

Technologie hat der positive Beitrag abgenommen. Beim Spezialisierungsprofil über die einzelnen Produktbereiche gibt es dagegen kaum Veränderungen. Bedeutsame positive Beiträge liefern der Kraftwagenbau und der Maschinenbau. Negative Beiträge liefern hingegen Erzeugnisse der Nachrichtentechnik, Büromaschinen und EDV-Geräte. Einen klaren Vorzeichenwechsel zum Negativen gibt es nur bei chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen. Insgesamt spiegeln die Stärken und Schwächen im Außenhandel recht gut die in der Produktion wider.

Zu Deutschlands Position im Außenhandel mit wissensintensiven Dienstleistungen sind nur begrenzt Aussagen möglich, da dieser statistisch relativ schlecht dokumentiert ist und zudem eine Reihe von Besonderheiten aufweist. Zwar hat sich der Zahlungsbilanzsaldo bei allen wissensintensiven Diensten zwischen 1999 und 2006 verbessert. Allerdings deckt dies nur einen geringen Teil des Auslandsabsatzes dieser Dienstleistungen ab. Diese können nämlich häufig nur über Niederlassungen vor Ort verkauft werden, da die Leistungserbringung den direkten Kontakt zum Kunden erfordert. Bei fast allen wissensintensiven Diensten macht der Absatz über Auslandstöchter ein Vielfaches des direkten Exports aus, und er ist in den vergangenen Jahren auch deutlich rascher gewachsen.

## D 2 FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Forschung (und experimentelle) Entwicklung (FuE) in Wirtschaft, Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen nehmen in der Wirkungskette von Bildung und Qualifikation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Inventionen, Investitionen und Innovations, Produktivität, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung eine zentrale Rolle ein.<sup>87</sup> Alle empirischen Studien zeigen im Wesentlichen einen positiven Einfluss auf gesamtwirtschaftliche Zielgrößen. Neben der FuE-Tätigkeit gibt es allerdings eine Reihe weiterer Einflussfaktoren, so dass angesichts der komplexen Wirkungskungszusammenhänge und -voraussetzungen Forschung und Entwicklung in hoch entwickelten Volkswirtschaften ein notwendiger, jedoch kein hinreichender Faktor für Innovationsprozesse ist. Angesichts der erheblichen Relevanz von forschungsintensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen, die sich bei der Analyse von Produktion, Beschäftigung und Außenhandel zeigt, ist Forschung und Entwicklung ein für die Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands zentrales Element.

### Eigene Forschung und Entwicklung für Unternehmen immer wichtiger

Innovatoren ohne eigene Forschung und Entwicklung sind in Deutschland im vergangenen Jahrzehnt seltener geworden: Nur noch ein Drittel der industriellen Innovatoren kam im Jahr 2006 ohne eigene Forschung und Entwicklung aus; 1998 war es noch rund die Hälfte. Deutschland hat bei Forschung und Entwicklung im internationalen Vergleich eine gute Position. Es konnte sich in den 1980er Jahren mit an die Spitze der Industrieländer setzen – in einer Phase, in der die FuE-Kapazitäten weltweit sehr schnell erweitert wurden. Der Aufholprozess in Deutschland war auf eine enorme FuE-Intensivierung in fast allen Industrien und – damit einhergehend – auf einen industriellen Strukturwandel zugunsten forschungsintensiv produzierender Sektoren zurückzuführen. Diese Dynamik war Anfang der 1990er Jahre zum Stillstand gekommen. Die FuE-Intensität hatte sich in Deutschland bis Mitte der 1990er Jahre erkennbar reduziert.

In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre gab es zunächst einen weltweiten Anstieg der FuE-Intensitäten, danach folgte wieder eine flache, stagnierende Entwicklung. Die Veränderungen im aktuellen Jahrzehnt betreffen insbesondere die USA. Dort gab es zwischen 2000 und

2002 einen erheblichen FuE-Einbruch, so dass Deutschland jetzt nahezu die US-amerikanische FuE-Intensität erreicht hat, allerdings ohne die eigenen Anstrengungen verstärkt zu haben, wenn man von der jüngsten Steigerung der volkswirtschaftlichen FuE-Intensität im Jahr 2006 absieht (Abb. 11).

