

Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich

Harald Legler und Olaf Krawczyk

unter Mitarbeit von Mark Leidmann

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 8-2007

**Niedersächsisches Institut für
Wirtschaftsforschung**

**Königstraße 53
30175 Hannover
www.niw.de**

August 2006

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) erstellt. Die Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Das BMBF hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss genommen.

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 8-2007

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Hannoversche Str. 28-30, 10115 Berlin,
Tel.: 01888/57-0.

www.technologische-leistungsfahigkeit.de

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des BMBF oder des Instituts reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Kontakt und weitere Informationen:

Dr. Harald Legler

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW)

Königstraße 53

30175 Hannover

Tel.: +49-511-1233-16-40

Fax: +49-511-1233-16-55

Email: legler@niw.de

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
TABELLENVERZEICHNIS.....	7
VERZEICHNIS DER TABELLEN IM ANHANG.....	7
1 ÜBERSICHT, UNTERSUCHUNGSANSATZ UND DATENLAGE.....	9
1.1 FuE IN DER BERICHTERSTATTUNG ZUR TECHNOLOGISCHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT DEUTSCHLANDS	9
FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften	10
Die Themen im Einzelnen	13
1.2 FuE-AKTIVITÄTEN IN WIRTSCHAFT UND STAAT - ABGRENZUNG NACH INTERNATIONALEN KONVENTIONEN	15
2 FUE-TRENDS IN DEN INDUSTRIELÄNDERN.....	18
2.1 GESAMTGESELLSCHAFTLICHE TRENDS.....	19
2.1.1 DIE 80ER UND 90ER JAHRE IM RÜCKBLICK.....	19
2.1.2 DAS AKTUELLE BILD IN DEN „WESTLICHEN“ INDUSTRIELÄNDERN	22
2.1.3 HERAUSFORDERUNG DURCH AUFSTREBENDE SCHWELLENLÄNDER	26
2.1.4 FuE-PERSONAL: AKADEMISIERUNG UND FEMINALISIERUNG.....	29
2.2 STAAT UND FORSCHUNG	34
2.2.1 FINANZIERUNGSBEITRAG DES STAATES ZU FuE	36
Übersicht.....	36
Internationaler Querschnitt	38
Staatliche Prioritäten.....	39
2.2.2 STAATLICHE EINGRIFFSZIELE BEI FuE	41
2.2.3 UNTERSTÜTZUNG INDUSTRIELLER TECHNOLOGIE DURCH DEN STAAT	44
2.2.4 DURCHFÜHRUNG VON FuE IM ÖFFENTLICHEN SEKTOR	47
Richtung der FuE-Aktivitäten.....	47
Dynamik der Aktivitäten.....	50
Umfang der „Arbeitsteilung“ mit der Wirtschaft	52
Exkurs: FuE an Hochschulen und Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung	53
Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen Einrichtungen.....	54
2.3 FuE IN DER WIRTSCHAFT	58
2.3.1 AUF UND AB IM VERGANGENEN JAHRZEHNT	58
FuE-Aufschwung der 90er Jahre	58
FuE-Baisse im neuen Jahrhundert	61
2.3.2 WIRTSCHAFTSSTRUKTUR UND VERHALTENSÄNDERUNGEN	62

Wirtschaftsstruktur	62
Konjunktur und Wachstumserwartungen	64
Staatliche Impulse	65
2.3.3 FuE-POSITION DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT IM INTERNATIONALEN VERGLEICH.....	66
Exkurs: FuE in der Wirtschaft, Exportorientierung und weltmarktrelevante Patente.....	68
2.3.4 FuE-DYNAMIK IN DER WIRTSCHAFT AUFSTREBENDER SCHWELLENLÄNDER	71
2.4 FuE-SEKTORALSTRUKTUR IM INTERNATIONALEN VERGLEICH	73
Schwerpunkte der FuE-Aktivitäten	74
FuE-Intensitäten	79
3 ZUSAMMENFASSUNG, AUSBLICK UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	83
3.1 DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE.....	83
3.2 ABSEHBARE FUE-ENTWICKLUNG IN DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT.....	85
3.3 DIE ANSATZPUNKTE	88
LITERATURVERZEICHNIS	93
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	97
ANHANG	99

