mittelfristig zu erhöhen.**

## 5 Globalisierung verschärft Anforderungen an FuE-Standorte

Bei der Bewertung der Verbreitung, Intensität, Dynamik und Struktur der FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft darf nicht übersehen werden, dass sich die Unternehmen aus vielen anderen Ländern in den letzten Jahren einen Vorsprung erarbeitet haben. Zu nennen sind trotz aktueller Probleme in Schweden vor allem die nordischen Länder. Selbst Frankreich und Großbritannien haben im neuen Jahrhundert in der Wirtschaft die FuE-Kapazitäten schneller ausgeweitet als in der zweiten Hälfte der 90er Jahre (Tab. 4.4, S. 40). Insbesondere wird jedoch FuE in der Wirtschaft in aufholenden Schwellenländern mit beachtlicher FuE-Kapazität (China, Indien), aber auch in asiatischen Staaten mit hohem Gewicht (Korea und Japan) und in Südeuropa vorangetrieben. Die USA dürften – trotz ihrer Schwäche zu Anfang des Jahrhunderts – noch ein „Wissenspolster“ aus ihrer enormen Dynamik in der zweiten Hälfte der 90er Jahre besitzen („FuE-Kapitalstock“).

Die Bedeutung Deutschlands für FuE in der Weltwirtschaft hat sich stark reduziert: Anfang der 80er Jahre belief sich Deutschlands Anteil an den FuE-Aufwendungen im OECD-Raum auf über 11%, Anfang der 90er Jahre noch auf über 10%. Mittlerweile hat sich der OECD-Raum erweitert. Bereits aus diesem Grund muss man mit zusätzlichen Konkurrenten rechnen, die den gleichen weltwirtschaftlichen Regeln ausgesetzt sind und mit entsprechenden Anstrengungen im Technologiewettbewerb antreten. Zusätzlich sind Mitstreiter aus anderen Wirtschaftsgebieten, meist aus Asien hinzugekommen. Rechnet man die dort bestehenden und neu errichteten FuE-Kapazitäten hinzu, dann hat sich Deutschlands weltwirtschaftliches FuE-Gewicht im Jahr 2005 gegenüber Anfang der 80er Jahre auf ungefähr 6% fast halbiert.

### Globalisierung von FuE am Ende einer Verschnaufpause

Die Internationalisierung der Innovationstätigkeit von Unternehmen hatte sich bis etwa 2000 als Nebenprodukt der Wellen von grenzüberschreitenden Unternehmenskäufen und -fusionen kräftig verstärkt. Dabei wurde häufig die Frage gestellt, ob deutsche Unternehmen ihre FuE-Tätigkeit ins Ausland verlagern und ob dies ggf. auf eine Verschlechterung der Innovations- und Forschungsbedingungen im Mutterland zurückzuführen ist. Es gibt allerdings auch viele ausländische Unternehmen, die bereits seit langer Zeit in Deutschland FuE betreiben. Ausländische Unternehmen geben in Deutschland etwa genau so viel für FuE aus wie deutsche Unternehmen im Ausland.

#### FuE-Aufwendungen und -Personal ausländischer Unternehmen in Deutschland

FuE-Daten ausländischer Unternehmen in Deutschland werden ermittelt, indem die FuE-betreibenden Unternehmen den Hei-

matländern ihrer letzten Mehrheitseigentümer zugeordnet werden. Auf diese Weise können die Besitzverhältnisse für Unternehmen identifiziert werden, die über 90% der FuE-Aufwendungen bzw. des FuE-Personals in Deutschland repräsentieren. Diese Daten werden hochgerechnet.

- + **Deutschland ist mit einem FuE-Aufkommen von 12,1 Mrd. € nach den USA (26,5 Mrd. €) weltweit der zweitgrößte FuE-Standort für ausländische multinationale Unternehmen.**
- + **Außerdem ist es mit einem Anteil von 16,5 % (2003) hinter Großbritannien (18,1%) der wichtigste Standort für US-amerikanische Tochterunternehmen. Hierzulande betreiben US-Unternehmen im Vergleich zu anderen großen Zielländern auch am intensivsten FuE. In der Dynamik der FuE-Aufwendungen von amerikanischen multinationalen Unternehmen liegt Deutschland allerdings klar hinter Ländern wie Großbritannien, Kanada, Schweden und Irland zurück. Insgesamt hat Europa für FuE-Investitionen US-amerikanischer Unternehmen etwas an Zugkraft verloren, zu Lasten von Standorten in asiatischen Entwicklungsländern.**

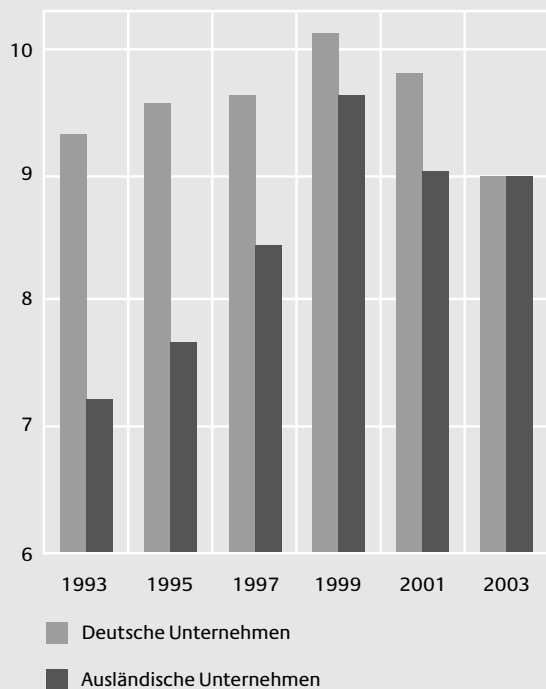
Deutschland hat Vorteile aus der Globalisierung ziehen können: Im Jahr 2003 haben ausländische Tochterunternehmen in Deutschland 12,1 Mrd. € für FuE aufgewendet und dabei 72 300 Personen in FuE beschäftigt. Trotz seit 2001 leicht rückläufiger Tendenz sind dies knapp 25 Tsd. Personen mehr als noch 1997. Dass der Anteil von ausländischen Unternehmen an den FuE-Kapazitäten in Deutschland auf ein Viertel gestiegen ist, ist vorwiegend auf Unternehmenskäufe und -verschmelzungen zurückzuführen, in deren Folge vorhandene FuE-Kapazitäten übernommen wurden. Seltener werden FuE-Einrichtungen „auf der grünen Wiese“ errichtet.

- + **In Deutschland wurde im Jahr 2003 jeder vierte Euro, den Unternehmen in FuE investieren, von ausländischen Töchtern ausgegeben (Tab. 4.2, S. 36). Damit hat FuE in Deutschland im Vergleich zu den großen Industrieländern ein hohes Internationalisierungsniveau erreicht. Es wird nur von kleineren Industrieländern übertroffen (z. B. der Schweiz, den Niederlanden, Kanada, Schweden), aber auch von Großbritannien, wo der Anteil ausländischer Unternehmen an den inländischen FuE-Aufwendungen fast die Hälfte beträgt.**
- + **Die Intensität, mit der ausländische Unternehmen in Deutschland FuE betreiben, ähnelt nach einem kontinuierlichen Aufholprozess mittlerweile derjenigen der Unternehmen in einheimischem Besitz (Abb. 5.1, S. 45), im Fahrzeugbau ist sie gar höher. Große Unternehmen, die im gleichen**

**Markt im Wettbewerb stehen, müssen auch ähnlich intensiv in FuE und Innovationen investieren.**

- + **Ausländische Unternehmen setzen in Deutschland bei ihren FuE-Aktivitäten auch zunehmend die gleichen sektoralen FuE-Schwerpunkte wie ihre einheimischen Wettbewerber (bspw. Automobilbau). Generell drücken multinationale Unternehmen dem jeweiligen „nationalen Innovationssystem“ nur selten einen eigenen Stempel auf. Vielmehr orientieren sie sich in den FuE-Schwerpunkten und in der FuE-Intensität meist an den Gegebenheiten der gastgebenden Länder. Allerdings ist FuE in ausländischen Unternehmen stärker auf den Luft- und Raumfahrzeugbau<sup>28</sup> und auf die Pharmaindustrie konzentriert.**

**Abb. 5.1: FuE-Personalintensität\* im Verarbeitenden Gewerbe 1993 bis 2003**  
– Deutsche und ausländische Unternehmen –



\* FuE-Personal in % der Beschäftigten in forschenden Unternehmen.  
Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des DIW.

In dem Maße, in dem mergers & acquisitions (M&A) Anfang dieses Jahrzehnts rückläufig waren, hatte sich auch das Globalisierungstempo der Industrieforschung in Deutschland etwas verlangsamt.

<sup>28</sup> Das größte „ausländische Unternehmen“ ist de facto ein europäisches Gemeinschaftsunternehmen mit Sitz in Amsterdam (EADS). An dieser Stelle wird die Abgrenzung Inland/Ausland dubios.

<sup>29</sup> Angaben der Deutschen Bundesbank.

Die in 2005 stark steigenden Kapitalzuflüsse aus Direktinvestitionen<sup>29</sup> zeigen an, dass Deutschland für ausländisches Kapital sehr attraktiv ist. Sie lassen auch erwarten, dass sich damit auch die Besitzverhältnisse bei FuE wieder etwas verändern.

### Deutsche Auslands-FuE wird wieder steigen

Um die Weltmärkte zu erschließen, müssen ausländische Unternehmen auch vor Ort in FuE investieren. Denn hochwertige Produkte und Technologien lassen sich nur zu einem gewissen Grad standardisieren und exportieren. Um auf die spezifischen Anforderungen der Kunden eingehen und rasch auf Marktänderungen reagieren zu können, ist Produktion vor Ort oft unabdingbar. Dabei gehen FuE-Anstrengungen, die marktgerechte Produktentwicklung sowie Produktion und Absatz Hand in Hand.

#### FuE-Aufwendungen und -Personal deutscher Unternehmen im Ausland

Durch Auswertung von Geschäftsberichten und Internetrecherchen ist bei der Gesellschaft für Wirtschaftsstatistik im Stifterverband der deutschen Wirtschaft (WSV) eine Datenbank mit internationalen und konzernbezogenen Globaldaten aufgebaut worden. Diese Datenbank enthält u. a. die FuE-Daten der Unternehmensgruppe, gegliedert nach den Geschäftsbereichen, wie sie im Geschäftsbericht verzeichnet sind. Die Meldungen im Rahmen der FuE-Statistik der konzernabhängigen Unternehmen werden – je nach Konsolidierungskreis – der jeweiligen Gruppe zugeordnet, so dass, vereinfachend gesagt, durch Bildung der Differenz der globalen FuE-Zahlen und der nationalen FuE-Daten die im Ausland getätigte FuE erfasst werden kann.

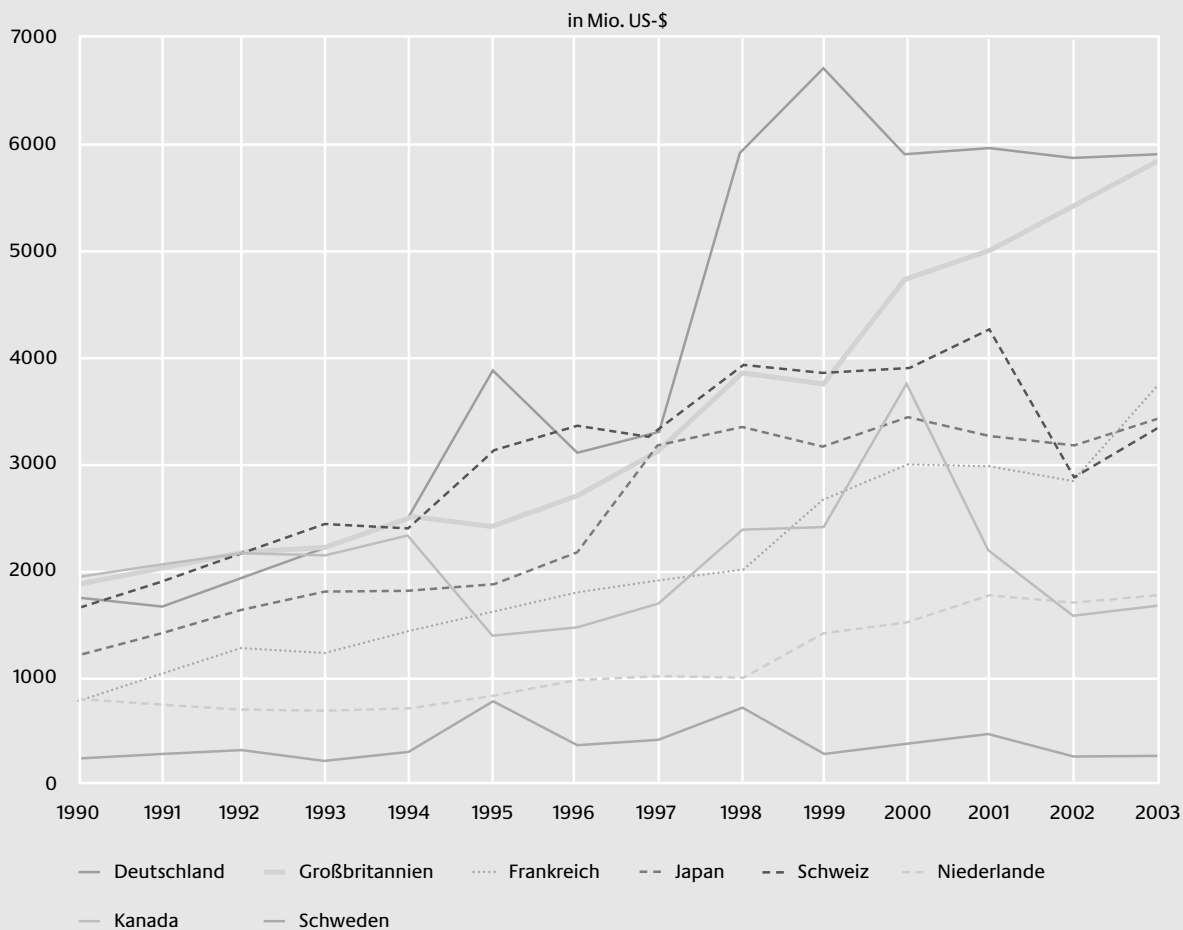
Deutsche Unternehmen haben bei FuE ebenfalls vorerst nur bis Anfang dieses Jahrhunderts im Ausland expandiert, danach haben sie netto eher FuE-Kapazitäten abgegeben. Damit ging in auslandsaktiven deutschen Unternehmen der Anteil der FuE-Aufwendungen im Ausland etwas zurück<sup>30</sup> und liegt nun bei 30 % ihrer globalen FuE-Aufwendungen (2001: 34,7 %). Für 2003 werden die FuE-Aufwendungen deutscher Tochterunternehmen im Ausland auf 10,9 Mrd. € geschätzt.

Generell scheint – was die Änderung der FuE-Besitzverhältnisse angeht – eine Globalisierungspause eingetreten zu sein. Dies hängt damit zusammen, dass im neuen Jahrhundert weltweit deutlich weniger grenzüberschreitende M&A zu beobachten waren. Insbesondere in den USA – auf die gut 40 % der weltweit an ausländischen Standorten durchgeführten FuE-Aktivitäten entfallen – ist die Beteiligung von Ausländern an den dortigen FuE-Kapazitäten nach dem historischen Höchststand von 1998 nicht mehr gestiegen. Der rasanten Globalisierung von FuE ist die Konsolidierung gefolgt. Dies muss auch vor dem Hintergrund gesehen

werden, dass die FuE-Kapazitäten in den USA in dieser Zeit gerade in stark globalisierten Industriezweigen in nie gekanntem Ausmaß reduziert worden sind. Deutsche Unternehmen beschäftigen in den USA inzwischen weniger FuE-Personal als noch 1998, sie sind aber dennoch mit rund 6 Mrd. \$ im Jahr 2003 weiterhin neben Großbritannien, das zuletzt stark aufgeholt hat, mit Abstand die wichtigsten ausländischen Investoren in FuE (Abb. 5.2). Sie weisen durchschnittlich auch die höchste FuE-Intensität unter allen ausländischen Unternehmen in den USA auf (Abb. 5.3, S. 47). Dies zeigt, dass neben der Markterschließung auch der Wissenserwerb, vor allem bei Spitzentechnologien, bei den FuE-Auslandsinvestitionsmotiven bei deutschen Unternehmen ganz oben steht, insbesondere in den USA. Die Anreicherung des vorhandenen Wissens hat als Auslands-FuE-Motiv deutscher Unternehmen seit Ende der 90er Jahre sprunghaft zugenommen.

- + **Vorreiter der Internationalisierung der deutschen Industrie waren Chemie- und Pharmaunternehmen. Sie wendeten 2003: 3,3 Mrd. € für FuE im Ausland auf. Das sind 70 % bezogen auf ihre FuE-Aufwendungen in Deutschland. In deutschen Pharmaunternehmen ist das Verhältnis zwischen In- und Auslandsforschung mit jeweils 1,7 Mrd. € gar ausgeglichen. Chemie und Pharmazie bevorzugen Standorte in Nordamerika.**
- + **Durch Übernahme und Aufbau von FuE-Einrichtungen im Ausland hat auch der deutsche Automobilbau seine Präsenz auf den großen Märkten in Produktion und Forschung deutlich verstärkt. Gleichzeitig haben Automobilhersteller als einzige Branche ihre FuE-Kapazitäten in Deutschland kräftig ausgeweitet. Die Globalisierung dieses Wirtschaftszweiges**

Abb. 5.2: FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in den USA nach Herkunftsland 1990 bis 2003



<sup>30</sup> Hierbei dürfte auch die Abwertung des US-Dollar gegenüber dem Euro und damit eine niedrigere „Bewertung“ der FuE-Aufwendungen im Ausland eine Rolle gespielt haben.

**stärkt offensichtlich den heimischen FuE-Standort. 2001 gab der Automobilbau im Branchenvergleich gar den höchsten Betrag für FuE im Ausland aus, in letzter Zeit sind jedoch forschende Unternehmen wieder abgegeben worden, so dass sich die Auslandsforschung auf 3,5 Mrd. € eingependelt hat. Dies sind knapp 30 %, was eine vergleichsweise niedrige FuE-Globalisierungsquote bedeutet. Die FuE-Standorte des Automobilbaus haben ihre Schwerpunkte in Europa.**

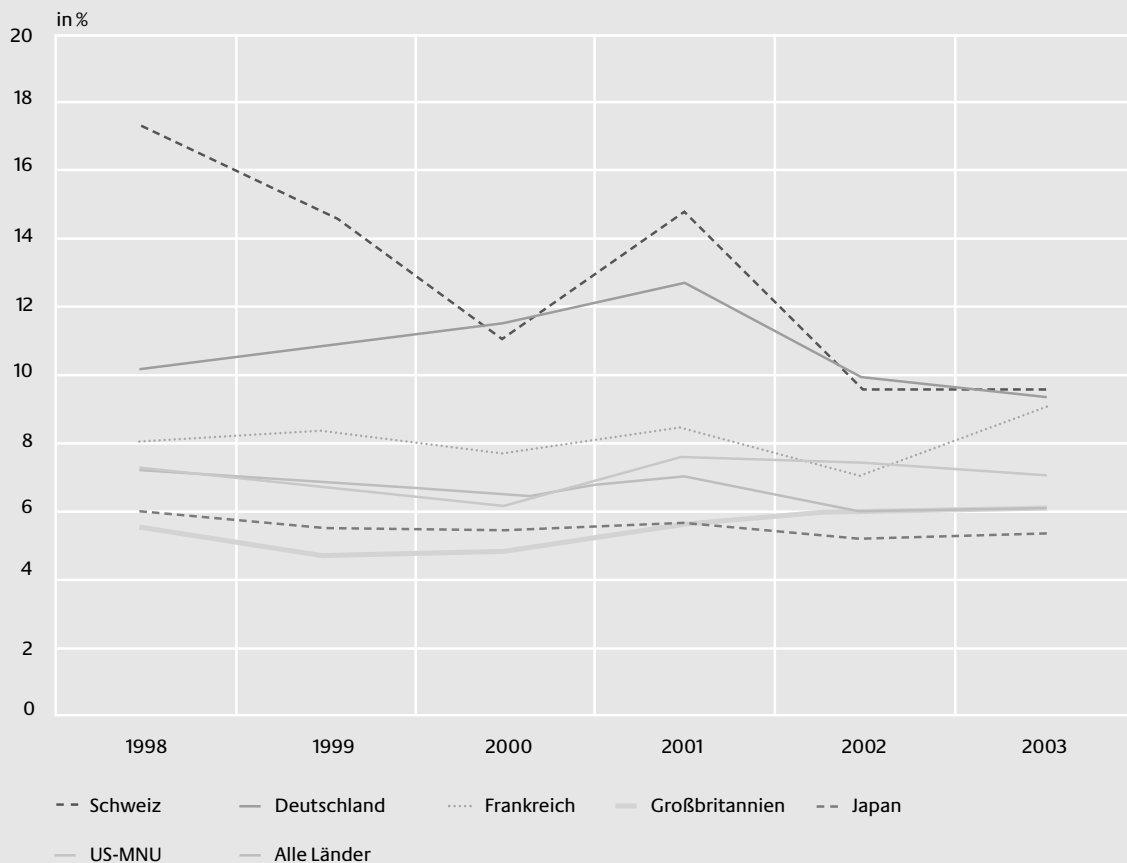
- + **Elektronik/IuK-/Medientechnik neigen in jüngster Zeit hingegen verstärkt dazu, FuE in aufholenden Schwellenländern, vor allem in den Ländern Asiens, durchzuführen.**

Die deutschen Unternehmen sehen in Zukunft nicht nur ein großes Potenzial, sondern auch die Notwendigkeit für die weitere Expansion ihrer Auslands-FuE. Nach der Phase der Beruhigung ist mit einer deutlichen Belebung der internationalen M&A-Aktivitäten und daher auch in Deutschland mit einer Fortsetzung der

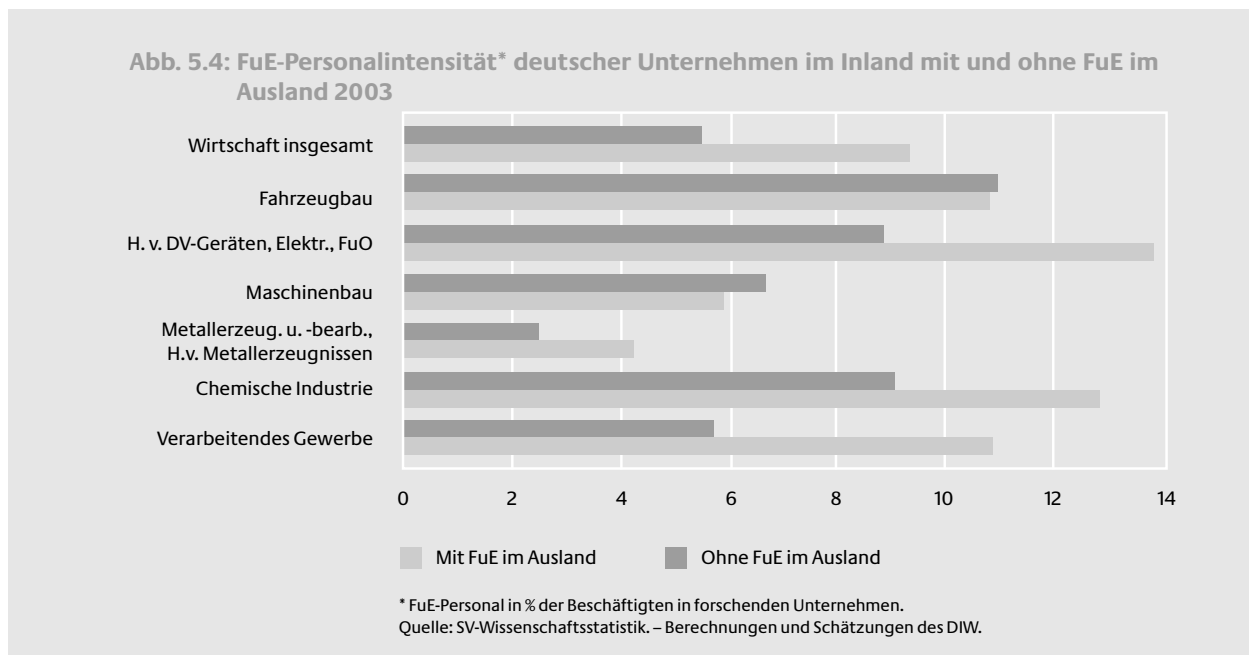
Internationalisierung zu rechnen. Erste Anzeichen gibt es schon. Befürchtungen von einem Trend zur Auslagerung von FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen aus Deutschland haben sich bislang jedoch als unbegründet erwiesen. Dass deutsche Unternehmen mit FuE-Aktivitäten im Ausland auch im Inland in der Regel intensiver FuE betreiben als Unternehmen ohne FuE im Ausland (Abb. 5.4, S. 48), ist eher ein Zeichen für die Attraktivität des Industrieforschungsstandorts Deutschland für multinationale Unternehmen. Hochwertige Marktnachfrage, intensiver Wettbewerb, günstige Produktionsbedingungen und Forschungskompetenz müssen zusammentreffen. Wo dies gegeben ist – bspw. in der Automobilindustrie – hat Deutschland an Zugkraft für FuE gewonnen. Andererseits liegen in der Internationalisierung von FuE auch insofern Chancen für die „Heimatländer“ als multinationale Unternehmen über ihr Forschungsnetzwerk direkt auf das Wissen im Ausland zurückgreifen können.