Unter den großen Volkswirtschaften fällt vor allem das stetige FuE-Wachstum Japans seit Mitte der 1990er Jahre auf. Japan nimmt nunmehr eine führende Position ein. In den 1990er Jahren hatten auch die skandinavischen Länder Finnland und Schweden ein massives Wachstum bei den FuE-Aktivitäten eingeleitet, das allerdings durch das Ende des New-Economy-Booms im Jahre 2001 deutlich gebremst wurde (insbesondere in Schweden). Beide Länder sind jedoch mit einer FuE-Intensität von 3,8 Prozent beziehungsweise 3,4 Prozent (2005) nach wie vor führend. Bei den kleineren Ländern haben die Schweiz und Korea mit 3 Prozent im Jahr 2005 recht hohe FuE-Intensitäten.

### Drei-Prozent-Ziel noch weit entfernt

Die EU-15 Länder als Ganzes bringen unverändert nur knapp 1,9 Prozent ihres Inlandsproduktes für Forschung und Entwicklung auf. Sie sind seit Anfang der 1990er Jahre nicht vorangekommen und liegen damit weiterhin klar hinter den USA und Japan. Europa ist weit von dem selbst gesetzten Drei-Prozent-Ziel für das Jahr 2010 entfernt. Während Deutschland zu Beginn der 1990er Jahre noch einen Spitzenplatz bei der FuE-Intensität belegte, befindet es sich aktuell lediglich im oberen Mittelfeld. Noch vor Jahren galten die USA und Japan als Maßstab im internationalen Technologiewettbewerb, nun wird vielfach Bezug auf den deutlich niedrigeren Durchschnittswert der EU-15 genommen. Im Hinblick auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit ist sicherlich die Bezugnahme auf die OECD-Länder angemessener. Dabei zeigt sich in der langfristigen Betrachtung, dass sich der Vorsprung Deutschlands, trotz einer relativen Verbesserung seit Mitte der 1990er Jahre, bei der FuE-Intensität erheblich vermindert hat. Viele OECD-Länder haben in den vergangenen Jahren ihre Anstrengungen in diesem Bereich kontinuierlich gesteigert. Zudem ist der Technologiewettbewerb mit den aufholenden Schwellenländern erheblich schärfert geworden.<sup>88</sup> Mit einer volkswirtschaftlichen FuE-Intensität von etwa 2,5 Prozent wird Deutschland langfristig im Technologiewettbewerb nicht gut positioniert sein.

Bei näherer Betrachtung der Produktionsentwicklung in Deutschland stößt man auf einen Umstrukturierungsprozess zugunsten der Spitzentechnologiebereiche, auch wenn auf diesem Gebiet das internationale Wachstumstempo nicht ganz erreicht werden kann. Die deutsche Spitzentechnologie braucht beim spezifischen FuE-Einsatz – mit Ausnahme der Sektoren IuK sowie Pharmazie – den internationalen Vergleich nicht mehr zu scheuen.

Im weltweiten FuE-Strukturwandel sind die traditionell starken deutschen Industriezweige der hochwertigen Technologie deutlich zurückgeblieben. Eine positive Ausnahme ist der Automobilbau, der in den 1990er Jahren einen starken FuE-Anstieg zu verzeichnen hatte und im letzten Jahrzehnt primär dafür verantwortlich war, dass das FuE-Aktivitätsniveau der deutschen Wirtschaft insgesamt auf hohem Niveau geblieben ist. Deutschlands Anteil bei Forschung und Entwicklung im Automobilbau der wichtigsten Industrieländer ist damit langfristig von 10 auf 25 Prozent angewachsen.

### Steigende FuE-Intensität in Pharmazie und Automobilbau

Die Rangfolge der Industrien nach FuE-Intensität ist in den meisten Ländern, einschließlich Deutschland, recht ähnlich, wobei es in Deutschland jedoch im vergangenen Jahrzehnt

leichte Verschiebungen gab. Luft- und Raumfahrtzeugbau, Elektronik/Nachrichtentechnik und Computer/Büromaschinen sind seit Mitte der 1990er Jahre in einem kontinuierlichen Strukturwandelprozess von der pharmazeutischen Industrie an der Spitze, aber auch von Instrumentenbau und Automobilindustrie überholt worden (Abb. 12). In einer ganzen Reihe von Industrien hat die Ausweitung der FuE-Aufwendungen meist nicht mit der Umsatzexpansion Schritt halten können, was zu rückläufigen FuE-Intensitäten geführt hat.

Wissensintensive Dienstleistungen gewinnen sowohl für die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung sowie als Innovationsmotor an Bedeutung. Sie tragen vor allem als Anwender innovativer Technologien zur Diffusion bei, definieren aber auch neue Anforderungen an Technologien. Dies hat Rückwirkungen auf die Forschung und Entwicklung der Unternehmen. Hochwertige Dienstleistungen stehen insbesondere mit jenen Industriezweigen in Kontakt, in denen anspruchsvoll Forschung und Entwicklung betrieben wird. Aus Effizienzgründen wird die Arbeitsteilung zwischen der Industrie und den spezialisierten FuE-, Planungs- sowie Ingenieur-Dienstleistungen intensiviert. In der deutschen Wirtschaft wird mehr und mehr Wert auf Forschung und Entwicklung für hochwertige Dienstleistungen gelegt.

Forschung und Entwicklung in Dienstleistungsunternehmen ist oft schwer zu identifizieren, denn das statistische Messkonzept ist sehr stark an den Innovationsaktivitäten der Industrie orientiert. Im Dienstleistungssektor hängen Innovationen jedoch deutlich weniger von Forschung und Entwicklung ab als in der Industrie. Trotz dieser Probleme der statistischen Erfassung wird der Strukturwandel auch anhand der vorliegenden Daten deutlich. Während zu Beginn der 1980er Jahre gerade 1 Prozent des FuE-Personals im Dienstleistungssektor tätig war, wies deren Anteil Anfang der 1990er Jahre bereits 3 Prozent auf und liegt gegenwärtig bei 11 Prozent. Dennoch liegt Deutschland im internationalen Vergleich noch weit zurück.

#### Aktuell sinkende FuE-Ausgaben im Verarbeitenden Gewerbe, steigende im Dienstleistungssektor

2005 ist einerseits das FuE-Personal um weitere 1,5 Prozent aufgestockt worden, vor allem im Dienstleistungssektor und bei Kleinen- und Mittleren Unternehmen (KMU). Die Verarbeitende Industrie

meldet andererseits insgesamt nachlassende interne FuE-Aktivitäten (-1,2 Prozent). Es sind also im Wesentlichen Großunternehmen aus der Verarbeitenden Industrie, die FuE-Personal abgebaut und FuE-Ausgaben reduziert haben. KMU aus den unternehmensnahen Dienstleistungen haben dagegen wieder FuE-Personal eingestellt. Dies ist ein Hinweis auf eine Zunahme des FuE-Outsourcing.

Per Saldo konzentriert sich der Rückgang der internen FuE-Aufwendungen auf den Automobilbau, die IuK-, Elektro-, Medien- und MSR-Technik,<sup>89</sup> den übrigen Fahrzeugbau und die chemische Industrie. Im Plus liegen hingegen die pharmazeutische Industrie und der Maschinenbau.