Die grenzüberschreitende Vernetzung von FuE-Standorten der Unternehmen und der Austausch von Wissen fanden vorwie-

**Abb. 5.3: FuE-Intensität ausländischer und einheimischer multinationaler Unternehmen (MNU) in den USA 1998–2003<sup>1</sup>**



<sup>1</sup> Berechnet als Relation der FuE-Aufwendungen zur Wertschöpfung ("value added").  
Quelle: US-Handelsministerium. – Berechnungen des DIW.



gend innerhalb und zwischen den wissensintensiven Regionen USA und Westeuropa statt. Sowohl Japan und Ostasien als auch Mittel- und Osteuropa spielten für eigene FuE deutscher Unternehmen bisher noch eine geringe Rolle, sind aber angesichts der dortigen Markt- und Fachkräftepotenziale stark ausbaufähig. Multinationale Unternehmen aus Deutschland erwarten mittelfristig auch eher eine Ausweitung ihrer Innovationsaktivitäten im Ausland als im Inland. Vornehmlich planen sie FuE-Kapazitäten in den Entwicklungs- und Aufhol-Ländern in Asien und in den USA. Es ist auch damit zu rechnen, dass sich die deutsche Wirtschaft vermehrt das reichliche Angebot an gut qualifizierten Arbeitskräften in aufholenden Schwellenländern zu Nutze macht und dort investiert. So flossen bspw. aus US-amerikanischen Unternehmen am Beginn des neuen Jahrtausends jeweils schon mehr als eine halbe Mrd. \$ in FuE in Tochterunternehmen in Singapur, Israel, Irland und China, wo sie noch Mitte der 90er Jahre kaum mit FuE-Aktivitäten vertreten waren. Neben Markterschließungsmotiven waren hierfür Kostengründe und der Zugang zum enormen Potential von Hochqualifizierten in diesen Ländern verantwortlich. Dabei beschränkte sich die Internationalisierung von FuE nicht mehr länger nur auf die Industrie. Zunehmend werden auch Dienstleistungsunternehmen erfasst, die im Rahmen von Restrukturierungsprogrammen nach Möglichkeiten suchen, auch hochqualifizierte Tätigkeiten wie z. B. Entwicklungstätigkeiten an kostengünstigen Standorten aufzubauen („Off-shoring“). Die Erfahrungen vieler Unternehmen deuten jedoch darauf hin, dass sich die ursprünglichen Erwartungen bezüglich der Kosteneffizienz kurz-

fristig nicht realisieren lassen und Auslands-FuE primär unter strategischen Gesichtspunkten beurteilt werden sollte.

### Aufhol-Länder mit enormem Schwung

Dies ist ein weiterer Aspekt der FuE-Globalisierung: Aufholende Schwellenländer haben eine besonders hohe FuE-Dynamik an den Tag gelegt – und zwar unbeeindruckt von den neuerdings auch bei FuE stark auf zyklische Schwankungen reagierenden Industrieländern: Das Teilnehmerfeld im internationalen Innovationswettbewerb rekrutiert sich seit einem Jahrzehnt nicht mehr nur aus den industrialisierten westlichen Ländern, sondern ist durch die Integration der europäischen Peripherie – der südeuropäischen Länder und der mittel-/osteuropäischen Reformstaaten<sup>31</sup> – sowie der asiatischen Aufhol-Länder einschließlich China und Indien kräftig ausgeweitet worden. Drei Viertel der zwischen 2002 und 2004 in Entwicklungsländern errichteten neuen FuE-Standorte befinden sich nach einer Unctad-Studie<sup>32</sup> in Indien oder China.

Die Industrieländer sehen sich auch bei FuE einer dynamischen Konkurrenz aus aufstrebenden, bevölkerungsreichen und wachstumsstarken Schwellenländern gegenüber. Diese haben die technologische Leistungsfähigkeit als wichtiges Fundament ihres Aufholprozesses erkannt und bemühen sich besonders intensiv um einen Ausbau ihres FuE-Systems. Einige dieser Länder sind mit ihrem FuE-Volumen allein schon auf Grund ihrer Größe in die Weltspitze einzuordnen.

<sup>31</sup> Auch innerhalb der OECD stehen aufholende Länder wie Irland, die Türkei, Griechenland, Portugal und Mexiko bei der Zuwachsraten von FuE an der Spitze.

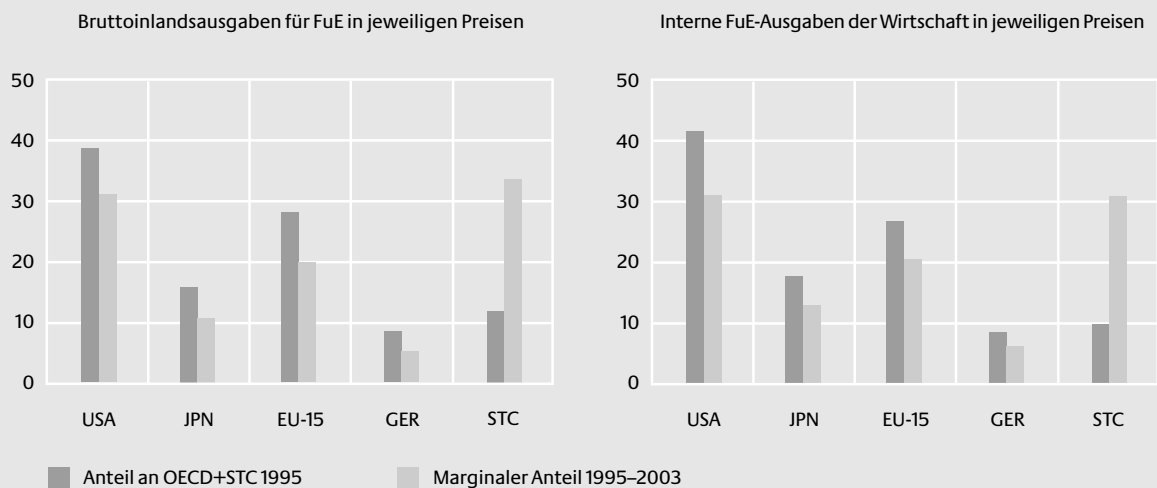
<sup>32</sup> Unctad, World Investment Report 2005, New York/Geneva.

- + China bspw. hat die FuE-Anstrengungen seit Mitte der 90er Jahre real mehr als vervierfacht und sich damit in kurzer Frist mit FuE-Ausgaben von mittlerweile 103 Mrd. \$ (2004) vor Deutschland (59 Mrd. \$) auf Rang 3 der forschungsreichen Länder katapultiert.<sup>33</sup> Im Wirtschaftssektor ist dieser Prozess besonders schnell vorangekommen: Nach einer Versechsfachung der realen FuE-Ausgaben liegt sein Anteil an den gesamten chinesischen FuE-Kapazitäten bei 60 %. China kann auf ein gewaltiges Reservoir von Hochschulabsolventen zurückgreifen: Knapp eine Million Menschen haben 2002 eine Hochschulausbildung abgeschlossen, zwei Millionen haben ein Studium aufgenommen. Rund 150 000 Chinesen studieren im Ausland<sup>34</sup>, 80 % von ihnen kehren nach Studienabschluss wieder in ihre Heimat zurück.
- + Indien gehört mit FuE-Aufwendungen von 21 Mrd. \$ weltweit in die Top Ten. In Indien gründen ausländische Unternehmen vielfach produktionsunabhängige FuE-Stätten. Attraktiv sind vor allem die wissenschaftliche Tradition sowie die verfügbaren Humanressourcen. Als besonders günstig gelten die Bedingungen für FuE in Chemie und Pharmazie (klinische Studien) sowie in Elektronik und Software. Multinationale Unternehmen forschen und entwickeln dort – wie auch in anderen asiatischen Aufhol-Ländern – keineswegs

nur zur Anpassung ihres Sortiments an die regionalen Marktbesonderheiten. FuE hat dort vielmehr Weltmarkt-relevanz.

- + Unter den kleineren Ländern aus dem Nicht-OECD-Raum ragen Israel (4,5 % FuE-Anteil am Inlandsprodukt), Taiwan (wie Deutschland rund 2,5 %) und Singapur (2,3 %) heraus. Berücksichtigt man zusätzlich die starken Steigerungen der FuE-Intensität in den etablierten Ländern Japan und Korea, dann weist dies auf das Ausmaß der globalen FuE-Gewicht-verlagerungen in Richtung Asien hin. Die asiatischen Staaten sind derzeit die FuE-Tempomacher.
- + Die genannten Aufhol-Länder haben seit 1995 bis 2003 über ein Drittel der zusätzlichen FuE-Ausgaben in der Welt getätigt und damit einen größeren Beitrag zum FuE-Kapazitäts-zuwachs geleistet als die USA (31 %), die EU (20 %, davon Deutschland 5 %) und Japan 11 % (Abb. 5.5). Der Marginalbeitrag dieser Länder zur Ausweitung der weltweiten FuE-Kapazitäten erscheint in einem besonders strahlenden Licht, wenn man die Ausgangsbasis von Mitte der 90er Jahre (12 %) betrachtet. Nun beträgt der Anteil an den FuE-Ausgaben bereits rund 21 %. 2004 und 2005 dürfte ihr FuE-Anteil noch einmal gestiegen sein.

Abb. 5.5: Anteil der Weltregionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1995–2003



STC (ausgewählte Schwellenländer): CHN, KOR, IND, RUS, TPE, ISR, SIN.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – IMD World Competitiveness Yearbook (versch. Jgge). – Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

<sup>33</sup> Die Aufwendungen sind in Kaufkraftparitäten ausgedrückt. Beim FuE-Personaleinsatz (vollzeit gerechnet) lauten die Relationen zwischen China und Deutschland 1,1 bis 1,2 Mio. (China) zu gut 470 Tsd. (Deutschland).

<sup>34</sup> OECD, STI Scoreboard 2005, Paris.

- + **Die EU-Kommission kommt in einer Extrapolation zu dem Schluss, dass China im Jahr 2010 die EU eingeholt haben wird. Angesichts einer FuE-Intensität von derzeit 1,3 % in China und 1,9 % in der EU zeugt dies nicht gerade von großem Vertrauen in die Realisierung des selbst gesetzten 3%-Zieles.**
- + **Ungarn, Tschechien und die Slowakei sind nach Erhebungen der Unctad bei der Ausweitung der FuE-Kapazitäten multinationaler Unternehmen weit vorne. Nicht zuletzt durch die Übernahme großer Staatsunternehmen haben sie sich in der Dynamik vor Schweden, Großbritannien, Israel, Portugal, Australien und Deutschland platziert.**

Hinter den technologischen Anstrengungen der Aufhol-Länder steht vielfach auch eine exportorientierte Entwicklungsstrategie.<sup>35</sup> Neben großen einheimischen Konzernen treiben nicht zuletzt multinationale Unternehmen aus Industrieländern die FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in den Aufhol-Ländern nach oben: Anpassungsentwicklungen, FuE-Outsourcing und neue strategische Allianzen, länderübergreifende Gründungen und Fusionen stärken die FuE-Kapazitäten dieser Länder. Sie legen dabei nicht nur ihre Entwicklungsmöglichkeiten und die Aussichten auf ein stark steigendes Marktvolumen in die Waagschale, sondern auch eine Fülle von sehr gut ausgebildeten Fachkräften mit besonderen Fähigkeiten im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich mit hoher Affinität zu IuK-Technologien (z. B. Indien). Die FuE-Auslandsinvestitionsmotive der traditionellen Industrieländer haben sich etwas verändert. Bei früheren Überlegungen zur Globalisierung von FuE standen vor allem lokale Markt- und Wachstumsaussichten im Vordergrund. Mittlerweile hat jedoch der Faktor Qualifikation der Erwerbepersonen größeres Gewicht erhalten. In Deutschland sind hochwertige Qualifikationen knapp geworden, in vielen anderen Ländern stehen jedoch zunehmend ausreichend qualifizierte Arbeitskräfte zu wettbewerbsfähigen Preisen zur Verfügung: „Off shoring“ von FuE-Kapazitäten ist eine Reaktion, sie dient dem Ziel, die eigenen Kompetenzen durch die ausländischen zu erweitern.

Bei den Motiven für ein FuE-Engagement deutscher Unternehmen in aufholenden Schwellenländern muss man tendenziell unterscheiden<sup>36</sup> zwischen

- + **Klein- und Mittelunternehmen, die sich eher aus Kostengründen (Fachkräftepotenzial) – und dann auch vornehmlich in der Nachbarschaft, also in mittel-/osteuropäischen Reformstaaten – nach Kooperationspartnern umsehen und dorthin FuE-Aufträge vergeben (auch an wissenschaftliche Einrichtungen) und**

- + **Großunternehmen, die die Nähe zum Kunden suchen und entsprechende Anpassungsentwicklungen parallel zu eigenen Produktionsstätten im Ausland vornehmen oder gar eigenständige weltmarktrelevante FuE betreiben und dies auch in entfernten Regionen Asiens tun.**

Hinsichtlich der Wirkungen des Aufkommens neuer FuE-Wettbewerber auf den FuE-Standort Deutschland muss man zwischen den einzelnen Formen und Phasen von FuE differenzieren. Was die Arbeitsteilung in der Wirtschaft angeht, so dürfte weniger die Grundlagen- und die angewandte Forschung betroffen sein, sondern vor allem die marktorientierte experimentelle Entwicklung. Zusätzlich hängt der Grad der Betroffenheit davon ab, inwieweit eine regionale Trennung der Produktions- von den Forschungsstätten möglich ist. In dem Maße, in dem Innovation und Produktion auf „tacit knowledge“, hochwertige Dienstleistungen vor Ort und auf Systemkompetenz in der Wertschöpfungskette angewiesen sind (z. B. im Maschinen- und Automobilbau), wird dies nur begrenzt möglich sein. Ein zweiter Aspekt ist, inwieweit der FuE- und Innovationsprozess selbst zerlegt werden kann. Je mehr dies der Fall ist, desto leichter fällt es bei einer gut ausgebauten Telekommunikationsinfrastruktur, die Vorteile einer internationalen FuE-Arbeitsteilung mit Aufhol-Ländern auszuschöpfen. Hochwertige Dienstleistungen wie FuE lassen sich mit der steigenden Leistungsfähigkeit der IuK-Technologien immer leichter modularisieren; sie werden damit „handelbar“.

Dies erhöht den Druck, permanent zu innovieren. Der internationale Wettbewerb mit diesen Ländern kann von der deutschen Wirtschaft nicht auf der Kosten-, sondern nur auf der Innovationsseite gewonnen werden. Dies bedarf jedoch einerseits höherer Eigenanstrengungen. Andererseits übt die Erweiterung der internationalen FuE-Arbeitsteilung Druck auf das Spezialisierungsprofil der hoch entwickelten Volkswirtschaften aus. In Teilbereichen wird sich ein weiterer Abbau von FuE-Arbeitsplätzen nicht vermeiden lassen. Eine stärkere Spezialisierung auf die ersten Phasen der Wertschöpfungsketten, in denen hochwertige Dienstleistungen – nicht nur bei FuE – erforderlich sind, dürfte die erforderlichen Anpassungsprozesse erleichtern.

Spezialisierung bedeutet in diesem Zusammenhang – und darin liegen die Chancen von Industrieländern wie Deutschland – einen weiteren Ausbau der Exportchancen bei Investitionsgütern sowie bei komplementären technologischen und Ingenieurdienstleistungen. So hat Deutschland seit Mitte der 90er Jahre durch Exporte nach China sowie nach Mittel- und Osteuropa sehr stark profitiert. Bspw. liefert die deutsche Industrie rund 40 % der Technologiegüterimporte der europäischen Reformländer. Diese Länder bieten auch Mittelständlern Absatzmärkte vor der Haustür. 14 ½ % der chinesischen Technologiegüterimporte stammen aus Deutschland.

<sup>35</sup> Dies führt neuerdings sogar zu dem Phänomen, dass einzelne große Unternehmen aus Aufhol-Ländern in Industrieländern, aber auch in anderen Entwicklungsländern FuE-Investitionen vornehmen.

<sup>36</sup> Vgl. A. Lau, T. Zywiets, Going International, Berlin 2005. – S. Kinkel, G. Lay, Produktionsverlagerung unter der Lupe. Entwicklungstrends bei Auslandsverlagerung und Rückverlagerung deutscher Firmen, Karlsruhe 2004.



**Internationale Wissensnetzwerke werden dichter**

Die Globalisierung von FuE wird nur z. T. durch den Besitz von FuE-Kapazitäten dargestellt. Sie zeigt sich auch in grenzüberschreitenden Kooperationen in FuE, in technologischen Dienstleistungen wie Ingenieurleistungen, Lizenzierung von Forschungsergebnissen und Erfindungen usw. So vergeben deutsche Unternehmen 23 % ihrer FuE-Aufträge („externe FuE“) an „das Ausland“ (Tab. 5.1). Dies macht bereits über 4 % ihrer FuE-Gesamtaufwendungen aus; knapp drei Viertel davon werden mit verbundenen Unternehmen abgewickelt. Die starke Zunahme der Arbeitsteilung im Innovationsprozess ist Resultat des zunehmenden Querschnittscharakters der Technologien sowie der zunehmenden Spezialisierung der einzelnen Forschungslabors und der forschenden Unternehmen. Der Bedarf an Kooperationen im FuE-Bereich steigt – auch über nationale Grenzen, die von multinationalen Unternehmen vermutlich ohnehin nicht mehr wahrgenommen werden, hinweg.

Dies hilft einerseits, die FuE-Kosten und das FuE-Risiko zu kontrollieren und ermöglicht andererseits den Zugriff auf komplementäres Wissen.

**Kopatente**

Zur Analyse von internationalen Technologiekooperationen werden Kopatente am Europäischen Patentamt (EPA) verwendet. Dies sind solche Patente, bei denen mindestens ein Erfinder aus einem anderen Land beteiligt ist. Dabei stehen nicht nur Kooperationen von deutschen und ausländischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Vordergrund, sondern es werden auch solche technologischen Neuerungen berücksichtigt, die innerhalb von global agierenden Unternehmen entstehen. Die Zuordnung der Erfinder beruht auf den in der Patentanmeldung angegebenen Adressen und ist damit strikt von einer nationalitätsbasierten Zuordnung zu trennen.

**Tab. 5.1: Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Güterklassen und FuE-Intensität der Wirtschaftszweige 2003**

– Anteile in % –

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Anteil an den FuE-Gesamtaufwendungen	Struktur der Auftragnehmer					
		Wirtschaft	Ausland	Zusammen	Wissenschaft		
					Hochschulen	Außer-universitär	Sonstige
Alle forschenden Unternehmen	18,1	62	23	15	10	5	1
<b>Wirtschaftszweig</b>							
Verarbeitendes Gewerbe	18,8	63	23	14	9	5	1
Chemische Industrie	21,1	44	49	7	5	1	1
Maschinenbau	7,5	67	13	21	14	4	2
Elektrotechnik/Elektronik	10,5	61	6	33	11	22	0
Fahrzeugbau	25,1	70	17	13	9	3	0
Übrige Industrie	10,5	56	25	18	16	2	0
Übrige Wirtschaftszweige	10,3	52	25	23	20	3	0
<b>Beschäftigtengrößenklasse</b>							
<100	10,4	66	15	19	14	4	1
100 < 500	10,0	68	9	23	17	5	1
500 < 1000	12,0	43	40	16	11	3	2
>1000	19,6	63	23	14	9	5	0
<b>FuE-Intensität der Wirtschaftszweige</b>							
Niedrige und mittlere Technologie	18,8	49	26	25	18	7	0
Hochwertige Technologie	21,2	69	22	9	5	3	1
Spitzentechnologie	8,9	59	17	25	14	10	1

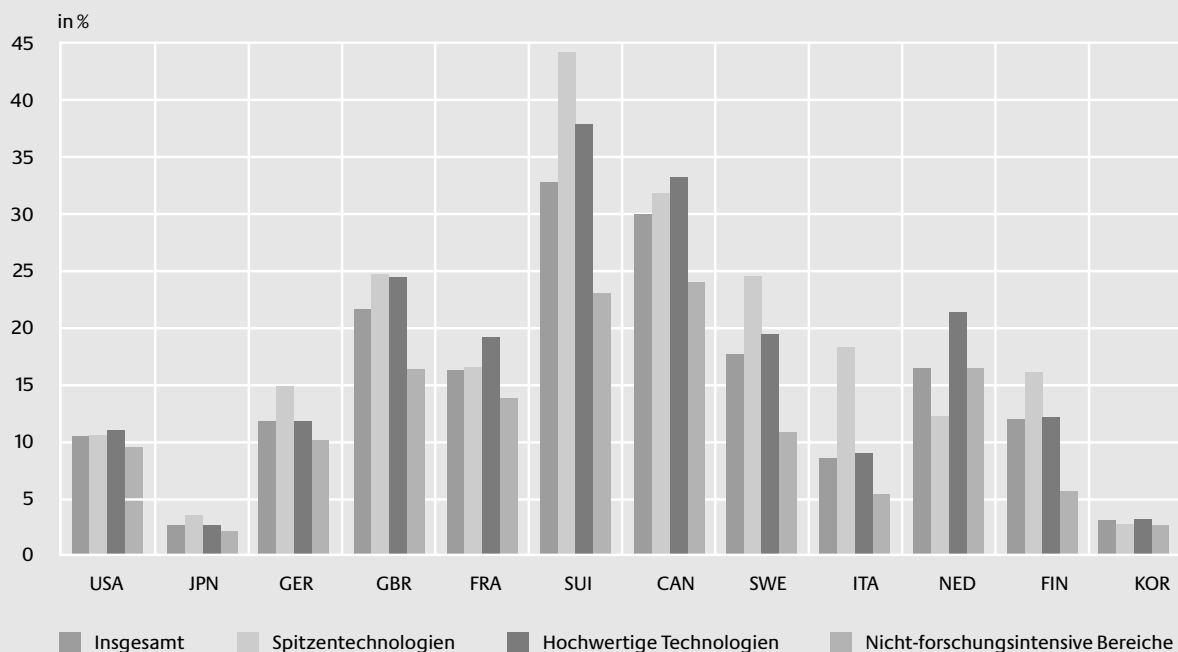
Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des NIW.

Als Folge der langfristig stark zunehmenden internationalen FuE-Verflechtung zwischen Unternehmen und innerhalb von Konzernen geht daher auch ein steigender Anteil von Patentanmeldungen auf Kooperationen zwischen Erfindern aus verschiedenen Ländern zurück. So hat sich die Zahl der deutschen „Kopatente“ im Verlauf der 90er Jahre nahezu vervierfacht. In Deutschland tragen 12 von 100 zum Patent angemeldeten Erfindungen mittlerweile den Namen von mindestens einem Erfinder, der seinen FuE-Standort in einem anderen Land hat (Abb. 5.6). Das ist weniger als bspw. in Großbritannien (22), aber mehr als in den USA (10) sowie in Japan und Korea (3). Umgekehrt kann man auch sagen: Erfinder am Standort Deutschland sind aus der Sicht der ausländischen Unternehmen zunehmend und überdurchschnittlich gefragt.

Die immense Bedeutung von grenzüberschreitenden Technologiekooperationen bei der Rekrutierung komplementären Wis-

sens wird aus deutscher Sicht z. B. dadurch unterstrichen, dass der Kooperationsbedarf vor allem dort entsteht, wo „Wissenslücken“ zu füllen sind, nämlich bei Spitzentechnologien. Deshalb haben Erfinder aus den USA auch den höchsten Anteil an Patentkooperationen, noch vor den unmittelbaren europäischen Nachbarn Schweiz, Frankreich und Österreich. Dies hängt auch mit dem insbesondere in den 90er Jahren kräftigen FuE-Anstieg deutscher Unternehmen in den USA zusammen, der sich ja vor allem auf das Spitzenforschungssegment und die übrigen forschungsintensiven Technologien konzentriert hat. Tendenziell hat der Beitrag von US-, britischen und schweizerischen Erfindern jedoch nicht ganz so schnell zugenommen wie bspw. der Output aus Kooperationen mit Frankreich, Österreich und den Niederlanden. Im Trend hat auch der Anteil japanischer, belgischer und italienischer Partner nachgegeben.