#### Kurzfristige Nachfrageentwicklung bestimmt FuE-Aktivitäten

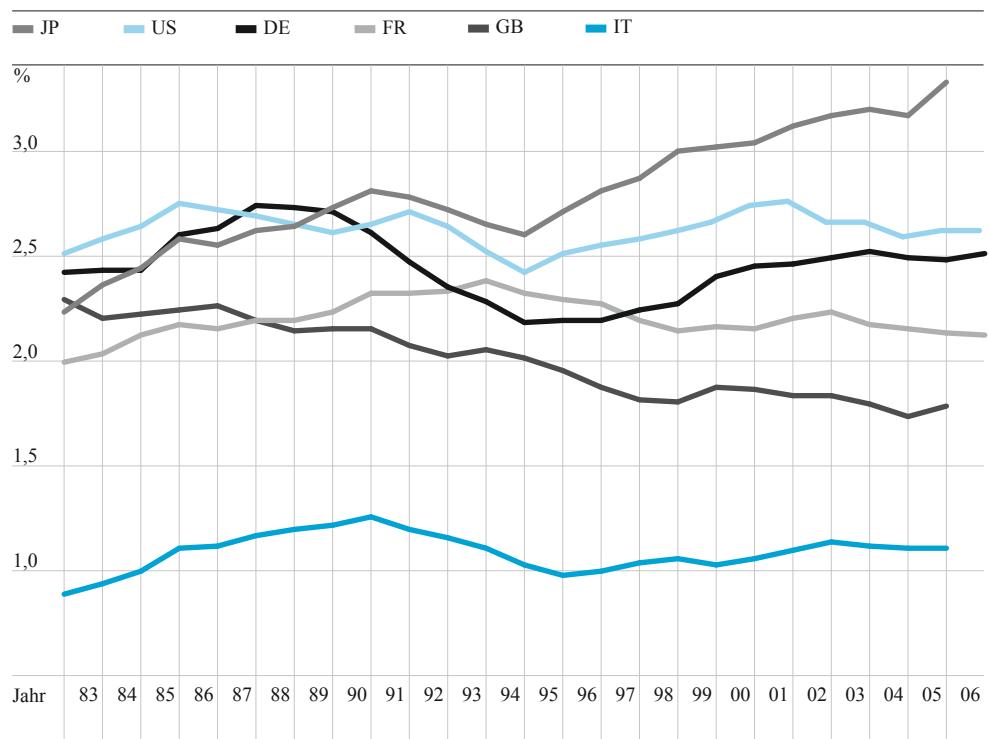
Idealtypisch sollten FuE-Aktivitäten antizyklisch durchgeführt werden. Demnach müsste Forschung und Entwicklung in Phasen der wirtschaftlichen Stagnation vorsorgend für Phasen dynamischer Konjunktur stattfinden. Stattdessen ist seit Beginn der 1990er Jahre eine zunehmend prozyklische Abhängigkeit zwischen Konjunktur und FuE-Aktivitäten zu beobachten. Doch selbst die Phase des wirtschaftlichen Aufschwungs seit 2005 war von den Unternehmen zunächst (bis 2006) nicht dazu genutzt worden, überproportional in den Aufbau neuen technischen Wissens zu investieren. Forschung und Entwicklung orientiert sich zunehmend an der kurzfristigen Nachfrageentwicklung und an den Wachstumsaussichten in naher Zukunft.

#### Trendwende beim Rückgang des staatlichen FuE-Finanzierungsbeitrags?

In den letzten Jahren sind Forschung und Entwicklung als Faktor für die internationale Wettbewerbsfähigkeit wieder stärker ins Bewusstsein gerückt. Daher zeigen viele Staaten nun wieder verstärktes Engagement in diesem Bereich, während sie sich zuvor Jahrzehntelang aus der FuE-Finanzierung stark zurückgezogen hatten. Der staatliche FuE-Finanzierungsbeitrag – bezogen auf das Inlandsprodukt – war in den OECD-Ländern von 0,92 Prozent (1985) über 0,83 Prozent (1990) auf 0,63 Prozent (2000) gesunken, in Deutschland von 0,98 auf 0,77 Prozent. Wichtige Gründe für diesen Rückgang waren die geringere Nachfrage des Staates nach FuE-Leistungen für das Militär seit dem

Anteil der FuE-Ausgaben am Bruttoinlandsprodukt für ausgewählte OECD-Länder

ABB 11



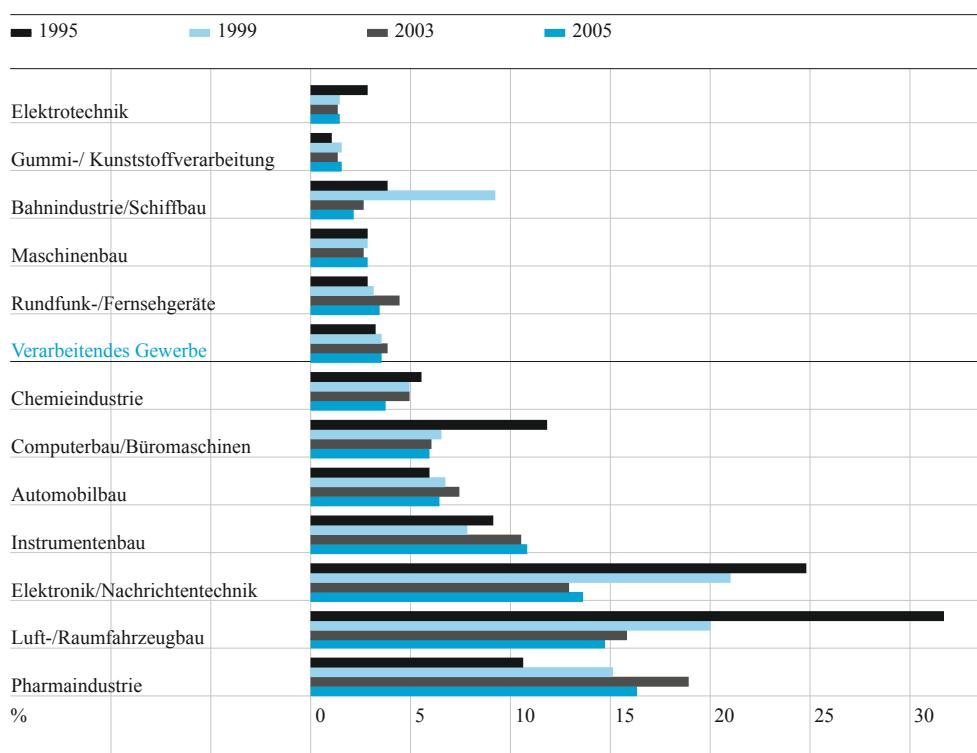
Daten zum Teil geschätzt.

FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 leicht überschätzt. Deutschland bis 1990: früheres Bundesgebiet.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2007/2). Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Anteil der FuE-Gesamtaufwendungen am Umsatz für ausgewählte Sektoren

ABB 12



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

Ende des Kalten Krieges, der Konsolidierungsdruck der öffentlichen Haushalte sowie eine Reduzierung der öffentlichen Förderung von kontrovers diskutierten zivilen Großprojekten, insbesondere im Kontext der bemannten Raumfahrt und der Atomenergie.

Im neuen Jahrzehnt stieg die öffentliche FuE-Quote in der OECD auf einen Wert von 0,66 Prozent (2005) an. Maßgeblich verantwortlich dafür war ein starkes staatliches FuE-Engagement in den USA, wo die Grundlagenforschung, die naturwissenschaftliche und die militärische Forschung verstärkt worden sind. Der davon ausgehende Impuls ist außergewöhnlich stark gewesen. So beliefen sich beispielsweise die Forschungsausgaben im Gesundheitsbereich in den USA auf 34,5 Milliarden Dollar (2005), in Deutschland dagegen nur auf 2,9 Milliarden Dollar. In Deutschland ist bei den öffentlichen FuE-Aufwendungen noch keine Trendwende in den Daten zu beobachten.