Abb. 5.6: Anteil der Ko-Patente an allen nationalen Patenten nach Technologiebereichen 2003



Quelle: EPAPAT.- Berechnungen des Fraunhofer ISI.

## 6 Staatliche Rolle bei FuE wird wieder stärker betont

Der ökonomische Erfolg von Forschungsarbeiten in der Wirtschaft ist in vielen Fällen unsicher, nur langfristig zu realisieren und z. T. mit hohem finanziellen Aufwand und technologischem Risiko verbunden. In anderen Fällen würden Unternehmen nicht in FuE investieren – obwohl dies zu Innovationen führen würde –, weil sie sich die Erträge der Forschung nicht vollständig „aneignen“ können. Daraus folgt, dass der Staat mit eigenen FuE-Kapazitäten in die Bresche springen bzw. FuE in Unternehmen fördern sollte. In allen Ländern haben sich Mischsysteme herausgebildet, die in unterschiedlicher Zusammensetzung alle Elemente enthalten. Ein verbessertes Umfeld in Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie könnte die notwendigen Voraussetzungen für eine Ausweitung von FuE- und Innovationsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft schaffen.

### Stark nachlassender Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE in der Wirtschaft

Der Staat ist in Deutschland nicht unerheblich an der Finanzierung der industriellen FuE beteiligt – nach den Angaben der Wirtschaft in der FuE-Erhebung („Empfängerstatistik“) im Jahr 2003 mit gut 1,8 Mrd. € nach noch 2,5 Mrd. € im Jahr 1999. Die Gelder machen knapp 4% der gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft (Unternehmen einschließlich IfG) aus. Der staatliche Finanzierungsanteil zu FuE in den Unternehmen hat sich von gut 14% Ende der 70er Jahre auf 3,8% (2003) und damit um fast drei Viertel reduziert (Abb. 6.1, Tab. 4.2, S. 36). Der Trend ist stabil nach unten gerichtet und nur in einzelnen Zeitabschnitten (zuletzt 1993 bis 1997) unterbrochen worden.

Abb. 6.1: Staatliche FuE-Finanzierungsanteile in der Wirtschaft 1979 bis 2004



KMU: Unternehmen bis unter 500 Beschäftigte. – GU: Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten.  
 \* Anteil des Staates an der Finanzierung der gesamten FuE-Ausgaben in % (Empfänger-Statistik). – Gerade Jahre interpoliert.

\*\* Anteil des Staates an der Finanzierung der internen FuE-Ausgaben in % (Geber-Statistik).

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (in der aktuellen Fassung des BuFo Tab. 3 und 16) und des NIW.

Diese Angaben müssen nicht notwendigerweise mit den Rechnungsergebnissen in den öffentlichen Haushalten übereinstimmen. Durch unterschiedliche Erhebungskonzepte ergeben sich Abweichungen zur „Geberstatistik“, die sich aus den jeweiligen Titeln von Bund und Ländern zusammensetzt. Der von den Behörden ausgewiesene Finanzierungsbeitrag zu den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft lag im Jahr 2003 bei 2,3 Mrd. €. Prinzipiell gibt es wohl Probleme, den effektiven Finanzierungsbeitrag des Staates zu erfassen.<sup>37</sup> Geber- und Empfängerstatistik unterschieden sich allerdings überhaupt nicht im Trend, sondern allein im Niveau voneinander (Abb. 6.1): Wenn man die jeweils ausgewiesenen staatlichen Mittel auf die internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft bezieht – wie dies in der Geberstatistik passiert –, dann beträgt die „Eingriffsintensität“ nach der deutschen FuE-Statistik im Jahr 2003: 4,6% (1981: 14%), nach der „Geberstatistik“ 6,1% (1981: 17%).

In keinem der genannten Konzepte sind die Rückflüsse aus Mitteln, die der Staat supranationalen Behörden (wie EU, ESA o. ä.) zur Verfügung stellt, adäquat berücksichtigt. Diese sind Teil der als Finanzierungsmittel aus dem Ausland deklarierten Gelder. Deren Beitrag belief sich im Jahr 2003 insgesamt auf über 1,1 Mrd. € (2 ½ % der FuE-Gesamtaufwendungen). Bedauerlicherweise lässt sich der Anteil von internationalen Behörden hieran nicht ausweisen. Er dürfte jedoch im Vergleich zu dem von multinationalen Unternehmen beigesteuerten Finanzierungsbeitrag den deutlich kleineren Teil ausmachen, da der EU-Anteil hieran nach Unternehmensangaben nur rund ein Achtel der gesamten Auslandsfinanzierungsmittel beträgt.

Beim staatlichen FuE-Begünstigungsmuster sind in Deutschland wechselnde Prioritäten zu beobachten (Abb. 6.1, S. 53):

- + **Großunternehmen erhalten nach der Empfängerstatistik 80 % der staatlichen FuE-Finanzierungsmittel. Allerdings ist die staatliche Eingriffsintensität bei FuE in Deutschland seit den 90er Jahren nicht mehr sehr stark zu Gunsten der Großunternehmen verzerrt. Zieht man die Trennlinie zwischen klein/mittel und groß bei einer Beschäftigtenzahl von 500, dann werden FuE-Aufwendungen von Klein- und Mittelunternehmen durchschnittlich mit 6 % unterstützt, die von Großunternehmen mit etwa 3 %.**
- + **Bis Anfang der 80er Jahre hatten Großunternehmen eine deutliche Präferenz bei der staatlichen FuE-Finanzierung. Diese änderte sich Mitte der 80er Jahre – insbesondere im Zusammenhang mit FuE-Personalfördermaßnahmen – zu Gunsten von Klein- und Mittelunternehmen. Mit Ausklingen dieser Maßnahmen Ende der 80er Jahre genossen Großunternehmen wieder höhere finanzielle Vorteile bei FuE. Dieses Muster hatte eine Weile Bestand.**
- + **Seit Mitte der 90er Jahre ist der staatliche FuE-Finanzierungsbeitrag bei Klein- und Mittelunternehmen wieder**

**höher. Es ist davon auszugehen, dass die Förderung von FuE in den östlichen Bundesländern hierbei eine nicht unmaßgebliche Rolle spielt: Dort handelt es sich meist um Klein- und Mittelunternehmen.**

Der merkliche Rückgang der staatlichen FuE-Beteiligung in Deutschland ist problematisch, wenn man an die „Hebelwirkung“ der öffentlichen FuE-Förderung denkt. Denn durch jeden Euro staatlicher FuE-Finanzierung werden im Schnitt ungefähr in gleicher Höhe Mittel für FuE in der Wirtschaft mobilisiert, die vor allem der vorwettbewerblichen Forschung zu Gute kommen. Hinzu kommen noch unternehmensinterne Mittel für die experimentelle Entwicklung und für die Umsetzung der Ergebnisse in Innovationen und Investitionen, die in ihrer Höhe jedoch sehr stark vom Technologiefeld, vom Stand der technologischen Entwicklung, von der Marktsituation u. ä. abhängig und daher kaum verallgemeinerbar sind.

### **Staat hat in anderen Ländern wieder mehr Verantwortung in FuE übernommen**

Vor allem bei Klein- und Mittelunternehmen hat der Sektor Wissenschaft/Forschung mit über 20 % als FuE-Auftragnehmer einen hohen Stellenwert als Kooperationspartner (Tab. 5.1, S. 51). Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft bei FuE sowie allgemein bei Innovationen führen in aller Regel im Vergleich zu nicht kooperierenden Innovatoren zu höherem Innovationserfolg. Sowohl die immer notwendiger werdenden Schnittstellen und Kooperationen von Wirtschaft und Wissenschaft in FuE auf der einen Seite als auch der in Deutschland stark nachlassende staatliche Finanzierungsbeitrag zu FuE in der Wirtschaft werfen deshalb die Frage auf, ob in anderen Volkswirtschaften ein ähnliches staatliches Verhalten zu beobachten ist.

Seit 30 Jahren ist in praktisch allen hochentwickelten Volkswirtschaften der staatliche FuE-Finanzierungsbeitrag recht stark zurückgefahren worden. Er ist in den OECD-Länder bezogen auf das Inlandsprodukt von 0,93 (1985) über 0,85 (1990) auf 0,63 % (2000) gesunken, in Deutschland von 1,0 auf 0,8 %. Es gibt verschiedene und in den einzelnen Ländern unterschiedliche Gründe dafür: Der Rückgang militärisch begründeter Staatsnachfrage nach FuE-Leistungen nach dem Ende des „kalten Krieges“, Konsolidierungsdruck bei den öffentlichen Haushalten sowie Kontroversen um zivile Großprojekte (bemannte Raumfahrt, Atomenergie) werden als wichtige Begründungen für die nachlassende FuE-Neigung des Staates in den 90er Jahren angeführt. Das neue Jahrzehnt hat jedoch in der OECD einen Wiederanstieg auf 0,68 % (2003) gebracht, vor allem vom kräftigen staatlichen FuE-Engagement in den USA in zivilen und militärischen Projekten gespeist (Steigerung um einen Zehntelprozentpunkt). Wie schnell und nachhaltig der Staat bei der Finanzierung von FuE auf der einen Seite auf dem Rückzug war und wie schnell sich dies auf der anderen Seite seit dem Jahr 2000 geändert hat, wird in einer Marginal-

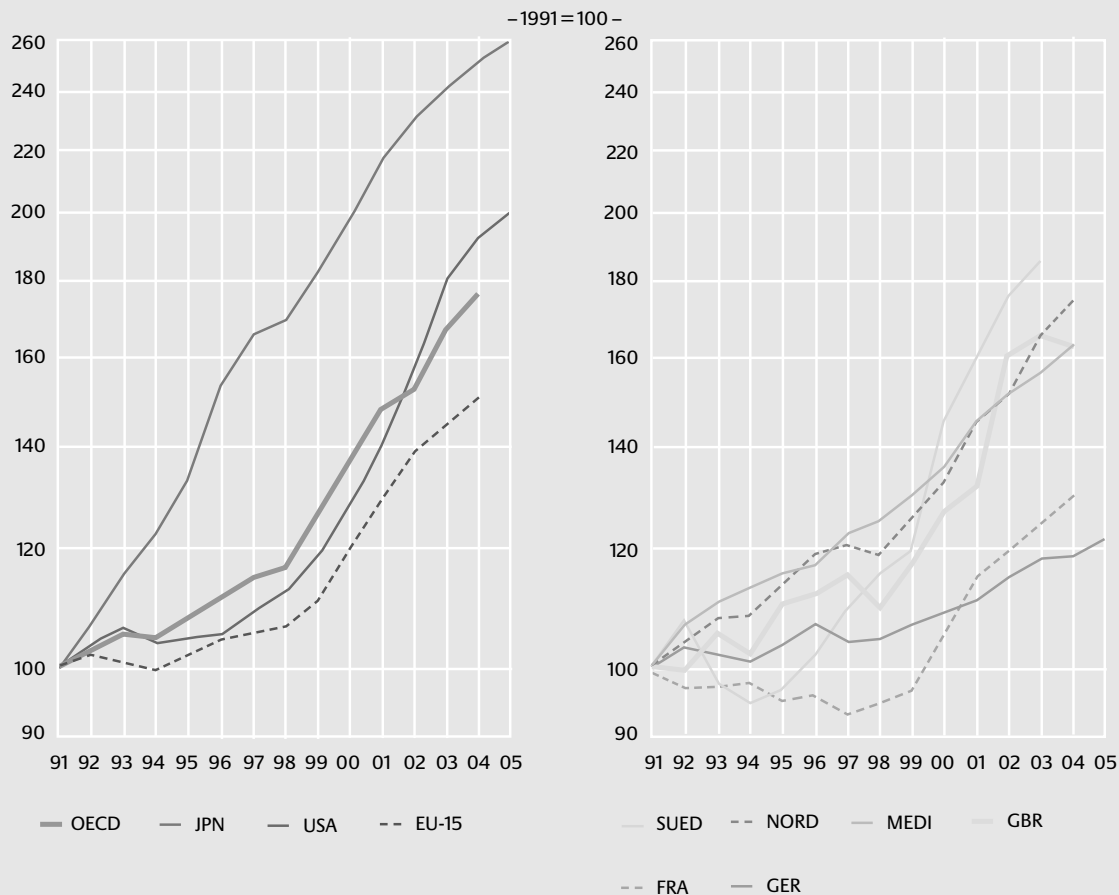
<sup>37</sup> Ein Beispiel ist die Förderung von FuE über die Aif. Aus der Sicht des Staates sind es Ausgaben, die den Unternehmen über die Aif zu Gute kommen. Aus dem Zahlungsmodus kann jedoch aus der Sicht der Unternehmen abgeleitet werden, dass die Förderung wie eine Minderung der Steuerbelastung wirkt.

betrachtung besonders deutlich: Der Staat hat in den OECD-Ländern zwischen 2000 und 2003 mit über 46 % fast die Hälfte der zusätzlichen FuE-Ausgaben bezahlt, die Wirtschaft hingegen lediglich 42 %. Zwischen 1994 und 2000 lauteten die Relationen noch knapp 16 % zu gut 75 %.<sup>38</sup>

Der Staat hat allenthalben wieder mehr FuE-Verantwortung übernommen (Abb. 6.2), sei es durch eine Aufstockung der Finanzierungshilfen für Unternehmen, sei es durch die Ausweitung der Kapazitäten an Hochschulen und in außeruniversitären FuE-Einrichtungen.

- + So wird aus den OECD-Ländern zwischen 2000 und 2004 ein (nominaler) Anstieg der FuE-Haushaltsansätze von 6 ½ bis 7 % pro Jahr gemeldet. Darunter befinden sich bspw. die USA und Schweden mit 11 %, Spanien 14 %, Korea 17 %, Kanada 9 %, Großbritannien, Belgien und die Schweiz jeweils 7 %, Frankreich 6 %.
- + In Deutschland wurden in diesem Zeitraum die FuE-Haushaltsansätze um gut 2 % p. a. ausgeweitet, was real kaum eine Steigerung bedeutet. Das noch vor einigen Jahren im Vergleich zu den übrigen OECD-Ländern als hoch einzustu-

Abb. 6.2: Haushaltsansätze des Staates in FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991–2005



Halblogarithmischer Maßstab.

NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

<sup>38</sup> Bei der Betrachtung der Finanzierungsbeiträge des Staates ist zu beachten, dass Mittel, die der Staat über eine steuerliche Sonderbehandlung von FuE-Ausgaben der Wirtschaft „zur Verfügung“ stellt, in diesen Zahlen nicht enthalten sind. In vielen Ländern wurden in den letzten Jahren solche Steuervergünstigungen eingeführt bzw. deutlich erweitert. (z. B. USA, Japan, Frankreich, Großbritannien). Insofern wird die Ausweitung des staatlichen Engagements für die Förderung von FuE in Ländern mit zunehmender steuerlicher FuE-Förderung unterzeichnet.

**fende staatliche FuE-Engagement muss nunmehr als unterdurchschnittlich charakterisiert werden. Deutschland ist stark zurückgefallen (Abb. 6.3).**

Welche Wirkungen die in vielen Ländern z. T. recht kräftigen Ausgabenzuwächse auf die Kapazitäten in FuE gehabt haben oder noch haben werden, ist noch offen. Einiges wird in Überhitzungserscheinungen auf dem Markt für hoch qualifizierte Arbeitskräfte enden, es wird auch Verzerrungen zwischen den Förderbereichen geben. Immerhin wird deutlich, dass FuE wieder stärker in das Blickfeld der öffentlichen Haushalte geraten ist. In den USA ist der Ausgabenanstieg nach 2000 vor allem im Zusammenhang mit

massiven Ausweitungen militärischer FuE-Ausgaben zu sehen. Deren Impulseffekt ist außergewöhnlich hoch: Die in den USA für militärische Zwecke bestimmten staatlichen FuE-Ausgaben lagen im Jahr 2000 bspw. um ein Drittel, 2003 gar um drei Viertel höher als die **gesamten** internen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft. Aber auch die Ausweitung der Grundlagenforschung und eine starke Förderung der Life Sciences<sup>39</sup> hat zu diesem Anstieg beigetragen. Dies ähnelt der in den 80er Jahren eingeschlagenen Strategie (Strategic Defense Initiative), die mitgeholfen hat, die USA zur führenden Nation in der Elektronik zu machen.

Abb. 6.3: Haushaltsansätze des Staates in FuE in Deutschland 1981 bis 2004\*

– OECD = 100 –



Halblogarithmischer Maßstab.

\* Bis einschl. 1990 Westdeutschland.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – Berechnungen des NIW.

<sup>39</sup> Inwieweit die kräftige Förderung der Life Sciences auch in der Breite wirtschaftliche Relevanz erzielen wird, bleibt abzuwarten. Denn ein Großteil der Life Science-Forschung bezieht seine thematische Ausrichtung und die finanziellen Mittel aus dem Verteidigungsministerium. Die „Spillover-Effekte“ der militärisch motivierten Forschung sind im Allgemeinen deutlich niedriger als die der zivilen Forschung. Zudem gibt es immer wieder Anzeichen für starke „crowding out“-Effekte der Militärforschung. Vgl. OECD, Science & Technology Outlook, Paris 2000.

### Öffentliche Forschung in der OECD aktuell dynamischer als FuE in der Wirtschaft

Der weltweit im neuen Jahrhundert steigende staatliche FuE-Ausgabenanteil ist nicht darauf zurückzuführen, dass der Staat der Wirtschaft mehr FuE-Finanzierungshilfen gewährt hat. Vielmehr hängt dies mit einer Ausweitung der FuE-Kapazitäten „in den eigenen Reihen“, d. h. in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen zusammen.

#### Wissenschafts- und Forschungssystem in Deutschland

Technologisches Wissen wird von verschiedenen Akteursgruppen geschaffen. Das System setzt sich zum einen aus staatlichen Forschungseinrichtungen und zum anderen aus forschenden Unternehmen zusammen. Der staatliche Sektor enthält die

**Hochschulen** (Universitäten, Technische und Fachhochschulen einschließlich ihrer Institute, Testeinrichtungen und Kliniken) und die **außeruniversitären Einrichtungen** (Einrichtungen der Gebietskörperschaften und private Organisationen ohne Erwerbszweck, die einen hohen staatlichen Finanzierungsanteil aufweisen (z. B. Helmholtzzentren, Max Planck- und Fraunhofer-Institute etc.) mit unterschiedlichen Missionen.

+ OECD-weit hatte die Wirtschaft in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ihre FuE-Kapazitäten im Jahresdurchschnitt mit 5,9 % ausgeweitet (Tab. 4.4, S. 40). Dieses Tempo hat der Staat (3,3 %) mit seinen wissenschaftlichen Einrichtungen nicht mithalten können.

Tab. 6.1: Wissenschaftliches Lehr- und Forschungspersonal an deutschen Hochschulen 1995 bis 2004 nach Fachbereichen

Fachbereich	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %			
	1995–2000	2000–2003	2003–2004	1995–2004
<b>Mathematik, Naturwissenschaften</b>	– 1,1	3,4	0,0	0,5
Mathematik, Naturwissenschaften allgemein	– 0,8	4,5	0,9	1,1
Informatik	2,6	11,3	5,6	5,8
Physik, Astronomie	– 1,5	1,4	– 0,8	– 0,5
Chemie	– 4,0	1,2	– 1,6	– 2,0
Pharmazie	0,8	0,4	– 0,8	0,5
Biologie	– 0,5	3,1	– 1,6	0,6
Geowissenschaften	– 0,8	0,5	– 2,8	– 0,6
<b>Ingenieurwissenschaften</b>	– 0,2	0,7	– 2,6	– 0,2
Ingenieurwissenschaften allgemein, Bergbau, Hüttenwesen	2,7	0,8	– 1,9	1,5
Maschinenbau/Verfahrenstechnik	– 0,8	– 1,1	– 3,0	– 1,1
Elektrotechnik	– 1,6	3,2	– 3,4	– 0,2
Verkehrstechnik, Nautik	– 1,5	10,3	12,1	3,7
Architektur, Raumplanung, Bauingenieur-/ Vermessungswesen	1,2	0,3	– 3,5	0,4
<b>Agrar-, Forst- u. Ernährungswissenschaften</b>	– 0,5	– 0,3	0,4	– 0,3
<b>Humanmedizin*</b>	1,7	2,8	– 2,8	1,5
<b>Veterinärmedizin</b>	0,4	3,1	– 3,6	0,9
<b>Technische Bereiche insgesamt</b>	0,1	2,3	– 1,6	0,6
<b>Sonstige Bereiche</b>	1,4	3,1	2,3	2,1
<b>Lehr- und Forschungsbereiche insgesamt</b>	0,6	2,6	– 0,3	1,2

\* Gesundheitswissenschaften sind durchgängig den sonstigen Bereichen zugeordnet.  
Quelle: Angaben des Statistischen Bundesamtes. – Berechnungen des NIW.

- + **Nach dem Jahr 2000 hat sich das Blatt deutlich gewendet. Weltweit hat der öffentliche Sektor nicht nur seine Aktivitäten beschleunigt erhöht (3,9 % p. a. bis 2003), sondern die Wirtschaft (1 %) deutlich überflügelt. Insbesondere in den USA (7,1 %) hat der Staat – wie in den 80er Jahren – geradezu kompensatorisch die Lücke geschlossen, die durch den FuE-Rückgang in der Wirtschaft (1,4 %) entstanden ist. Lediglich in Großbritannien ist die Ausweitung der realen FuE-Ausgaben in der Wirtschaft etwas schneller voran gekommen als in öffentlichen Einrichtungen.<sup>40</sup>**
- + **Auch in Deutschland hat es nach 2000 eine leichte Verschiebung zu Gunsten der öffentlichen Forschung gegeben, nachdem sie in den 90er Jahren überaus stark hinter den – im internationalen Vergleich nicht besonders dynamischen – Aktivitäten der Wirtschaft zurückgelegen hatte. Sie hat mit einer jahresdurchschnittlichen Ausweitung der FuE-Kapazitäten um knapp 2 % aber die in anderen Ländern zu beobachtende Expansion nicht mitgemacht.**

Inwieweit FuE in öffentlichen Einrichtungen mit den neuerlichen staatlichen Orientierungen auch langfristig zunehmende Bedeutung zugewiesen wird, lässt sich schlecht abschätzen. Angesichts der geringen Ausrichtung der Unternehmen an mittelfristigstrategischen Zielen muss der Sektor Wissenschaft und Forschung – abgesehen von eigenständigen staatlichen Zielen – auch dafür sorgen, dass sich die technologischen Optionen der Wirtschaft nicht zu sehr verengen. Der Aufwärtstrend scheint in Deutschland im Übrigen schon wieder gebrochen. Dies signalisiert zumindest der Rückgang des naturwissenschaftlich-technischen Lehr- und Forschungspersonals an Hochschulen im Jahr 2004 (Tab. 6.1, S. 57) sowie der FuE-Ausgaben an Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Der „Pakt für Forschung und Innovation“ mag jedoch eine nachhaltige Trendwende einleiten.

Dabei genießt der öffentliche Sektor bei den Unternehmen in Deutschland besondere Wertschätzung. Denn sie finanzieren einen überdurchschnittlich hohen Teil der in öffentlichen Einrichtungen durchgeführten Forschung (über 8 % im Vergleich zu gut 4 ½ % in der OECD insgesamt). Dies sind fast 3 ½ %, bezogen auf die unternehmenseigenen FuE-Aufwendungen (OECD: 2 %). Nur in wenigen Ländern gibt es intensivere Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und Forschung als in Deutschland (Niederlande, Korea, Finnland). Besonders hoch ist die Beteiligung der Wirtschaft an den FuE-Ausgaben der Hochschulen (fast 13 %, OECD insgesamt: 6 %). Die enge und eingeübte Vernetzung von Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung ist für Deutschland ein klarer Vorteil.