#### **Anteil der FuE-Leistung durch Dritte steigt**

FuE-Prozesse in der Wirtschaft sind in den letzten Jahren zwar zunehmend zu einem wichtigen Wettbewerbsfaktor geworden, allerdings sind die Ressourcen Personal und Kapital auch knapper geworden. Die Unternehmen konzentrieren daher ihre interne Forschung und Entwicklung verstärkt auf ihre „Kernkompetenzen“ und vergeben zunehmend FuE-Aufträge nach außen. Während der von Dritten durchgeführte Anteil an den FuE-Projekten der Wirtschaft Ende der 1970er Jahre 5,7 Prozent betrug, ist er heute mit 20,3 Prozent dreieinhalb Mal so hoch. Das gilt insbesondere für Großunternehmen. Insgesamt gehen knapp 60 Prozent der externen Aufträge an inländische Unternehmen, 18 Prozent ins Ausland und rund 22 Prozent an Einrichtungen der Wissenschaft.

Die Auftragsvergabe an inländische Wirtschaftsunternehmen ist seit Anfang der 1990er Jahre stark angestiegen. Dahinter verbergen sich Outsourcing-Strategien, bei denen Aktivitäten von geringerer strategischer Bedeutung an Dienstleistungsunternehmen oder Zulieferer ausgelagert werden. Auch konzernintern haben FuE-Kooperationen stark zugenommen. Fast die Hälfte aller FuE-Aufträge wird mit verbundenen Unternehmen im In- und Ausland abgewickelt.

#### **Bedeutung von Hochschulen als FuE-Kooperationspartner steigt**

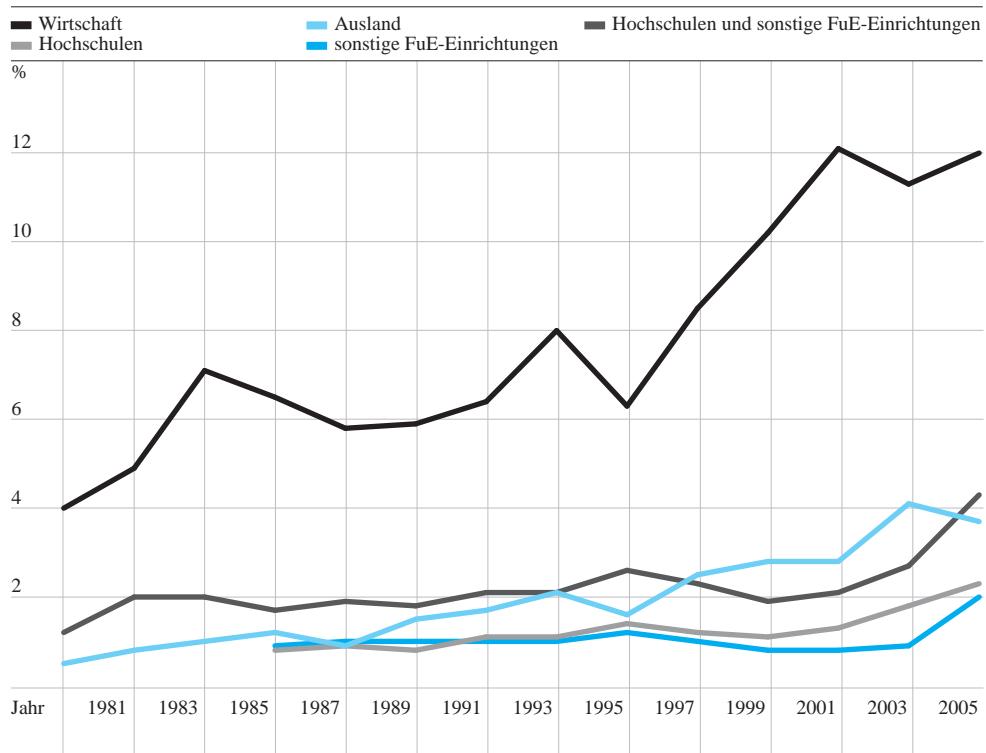
Insbesondere seit dem Jahr 2001 hat sich die Bedeutung der Hochschulen als FuE-Kooperationspartner der Wirtschaft erhöht. Der Anteil der außeruniversitären Einrichtungen an den FuE-Gesamtaufwendungen war dagegen seit 1995 rückläufig, ist aber aktuell wieder angestiegen und erreicht nahezu das Niveau der Hochschulen. Dabei ist zu bedenken, dass die außeruniversitären Einrichtungen häufig innovationsunterstützende Dienstleistungen erbringen, die nicht direkt unter die Kategorie Forschung und Entwicklung fallen. Insofern wird die Bedeutung außeruniversitärer Einrichtungen für Innovationsprozesse bei der alleinigen Betrachtung der FuE-Aufträge aus der Wirtschaft deutlich unterschätzt. Öffentliche Einrichtungen sind vor allem ein wichtiger Partner bei externen Aufträgen von KMU. Generell nimmt die Relevanz externer FuE-Aktivitäten mit der Technologieintensität zu. In der Spitzentechnologie werden in besonders hohem Maße FuE-Aufträge an Externe vergeben.