### **Deutsche Forschungsergebnisse: Weniger Wert auf Quantität, mehr auf Qualität**

Die Ausbildung von Wissenschaftlern und Ingenieuren mit Produktions- und Innovationskompetenz, aber auch für Schule, Lehre

und Forschung, ist eine wichtige Aufgabe des Wissenschaftssystems und der öffentlich geförderten Forschung. Universitäten und Institute bilden für viele Unternehmen zudem eine wichtige Informationsquelle. Vor allem in neuen, forschungsintensiven und wissensbasierten Technologiefeldern (wie etwa Biotechnologie/Pharmazie, Mikroelektronik oder neue Werkstoffe) sind die Ergebnisse der Grundlagenforschung unmittelbar anwendungsrelevant. Deshalb ist in den letzten Jahren die Erwartung gestiegen, dass öffentliche Forschungseinrichtungen einen unmittelbaren Beitrag zur Technikentwicklung leisten sollen. Zwar haben die Strukturen des Wissenschaftssystems und die Leistungsfähigkeit der Wissenschaftler einen erheblichen Einfluss auf die technologische Entwicklung. Dieser ist jedoch nur schwer messbar, da er zu einem erheblichen Teil über informelle Kontakte zwischen den Forschungseinrichtungen und Unternehmen sowie durch FuE-Kooperationen geleistet wird. Daneben ist die Wissenschaft breiter, vielfach mehrere Technikgebiete umspannend angelegt. Ferner gibt es große zeitliche Verzögerungen bei der Umsetzung, selbst wenn Wissenschaft gezielt zur Unterstützung spezifischer technischer Entwicklungen eingesetzt und gefördert wird.

#### **Wissenschaftliche Publikationen**

Die Leistungen der Wissenschaft sind nur schwer messbar, zumal sich die einzelnen Disziplinen deutlich unterscheiden. Als aussagekräftig haben sich Analysen von Fachpublikationen erwiesen. In wissenschaftlichen Publikationen sind praktisch alle relevanten Forschungsergebnisse dokumentiert. Publikationen sind somit ein unerlässliches Element zur Verbreitung des wissenschaftlichen Fortschritts, sie dokumentieren gleichsam den wissenschaftlichen Output.

Die statistischen Analysen zu Fachpublikationen beziehen sich nicht nur auf Wissenschaftsgebiete mit engem Technikbezug, sondern auf die Natur-, Lebens- und Ingenieurwissenschaften insgesamt. Sie wurden in der Datenbank Science Citation Index (SCI) durchgeführt, einer multidisziplinären Datenbank mit breiter fachlicher Abdeckung. Generell sind im SCI Zeitschriften berücksichtigt, die häufig zitiert werden, also eine hohe Sichtbarkeit haben, so dass höherwertige Publikationen berücksichtigt sind. Schon die Tatsache der Registrierung einer Publikation im SCI kann als ein erster Qualitätsindikator betrachtet werden. Die Datenbank deckt vor allem englischsprachige Zeitschriften ab, was für die meisten Felder unproblematisch ist. Die deutschen Ingenieurwissenschaften, die meist in deutscher Sprache publizieren, sind jedoch unzureichend erfasst. Insbesondere im Maschinenbau scheint die Abbildung der relevanten Zeitschriften im SCI unzureichend zu sein.

Ein weiterer Nachteil ist, dass Buchpublikationen sowie Beiträge zu Sammelwerken nicht erfasst werden. Diese Veröffentlichungsformen haben in einzelnen Disziplinen für die Ent-

<sup>40</sup> Japan ist ein Sonderfall: Hier hat es Privatisierungen gegeben, die sich in der Statistik zu Lasten des öffentlichen und zu Gunsten des privaten Sektors auswirken. Insofern sind auch die hohen Kapazitätsausweitungen in Wissenschaft und Forschung in den Vorjahren nicht mit der aktuellen Situation vergleichbar.



wicklung von Wissenschaft und Forschung durchaus hohes Gewicht (z. B. Maschinenbau).

In wissenschaftlichen Publikationen sind praktisch alle relevanten Forschungsergebnisse dokumentiert. Mit der Ausweitung wissenschaftlicher Aktivitäten hat auch die Zahl der wissenschaftlichen Zeitschriften und Artikel kontinuierlich zugenommen. Der Anteil Deutschlands an den Publikationen in natur-, ingenieur- und medizinwissenschaftlichen Zeitschriften lag 2004 bei 8,4%. Deutsche Forscher rangieren damit an dritter Stelle hinter den USA (31,4%) und Japan (9,4%), gleichauf mit Großbritannien und vor Frankreich (6,1%).

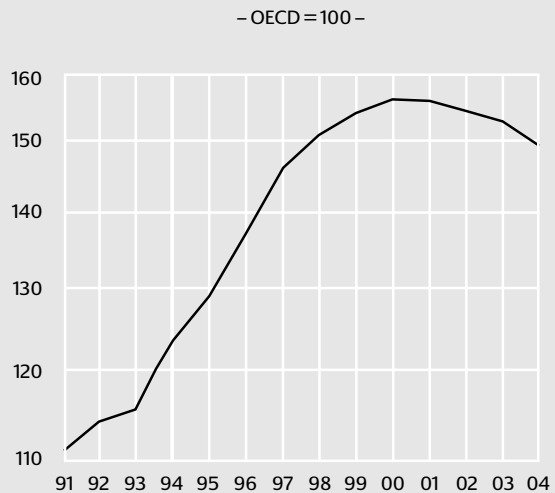
Besonders hoch ist das Prokopfpublikationsaufkommen in der Schweiz (mit 1 900 je Mio. Einwohner, verglichen mit dem EU-15-Durchschnitt von gut 750). Im Vergleich der westlichen Industrieländer insgesamt liegt Deutschlands Publikationsleistung rund 50 % über dem Durchschnitt, bezogen auf die EU jedoch nur ungefähr im Mittel. Normalerweise ist dies nicht viel; allerdings wird immer ins Feld geführt, dass in der verwendeten Datenbank nicht-englischsprachige Länder mit großem eigenem Sprachraum weniger gut repräsentiert sind. Die nordischen und englischsprachigen Länder liegen daher vorn. Nach einem Aufholprozess in den 90er Jahren nimmt Deutschlands Anteil seit einigen Jahren wieder ab. Nur zu einem Teil liegt dies daran, dass Wissenschaftler aus den Ländern Mittel- und Osteuropas, Asiens und Lateinamerikas deutschen Kollegen den knappen Platz in internationalen Journals streitig machen. Auch im Vergleich mit westlichen Industrieländern hat Deutschland auf dem Weltpublikationsmarkt seit einiger Zeit den Zenit überschritten (Abb. 6.4) – sowohl an den absoluten Publikationszahlen gemessen als auch bei der Anzahl der Publikationen je Erwerbsperson oder Einwohner.

#### Qualitätskriterien bei Publikationen

Ein Indikator für die Qualität einer Publikation ist die Häufigkeit, mit der sie von anderen Autoren **zitiert** wird („**Zittrate**“). Weiterhin sollte berücksichtigt werden, ob die Zeitschriften, in denen die Wissenschaftler eines Landes publizieren, international über- oder unterdurchschnittlich wahrgenommen (zitiert) werden („**Internationale Ausrichtung**“). Die zeitschriftenspezifische **Zitatbeachtung** gibt an, ob die Artikel häufiger oder seltener zitiert werden als die Artikel in den Zeitschriften, in denen sie publiziert werden.

- + **Allerdings kommen die Arbeiten gut an. Sie werden zunehmend von anderen Autoren im In- und Ausland zitiert, was auf einen schnell steigenden Bekanntheitsgrad wissenschaftlicher Publikationen aus Deutschland hindeutet (Abb. 6.5, S. 60). Dies trifft zusammen mit einem gern nach außen vermittelten Bild, dass Deutschland eine hervorragende wissenschaftliche Infrastruktur hat, die zu Spitzenleistungen fähig ist. Unterstrichen wird die Spitzenorientierung bspw.**

Abb. 6.4: Naturwissenschaftlich-technische Publikationen\* Deutschlands 1991 bis 2004



Halblogarithmischer Maßstab.

\* Publikationen je Erwerbsperson.

Quelle: Fraunhofer ISI – OECD, Main Science and Technology Indicators (2005/2). – Berechnungen des Fraunhofer ISI und des NIW.

**auch durch den hohen Anteil an Promovierten unter den Erwerbspersonen, was etwas mit den Erkenntnissen kontrastiert, dass die akademische Nachwuchsbildung nicht dynamisch genug ist (Abschnitt 7, S. 61 ff.).**

- + **Die höhere Qualität der Forschung schlägt sich darin nieder, dass es deutschen Wissenschaftlern immer besser gelingt, in häufiger zitierten Zeitschriften zu publizieren und am internationalen Wissensaustausch teilzunehmen. Das allein ist schon ein Gütesiegel. Dennoch besteht noch Verbesserungspotenzial. Vor allem in Wissenschaftsfeldern mit Bezug auf die Elektro- und Informationstechnik und die Pharmazie ist die internationale Orientierung vergleichsweise schwach ausgeprägt, nimmt jedoch – wie in der Biotechnologie – deutlich zu.**
- + **Eine gewisse Problematik besteht darin, dass deutsche Ingenieurwissenschaftler meist in der eigenen Sprache und damit in Zeitschriften publizieren, die international wenig beachtet werden. Dies betrifft vor allem die Themenfelder Maschinenbau, Umwelttechnik, Thermische Prozesse, Verfahrenstechnik – also eigentlich Aushängeschilder deutscher Technik. Hierbei handelt es sich meist um recht „wirtschaftsnahe“ Felder, in denen die Kunst darin besteht, wissenschaftliche Grundlagenerkenntnisse, auch aus der Spitzenforschung, zur innovativen Anwendung zu bringen. Eine stärkere Eingliederung in die internationale Diskussion täte**

den Ingenieurwissenschaften sicher gut, was auch der Wissenschaftsrat anmahnt.

- + Deutschlands Wissenschaftler finden in der Breite der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächer Beachtung. Deutschland hält sich im oberen Mittelfeld. Man kann aber auch erkennen, dass die Beachtung seit Mitte der 90er Jahre nicht mehr zu-, sondern eher abgenommen hat.

Abb. 6.5: Beobachtete Zitatraten, internationale Ausrichtung und Zitatbeachtung für ausgewählte Länder 1991–2002



<sup>1</sup> Zitatrate = jährliche Zitate pro Publikation.

<sup>2</sup> Positives Vorzeichen: Im Schwerpunkt wird in international überdurchschnittlich beachteten Zeitschriften publiziert.

<sup>3</sup> Positives Vorzeichen: Überdurchschnittlich hohe Zitathäufigkeit, gemessen am Durchschnitt der Zeitschriften, in denen publiziert wird.

Quelle: Datenbank SCI. – Centrum voor Wetenschap en Technologie Studies, unveröff. Daten. – Berechnungen des Fraunhofer ISI.

## 7 Bildung und Ausbildung: Risse im Fundament

Der Trend zur Wissenswirtschaft stellt permanent höhere und sich verändernde Anforderungen an die berufliche Qualifikation der Erwerbstätigen sowie an das Bildungs- und Ausbildungssystem. Denn gut ausgebildetes und hoch qualifiziertes Personal ist eine der elementaren Voraussetzungen für Innovationen und deren Umsetzung bzw. für die Übernahme von wissenschaftlichen Erkenntnissen in der Wirtschaft. Forschung und Innovationen brauchen Bildung.

### Hoher Einstellungsbedarf bei Fachkräften

Aktuell scheint die Verfügbarkeit von gut ausgebildetem und hoch qualifiziertem Personal bei Innovationsaktivitäten der Wirtschaft nicht der entscheidende Engpass zu sein. Im Vergleich zu fehlenden Finanzierungsmitteln, zum Einfluss von Gesetzgebung/Verwaltung auf die Innovationsentscheidungen und zur Akzeptanz der Ideen bei den Kunden wird Fachpersonalmangel eher selten genannt (Tab. 3.1, S. 23). Dies war einmal anders: Ende der 90er Jahre, auf dem Gipfel eines mäßigen Aufschwungs hatte Mangel an Fachkräften die Innovationsaktivitäten der Unternehmen ernsthaft behindert. Aus den Personalplanungen innovierender Unternehmen für 2004/2005 wurde jedoch deutlich, dass weiterhin ein hoher Einstellungsbedarf bei Fachkräften besteht (Tab. 7.1, S. 62).

- + **Innovierende Unternehmen der Verarbeitenden Industrie benötigten 55 Tsd. Akademiker, innovierende Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor 96 Tsd. Während es sich in der Industrie überwiegend um Ingenieure handelte, machte diese Berufsgruppe im Dienstleistungssektor nicht ganz die Hälfte aus. Insgesamt ergab sich bei innovierenden Unternehmen ein Einstellungsbedarf von 83 Tsd. Ingenieuren und 67 Tsd. sonstigen Akademikern.**
- + **Bei Nicht-Innovatoren sah die Bilanz völlig anders aus: Es wurden insgesamt nur 26 Tsd. Akademiker gesucht.**
- + **Die Personalplanung lenkte den Blick jedoch auch auf die Gruppe der sonstigen Fachkräfte: Insgesamt wurden 259 Tsd. Fachkräfte mit einem nicht-akademischen Abschluss gesucht, davon allein 224 Tsd. von innovierenden Unternehmen.**
- + **Ein weiteres Ergebnis ist, dass Innovationen in Unternehmen eine deutlich höhere Nachfrage nach Arbeitskräften auslösen: Einem Einstellungsbedarf bei innovierenden Unternehmen von 375 Tsd. steht die Zahl von 62 Tsd. bei nicht-innovierenden entgegen.**
- + **Zusätzlich schimmert der langfristige sektorale Beschäftigungsstrukturwandel durch: Der von den Unternehmen**

**artikulierte Einstellungsbedarf fällt allein bei wissensintensiven Dienstleistungen mit 233 Tsd. höher aus als im gesamten Verarbeitenden Gewerbe (204 Tsd.).**

Aus diesem Bedarf wird im Vergleich zu den für Akademiker geäußerten Einstellungsplänen zum einen deutlich, dass das „deutsche Innovationssystem“ immer noch mehrheitlich auf den Einsatz von Fachkräften aus dem „dualen System“ angewiesen ist. Dies hängt u. a. mit der starken Beteiligung der mittelständischen Wirtschaft an Innovationsprozessen und deren Verankerung im Sektor Hochwertige Technologie zusammen. Gleichzeitig signalisiert der artikuliert Bedarf jedoch auch, dass sich der marginale Bedarf an Fachkräften immer stärker auf die akademische Ausbildung, und darunter immer noch mehrheitlich auf Ingenieure, richtet, vor allem bei innovierenden Unternehmen.

- + **Die erste Konsequenz daraus muss sein, dass das deutsche Bildungs- und Ausbildungssystem eine Niveaueinhebung auf allen Ebenen erhält. Denn beide Gruppen – duales System und Hochschulen – stehen im Wettbewerb um einen knapper werdenden Nachwuchs an gut ausgebildeten jungen Leuten.**
- + **Zweitens muss jedoch auch dem Qualifikationsstrukturwandel Rechnung getragen werden. Dieser richtet sich in der „Wissenswirtschaft“ immer stärker auf akademisches Personal.**

### Der Einsatz von Hochqualifizierten in der deutschen Wirtschaft

Weltweit kommen immer stärker akademische Qualifikationen zum Einsatz. Dies ist zum einen durchgängig auf die Verschiebung der Gewichte hin zu Branchen mit einer hohen Forschungs- und Wissensintensität und auf den Übergang zur Dienstleistungswirtschaft mit ihren höheren Qualifikationserfordernissen zurückzuführen (Abschnitt 2, S. 3 ff.). Zudem nimmt infolge fortschreitender Globalisierung in jeder Branche, besonders ausgeprägt in der Industrie, der Innovationsdruck zu und mit ihm vor allem die Nachfrage nach wissenschaftlich ausgebildetem Personal für FuE. In Westdeutschland ist der Anteil der Erwerbstätigen mit Universitäts- oder Fachhochschulabschluss seit Mitte der 80er Jahre von unter 10 auf mittlerweile über 16% (2004) gestiegen (Abb. 7.1, S. 63). Seit 1991 ist die Zahl der Erwerbsmöglichkeiten für Nichtakademiker um über 3,5 Mio. gesunken, die Zahl der Akademiker hingegen um fast 1,8 Mio. Personen und damit um mehr als 3% pro Jahr gestiegen. Zusätzliche Erwerbsmöglichkeiten hat es bei insgesamt rückläufiger Gesamtbeschäftigung also ausschließlich für hoch qualifizierte Personen gegeben.

- + **So verfügen in Deutschland in den wissensintensiven Zweigen der gewerblichen Wirtschaft im Jahr 2004 im Schnitt**

**Tab. 7.1: Einstellungsbedarf in Unternehmen in Deutschland 2004 und 2005 nach Qualifikationsgruppen und Innovationsaktivität**

	Einstellungsbedarf 2004 und 2005			
	Kein Bedarf	Bedarf vorhanden		
	Unternehmensanteile	in %	in 1 000	in % der Beschäftigten
<b>a. Verarbeitendes Gewerbe – Innovatoren</b>				
Mit Hochschulabschluss	66	34	55	7,9
Darunter: Ingenieure	70	30	38	8,7
Darunter: sonstige Akademiker	–	–	17	6,5
Ohne Hochschulabschluss	68	32	125	2,6
Gesamt	–	–	180	3,3
<b>b. Verarbeitendes Gewerbe – Nicht-Innovatoren</b>				
Mit Hochschulabschluss	87	13	6	5,5
Darunter: Ingenieure	89	11	4	6,7
Darunter: sonstige Akademiker	–	–	2	3,8
Ohne Hochschulabschluss	80	20	18	1,8
Gesamt	–	–	24	2,1
<b>c. Wissensintensive Dienstleistungen – Innovatoren</b>				
Mit Hochschulabschluss	45	55	96	11,0
Darunter: Ingenieure	68	32	45	9,6
Darunter: sonstige Akademiker	–	–	50	12,6
Ohne Hochschulabschluss	56	44	99	6,7
Gesamt	–	–	195	8,3
<b>d. Wissensintensive Dienstleistungen – Nicht-Innovatoren</b>				
Mit Hochschulabschluss	73	27	20	12,1
Darunter: Ingenieure	88	12	10	11,1
Darunter: sonstige Akademiker	–	–	11	13,3
Ohne Hochschulabschluss	76	24	17	5,4
Gesamt	–	–	38	7,7

Summenfehler aufgrund von Rundungsdifferenzen.

– : Werte nicht erhoben.

Innovatoren: Unternehmen, die im Zeitraum 2001–2003 neue Produkte und/oder neue Verfahren erfolgreich eingeführt hatten.

Einstellungsbedarf 2004 und 2005: Angaben der Unternehmen von Mitte 2004.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen und der Beschäftigten in Deutschland auf Basis der Unternehmen, die im Jahr 2003 existiert haben.

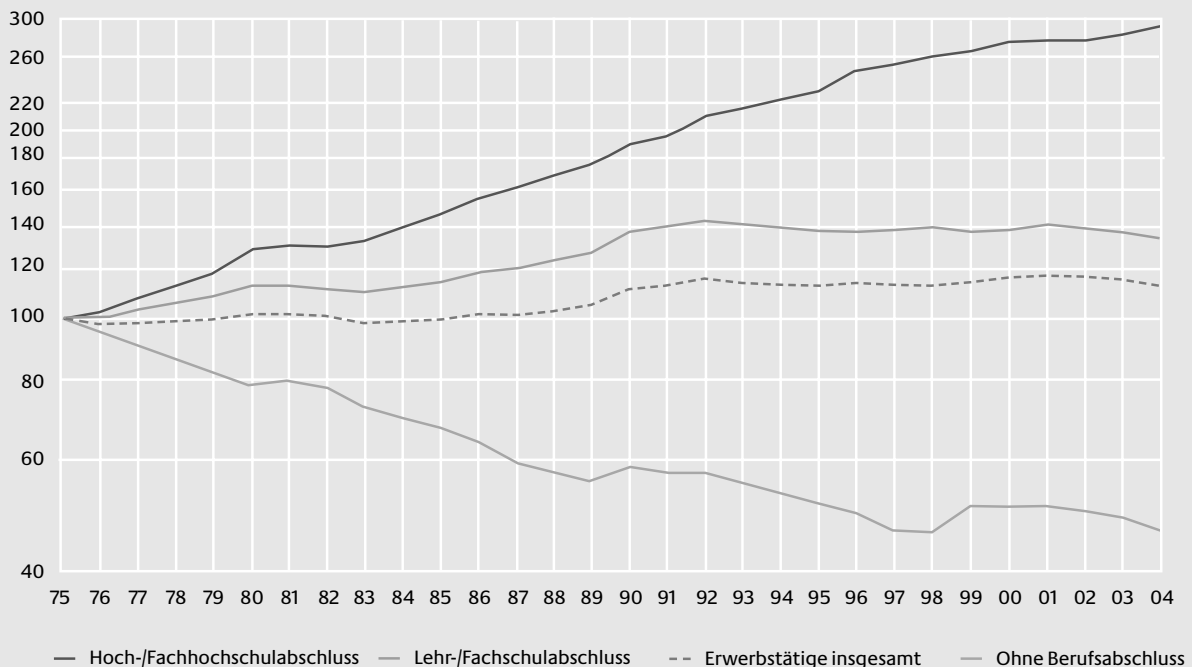
Quelle: ZEW (2005), Mannheimer Innovationspanel (Befragung 2004). – Berechnungen des ZEW.

**vier- bis fünfmal mehr der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten über einen Hochschulabschluss als in den übrigen Wirtschaftszweigen (15 % gegenüber 3 ½ %, Tab. 7.2, S. 64).**

+ **Besonders prägnant fällt das Qualifikationsgefälle im Dienstleistungssektor aus. Dort liegt die Akademikerquote im**

**Durchschnitt nicht-wissensintensiver Zweige bei rund 2 ½ %. In den sehr heterogenen wissensintensiven Dienstleistungen reicht die Spanne von rund 10 % (u. a. im größten Teilbereich Gesundheitsdienstleistungen) bis über ein Drittel (bei technischer Beratung). In einzelnen Sparten (z. B. FuE-Dienstleistungen) werden Akademikerquoten von über 40 % erreicht.**

Abb. 7.1: Entwicklung der Erwerbstätigkeit in Westdeutschland 1975 bis 2004 nach Qualifikations-  
ebenen (1975 = 100)



Anmerkung: ab 1991 alte Länder und Berlin (Ost und West).  
Zivile Erwerbstätige (ohne Auszubildende): nach Mikrozensus, Berechnungen des IAB.  
Halblogarithmischer Maßstab.  
Quelle: IAB-Kurzbericht 9/2005. Darstellung des NIW.

Vor allem in den expandierenden unternehmensorientierten Dienstleistungssparten (Beratung und Forschung, IuK und Medien) kommen immer mehr Akademiker zum Einsatz. Der sektorale Strukturwandel zu Gunsten wissensintensiver Dienstleistungen beschleunigt die Nachfrage nach höherwertigen Qualifikationen also außerordentlich.

Im wissensintensiven Produzierenden Sektor ist die Akademikerquote unter den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ähnlich hoch wie in wissensintensiven Dienstleistungen (14,5%). Hier kommen allerdings sehr viel häufiger und zunehmend Naturwissenschaftler/Ingenieure zum Einsatz; die höchsten „Wissenschaftlerintensitäten“ ergeben sich für die Bereiche Elektrotechnik (12 ½%), Elektronik/Optik (10 ½%) und Fahrzeugbau (9 ½%). Im Schnitt verfügen in wissensintensiven Zweigen 8,7% der Beschäftigten über natur- oder ingenieurwissenschaftliche Qualifikationen, in den übrigen produzierenden Bereichen lediglich 2,2%.

Selbst beim seit einigen Jahren schwachen Wachstumspfad der deutschen Wirtschaft sowie in der Beschäftigungsrezession hat der Akademikerbedarf in Deutschland weiter zugenommen. Dies ist zum einen auf den Innovationsdruck im wissensintensiven produzierenden Gewerbe zurückzuführen, der selbst den rezessi-

ons- und strukturwandelbedingten Minderbedarf in diesem Bereich überkompensiert hat. Zum anderen gab es im Dienstleistungssektor Strukturwandelgewinne der wissensintensiven Zweige sowie in jeder Branche einen Anstieg der Akademikerquote.