#### **FuE-Aufwendungen der Wirtschaft nehmen aktuell wieder zu**

Im Jahr 2006 sind die FuE-Gesamtaufwendungen um 7,4 Prozent gegenüber 2005 deutlich gestiegen. Für 2007 ist mit einem weiteren Anstieg um 4,2 Prozent zu rechnen. Der erforderliche Aufholprozess gegenüber einer Vielzahl von Ländern, die stetig ihren FuE-Anteil an der Wertschöpfung gesteigert haben, ist damit in Gang gesetzt worden. Die

Externe FuE-Aufwendungen nach durchführenden Sektoren (in Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen)

ABB 13



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. Berechnungen des NIW.

Steigerungsraten der Jahre 2006 und 2007 übertreffen die allgemeinen Preissteigerungsraten und die Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts; die Unternehmen haben real mehr in Forschung und Entwicklung investiert.

Das mit Forschung und Entwicklung und Innovation beschäftigte Personal ist in 40 Prozent der Unternehmen aufgestockt worden, mit einem weiteren Anstieg von 3,5 Prozent ist zu rechnen. In über 20 Prozent der Unternehmen konnten hingegen nicht alle vorgesehenen FuE-Arbeitsplätze besetzt werden. Offensichtlich wirkt sich hier schon ein mangelndes Angebot an qualifizierten Fachkräften aus.

### BESONDERE THEMEN ZU FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

D 3

Der folgende Abschnitt behandelt drei besondere Themen, die in einem engen Zusammenhang zu Forschung und Entwicklung stehen. Zusätzlich fließen andere Informationen aus den Bereichen Produktion, Außenhandel, Patente und Publikationen ein.<sup>90</sup>

### DEUTSCHLAND IN DER GLOBALISIERUNG

D 3-1

Das letzte Jahrzehnt – insbesondere bis 2001 – ist durch einen starken Trend zur Globalisierung gekennzeichnet. Im öffentlichen Bewusstsein dominiert dabei die zunehmende Verlagerung der Produktion deutscher Unternehmen ins Ausland. Ein wesentlicher Aspekt ist aber auch die Verlagerung von FuE-Aktivitäten. Im Jahr 2005 wurden 76 Prozent der FuE-Aktivitäten in Deutschland von Unternehmen durchgeführt, die auch im Ausland Forschung und Entwicklung betreiben. Zehn Jahre zuvor waren es 69 Prozent. Einerseits haben Unternehmen, die sich nicht an der Internationalisierung von Forschung und Entwicklung beteiligen,