Betriebliche FuE-Prozesse stellen immer höhere Anforderungen an die Qualifikation des FuE-Personals, die „Akademisierung“ von FuE nimmt zu. Insofern sind der FuE-Expansion in Deutschland künftig deutliche Grenzen gesetzt. Es fehlen immer mehr Naturwissenschaftler und Ingenieure, die über die Schlüsselqualifikationen für technische Innovationsprozesse verfügen. Insbesondere forschende Klein- und Mittelunternehmen haben einen vergleichsweise hohen Bedarf an Naturwissenschaftlern/Ingenieuren. Knapper gewordene FuE-Personalressourcen dürften auch der Grund dafür sein, dass Klein- und Mittelunternehmen Schwierigkeiten haben, sich im FuE-Prozess zu behaupten (Abschnitt 4, S. 33 ff.). Auch zukünftig wird der Bedarf an hochwertigen Qualifikationen weiter steigen. Denn Deutschland benötigt mehr Naturwissenschaftler/Ingenieure, um die erforderliche Ausweitung der FuE-Kapazitäten zu realisieren. Deutschland braucht allgemein gesprochen mehr Akademiker, um den Mehrbedarf an hochwertigen Dienstleistungen zu befriedigen. Fehlende akademische

Tab. 7.2: Qualifikationsmerkmale ausgewählter Zweige der Gewerblichen Wirtschaft in Deutschland 1998 und 2004

WZ 93	Ausgebildetenquote <sup>1</sup>			Darunter:					
	1998	2002	2004	Akademikerquote <sup>2</sup>			Wissenschaftlerintensität <sup>3</sup>		
	1998	2002	2004	1998	2002	2004	1998	2002	2004
<b>Gewerbliche Wirtschaft<sup>4,5</sup></b>	72,0	69,5	69,4	6,9	7,7	8,1	2,9	3,0	3,1
<b>Produzierendes Gewerbe</b>	71,5	71,6	72,0	6,5	7,5	8,0	3,9	4,4	4,6
Wissensintensive Wirtschaftszweige	78,2	78,5	79,1	12,3	13,8	14,5	7,8	8,4	8,7
Chemie, Grundstoffe	78,3	79,8	80,2	12,5	13,9	14,2	6,2	6,9	6,9
Maschinen	80,1	79,8	80,1	9,2	9,8	10,5	6,5	6,8	7,1
Elektrotechnik	72,5	73,6	74,2	15,4	17,1	18,0	11,0	11,9	12,3
Optik, Elektronik	75,9	75,4	75,9	17,0	18,7	19,3	9,5	10,0	10,3
Fahrzeuge	78,3	80,0	81,0	10,5	13,1	14,2	7,4	8,8	9,3
Übrige	83,7	83,8	84,1	11,4	12,5	13,3	6,9	6,8	7,0
Nicht-wissensintensive Wirtschaftszweige	68,3	67,8	67,9	3,7	4,1	4,3	2,0	2,1	2,2
<b>Gewerbliche Dienstleistungen<sup>4</sup></b>	72,4	68,0	67,6	7,2	7,8	8,1	2,1	2,1	2,1
Wissensintensive Wirtschaftszweige <sup>4</sup>	79,6	76,5	76,6	13,4	14,4	14,9	3,9	3,9	3,9
Distribution	76,8	71,1	70,0	10,0	9,7	10,0	4,3	3,8	3,6
IuK, Telekommunikation	81,2	73,2	73,9	25,3	24,9	26,0	5,0	5,1	5,4
Finanzen	83,3	82,3	82,9	9,4	10,5	10,9	0,9	0,9	0,9
Technische Beratung	82,4	78,4	78,1	32,2	32,6	33,4	28,8	29,3	29,2
Nicht-technische Beratung	75,8	70,6	70,7	14,5	15,8	16,4	1,3	1,5	1,7
Gesundheit <sup>4</sup>	79,9	79,2	79,0	9,4	10,2	10,6	0,4	0,5	0,5
Medien	61,3	54,3	53,9	17,2	15,8	16,3	1,3	1,2	1,2
Nicht-wissensintensive Wirtschaftszweige	66,9	61,2	60,4	2,4	2,5	2,6	0,6	0,6	0,6
<b>Staat, Private Haushalte</b>	77,3	76,6	76,7	15,2	15,9	15,8	2,0	2,0	1,9
<b>Landwirtschaft</b>	67,1	62,6	61,6	3,8	3,7	3,7	1,2	1,2	1,2

<sup>1</sup> Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung an den Beschäftigten insg. in %.

<sup>2</sup> Anteil der Uni/FH-Absolventen an den Beschäftigten insg. in %.

<sup>3</sup> Anteil der Naturwissenschaftler/Ingenieure an den Beschäftigten insg. in %.

<sup>4</sup> Akademiker im Gesundheitswesen 1998 um 30 000 Personen aufgestockt.

<sup>5</sup> Ohne Landwirtschaft, öffentliche Verwaltung und Dienstleistungen, Bildung, Priv. Haushalte etc.

Quelle: Bundesagentur für Arbeit, Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.

Fachkräfte könnten sich als Hindernis für den erforderlichen innovativen Strukturwandel in Deutschland erweisen und damit einer dringend erforderlichen Ausweitung der Wachstums- und Beschäftigungsmöglichkeiten im Wege stehen.

### Nachwuchsprobleme bei Naturwissenschaftlern/Ingenieuren

#### Bildungsabschlüsse bzw. Qualifikationsstufen

**Hohe Qualifikationen (Tertiärbereich)** umfassen Abschlüsse in berufsorientierten Kurzstudiengängen (i. d. R. 2–3 Jahre), Hochschulstudiengänge von mind. 3 Jahren Länge sowie Promotionen. **Mittlere Qualifikationen (Sekundärbereich II)** erfordern einen qualifizierten Schul- oder beruflichen Abschluss. Personen ohne die genannten Voraussetzungen gehören zur Gruppe mit **niedrigen Qualifikationen**.

Ein guter Bildungsstand in der Breite der Bevölkerung ist immer ein wichtiger Standortvorteil Deutschlands im internationalen Technologie- und Innovationswettbewerb gewesen.

- + **Allerdings haben mittlerweile 15 % der jungen Menschen in Deutschland keinen schulischen oder beruflichen Abschluss, 1991 waren es noch 11 %. Dies ist im Vergleich zu anderen Ländern immer noch wenig, der Trend hingegen wenig erfreulich (Abb. 7.2).**
- + **Auch deshalb ist der deutsche Bildungsvorsprung kleiner geworden. Er hält sich jedoch noch sehr gut im gehobenen/mittleren Qualifikationsbereich (Abb. 7.3, S. 66), dank des dualen Systems der Berufsausbildung.**
- + **Bei hoch qualifiziertem (akademischem) Nachwuchs hat Deutschland jedoch seit über einem Jahrzehnt keinen Vorsprung mehr. Massiv erschwert wird die Situation dadurch, dass junge Leute zwar im Schnitt eine bessere Ausbildung**

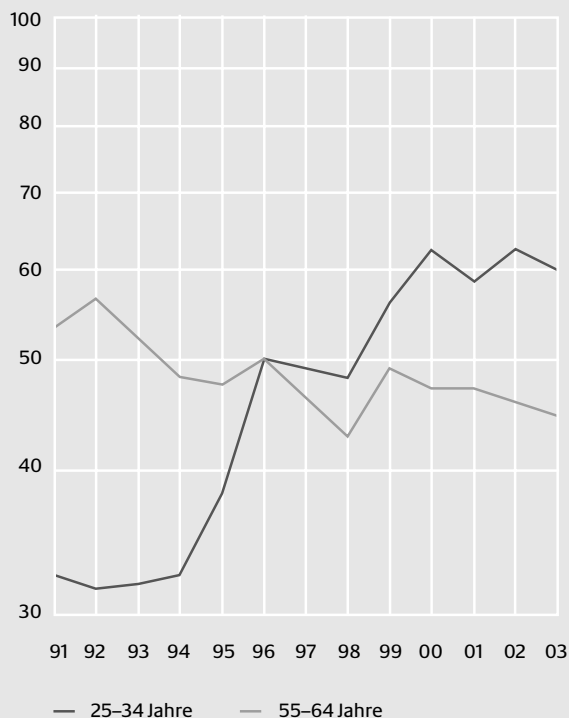
**haben als ältere Erwerbspersonen, dass es in Deutschland jedoch aus der demographischen Entwicklung heraus weniger junge Leute gibt. Der Wissensstock wird daher nicht so schnell aufgefrischt und erweitert. Dies stimmt bedenklich, bedeutet es doch ohne entschiedenes Gegensteuern ein längerfristig sinkendes Qualifikationsniveau der nachwachsenden Bevölkerung.**

Naturwissenschaftler/Ingenieure, die für technische Innovationsprozesse Schlüsselkompetenz besitzen, haben in Deutschland unter allen Hochschulabsolventen zwar einen im Vergleich zu den meisten anderen Ländern hohen Anteil.

- + **Doch weil in Deutschland insgesamt zu wenig Akademiker ausgebildet werden, erwerben nur 7 von 1 000 jungen Menschen pro Jahr einen naturwissenschaftlich-technischen Abschluss an einer Hochschule (Abb. 7.4, S. 67). In vielen anderen hoch entwickelten Volkswirtschaften ist diese Zahl nicht nur fast doppelt so hoch, sondern zudem z. T. beachtlich angestiegen (z. B. Finnland, Schweden, Großbritannien).**

**Abb. 7.2: Bevölkerung ohne Sekundarabschluss nach Altersgruppen in Deutschland 1991 bis 2003**

– OECD = 100 –



Halblogarithmischer Maßstab.

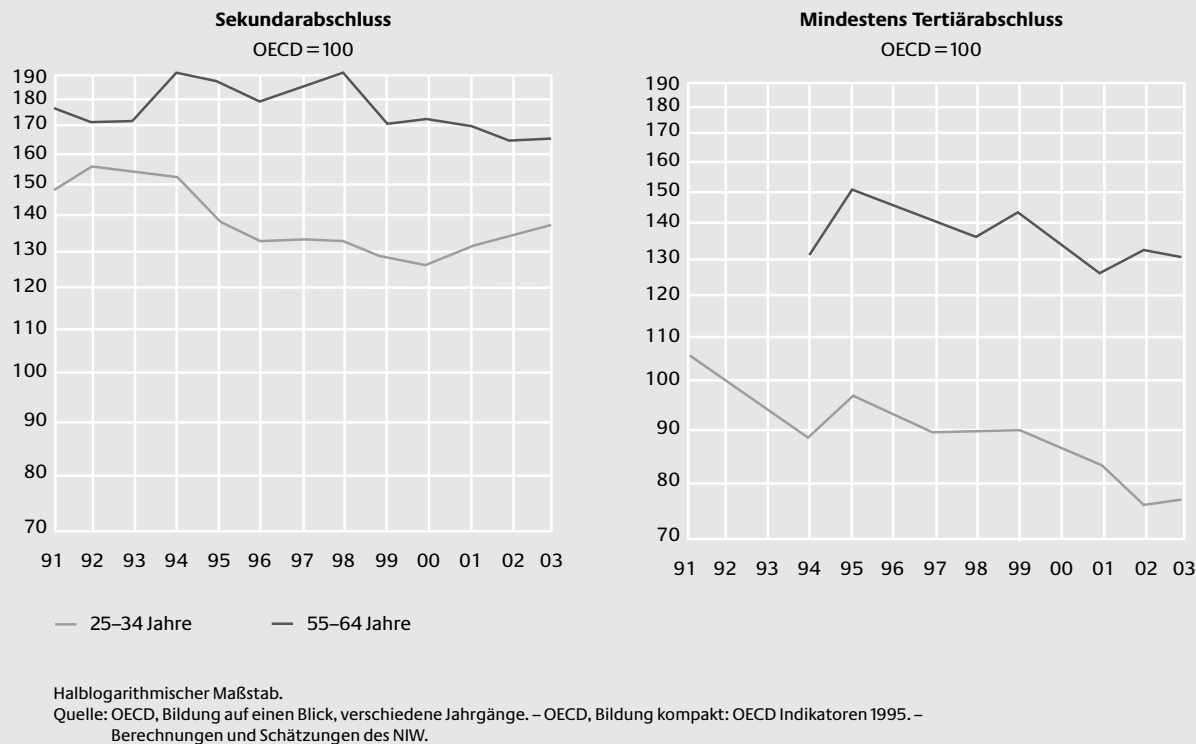
Quelle: OECD, Bildung auf einen Blick, verschiedene Jahrgänge. – OECD, Bildung kompakt: OECD-Indikatoren 1995. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- + **Diesen Zahlen wird häufig entgegen gehalten, dass Deutschland im dualen System über adäquate Ausbildungsgänge verfügt – insbesondere nach der Mitte der 90er Jahre eingeleiteten Modernisierung der Berufe –, die es in den meisten Ländern nicht gibt und die daher dort im Hochschulsektor durchgeführt werden. Dieses Argument ist richtig. Dennoch muss man sich fragen, wieso die Situation in Deutschland vor einem Jahrzehnt auch bei Akademikern anders einzuschätzen war: Damals gab es in Deutschland noch einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Naturwissenschaftlern/Ingenieuren unter den jungen Menschen. Die extrem schwache Dynamik in der natur/ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung an Hochschulen bei gleichzeitigem Mangel an Lehrstellen in „äquivalenten“ dualen Ausbildungsgängen macht zu schaffen.**

- + **Zwar wird die Zahl der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Absolventen bis zum Ende dieses Jahrzehnts in Deutschland wohl auf 10 von 1 000 zunehmen. Dass damit die Lücke zu den führenden Nationen maßgeblich kleiner wird, ist jedoch sehr unwahrscheinlich.**

Ungeachtet dieser im internationalen Vergleich eher ungünstigen Position haben die Studienanfängerzahlen in Deutschland im Verlauf der zweiten Hälfte der 90er Jahre bis 2003 deutlich zugenommen (Abb. 7.5, S. 68). Steigende Jahrgangsstärken und eine zunehmende Studierneigung sowie überproportionale Zuwächse bei ausländischen Studienanfängern sind die Ursache für diese unstrittig positive Entwicklung. Entsprechend ist die (auf Deutsche und Ausländer bezogene) Studienanfängerquote in den letzten Jahren von 29 % im Jahr 1998 auf 39 % im Jahr 2003 gestiegen. Dies relativiert sich jedoch bei längerfristiger Sichtweise und vor allem dann, wenn man zwischen deutschen und ausländischen

Abb. 7.3: Bildungsstand der Bevölkerung nach Altersgruppen in Deutschland 1991 bis 2003



Studienanfängern unterscheidet. Denn allein Letztere – und hier vorwiegend diejenigen, die ihre Studienberechtigung im Ausland erworben haben – sind in den Ingenieurwissenschaften maßgeblich für die günstigere Entwicklung seit Mitte der 90er Jahre verantwortlich. Hiervon haben auch die technikrelevanten Fächergruppen profitieren können, die vom Einbruch der Studienanfängerzahlen in den 90er Jahren besonders stark betroffen waren.

- + So ist der Anteil ausländischer Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften von 10 % (1993) auf 20 % (2003/04) angestiegen, in der Elektrotechnik von 13 auf 27 %.
- + Bei den deutschen Studienanfängern liegt in den Ingenieurwissenschaften selbst der „Spitzenjahrgang“ 2003 mit 55 400 Studienanfängern klar unterhalb der Zahlen, die Ende der 80er Jahre nach einer Phase stabilen Wachstums und einer expansiven Bildungs- und Wissenschaftspolitik in Westdeutschland allein erreicht wurden (1990: knapp 60 100).
- + Während im Maschinenbau in den letzten Jahren ein deutlicher Aufholprozess zu verzeichnen ist, verläuft die Dynamik

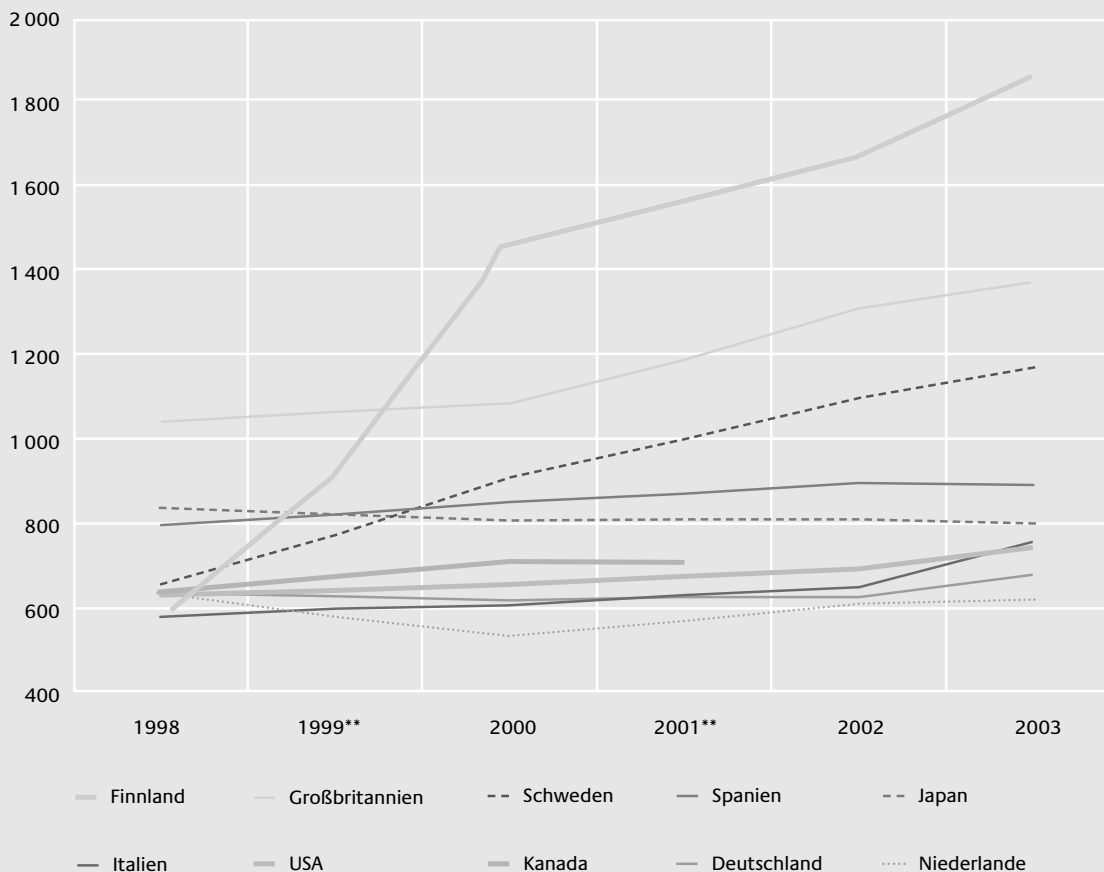
bei den Studienanfängerzahlen in der Elektrotechnik noch immer ausgesprochen schwach, wobei diese Entwicklung auch auf die Wechsel in die zwischenzeitlich stark expandierende Informatik zurückzuführen sein dürfte (s. u.).

- + Ähnlich prekär stellt sich die Situation innerhalb der Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften für die Studiengänge Physik und Chemie dar, während Biologie und Mathematik im längerfristigen Trend leicht zulegen konnten.
- + Herausragende Zuwächse bei den Studienanfängern gab es seit 1995 lediglich in der Informatik. Allerdings ist dort bereits seit 2000 wieder ein Rückgang bei den Studienanfängern zu verzeichnen – erneut eine schnelle Reaktion auf subjektiv verschlechterte Arbeitsmarktaussichten.

Ein weiterer Dämpfer ergibt sich dadurch, dass die Zahl der Studienanfänger 2005 im zweiten Jahr hintereinander nachgegeben hat und im Jahr 2005 rund 7% unterhalb des Niveaus von 2003 liegt. Dies gilt auch für die besonders für die technologische Leistungsfähigkeit relevanten Fächergruppen. Auch dort gehen die



Abb. 7.4: Absolventen ingenieur- und naturwissenschaftlicher Studiengänge\* pro 100 000 Erwerbspersonen im Alter von 25 bis 34 Jahren (1998 bis 2003)



\* Studiengänge ISCED (International Standard Classification of Education) 5A und 6: Biowissenschaften (life sciences), Physik, Mathematik/Statistik, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Bauwesen.

\*\* 1999 und 2001 interpoliert. – In geringem Umfang nicht zu vermeidende Doppelzählungen.

Quelle: OECD Online Labour Database, OECD Education Online Database. – Berechnungen des HIS.

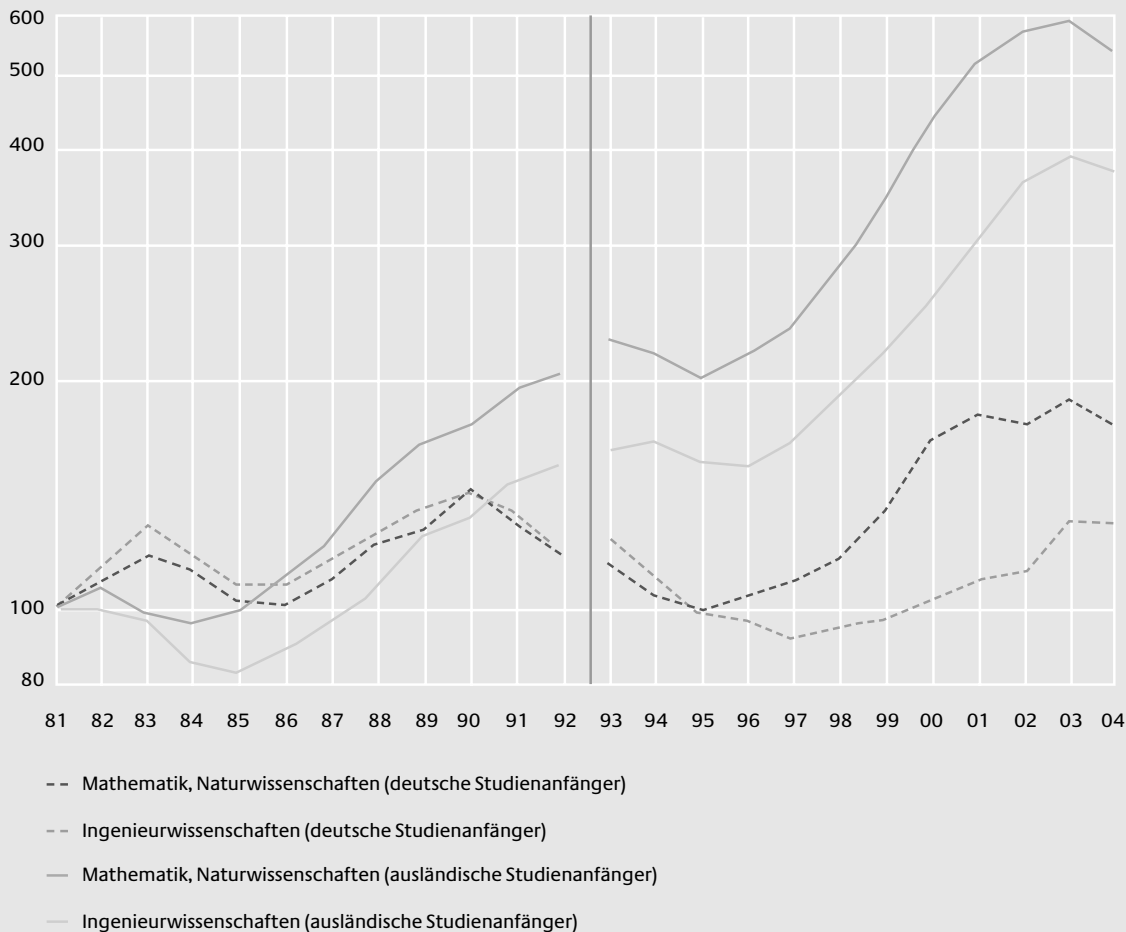
Studienanfängerzahlen zurück, besonders in der Informatik, aktuell aber auch überdurchschnittlich im Maschinenbau und in der Elektrotechnik.

Dabei hat die Zahl der Studienberechtigten kurzfristig recht stark zugenommen. Dieser Effekt wird – wegen der Verkürzung der Schulzeiten auf 12 Jahre – bis 2013 in Wellen weitergehen. Doch statt die Studienangebote auszuweiten, haben viele Bundesländer ihre Studienangebote reduziert und flächendeckend oder örtlich Zulassungsbeschränkungen vorgesehen. Kürzungen von Hochschulmitteln und/oder eine Zuführung von Studiengebühren in den Landeshaushalt sind nicht angebracht.

Ein anderer Einflussfaktor ist jedoch: Das Interesse junger Menschen sowohl an einem Studium als auch speziell an naturwissenschaftlich-technischen Ausbildungsgängen ist in Deutschland

problematisch niedrig. In Zeiten stabiler Wachstumserwartungen war gerade in diesen Fächern ein ausgeprägter Zusammenhang zwischen Arbeitsmarktaussichten und Studienentscheidung zu beobachten. Trotz günstigerer Beschäftigungsperspektiven ab Mitte der 90er Jahre haben die Studienanfängerzahlen in den Ingenieurwissenschaften jedoch erst mit einer deutlichen Verzögerung zugenommen. Die positive Entwicklung erhielt allerdings dadurch einen Dämpfer, dass parallel die ohnehin hohe Studienabbruchquote – rund ein Drittel aller Studienanfänger in für die technologische Leistungsfähigkeit relevanten Fächern schließt das Studium weder im zunächst gewählten noch in einem anderen Fach ab – und der Wechsel in andere Fachgebiete angestiegen ist. Zumindest auf mittlere Sicht ist eine durchgreifende Ausweitung des Angebots an Maschinenbau- und Elektroingenieuren

Abb. 7.5: Studienanfänger in Deutschland\* im ersten Hochschulsesemester der Studienjahre<sup>1</sup> 1981 bis 2004 in ausgewählten Fächergruppen und nach Staatsbürgerschaft (1981 = 100)<sup>2</sup>



Halblogarithmischer Maßstab.  
 \* Bis 1992 alte Länder.  
<sup>1</sup> Studienjahr: Sommersemester und anschließendes Wintersemester.  
<sup>2</sup> Ohne Verwaltungsfachhochschulen.  
 Quelle: Studentenstatistik. – Statistisches Bundesamt. – Berechnungen des HIS/ZEW.

nicht zu erwarten. Dies wiegt wegen des absehbar hohen Ersatzbedarfs auf Grund von altersbedingten Austritten aus dem Erwerbsleben doppelt schwer: Denn gerade unter den Ingenieuren ist der Anteil älterer Beschäftigter besonders hoch.

**Nachlassende Ausbildungsneigung der Betriebe**

Mit ein Grund für den in Deutschland niedrigen Bevölkerungsanteil mit Hochschulbildung liegt darin, dass es hier eine hochwertige

berufliche Bildung gibt, die mit starker Einbindung der Wirtschaft durchgeführt wird (duales System), entsprechend attraktiv ist und daher hohes Gewicht hat. Noch immer schließt die Mehrheit der Jugendlichen in Deutschland einen solchen Ausbildungsvertrag ab. Die Fachkräftequalifikation gilt als hoch. Sie ist ein wichtiger Baustein für die Diffusion von neuen Technologien und für die breite Verankerung des Innovationsgedankens bis weit in die mittelständische Wirtschaft hinein.

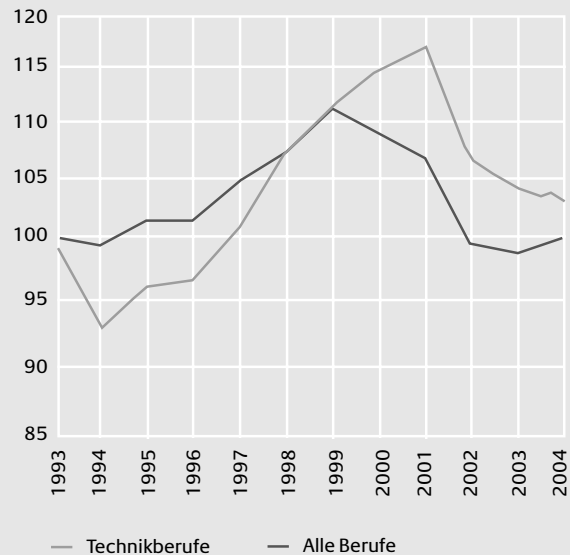
### Technikberufe im dualen System

Technikberufe werden auf Grundlage der Berufsbildungsstatistik nach dem Kriterium „hoher Technikanteil in den Tätigkeits- und Kenntnisprofilen“ (z. B. hohe Anteile von Überwachen, Steuern von Maschinen, Anlagen, technischen Prozessen etc.) ausgewählt. Sie umfassen zusätzlich zum eng abgegrenzten Berufsbereich IV der Klassifikation des Statistischen Bundesamtes (Ingenieure, Chemiker, Physiker, Mathematiker sowie Techniker und technische Sonderfachkräfte) diejenigen Fertigungs- und Dienstleistungsberufe, bei denen die Ausbildung hohe Anteile an technischen Qualifikationen beinhaltet. Insbesondere wurden auch die Berufe aufgenommen, die durch Neuordnungen eine stärkere technische Ausrichtung erhalten haben (industrielle Metallberufe, IT-Berufe, Medienberufe).

Allerdings war das duale System – durchaus im Zusammenhang mit der hohen Spezialisierung Deutschlands auf industrielle gehobene Gebrauchstechnologie – traditionell stark auf Fertigungstätigkeiten ausgerichtet. Diese haben mehr und mehr an Gewicht verloren, so dass viele herkömmliche Berufsfelder, gerade aus dem technischen Bereich, immer weniger nachgefragt bzw. sogar obsolet geworden sind. Deshalb ist Mitte der 90er Jahre ein umfassender Umstrukturierungs- und Anpassungsprozess in Gang gesetzt worden: Kontinuierlich wurden die Berufsbilder modernisiert und neue Berufe geschaffen. Auf diese Weise ist es gelungen, technische Berufe, speziell im Dienstleistungsbereich, für Unternehmen und Jugendliche wieder attraktiver zu gestalten und den stark rückläufigen Trend bei den Ausbildungsanfängern umzukehren (Abb. 7.6). 2004 entfiel rund ein Viertel aller neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge auf technische Berufe, 1994 waren es nur 22 %.

Seit 2001 ist die Zahl der Ausbildungsverträge in technischen Berufen wieder überdurchschnittlich zurückgegangen. Hohe Kosten der Ausbildung – gerade in technischen Berufen – sowie unsichere Wachstums- und Ertragsaussichten der Unternehmen werden hierfür ins Feld geführt. Wie in vielen anderen Bereichen handeln die Unternehmen auch in der beruflichen Ausbildung meist nur mit Blick auf die unmittelbare Zukunft. Dies könnte die qualifikatorische Basis Deutschlands in seinem eminent wichtigen Mittelbau gefährden. Ohne zusätzliche Ausbildungsanstrengungen wird sich – bedingt durch Demographie, Wirtschaftswachstum und Strukturwandel – nach einer Projektion des BiBB bis 2015 eine Fachkräftelücke von 1,3 Mio. aufgetan haben, insbesondere bei den in den Prognoseannahmen stark expandierenden unternehmensnahen Dienstleistungen. Auszubildenden Betrieben sollte angesichts der hohen Ausbildungskosten eher Hilfestellung bei Finanzierung, Durchführung und Organisation gegeben werden als dass nicht oder wenig auszubildende Betriebe über Abgaben belastet werden.

Abb. 7.6: Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge\* in technischen Berufen und insgesamt in Deutschland 1993 bis 2004 (1993 = 100)



Halblogarithmischer Maßstab.

\* Gezählt werden alle im jeweiligen Kalenderjahr neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge, die am 31.12. noch bestanden haben.  
Quelle: Berufsbildungsstatistik des Statistischen Bundesamtes.  
– Berechnungen des BiBB.

Die vor einem Jahrzehnt begonnene kontinuierliche Modernisierung und Neuordnung der Berufe hat das duale System an die Anforderungen der Wissenswirtschaft herangeführt. Die Systeme der tertiären und beruflichen Ausbildung rücken damit näher zusammen. Dies fördert einerseits die Durchlässigkeit zwischen den Bildungsgängen, andererseits wird der Wettbewerb zwischen Betrieben und Hochschulen um die immer geringere Zahl junger Menschen mit Hochschulreife in mittlerer Frist deutlich zunehmen. Denn mit der Umgestaltung und Neuschaffung von Ausbildungsberufen ist zumeist ein Anstieg der schulischen Voraussetzungen verbunden. Dies gilt besonders für IT- und Medienberufe, die zu einem hohen Anteil mit Abiturienten besetzt werden. Auch hieran zeigt sich: Der Schlüssel für langfristig mehr qualifizierte und hoch qualifizierte Arbeitskräfte in Deutschland liegt in einer nicht nur marginalen – Anhebung der Qualität der schulischen Abschlüsse. International vergleichende Tests von Schulkindern legen nicht die Annahme nahe, dass die Qualitätsreserven ausgeschöpft sind.

Ein zweiter Punkt ist die stärkere Ausweitung der **beruflichen Weiterbildung** auf der einen Seite sowie die Überprüfung der Effizienz dieser Maßnahmen (Volumen, Struktur, Finanzierung, Anreize usw.) auf der anderen Seite. Denn es ist ein Zeichen für Missverhältnisse, wenn in jüngster Zeit auf der einen Seite wieder über Fachkräftemangel geklagt wird, auf der anderen Seite jedoch viele Erwerbspersonen mit abgeschlossener Lehre oder Hochschulausbildung arbeitslos sind. Dies kann nur heißen, dass deren einmal erworbenes Wissen durch den Strukturwandel entwertet und

nicht durch Weiterbildungsmaßnahmen auf den neuesten Stand gebracht worden ist.

Die Beispiele Österreich, Schweiz und Dänemark zeigen: Eine Anhebung des Qualifikationsniveaus ist bei Beibehaltung eines hohen und der Wirtschaftsstruktur angemessenen Anteils von Erwerbspersonen mit einer beruflichen Ausbildung möglich. Entscheidender Schlüssel dafür ist, dass der Anteil junger Menschen mit schulischer und beruflicher Ausbildung wieder klar erhöht wird.

## 8 Steiler Weg zu 3 % FuE-Anteil am Inlandsprodukt

Die europäischen Länder haben sich bereits in 2000 vorgenommen, im Jahr 2010: 3 % ihres Inlandsproduktes für FuE auszugeben und damit Europa zu einer Spitzenforschungsregion sowie zum dynamischsten Wirtschaftsraum der Welt zu machen. Angesichts der damaligen wie aktuellen Quote von 1,9 % zeigt dies, wie ernst die Situation eingeschätzt wurde und immer noch eingeschätzt werden muss. Bereits in den 60er Jahren war die „technologische Lücke“ zu Nordamerika und Japan ein viel diskutiertes europäisches Thema. Es ist wiederentdeckt worden.

### Die Herausforderung

Die Tatsache, dass sich etliche europäische Länder explizit ehrgeizige FuE-Ziele gesetzt und die Anstrengungen entsprechend erhöht haben, unterstreicht den internationalen Konsens in dieser Hinsicht. Die Realisierung der nationalen Einzelziele würde jedoch nicht ausreichen, dass die EU als Ganzes die 3 %-Hürde überspringt. Denn in aller Regel sind die Ziele niedriger gehängt und den tatsächlichen Möglichkeiten angepasst. Zudem haben nicht alle Länder bei der Umsetzung ein entsprechendes Tempo angeschlagen. Die „großen“ europäischen Volkswirtschaften Deutschland, Großbritannien und Frankreich wiesen bislang kein dynamisches Wachstum der FuE-Anstrengungen auf, selbst wenn Frankreich und Großbritannien etwas aufholen. Es muss auch betont werden, dass europaweit eigentlich nur dann 3 % erreicht werden können, wenn die großen Länder in der Gemeinschaft dieses Ziel übererfüllen. Die süd-, ost- und einige mitteleuropäische Länder haben einen ausgeprägten Rückstand, der in keinem Fall in kurzer Frist aufgeholt werden kann.

Die Bundesregierung hat die 3 %-Zielformulierung für Deutschland übernommen und nach der Bundestagswahl 2005 noch einmal bekräftigt. Denn die Tatsache, dass alle Länder diesen Weg gehen, macht es auch für Deutschland unumgänglich, eine explizit forschungs- und innovationsorientierte Entwicklungsstrategie zu verfolgen. Man kennt die „optimale FuE-Quote“ zwar nicht; es muss jedoch als sicher gelten, dass die in den letzten Jahren in Deutschland erreichte Marke von 2 ½ % zu niedrig ist, um in Deutschland ein angemessenes Wirtschaftswachstum bei hohem Beschäftigungsstand zu erreichen. An diese Marke stößt Deutschland seit einigen Jahren immer wieder wie gegen eine „Schallmauer“. Um sie zu durchstoßen müssen Strukturen korrigiert und Verhaltensweisen geändert werden.

Mit der Ausgabe dieses anspruchsvollen Zieles für Deutschland wird Wissenschaft/Forschung und Technologie im politischen Raum unmissverständlich Vorfahrt eingeräumt.

+ **FuE in Wirtschaft und öffentlichen Forschungseinrichtungen nimmt in der gesamten Wirkungskette von Bildung und Qualifikation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Innovationen, Investitionen in Innovationen, internationaler Wettbewerbsfähigkeit, Produktivität, Wachstum und**

**Beschäftigung eine zentrale Rolle ein: Alle empirischen Studien zeigen im Großen und Ganzen einen positiven Einfluss auf gesamtwirtschaftliche Zielgrößen.**

+ **Außerdem ergibt sich die Notwendigkeit der Wachstumsvorsorge durch Innovationspolitik aus der demographischen Situation: Die in Deutschland so ungünstige Altersstruktur der Bevölkerung und die künftige Entwicklung der Relation von aktiven Personen zu aus dem Erwerbsleben ausgeschiedenen Menschen erfordert – für sich genommen – von der Wirtschaft höhere Produktivitätsfortschritte.**

Die Politik hat mit dem 3 %-Ziel ein klares Signal gesetzt. Die ehrgeizige Zielformulierung kann allein schon durch ihren Symbolwert richtungsweisende Signale geben und vor allem Innenwirkung im politischen Raum auslösen: Es wird unmissverständlich auf die Bedeutung von Bildung und Wissenschaft, von Forschung und Technologie hingewiesen. Durch eine explizite Stärkung der Forschungs- und Technologiepolitik kann dem lang anhaltenden Trend entgegengewirkt werden, dass ein immer größerer Teil der öffentlichen Budgets in den EU-Ländern agrar-, sozial-, regional- und verteilungspolitischen Zielen gewidmet wird. Dieses Signal ist schon ein Wert an sich – auch wenn die Umsetzung nicht leicht zu bewerkstelligen sein wird. Die Umsetzung ist zudem seit 2000 nicht leichter geworden: Man ist dem Ziel in Deutschland seither nicht näher gekommen.

Der Appell ist gleichermaßen an Wirtschaft und Staat gerichtet, wobei von in etwa gleichbleibenden „Kräfteverhältnissen“ und entsprechenden Beiträgen ausgegangen wird (die von der Bundesregierung projizierte Quote lautet 1:2 zwischen Staat und Wirtschaft bei der Durchführung von FuE).

Die Herausforderung ist gewaltig: Unterstellt man wie die Bundesregierung im Durchschnitt der Jahre 2006 bis 2010 ein reales wirtschaftliches Wachstum von 1 ½ % – dies ist bei einem Potenzialwachstum von jährlich 1 bis 1 ½ % schon sehr anspruchsvoll –, dann müsste – von 2004 aus gerechnet – bis 2010 ein Plus bei den FuE-Ausgaben von 39 % (über 21 Mrd. €) erreicht werden. Davon entfallen über 6 Mrd. € allein auf den Staat, wenn man die aktuelle Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat als konstant annimmt, wie es die Bundesregierung in ihrer Anfang 2006 konkretisierten Zielprojektion vorsieht. Dies impliziert eine jährliche durchschnittliche Zuwachsrate von über 5 ½ %, um einen Anteil von 3 % am Inlandsprodukt zu erzielen. Für eine derartige Dynamik gibt es im Deutschland der letzten 20 Jahre keine Präzedenz. Selbst in der starken FuE-Aufschwungphase der zweiten Hälfte der 90er Jahre, mit der der vorherige starke Rückbau der FuE-Kapazitäten wieder korrigiert wurde, ist bei einem jahresdurchschnittlichen realen Wachstum von 2 % eine derartige Expansion nicht erreicht worden. Dennoch ist sie prinzipiell nicht unmöglich. Wichtige Ansatzpunkte und Merkposten auf dem Weg zum 3 %-FuE-Anteil am Inlandsprodukt sollen im Folgenden aufgeführt werden.

## Staat hat Vorbildfunktion

Für den Staat würde der quantitative Beitrag zum FuE-Ziel (von der Finanzierung her betrachtet) die sukzessive jährliche Umschichtung in den Haushalten von über 1 Mrd. € bedeuten, so dass alle Gebietskörperschaften zusammen im Jahr 2010 einen um 6 Mrd. € höheren Finanzierungsbeitrag zu den Inlandsaufwendungen für FuE leisten müssten als 2004.

Deutschland verfügt über ein im Vergleich zu anderen Volkswirtschaften großes Wissenspotenzial und ein insgesamt leistungsfähiges Wissenschafts- und Forschungssystem im öffentlichen Sektor. Diese Vorteile sind zu (re)aktivieren. Eine kräftige Aufstockung des staatlichen FuE-Budgets würde eine klare **Trendumkehr** signalisieren – nach kontinuierlich sinkenden Budgetzahlen in den 90er Jahren und nur geringfügigen Ausweitungen ab Ende der 90er Jahre (Abschnitt 6, S. 53 ff.). Dieses (Zwischen-)Ziel ist sicherlich erreichbar, da es direkt in staatlicher Eigenregie angegangen werden kann und nicht auf tiefgreifende und schnelle FuE-Reaktionen der Wirtschaft auf veränderte FuE-Rahmenbedingungen angewiesen ist. Allerdings ist der Umverteilungsbedarf in den öffentlichen Haushalten angesichts des gleichzeitig verfolgten Konsolidierungsziels nicht zu unterschätzen.

Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass die geplante Aufstockung der Mittel des Bundes nicht durch Kürzungen oder Umschichtungen der Mittel zu Lasten der Forschung auf Seiten der Bundesländer kompensiert werden darf. Die Herausforderung wird dort u. a. darin bestehen, die kurzfristig stark steigende Zahl von Studienberechtigten (Übergang auf 12 Schuljahre) so zu bewältigen, dass es keine Verdrängungseffekte bei der beruflichen Ausbildung und zu Lasten der wissenschaftlichen Forschung an den Hochschulen sowie keine Einbußen bei der Qualität der Hochschulausbildung gibt.

Ein Großteil dieser zusätzlichen staatlichen FuE-Mittel dürfte in **Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen** fließen (DFG, Exzellenzinitiative, Hochschulpakt usw.). Bislang ist dies im Schnitt bei über 80 % der staatlichen FuE-Mittel der Fall. Aus der Sicht dieser Einrichtungen kommt dies einem „Nachfrageschock“ gleich, der kurzfristig bewältigt werden muss. Damit stellt sich die Frage, ob für diesen Sektor so schnell auch ausreichend Projekte definiert sind bzw. in großer Eile noch definiert werden können und ob der erforderliche Ausbau der FuE- und Wissenschaftsinfrastruktur nicht zu hastig ist und ohne Effizienz- und Qualitätseinbußen erfolgen kann. Der Impulseffekt zusätzlicher staatlicher FuE-Ausgaben darf sich natürlich nicht nur auf das Jahr 2010 beziehen. Vielmehr ist das dann erreichte Niveau staatlicher FuE-Ausgaben beizubehalten und ggf. nach oben anzupassen.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, die Netzwerkverflechtungen zwischen Einrichtungen von Wissenschaft und Forschung einerseits und der (regionalen) Wirtschaft andererseits zu vertiefen, um auf diese Weise den „Hebeleffekt“ zu verstärken (z. B. wei-

terer Ausbau von „Kompetenzzentren“). Dies ist nicht zuletzt für Klein- und Mittelunternehmen relevant, die vergleichsweise intensiv bei FuE mit Hochschulen kooperieren (vgl. Tab. 5.1, S. 51).

Zu flankierenden Maßnahmen gehören zum einen eine generelle Ausweitung der **investiven Komponenten** in den öffentlichen Haushalten und damit die Betonung der Zukunftsorientierung und von innovationsfreundlichen Prioritäten in allen Ressorts. Zum anderen muss das FuE-Verhalten des Staates glaubwürdig und verlässlich sein. Die Ernsthaftigkeit der FuE-Signale wird von den Unternehmen umso eher verstanden, je mehr der Staat selbst mit eigenen FuE-Aktivitäten Vorbildfunktion übernimmt. Hierzu gehören ein innovatives Beschaffungswesen ebenso wie innovationsfreundliche Regulierungen, Standards und Normen, die den Unternehmen Anreize bieten, nach neuen Lösungen zur Bewältigung öffentlicher Aufgaben zu suchen<sup>41</sup>. Hieran wird deutlich, dass praktisch alle Politikbereiche in gewisser Weise für das Innovations- und FuE-Verhalten der Wirtschaft Verantwortung tragen, nicht nur die Bildungs- und Wissenschafts-, die Forschungs- und Technologiepolitik im engeren Sinne. Denn vielfach sind es (Dienstleistungs-)Bereiche, die einerseits im engen Kontakt mit besonders forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen stehen (z. B. Gesundheit, Information und Kommunikation, Mobilität, Umwelt- und Klimaschutz, innere und äußere Sicherheit usw.), wo andererseits die Marktmechanismen – und damit die Kundenpräferenzen und Technologien – jedoch stark von staatlichen Regulierungen und von der staatlichen Nachfrage nach Gütern und Diensten abhängen. Innovatives Ressortverhalten fordert alle gebietskörperschaftlichen Ebenen in gleicher Weise heraus.

Zu erwähnen ist auch die Rolle der EU-Forschungs- und Innovationspolitik, die immer größere Bedeutung gewonnen hat und weiterhin an Bedeutung gewinnen wird. Es wäre nur folgerichtig auch im Sinne einer adäquaten Rollenzuweisung zwischen supranationaler und nationalstaatlicher Ebene, wenn die europäische Politik stärker als bislang beobachtet auf eine Bündelung der europäischen Kräfte hinarbeiten und sich mehr um ein technologisches Gegengewicht zu den großen Forschungsregionen USA, Japan und China kümmern würde als um einen innereuropäischen Ausgleich. Eine Vereinfachung des Rahmenprogramms – wie sie immer wieder beschworen wird – reicht dazu nicht aus. Es muss mindestens eine Verdoppelung erreicht werden. Mit dem 7. Rahmenprogramm (2007–2013) sollte dies ursprünglich auch gewährleistet werden. Die derzeitige Struktur begünstigt vor allem kleinere, weniger entwickelte Volkswirtschaften<sup>42</sup>. In Deutschland ist die Rahmenprogrammförderung eher für die Wissenschaft als für Unternehmen relevant. Von weitaus größerer Bedeutung für die technologische Weiterentwicklung Europas sind ressortspezifische Programme, z. B. in der Energie, Weltraumforschung, sowie in eigenen Forschungszentren (Physik, Strahlung, Molekularbiologie).

<sup>41</sup> Expert group, Public procurement for research and innovation, Brüssel 2005.

<sup>42</sup> Chr. Rammer, Trends in Innovation Policy: An International Comparison, in: U. Schmoch, Chr. Rammer, H. Legler (Hrsg.), National Systems of Innovation in Comparison, Maastricht 2006. Für die deutsche FuE-Statistik haben die Unternehmen finanzielle Zuwendungen aus der EU in Höhe von 140 Mio. € im Jahr 2003 angegeben.

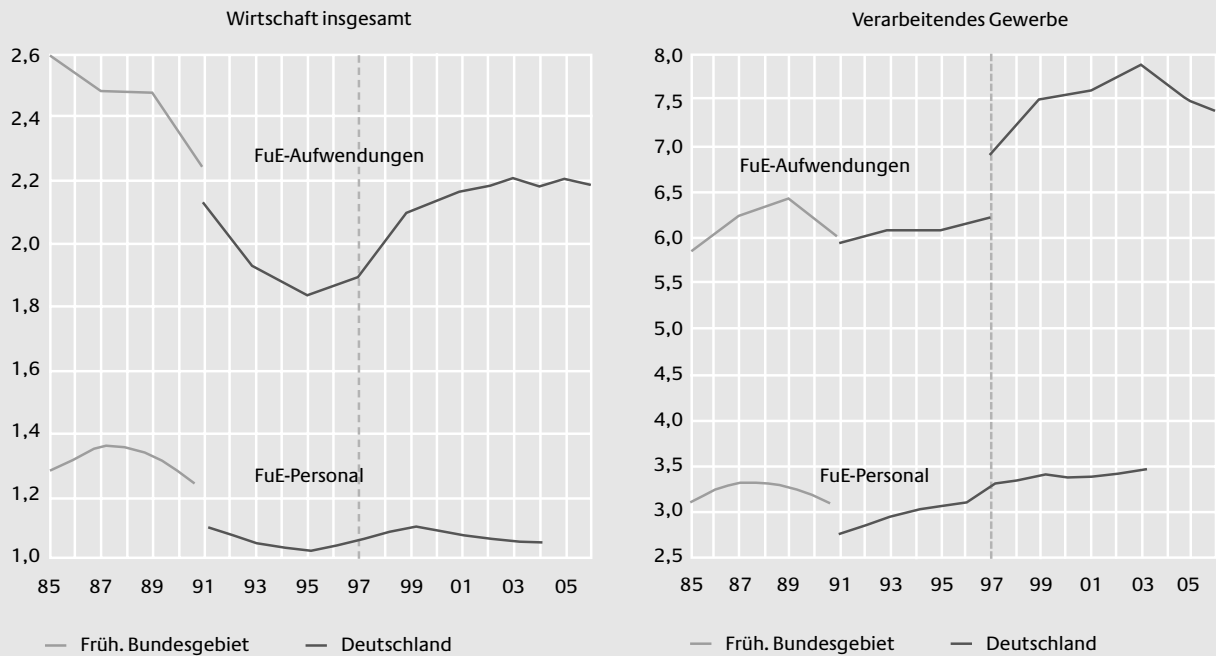
**Kalkül der Wirtschaft: FuE-Anteil ist Ergebnis, nicht Ziel**

Bei einem realen Wirtschaftswachstum von 1½ % jährlich, das die Bundesregierung zu Grunde legt, ist eine Zuwachsrate von real 5 % jährlich bei FuE erforderlich. Eine derart hohe „Elastizität“ von FuE in Bezug auf das Wirtschaftswachstum ist nur bei einer radikalen Veränderung der FuE-Verhaltensweisen in der Wirtschaft denkbar. Denn seit beinahe 20 Jahren läuft FuE in der Wirtschaft allenfalls mit der Konjunktur mit. Man hat den Eindruck: Es wird entwickelt, was der Kunde bezahlt. Die für mittelfristig-strategische Forschung mit Vorsorgecharakter in den Innovationsbudgets reservierten Mittel sind hingegen meist stark zurückgefahren worden. Aus diesen Mitteln hatte sich jedoch die starke FuE-Kapazitätsausweitung und die Steigerung der FuE-Intensität in den 70er und 80er Jahren gespeist. Heute ist es hingegen sehr fraglich, ob eine deutliche Ausweitung von FuE über das Produktionswachstum hinaus überhaupt in Betracht kommt. Die bis 2006 bekannten Pläne lassen eher konstante Verhaltensweisen erahnen: Ein Anstieg der FuE-Ausgaben der Wirtschaft über das Wirtschaftswachstum hinaus ist nicht zu erwarten (Abb. 8.1). Insofern ist aus heutiger Perspektive damit zu rechnen, dass man im Jahr 2010 unterhalb der Zielmarke bleiben wird.

Eine wirtschaftsimmanente Tendenz zu höherer FuE gibt es nicht. FuE ist in den Kalkülen der Unternehmen zum großen Teil eine **endogene Variable**, die auf Impulse von außen, auf die mittelfristigen Wachstumsmöglichkeiten reagiert. Sie werden sich nicht an exogen vorgegebene Zielvorstellungen halten. Der FuE-Beitrag der Unternehmen zum Inlandsprodukt ist Ergebnis der konjunkturellen Erfordernisse, der Innovationsorientierung und der strategischen Überlegungen der Unternehmen, nicht das Ziel der Wirtschaftstätigkeit. Damit ist der Staat gefordert, Impulse zu geben, die die FuE-Renditeerwartungen der Unternehmen deutlich anheben.

Vor allen anderen Dingen sind die **Rahmenbedingungen** wachstums- und innovationsfreundlich zu gestalten, damit FuE und Innovationen auch ohne Reibungsverluste in **Erträge** umgesetzt werden können. Von den vorwiegend am Markt orientierten FuE-Projekten der Wirtschaft muss Rentabilität erwartet werden können. Dies bedarf eines angemessenen und höheren Wirtschaftswachstums über eine längere Periode hinweg. Deshalb ist hier ein Wachstumspfad von 2 % p. a. unterstellt worden. Es sind alle Angebotsbedingungen daraufhin zu durchleuchten, ob sie Innovationen im Wege stehen oder Anreize zu FuE geben. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen sowie Dienstleistungsunternehmen agieren häufig eher kleinräumig und national und sind

**Abb. 8.1: Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen und FuE-Personal in % der Beschäftigten in Deutschland 1985–2006\***



\* 2005 und 2006: Plandaten.  
 Bruch in der Zeitreihe 1997 wegen Wechsel in der Wirtschaftszweigsystematik.  
 Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

daher auf Innovationsimpulse einer dynamischen Umgebung (**Inlandsmarkt**) angewiesen. So gesehen hängt die FuE-Intensität in Deutschland und die Frage, ob 3 % erreicht werden können oder nicht, auch davon ab, ob mögliche Konfliktpotenziale in der Bildungs- und Qualifizierungspolitik, in der Arbeitsmarkt-, Sozial-, Wettbewerbs- und Steuerpolitik usw. innovationsfreundlich aus dem Wege geräumt werden können. Bei Maßnahmen in Wissenschaft, Forschung und Technologie, an die überwiegend bei der Formulierung dieser Zielmarke gedacht wird, sind die Konfliktlinien weitaus geringer als in den anderen genannten Politikfeldern.

Die „Hebelwirkung“ der öffentlichen Förderung von FuE in den Unternehmen ist zu nutzen und zu stärken. Sie zielt direkt auf die Senkung der hohen **FuE-Kosten** und damit auf höhere Renditen der Unternehmen aus FuE. Neben den erwähnten Vorhaben Verbesserung, Ausbau und Reform der Infrastruktur in Wissenschaft und Forschung spielt die Vergabe von Forschungsaufträgen sowie direkte und indirekte Projektförderung eine große Rolle (Förderung von Schlüsseltechnologien, finanzielle Hilfen, Bereitstellung von Risikokapital für technologieintensive junge Unternehmen).

Bei allem ist in Rechnung zu stellen, dass das FuE-System der deutschen Wirtschaft zu mehr als der Hälfte **internationalisiert** ist, denn drei Viertel aller FuE-Ausgaben in der Wirtschaft werden von multinationalen Unternehmen kontrolliert und die Wirtschaft selbst hat in Deutschland einen Anteil von rund 70 % an den FuE-Kapazitäten. Hinzu kommt: Rund 55 % **aller** FuE-Aufwendungen in Deutschland (also von Wirtschaft und Staat) werden von **Großunternehmen** getätigt. Eine Verbesserung der Standortbedingungen in jeder Hinsicht – d. h. der Markt-, Forschungs- und Produktionsbedingungen – könnte für schnell expandierende multinationale Unternehmen verstärkt Anreize setzen, in Deutschland zusätzlich in FuE-Kapazitäten zu investieren. Umgekehrt gehören Großkonzerne wie DaimlerChrysler, Siemens oder Volkswagen, die viele Standortalternativen haben, zu den forschungsstärksten in der Welt<sup>43</sup>. Aus deren Sicht laufen die Überlegungen aktuell eher darauf hinaus, die FuE-Standorte zu diversifizieren, um die Vorteile der FuE-Arbeitsteilung zu nutzen – auch durch Vergabe von FuE-Aufträgen an ausländische Unternehmen. Innovationspolitische Steuerung allein dürfte daher in den mittelfristigen Planungen der Großunternehmen nicht allzu viel bewegen können, denn jedes Innovationsprojekt von multinationalen Unternehmen bekommt im weltweiten innerkonzernlichen Wettbewerb seinen Standort zugewiesen. Weil sich praktisch alle Volkswirtschaften im Wettlauf um FuE-Kapazitäten aus der Wirtschaft befinden und der Staat sich allenthalben um eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für FuE bemüht – in den meisten Ländern intensiver als dies in Deutschland bislang geschehen ist (Abschnitt 7, S. 61 ff.) – bedarf es eines Bündels von abgestimmten Maßnahmen zur Verbesserung der FuE-Standortattraktivität Deutschlands, das weit über die eigentlichen innovationspoliti-

schen Instrumente hinaus Vertrauen für innovationsorientierte Investoren schafft (s. o.).

Aus dem starken FuE-Wachstum der US-amerikanischen Wirtschaft in der zweiten Hälfte der 90er Jahre kann man die Lehre ziehen, dass der Unterschied zu Deutschland in einer deutlich stärkeren Integration von Dienstleistungen sowie von Klein- und Mittelunternehmen in die FuE-Prozesse zu sehen ist. Bspw. gab es damals zwischen amerikanischen und deutschen Großunternehmen keine FuE-Dynamiklücke; der Unterschied ist rein rechnerisch allein auf die unterschiedliche FuE-Dynamik bei **Klein- und Mittelunternehmen** zurückzuführen. Während sich in Deutschland in der zweiten Hälfte der 90er Jahre eine starke FuE-Konzentration zu Gunsten von Großunternehmen eingestellt hatte, hat es in den USA zumindest eine relative Umverteilung zu Gunsten von Klein- und Mittelunternehmen gegeben. In diesem Zusammenhang ist auch die Arbeitsteilung zwischen Großunternehmen sowie Klein- und Mittelunternehmen in FuE zu erwähnen. Amerikanische Großunternehmen haben Kleinunternehmen wesentlich stärker an ihren Wertschöpfungsketten beteiligt. Ein höheres Ausmaß an Outsourcing von hochwertigen Diensten wie FuE ist die Folge; damit sind in Klein- und Mittelunternehmen auch mehr Mittel zur Finanzierung von FuE verfügbar.

### Zwingend: Grundlegender sektoraler Strukturwandel

Zum anderen trägt auch die Art der Forschungs- und Technologieförderung zur Verbreitung und Intensivierung von FuE in **Klein- und Mittelunternehmen** bei. In den USA – und in der Mehrzahl der OECD-Länder – gibt es indirekt wirkende steuerliche Förderinstrumente, die die Verbreitung von FuE in der gesamten Wirtschaft stark begünstigen (tax credits<sup>44</sup>), sowie ein breites Angebot von Risikokapital aus öffentlichen Mitteln. Zudem werden in den USA Klein- und Mittelunternehmen bei FuE-Aufträgen von Fachressorts bevorzugt behandelt; ähnlich ist es in Japan. Zur Verbreiterung der FuE-Basis in Klein- und Mittelunternehmen und im Dienstleistungssektor sollten auch in Deutschland indirekt wirkende finanzielle Hilfen (z. B. steuerliche Zulagen) in Betracht gezogen werden. Sehr positiv für FuE in Klein- und Mittelunternehmen waren in Deutschland bspw. die Mobilisierungswirkungen in der Zeit der FuE-Personal- bzw. -zuwachsförderung der 80er Jahre. Allerdings hing dies auch mit dem Aufmerksamkeitseffekt zusammen, der damals damit erzielt werden konnte. Dieser dürfte heute – wo „Innovation“ ein unabdingbarer Pflichttextbaustein ist – deutlich geringer ausfallen.

Der FuE-Aufschwung der zweiten Hälfte der 90er Jahre ist in den USA auch sehr stark dadurch begünstigt worden, dass die **Spitzenforschungskomponente** in der Wirtschaftsstruktur der USA deutlich stärker vertreten ist. Dies betrifft vor allem die IuK/Medientechnik/Elektronik und die Biotechnologie/Pharmazie. In anderen – z. B. den nordischen – Ländern ist Ähnliches beobachtet

<sup>43</sup> In diesen Konzernen wird weltweit jeweils erheblich mehr für FuE ausgegeben als bspw. in der gesamten finnischen, dänischen oder österreichischen Wirtschaft (ohne Staat).

<sup>44</sup> In Großbritannien wurden tax credits jüngst positiv evaluiert, die Maßnahmen wurden verlängert.



worden. Diese Industrien haben für sich genommen einen erheblichen Einfluss auf die durchschnittliche FuE-Intensität der Wirtschaft, zudem sind sie durch den sektoralen Strukturwandel stark begünstigt. Beides führt im Wachstum zu stark steigenden FuE-Anforderungen. FuE für diese Sparten ist vielfach in Klein- und Mittelunternehmen verankert, die z. T. extra für FuE-Zwecke gegründet werden. Deutschland ist hingegen bei FuE sehr viel stärker auf gehobene Gebrauchstechnologien spezialisiert (z. B. auf den Automobil, Maschinenbau, Bahnindustrie, neuerdings auch Luft- und Raumfahrzeugbau), in denen große Unternehmen dominieren, die weniger FuE-intensiv produzieren und – was das Entscheidende ist – die weniger Wachstumsaussichten und kaum zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten bieten.

Spitzentechnologien und deren Entwicklung sind häufig im Zusammenhang mit der Orientierung der Volkswirtschaften auf **wissensintensive Dienstleistungen** zu sehen. Denn hochwertige Dienstleistungen stehen vor allem mit jenen Industriezweigen in Kontakt, in denen besonders anspruchsvoll – und damit aufwändig – FuE betrieben wird (Spitzentechnologien wie z. B. Biotechnologie/ Pharmazie, Elektrotechnik/Nachrichtentechnik, Luft- und Raumfahrzeugbau). Der entscheidende Aspekt des 3%-Zieles wird es daher sein, nicht nur die Mittel für FuE auszuweiten, sondern gleichzeitig den Sektor- und Unternehmensstrukturwandel in Richtung Spitzen- und hochwertige Technologie zu beschleunigen. Denn der Niedrigtechnologiesektor bietet zu wenig Ansatzpunkte für eine FuE- und innovationsorientierte Entwicklungsstrategie.

### Die bedeutendste Restriktion: Verfügbarkeit von Personal

Am schwierigsten dürfte es in Deutschland sein, in kurzer Frist den mit dem 3%-Ziel verbundenen Bedarf an Naturwissenschaftlern/Ingenieuren zu decken. Es wären – je nach Annahme über die Produktivitätsentwicklung in FuE (hier: 1 1/2% jährlich) und über die marginale Akademisierung von FuE (Annahme: 80%) – netto zwischen 80 und 90 Tsd. Personen mit dieser Ausbildung allein für FuE-Zwecke zusätzlich erforderlich. Dies wird sehr eng, weil die deutsche Wirtschaft selbst bei schrumpfender Beschäftigung und Stagnation der FuE-Beschäftigten Jahr für Jahr mehr Naturwissenschaftler/Ingenieure in Produktion und hochwertigen Dienstleistungen benötigt hat und auch weiterhin benötigen wird – insbesondere bei einem höheren Wachstumspfad als bislang. Der VDI beklagte jüngst bereits einen Mangel (nicht besetzte Arbeitsplätze) bei Ingenieuren von 15 Tsd. Es wäre bei einer forcierten FuE-Strategie in der augenblicklichen Situation nicht gewährleistet, dass die Wirtschaft nicht in ihren sonstigen, im Modell auf Wachstum ausgerichteten Aktivitäten beeinträchtigt wird. An dieser Stelle sind Engpässe zu erwarten. Denn es ist ein zunehmender Teil von altersbedingt aus dem Erwerbsleben ausscheidenden Personen durch Nachwuchskräfte zu ersetzen, für Wachstum bleibt da kaum Spielraum. Es kommt zu Nutzungskonflikten, die nur partiell ausgeräumt werden können (organisatorische Innovationen, verstärkte FuE-Kooperationen, Personalaustausch Wirtschaft/Wissenschaft).

Das Bildungssystem kann in kurzer Frist bis 2010 die erforderliche Anzahl von Hochqualifizierten nicht bereitstellen. Unbenommen der zeitlichen Problematik das ehrgeizige 3%-Ziel zu erreichen, bedarf es erheblich stärkerer Anstrengungen im Bildungsbereich, damit wenigstens auf längere Sicht ein höherer Anteil des Inlandsproduktes als bislang der Forschung und experimentellen Entwicklung gewidmet werden kann. Langfristig wird sich eine relative Verteuerung von FuE-Personal einstellen, was durchaus positive Signalwirkung auf die Bereitschaft auslösen kann, eine wissenschaftliche oder berufliche Ausbildung in technikhohen Fächern aufzunehmen.

Über die grundlegenden bildungspolitischen Aufgaben hinaus ist in dieser Situation – und mit Blick auf das 3%-Ziel – vor allem an kurzfristig wirksame Maßnahmen zu denken, ohne jedoch die langfristigen Erfordernisse zu vernachlässigen.

- + **Dies betrifft insbesondere intensive Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen, nicht zuletzt für gut ausgebildete Ingenieure, deren Qualifikation durch den Strukturwandel entwertet worden ist und die derzeit keine Beschäftigung finden. Damit könnten die Zielkonflikte zwischen den Verwendungsarten von Hochqualifizierten in verschiedenen betrieblichen Funktionen etwas entschärft werden.**
  - + **Die Rekrutierung von Ingenieuren aus dem europäischen Raum könnte Entlastung bringen, ist aber aus Erfahrung nur schwer umzusetzen. Zudem würde dann dort das erforderliche FuE-Wachstumsziel gefährdet. Denn zum einen sehen sich viele andere mittel- und nordeuropäische Länder auf Grund der demographischen Entwicklung ebenfalls mit Engpässen auf den Arbeitsmärkten für Hochqualifizierte konfrontiert. Zum anderen hat auch in Osteuropa die Umstrukturierung in Richtung Wissenswirtschaft ein hohes Tempo aufgenommen.**
- So gesehen erscheint die Realisierung des 3%-Zieles überaus **ambitioniert**:
- + **Es bedarf aus der Sicht der Wirtschaft sehr günstiger Wachstumsbedingungen, die das derzeitige Potenzialwachstum (1 bis 1 1/2%) deutlich übertreffen, sowie gleichzeitig eines schnellen und grundlegenden sektoralen Strukturwandels und einer Verschiebung der Nachfragepräferenzen zu Gunsten forschungs- und wissensintensiver Güter und Dienstleistungen. Dann stößt eine Inanspruchnahme der Wissensressourcen für FuE jedoch an Grenzen der Verfügbarkeit von Personal oder führt zu Engpässen an anderer Stelle in der Wirtschaft.**
  - + **Bei Nullwachstum würde sich zwar das Problem Ressourcenknappheit nicht in dem modellhaft vorgestellten Umfang stellen, rechnerisch sind 3 % FuE am Inlandsprodukt leichter realisierbar. Man müsste sich dann auch nach den Effizienzvorstellungen fragen, die hinter dieser Zielsetzung stecken. Denn ein höherer Wohlstand und eine höhere Beschäftigung sind**

**selbstverständlich das treibende Oberziel („dynamischster Wirtschaftsraum“) hinter dem 3%-Ziel – und nicht Maximierung von FuE um jeden Preis. Außerdem sehen die Unternehmen keine Veranlassung, ihre FuE-Kapazitäten ohne gesteigerte Wachstumsaussichten spürbar auszuweiten.**

Das 3%-Ziel soll einen **Politikwechsel** markieren, ein in Zahlen und anspruchsvolle Daten gekleidetes Plädoyer für Zukunftsorientierung statt Vergangenheitsbewältigung. Der enorm wichtige Symbolwert der Zielsetzung liegt darin, einen Bewusstseinswandel einzuleiten. Die Innovationspolitik sollte sich daher auch von skeptischen Bemerkungen hinsichtlich der Realisierbarkeit nicht davon abhalten lassen, FuE im Staat zu forcieren und in der Wirtschaft zu fördern.

## Forschungsberichte der Institute, beteiligte Personen, Koordination

Die hier zusammengefassten Arbeiten beruhen auf den im Jahr 2005 erarbeiteten Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit. Die in den „Studien zum deutschen Innovationssystem“ (StuDIS) dokumentierten Ergebnisse können auf den Internetseiten der Institute und des BMBF abgerufen werden: [www.technologische-leistungsaehigkeit.de](http://www.technologische-leistungsaehigkeit.de).

- Nr. 1-2006 Harald Legler, Olaf Krawczyk (NIW):  
Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im internationalen Vergleich
- Nr. 2-2006 Harald Legler (NIW), Christoph Grenzmann, Rüdiger Marquardt, Christa Revermann (WSV):  
Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft im vergangenen Vierteljahrhundert
- Nr. 3-2006 Harald Legler, Olaf Krawczyk (NIW):  
Bilanz der forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweige Deutschlands
- Nr. 6-2006 Heike Belitz (DIW):  
Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen 2005
- Nr. 7-2006 Jürgen Egel (ZEW), Christoph Heine (HIS):  
Indikatoren zur Ausbildung im Hochschulbereich 2005
- Nr. 8-2006 Christian Rammer, Iris Wieskotten (ZEW):  
Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2004: aktuelle Entwicklung, Auswirkung von Hemmnissen und Fachkräftebedarf
- Nr. 9-2006 Christian Rammer (ZEW):  
Unternehmensdynamik in Deutschland 1995–2004 im internationalen Vergleich – Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige, Rahmenbedingungen für Unternehmensgründungen und Entwicklung des Wagniskapitalmarktes
- Nr. 10-2006 Julia Häring (ZEW):  
Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie in Deutschland 2004
- Nr. 11-2006 Ulrich Schmoch (ISI):  
Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich 2005

- Nr. 12-2006 Rainer Frietsch (ISI):  
Patente in Europa und der Triade – Strukturen und deren Veränderung
- Nr. 13-2006 Klemens Himpele, Kathrin Fuchs, Dieter Dohmen (FIBS):  
Bildung, externe Effekte, Wirtschaftswachstum und technologische Leistungsfähigkeit
- Nr. 14-2006 Knut Blind (ISI):  
Deutsche Normen im internationalen Kontext
- Nr. 15-2006 Rainer Frietsch (ISI):  
Qualifikationsstrukturen im Spiegel der technologischen Leistungsfähigkeit
- Nr. 16-2006 Knut Blind, Rainer Frietsch (ISI):  
Integration verschiedener Technologieindikatoren

Hinzu kamen folgende Ausarbeitungen und Studien aus der Arbeitsgruppe Innovationsindikatoren:

Entwicklung der privaten FuE-Ausgaben in den USA und Elemente der aktuellen innovationspolitischen Diskussion (Georg Licht, ZEW)

Bestimmungsgründe für die Wahl von natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen (Christoph Heine u. a., HIS, Jürgen Egel, ZEW)

Innovationspotenziale und -hemmnisse unterschiedlicher Gruppen von KMU (Christian Rammer u. a., ZEW, Volker Zimmermann, Frank Reize, KfW)

Zukunftsfähigkeit technischer Berufe im dualen System. Empirische Analysen auf der Basis der Berufsbildungsstatistik (Alexandra Uhly, BIBB)

Die Beiträge von Forschung, Entwicklung und Innovation zu Produktivität und Wachstum (Zwischenbericht, Rainer Voßkamp, Jens Schmidt-Ehmcke, DIW Berlin)

Internationaler Vergleich der Wirtschaftsstruktur (Dieter Schumacher, DIW)

Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft (Christian Rammer u. a., ZEW, B. Ebersberger, ISI)

Im Laufe des Jahres 2005 fanden Projektgruppensitzungen statt, in denen Teilergebnisse diskutiert und bewertet wurden. Die Untersuchungen wurden am Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung (NIW) durch *Dr. Harald Legler* und *Dr. Birgit*

*Gehrke* koordiniert und im Januar/Februar 2006 zu diesem Endbericht zusammengefasst. Zu den abschließenden Beratungen haben *Dr. Georg Licht* und *Jürgen Egel*n (ZEW) sowie *PD Dr. Ulrich Schmoch* und *Rainer Frietsch* (ISI) wertvolle Beiträge geleistet.

#### **Institutsanschriften**

NIW – Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung,  
Königstr. 53, 30175 Hannover

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung, Robert-Schuman-  
Platz 3, 53175 Bonn

DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung,  
Königin-Luise-Str. 5, 14195 Berlin

FIBS – Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie,  
Platenstr. 39, 50825 Köln

HIS – Hochschul-Informationssystem, Goseriede 9,  
30159 Hannover

ISI – Fraunhofer-Institut f. System- und Innovationsfor-  
schung, Breslauer Str. 48, 76139 Karlsruhe

WSV – SV Wissenschaftsstatistik, Barkhovenallee 1,  
45239 Essen

ZEW – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, L 7, 1,  
68161 Mannheim

# Übersicht 1: Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands – Stärken, Chancen, Risiken, Schwächen

An die AG Innovationsindikatoren ist gelegentlich der Wunsch herangetragen worden, die Untersuchungsergebnisse zusammenfassend so vereinfachend darzustellen, dass sie als Stichworte für Folien bei Vorträgen Verwendung finden können. Deshalb wird der Befund der AG zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands auf der Basis der Untersuchungsergebnisse 2005 in einer Aufstellung der Stärken, Chancen, Risiken und Schwächen („SWOT-Analyse“) zusammengefasst.

## Stärken

- + starke Position auf den Weltmärkten für Güter hochwertiger Technologie
- + Systemkompetenz: Kombination eigener Kompetenzen mit (importierten) neuen Technologien, kommt auch nicht-forschungsintensivem Sektor zu Gute
- + hohe (Welt-)Marktorientierung des Innovationssystems (weltmarktrelevante Patentanmeldungen)
- + herausragende technologische Kompetenzen und Weltmarktposition in der Fertigungstechnik, vor allem im Automobilbau
- + breite Verankerung des Innovationsgedankens, vor allem durch Klein- und Mittelunternehmen
- + überdurchschnittlich hohe FuE-Aktivitäten der Wirtschaft
- + leistungsfähige Wissenschaft
- + intensive Kooperationsbeziehungen Wirtschaft, Wissenschaft und öffentliche Forschung
- + Weltoffenheit des Innovationssystems: wechselseitige Vorteile aus der zunehmenden Internationalisierung von FuE (gefragter FuE-Standort für ausländische Unternehmen, gefragter Kooperationspartner bei Erfindungen)

## Chancen

- + FuE-Globalisierung: Zugang zu ausländischem Know How
- + Innovationsbeteiligung nimmt wieder zu, FuE ist für die Unternehmen wieder wichtiger geworden
- + politisches Bekenntnis zu höherer Priorität für Forschung und Bildung

- + zunehmende Spitzentechnikorientierung
- + gute Beziehungen und Lagevorteile zu wachsenden mittel- und osteuropäischen Staaten, frühe Ausrichtung auf den chinesischen Markt
- + e-commerce-Verbreitung unter den Unternehmen
- + Bildungsstand der Erwerbsbevölkerung

## Risiken

- + außer Auto: schwache Position bei Gütern mit hohen Wachstumsaussichten (meist Spitzentechnik)
- + zunehmender Rückgriff auf forschungsintensive Vorprodukte und Investitionsgüter (insbesondere bei IuK/Elektronik/ Medientechnik) gefährdet Technologieproduktionsstandort Deutschland
- + einseitige Ausrichtung auf den Automobilbau und wenige kleinere Spitzentechnikfelder wird zunehmend kritischer (Standortdiskussion, stark nachlassende Spezialisierung)
- + Verlust an Wettbewerbsfähigkeit in Stammsektoren wie Maschinenbau, Chemie, Elektro: gleichzeitig fehlen Alternativen mit „kritischer Masse“
- + hohe Exportorientierung bremst Strukturwandel hin zur (wissensintensiven) Dienstleistungswirtschaft, manifestiert die bestehenden Arbeitsmarktprobleme
- + tendenziell schrumpfender Unternehmensbestand in forschungs- und wissensintensivem Sektor hemmt Strukturwandel, gefährdet längerfristig die breite Innovationsorientierung
- + FuE-Vorteile schwinden: Schwellenländer einerseits, Nordeuropa, entwickeltes Asien und USA andererseits
- + FuE-Beteiligung von KMU mit unbefriedigender Entwicklung
- + FuE ist nur Mitläufer in der Konjunktur, nicht treibende Kraft
- + Schwache Investitionen in Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen im internationalen Vergleich: Risiken für Leistungsfähigkeit von Lehre und Forschung, siehe nachlassende Anteile bei wissenschaftlichen Forschungsergebnissen
- + wissenschaftliche Publikationen noch zu wenig international ausgerichtet, gerade in „wirtschaftsnahen“ Feldern

- + **innovierende Unternehmen haben hohen Fachkräftebedarf, vorhandene „stille Reserve“ passt vielfach nicht (Weiterbildungsproblematik)**
- + **geringes Interesse junger Menschen für technisch-naturwissenschaftliche Studiengänge**
- + **nachlassende Ausbildungsbereitschaft der Unternehmen für technische Berufe**
- + **ungünstige Rahmenbedingungen behindern Unternehmensgründungen**
- + **demographiebedingte Fachkräftelücke, zu wenig akademischer Nachwuchs, sinkende Zahl von Unternehmensgründungen**

### **Schwächen**

- + **Produktivitätswachstum**
- + **lang anhaltende schwache Binnenmarktdynamik bremst Investitionen und endogene Anreize für Innovationen, speziell aus Sicht von Klein- und Mittelunternehmen sowie Dienstleistungen**
- + **Knappheit bei Hochqualifizierten (vor allem mit naturwissenschaftlich-technischen Kompetenzen für FuE)**

- + **unzureichende Bildungsanstrengungen und Bildungs- und Ausbildungserfolge: kein Wissensvorsprung bei jungen Leuten im internationalen Vergleich**
- + **Unternehmensgründungen im wissensintensiven Dienstleistungssektor im internationalen Maßstab sehr schwach**
- + **Mangel an Risiko- und Beteiligungskapital für innovative Gründungen sowie für Spitzentechnik-FuE-Projekte, Risikoscheu**
- + **Kapitalmangel generell problematisch für Innovationsprojekte von Klein- und Mittelunternehmen**
- + **Rückläufiges bis stagnierendes staatliches FuE-Engagement international nicht mehr wettbewerbsfähig, nachteilig vor allem für vorwettbewerbliche Forschung**
- + **Anwendung von IuK-Technologien zu schwach (Ausnahme: e-commerce), Rückstand bei e-government, e-health, e-learning**
- + **Schwächen in der IuK-Infrastrukturausstattung**
- + **fehlende IT-Kenntnisse der Bevölkerung, auch der jungen Leute**

Zusammenstellung des NIW

## Übersicht 2a: ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2000 in der Abgrenzung nach SITC III

### Spitzentechnik

Radioaktive Stoffe

525

Schädlingsbekämpfung, Pflanzenschutz, Saatucht

292.49

292.99

591

Biotechnologische u. Pharmazeutische Wirkstoffe/Arzneimittel

516.9

541.3

541.5

541.6

541.9 ohne 541.91

Kernreaktoren, Turbinen, Großforschungsgeräte

695.63

718

778.7

Kriegsschiffe, Waffen, Munition, Sprengstoffe

593

793.29

891 ohne 891.13

DV-Geräte, -Einrichtungen

752

759.97

Integrierte Schaltungen

776.4

Nachrichtentechnik

764

Medizinische Diagnosegeräte

774

Spitzeninstrumente

871

874.1

874.4

874.7

Luft- und Raumfahrzeuge

714

792

### Hochwertige Technik

organische Grundstoffe

335.2 ohne 335.21

431.1

431.31

511

515

anorganische Grundstoffe

522

524

Synthesekautschuk, Kunststoffe, Kunststoffwaren

232.1

574.3

575.9

579.9

582.9

598.93

Farbstoffe, Anstrichmittel, Druckfarben, Kitte

531

533

598.95

Arzneimittel

541.4

542

anwendungsorientierte Chemische Erzeugnisse a. n. g.

272.1

551

592.29

598.5

598.6

598.8

598.9 ohne 598.93, 598.95, 598.98

667.41

667.42

882 ohne 882.5, 882.6

Verbrennungsmotoren

712

713

Pumpen und Kompressoren

743.1

743.5 ohne 743.55

743.8

---

Armaturen	741.85
747	741.86
	743.55
Hebezeuge, Fördermittel, Antriebselemente	749.1
744.7	
744.8	Büromaschinen
746	751 ohne 751.15, 751.18, 751.33, 751.35
748	
	Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren
Heiz-, Kälte- und Lufttechnik	716
741.37	
741.38	E-Verteilungs-, -schaltereinrichtungen, Kabel usw.
741.45	772.61
741.49	773.18
741.7	
741.84	Elektrische Leuchten, Lampen, Batterien usw.
741.87	778.1
741.89	778.2
	778.8 ohne 778.83, 778.85, 778.86
landwirtschaftliche Maschinen, Zugmaschinen	813 ohne 813.91, 813.92
721	
722	elektronische Bauelemente
	772.2
Werkzeugmaschinen	776.25
728.1	776.27
731.1	776.3
731.31	778.63
731.35	778.64
731.4 ohne 731.41, 731.43	778.65
731.5 ohne 731.52, 731.54	776.8
731.61	778.62
731.63	
731.65	Fernseh-, Phonogeräte u. Zubehör
733.12	761
733.14	763
733.16	898.59
733.9	898.79
735	
737.33	Medizinische u. orthopädische Geräte
737.35	872
	899.6
Textil-, Bekleidungs-, Ledermaschinen	
724	Hochwertige Instrumente
	873
Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a. n. g.	874.3
723 ohne 723.91	874.5 ohne 874.52
725	874.6
726 ohne 726.35	874.9
727	
728 ohne 728.1	Optische und fotografische Geräte
741.83	881 ohne 881.12, 881.14, 881.3
	884.11
	884.19
	884.3



---

Kraftwagen u. -motoren u. Zubehör	FuE-intensive Erzeugnisse a. n. g.
781	654.91
782	654.93
783	664.92
784	664.95
786.3	874.52
	897.4
Schienefahrzeuge	
791	

Aufgenommen sind alle Gütergruppen mit einem Anteil der FuE-Gesamtaufwendungen am Umsatz von i. d. R. 3,5%; für Spitzentechnikerzeugnisse beträgt die Abschneidegrenze etwa 8,5%.

Quelle: H. Grupp, H. Legler u. a. , Hochtechnologie 2000, Karlsruhe, Hannover 2000. Es wurden geringfügige Anpassungen an Änderungen der SITC vorgenommen.

## Übersicht 2b: ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2000 in der Abgrenzung der WZ2003 (Wirtschaftsklassen)

### Spitzentechnologie

23.30	H. u. V. v. Spalt- und Brutstoffen
24.20	H. v. Schädlingsbekämpfungs- und Pflanzenschutzmitteln
24.41	H. v. pharmazeutischen Grundstoffen
24.61	H. v. pyrotechnischen Erzeugnissen
29.11	H. v. Verbrennungsmotoren und Turbinen (außer für Luft- u. Straßenfahrzeuge)
29.60	H. v. Waffen und Munition
30.02	H. v. Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
31.62	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen a.n.g.
32.10	H. v. elektronischen Bauelementen
32.20	H. v. nachrichtentechnischen Geräten und Einrichtungen
33.20	H. v. Meß-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen
33.30	H. v. industriellen Prozeßsteuerungsanlagen
35.30	Luft- und Raumfahrzeugbau

### Hochwertige Technologie

22.33	Vervielfältigung von bespielten Datenträgern
24.11	H. v. Industriegasen
24.12	H. v. Farbstoffen und Pigmenten
24.13	H. v. sonst. anorganischen Grundstoffen und Chemikalien
24.14	H. v. sonst. organischen Grundstoffen und Chemikalien
24.17	H. v. synthetischem Kautschuk in Primärformen
24.30	H. v. Anstrichfarben, Druckfarben und Kitten
24.42	H. v. pharmaz. Spezialitäten und sonst. pharmaz. Erzeugnissen
24.62	H. v. Klebstoffen u. Gelatine

24.63	H. v. etherischen Ölen
24.64	H. v. fotochemischen Erzeugnissen
24.66	H. v. chemischen Erzeugnissen a.n.g.
29.12	H. v. Pumpen und Kompressoren
29.13	H. v. Armaturen
29.14	H. v. Lagern, Getrieben, Zahnrädern und Antriebselementen
29.31	H. v. Ackerschleppern
29.32	H. v. sonstigen land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
29.40	H. v. Werkzeugmaschinen
29.52	H. v. Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen
29.53	H. v. Maschinen für das Ernährungsgewerbe und die Tabakverarbeitung
29.54	H. v. Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- und Leder-gewerbe
29.55	H. v. Maschinen für das Papiergewerbe
29.56	H. v. Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g.
30.01	H. v. Büromaschinen
31.10	H. v. Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren
31.40	H. v. Akkumulatoren und Batterien
31.50	H. v. elektrischen Lampen und Leuchten
32.30	H. v. Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten
33.10	H. v. medizinischen Geräten und orthopädischen Vorrichtungen
33.40	H. v. optischen und fotografischen Geräten
34.10	H. v. Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
34.30	H. v. Teilen u. Zubehör Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren
35.20	Bahnindustrie

Zur Definition und Quellen vgl. Übersicht 1a. Für die Jahre vor 2003 wurde WZ93 verwendet. Der Übergang ließ sich mit Hilfe von „Verkettungen“ bewerkstelligen.

## Übersicht 3: NIW/ISI-Liste wissensintensiver Industrien und Dienstleistungen nach WZ 2003 (Wirtschaftsgruppen)

111	Gew. v. Erdöl u. Erdgas	401	Elektrizitätsversorgung
112	Erbrg. v. Dienstleistungen bei d. Gew. v. Erdöl u. Erdgas	410	Wasserversorgung
143	Bergbau auf chemische u. Düngemittelminerale	451	Vorbereitende Baustellenarbeiten
221	Verlagsgewerbe	511	Handelsvermittlung
232	Mineralölverarbeitung	518	Gh. m. Maschinen, Ausrüstungen u. Zubehör
233	H. u. Verarb. v. Spalt- u. Brutstoffen	523	Apotheken; Fach-Eh. m. med. Art. usw. (in Verkaufsr.)
241	H. v. chemischen Grundstoffen	603	Transport in Rohrfernleitungen
242	H. v. Schädlingsbekämpfungsmitteln u. Pflanzenschutzmitteln	623	Raumtransport
244	H. v. pharmazeut. Erzeugnissen	643	Fernmeldedienste
246	H. v. sonst. chemischen Erzeugnissen	651	Zentralbanken u. Kreditinstitute
247	H. v. Chemiefasern	652	Sonst. Finanzierungsinstitutionen
268	H. v. sonst. Mineralerzeugnissen	660	Versicherungsgewerbe
291	H. v. Masch. f. d. Erzeugung u. Nutzung v. mechanischer Energie	701	Erschließg., Kauf, Verk.v. Grundst., Gebäuden usw.
292	H. v. sonst. Maschinen f. unspezifische Verwendung	702	Verm. u. Verp.v. eig.Grundst., Gebäuden u. Wohnungen
294	H. v. Werkzeugmaschinen	703	Vermittl. u. Verw. v. Grundst., Gebäuden u. Wohnungen
295	H. v. Masch. f. sonst. best. Wirtschaftszweige	713	Verm. v. Maschinen u. Geräten
296	H. v. Waffen u. Munition	721	Hardwareberatung
297	H. v. Haushaltsgeräten a.n.g.	722	Softwarehäuser
300	H. v. Büromasch., DV-Geräten u. -einrichtungen	723	Datenverarbeitungsdienste
311	H. v. Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	724	Datenbanken
312	H. v. Elektrizitätsvertlg.- u. -schalteinrichtungen	725	Instandh. u. Rep. v. Büromasch., DV-Gerät. u. -einr.
314	H. v. Akkumulatoren u. Batterien	726	Sonst. m. d. Datenverarbeitung verb. Tätigkeiten
315	H. v. elektrischen Lampen u. Leuchten	731	Forschg. u. Entwicklg. in Natur- u.ä. Wissenschaften
316	H. v. elektr. Ausrüstg. a.n.g.	732	Forschg. u. Entwicklg. in Geisteswissenschaften
321	H. v. elektronischen Bauelementen	741	Rechts-, Steuer- u. Unternehmensberatung usw.
322	H. v. nachrichtentechnischen Geräten u. Einrichtungen	742	Archit.- u. Ingenieurbüros
323	H. v. Rundfunk-, Fernseh-, Phono-, videotechn. Geräten	743	Technische, physikalische u. chemische Untersuchg.
332	H. v. Meß-, Kontroll-, Navig.- u.ä. Instr. u. Vorricht.	744	Werbung
333	H. v. industriellen Prozeßsteuerungsanlagen	851	Gesundheitswesen
334	H. v. optischen u. fotografischen Geräten	852	Veterinärwesen
341	H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren	921	Film- u. Videofilmherst., -verleih, -vertrieb usw.
351	Schiffbau	922	Hörfunk- u. Fernsehanstalten, H. v. -programmen
352	Bahnindustrie	923	Erbrg. v. sonst. kulturellen u.ä. Leistungen
353	Luft- u. Raumfahrzeugbau	924	Korrespondenz-, Nachrichtenbüros, selbst. Journal.
		925	Bibliotheken, Archive, Museen, zoolog. u.ä. Gärten

Als wissensintensiv gelten Wirtschaftszweige, in denen der Anteil der Hochschulabsolventen, der Beschäftigten mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung und/oder der Beschäftigten mit Forschungs-, Entwicklungs- und Konstruktionstätigkeiten überdurchschnittlich hoch ist.

Quelle: H. Grupp, H. Legler u. a., Hochtechnologie 2000, Karlsruhe, Hannover 2000.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Anteil von Gütergruppen nach ihrer FuE-Intensität an den Ausfuhren bzw. Einfuhren von verarbeiteten Industriewaren in Deutschland 1991 bis 2004	6
Abb. 2.2:	Exportquote in der deutschen Verarbeitenden Industrie nach Gruppen der FuE-Intensität und Unternehmensgrößenklassen 2003	7
Abb. 2.3:	Umsatz, Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung in der Verarbeitenden Industrie Deutschlands 1995 bis 2004	12
Abb. 2.4:	Produktivität, Wertschöpfungsquote und impliziter Deflator in der Verarbeitenden Industrie Deutschlands 1995 bis 2004	13
Abb. 2.5:	Anteile der Wirtschaftsgruppen an der Wertschöpfung der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland 1991 bis 2003	15
Abb. 2.6:	Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Wissensintensität der Wirtschaftsbereiche in Deutschland 1991 bis 2004	16
Abb. 3.1:	Entwicklung der Zahl der Unternehmensgründungen in Deutschland in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen 1995–2004	18
Abb. 3.2:	Gründungs- und Schließungsraten in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen in Deutschland 1995–2004	19
Abb. 3.3:	Technologieorientierte Gründungen in ausgewählten Ländern 1995–2003	20
Abb. 3.4:	Entwicklung des Wagniskapitalmarktes 1990–2004 im internationalen Vergleich	22
Abb. 3.5:	Innovatorenquote in Deutschland nach Wirtschaftsbereichen 1992 bis 2004	25
Abb. 3.6:	Innovationsintensität in Deutschland 1992 bis 2004	26
Abb. 3.7:	Marktneuheiten und Kostenreduktion durch Prozessinnovationen in Deutschland 1993 bis 2004	28
Abb. 3.8:	Patentintensität Deutschlands 1991 bis 2003	29
Abb. 4.1:	FuE-Intensität nach Wirtschaftsbereichen in Deutschland 1995, 1999 und 2003	35
Abb. 4.2:	Interne FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991–2004	39
Abb. 4.3:	FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2003	41
Abb. 4.4:	Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1993 bis 2004	42
Abb. 5.1:	FuE-Personalintensität im Verarbeitenden Gewerbe 1993 bis 2003	45
Abb. 5.2:	FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in den USA nach Herkunftsland 1990 bis 2003	46
Abb. 5.3:	FuE-Intensität ausländischer und einheimischer multinationaler Unternehmen (MNU) in den USA 1998–2003	47
Abb. 5.4:	FuE-Personalintensität deutscher Unternehmen im Inland mit und ohne FuE im Ausland 2003	48
Abb. 5.5:	Anteil der Weltregionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1995–2003	49
Abb. 5.6:	Anteil der Ko-Patente an allen nationalen Patenten nach Technologiebereichen 2003	52
Abb. 6.1:	Staatliche FuE-Finanzierungsanteile in der Wirtschaft 1979 bis 2004	53
Abb. 6.2:	Haushaltsansätze des Staates in FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991–2005	55
Abb. 6.3:	Haushaltsansätze des Staates in FuE in Deutschland 1981 bis 2004	56
Abb. 6.4:	Naturwissenschaftlich-technische Publikationen Deutschlands 1991 bis 2004	59
Abb. 6.5:	Beobachtete Zitatraten, internationale Ausrichtung und Zitatbeachtung für ausgewählte Länder 1991–2002	60
Abb. 7.1:	Entwicklung der Erwerbstätigkeit in Westdeutschland 1975 bis 2004 nach Qualifikationsebenen	63
Abb. 7.2:	Bevölkerung ohne Sekundarabschluss nach Altersgruppen in Deutschland 1991 bis 2003	65
Abb. 7.3:	Bildungsstand der Bevölkerung nach Altersgruppen in Deutschland 1991 bis 2003	66
Abb. 7.4:	Absolventen ingenieur- und naturwissenschaftlicher Studiengänge pro 100 000 Erwerbspersonen im Alter von 25 bis 34 Jahren	67
Abb. 7.5:	Studienanfänger in Deutschland im ersten Hochschulsesemester der Studienjahre 1981 bis 2004 in ausgewählten Fächerguppen und nach Staatsbürgerschaft	68
Abb. 7.6:	Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge in technischen Berufen und insgesamt in Deutschland 1993 bis 2004	69
Abb. 8.1:	Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen und FuE-Personal in % der Beschäftigten in Deutschland 1985–2006	73

## Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Außenhandel der OECD-Länder nach Forschungsintensität 1993 bis 2004	4
Tab. 2.2:	Beitrag FuE-intensiver Waren zum Außenhandelsaldo Deutschlands 1991 bis 2004	10
Tab. 3.1:	Rangplatz von externen Innovationshemmnissen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor Deutschlands 1994 bis 2004	23
Tab. 3.2:	Intensitäten und Wachstumsraten von internationalen Patenten in ausgewählten Ländern 1995 bis 2004	30
Tab. 3.3:	Patentspezialisierung (RPA) ausgewählter Länder nach FuE-Intensität der Produktgruppen 1995, 2000 und 2003	31
Tab. 4.1:	Sektorstruktur Deutschlands bei FuE, EPA-Patenten und Exporten 1991 und 2002/2003 im internationalen Vergleich	34
Tab. 4.2:	Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2003	36
Tab. 4.3:	Komponenten der Veränderung des FuE-Personaleinsatzes in der Verarbeitenden Industrie 1979 bis 2003	38
Tab. 4.4:	Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994–2003	40
Tab. 5.1:	Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Güterklassen und FuE-Intensität der Wirtschaftszweige 2003	51
Tab. 6.1:	Wissenschaftliches Lehr- und Forschungspersonal an deutschen Hochschulen 1995 bis 2004 nach Fachbereichen	57
Tab. 7.1:	Einstellungsbedarf in Unternehmen in Deutschland 2004 und 2005 nach Qualifikationsgruppen und Innovationsaktivität	62
Tab. 7.2:	Qualifikationsmerkmale ausgewählter Zweige der Gewerblichen Wirtschaft in Deutschland 1998 und 2004	64

## Verzeichnis der Abkürzungen

€	Euro
\$	Dollar
a. n. g.	anderweitig nicht genannt
Abb.	Abbildung
AUT	Österreich
BAS	Beitrag zum Außenhandelsaldo
BEL	Belgien
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
Bill.	Millionen
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie bzw. für Bildung und Forschung
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (2002 bis 2005)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft (und Technologie, vor 2002 und seit 2005)
Bufo	Bundesbericht Forschung (des BMBF)
BVK	Bundesverband deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften
CAN	Kanada
CHN	China
DEN	Dänemark
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DL	Dienstleistung(en)
DV	Datenverarbeitung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EPA	Europäisches Patentamt
EPAPAT	Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes (frühere Bezeichnung)
EPO	European Patent Office (=Europäisches Patentamt)
ESP	Spanien
EU	Europäische Union
EVCA	European Venture Capital Association
FhG-ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
FiBS	Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
FuE	Forschung und Entwicklung
FuO	Feinmechanik und Optik
G 6	G 6-Staaten (USA, Japan, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien)
GBR	Großbritannien und Nordirland
GER	Deutschland
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GRE	Griechenland
GU	Großunternehmen
HIS	Hochschul-Informations-System GmbH
IfG	Institute für Gemeinschaftsforschung und experimentelle Entwicklung
ifo	Institut für Wirtschaftsforschung e.V. München
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IMD	International Institute for Management Development
IND	Indien
IRL	Republik Irland
ISCED	International Standard Classification for Education
ISI	siehe FhG-ISI
ISIC	International Standard Industrial Classification
ISL	Island

---

ISR	Israel
IT	Informationstechnologie
ITA	Italien
ITCS	International Trade by Commodities Statistics (OECD)
IuK	Information und Kommunikation
JPN	Japan
Kfz	Kraftfahrzeuge
KOR	Republik Korea
LUX	Luxemburg
M&A	mergers and acquisitions
Mio.	Million
MIP	Mannheimer Innovationspanel
MNU	multinationale Unternehmen
Mrd.	Milliarde
NED	Niederlande
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e. V.
NOR	Norwegen
NVCA	National Venture Capital Association
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
p. a.	pro Jahr
PCT	Patentkooperationsabkommen
PCTPAT	Datenbank der PCT-Patente
POR	Portugal
RCA	Revealed Comparative Advantage
RMA	Relative Markenaktivitäten
RPA	Relative Patentaktivitäten
RUS	Russland
RWA	Relativer Welthandelsanteil
SCI	Science Citation Index
SIN	Singapur
STAN	Structural Analysis Database
STC	Selected Threshold Countries (ausgewählte Schwellen-/Aufholländer)
STI	Science and Technology Indicators
SUI	Schweiz
SWE	Schweden
SV	Stifterverband
Tab.	Tabelle
TPE	Taiwan
Tsd.	Tausend
US	United States
US-\$	US-Dollar
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
USPTO	United States Patent and Trademark Office
VC	Venture Capital
VVC	Verband Vereine Creditreform
WHA	Welthandelsanteil
WOPATENT	Datenbank der PCT-Patente
WSV	Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
WTO	World Trade Organization
WZ	Klassifikation der Wirtschaftszweige
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH