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1.1: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2004	11
Abb. 1.1.2: Innovatoren nach FuE-Tätigkeit im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe sowie in wissensintensiven Dienstleistungen Deutschlands 1993-2003 (in %)	12
Abb. 2.1.1: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 2004	20
Abb. 2.1.2: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991-2004	20
Abb. 2.1.3: Anteil der Weltregionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1994-2004	21
Abb. 2.1.4: Gesamte Inlandsaufwendungen für FuE (GERD) und FuE-Intensität in den G12-Ländern 2004	23
Abb. 2.1.5: FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Weltregionen 1994-2004	24
Abb. 2.1.6: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in jeweiligen Preisen nach Weltregionen 1995-2004	28
Abb. 2.1.7: FuE-Intensität in ausgewählten Regionen der Welt 1995 bis 2004	28
Abb. 2.1.8: Anteil der Weltregionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1995-2004	29
Abb. 2.2.1: FuE-Intensität ¹ in den OECD-Ländern 2004 ² nach durchführenden Sektoren	34
Abb. 2.2.2: Haushaltsansätze des Staates in FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991-2005 ..	37
Abb. 2.2.3: Haushaltsansätze des Staates bei FuE in Deutschland 1981 bis 2004	38
Abb. 2.2.4: Steuerliche Begünstigung von FuE in den OECD-Ländern	46
Abb. 2.2.5: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991-2004	50
Abb. 2.2.6: Zum Zusammenhang zwischen FuE-Ausgaben in Hochschulen und wissenschaftlichen Publikationen in ausgewählten OECD-Ländern 2003	54
Abb. 2.2.7: FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen im Jahre 2004	57
Abb. 2.3.1: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2004	59
Abb. 2.3.2: FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1994 bis 2004	60
Abb. 2.3.3: FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE in der Wirtschaft nach Weltregionen 1994-2004	60

Abb. 2.3.4: FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2004 im Vergleich.....	66
Abb. 2.3.5: Zum Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen (BERD) und Patentanmeldungen 2003	70
Abb. 2.4.1: Internationaler Vergleich der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschafts- bereiche 2003.....	75
Abb. 2.4.2: Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit in Deutschland und in den wichtigsten Industrieländern 1995 sowie deren Veränderung 1995 bis 2003	77
Abb. 2.4.3: Anteil Deutschlands an den internen FuE-Aufwendungen der OECD in ausgewählten Sektoren 1973 bis 2003	78
Abb. 2.4.4: FuE-Intensitäten in Deutschland, USA, Japan und in der OECD nach Sektoren 2003	80
Abb. 3.2.1: Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen und FuE-Personal in % der Beschäftigten in Deutschland 1985-2006.....	86

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1.1:	Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994 – 2004.....	26
Tab. 2.1.2:	Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal im internationalen Vergleich 1981 bis 2004	30
Tab. 2.1.3:	Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2004	33
Tab. 2.2.1:	Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben 1991 bis 2005	41
Tab. 2.2.2:	Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 1991 bis 2004	45
Tab. 2.2.3:	Art der FuE-Tätigkeit in ausgewählten OECD-Ländern nach durchführenden Sektoren 2004.....	49
Tab. 2.2.4:	Wissenschaftliches Lehr- und Forschungspersonal an deutschen Hochschulen 1995 bis 2004 nach Fachbereichen	51
Tab. 2.2.5 :	Finanzierungsanteil der Wirtschaft (in %) an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1991 bis 2004.....	56
Tab. 2.4.1:	Deutschlands industrielle FuE-Struktur im internationalen Vergleich 1991 bis 2003.....	76
Tab. 2.4.2:	Sektorstruktur Deutschlands bei EPA-Patenten und Exporten 1991 und 2003 im internationalen Vergleich.....	82

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A.2.2.1:	Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1981 bis 2003.....	99
Tab. A.2.2.2:	Anteil der öffentlichen Aufwendungen für FuE des Staates an den Gesamtausgaben 1997 bis 2003	100
Tab. A.2.2.3:	Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2005.....	100
Tab. A.2.2.4:	Durchführung von FuE in den G5-Ländern 1991 bis 2003	101

1 Übersicht, Untersuchungsansatz und Datenlage

Das Berichtssystem zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands hat mehrere Zugänge zur Thematik. Die Indikatoren umfassen die Produktion und die Anwendung von technischem Wissen und setzen als erstes auf der „Input“- oder Entstehungsseite an: Es geht zum einen um Bildung und Ausbildung und um die Wissenschaft, zum anderen um die industriellen Aktivitäten in Forschung und Entwicklung (FuE) als unmittelbare technologiebezogene Anstrengungen der Wirtschaft. Die Ergebnisse („Outputindikatoren“) - an denen man messen kann, welche Beiträge für die gesamtwirtschaftliche Erfolgsbilanz zu erwarten sind - finden ihre Ausprägung in Innovationen, Patenten, Unternehmensgründungen sowie in den Marktergebnissen, einmal für die gesamte inländische Produktion und Nachfrage, für die Beschäftigung und zum anderen speziell im Außenhandel.

Die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft verändert sich weniger von Jahr zu Jahr als vielmehr über einen längeren Zeitraum hinweg. Insbesondere zeigen sich die Wirkungen von Veränderungen der technologischen Leistungsfähigkeit auf die Realisierung gesamtwirtschaftlicher Ziele (wie z. B. hoher Beschäftigungsstand, angemessenes Wirtschaftswachstum, Steigerung der Produktivität und Preisstabilität) nicht von heute auf morgen, sondern vielfach zeitlich erst stark verzögert. Entsprechend ist zur Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft eine **längerfristige Betrachtungsweise** geboten, die jedoch kontinuierlich zu wiederholen ist, um sich rechtzeitig auf eventuelle „Warnzeichen“ einstellen und reagieren zu können. Diesem Grundkonzept zufolge werden in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands die Indikatoren so konstruiert, dass mit ihrer Hilfe Zusammenhänge und Hintergründe der kurz-, mittel- und langfristigen Entwicklung ausgeleuchtet werden können.

Eine wichtige Nebenbedingung für die Anlage dieser Untersuchung ergibt sich aus dem - für einen „Monitor“ typischen - Charakter einer periodisch aktualisierbaren Berichterstattung. Es ist von der Arbeitsgruppe ein System von Indikatoren entwickelt worden, das weitgehend auf bereits vorhandenen Daten sowie regelmäßig erstellten Statistiken und Analysen aufbaut. Das Indikatorensystem ist nicht auf umfangreiche eigenständige Sondererhebungen und -untersuchungen angewiesen, damit die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands kontinuierlich, in regelmäßigen Abständen und mit überschaubarem Aufwand aktualisiert und weiterentwickelt werden kann. Ein Grundprinzip gilt unabhängig von der Fristigkeit der Beobachtung: Die Interpretation der Messziffern ergibt sich immer aus einem Vergleich mit konkurrierenden Volkswirtschaften und aus ihrer zeitlichen Entwicklung.

1.1 FuE in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

Es ist immer deutlicher geworden, dass Investitionen in technisches Wissen und technischen Fortschritt neben der Verfügbarkeit von hoch qualifizierten Arbeitskräften in entwickelten Volkswirtschaften zu den entscheidenden Determinanten der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und des langfristigen Wirtschaftswachstums zählen.¹

¹ Vgl. die zusammenfassende Darstellung der Europäischen Kommission (1997), Dehio u. a. (2005) sowie Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006) und die dort empfohlene Literatur.

FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften

Insbesondere die Modelle der modernen Wachstumstheorie haben den technischen Fortschritt „endogenisiert“ und betonen, dass dazu in den Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen erhebliche Investitionen in FuE erforderlich sind. Durch FuE als zentralem „input“-Faktor werden neue Produkte und Verfahren sowie technische Verbesserungen ermöglicht, entweder durch Qualitätsfortschritte oder dadurch, dass sie bei gleichbleibender Qualität Kosten- und damit Preissenkungen zulassen und auf diese Weise Einfluss auf Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit nehmen. Der Wettbewerbsdruck hat sich nicht nur durch die intensive Verflechtung der Industrieländer untereinander verschärft, sondern auch durch die Integration der mittel- und osteuropäischen Reformländer in die Weltwirtschaft und durch das schnelle Aufholen asiatischer Schwellenländer. Der technologischen Komponente wird daher ein zentraler Erklärungswert für Wachstumsunterschiede zwischen Unternehmen und Volkswirtschaften beigemessen.

Die europäischen Länder hatten sich bereits in 2000 vorgenommen, im Jahr 2010: 3 % ihres Inlandsproduktes für FuE auszugeben („Barcelona-Ziel“). Damit sollte Europa zu einer Spitzenforschungsregion sowie zum dynamischsten Wirtschaftsraum der Welt gemacht werden. FuE ist wieder stärker ins Blickfeld der öffentlichen Diskussion und politischen Aufmerksamkeit geraten. Man kennt die „optimale“ FuE-Quote zwar nicht²; es muss jedoch als sicher gelten, dass die in den letzten Jahren in Deutschland erreichte Marke von knapp 2½ % des Inlandsproduktes zu niedrig ist, um wieder ein besseres Fundament für ein angemessenes Wachstum bei hohem Beschäftigungsstand legen zu können. Die Bundesregierung hat daher das 3-%-Ziel der EU auch als nationales Ziel für Deutschland übernommen und aktuell in ihrer „High Tech“-Initiative bekräftigt.

Als (bescheidener) Beleg für die Relevanz der wachstumstheoretischen Erörterungen sei die Periode ab der zweiten Hälfte der 90er Jahre herangezogen (Abb. 1.1.1): In der Regel standen unter den G12-Ländern Volkswirtschaften an der Spitze der Wachstumshierarchie, in denen die FuE-Aufwendungen am kräftigsten expandiert sind. FuE kann also Teilerklärungen für die unterschiedliche Wachstumsdynamik des letzten Jahrzehnts bieten. Andere, viel detailliertere Schätzungen kommen sogar für die europäischen Regionen (~ Bundesländerebene) zu ähnlichen Ergebnissen für die Steigerung der Prokopfeinkommen in der zweiten Hälfte der 90er Jahre.³ Deutschlands ungünstige Position in der Wachstumshierarchie der westlichen Industrieländer mag also durchaus auch mit den vergleichsweise geringeren Investitionen in technisches Wissen zusammenhängen.

Ein sehr enger Zusammenhang zeigt sich auch bei einem Querschnittsvergleich der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (Prokopfeinkommen) mit der FuE-Intensität von Volkswirtschaften (FuE-Anteil am Inlandsprodukt)⁴: Mit zunehmender FuE-Intensität ist in der Regel ein steigender Wohlstand verbunden - allerdings mit abnehmender Rate. Positive, jedoch zwischen den Ländern nach dem jeweiligen Entwicklungsstand abnehmende „Ertragsraten“ - bezogen auf Wachstum und Beschäftigung - bringen auch die Simulationen der Europäischen Kommission zum „Barcelona-Ziel“.⁵ FuE und technologische Leistungsfähigkeit sind demnach ein zentrale Faktoren für Wachstum und Wohlstand, al-

² Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

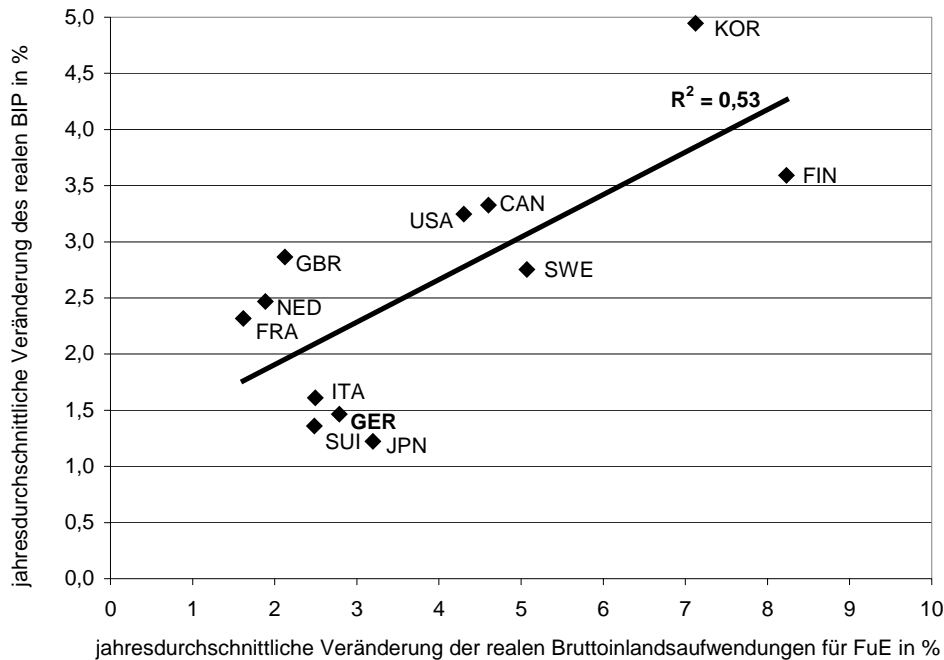
³ Vgl. Dehio u. a. (2005).

⁴ Vgl. Dehio u. a. (2005).

⁵ Vgl. Brécard u. a. (2004).

lerdings angesichts komplexer Wirkungszusammenhänge und -voraussetzungen tatsächlich nur notwendige Faktoren, jedoch nicht hinreichend.⁶

Abb. 1.1.1: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2004*



*) GBR, ITA, SWE 2003 statt 2004.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Das Wissenschafts- und Forschungssystem ist die Wissensbasis für die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes. Technologisches Wissen wird von verschiedenen Akteursgruppen geschaffen, zum einen von den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen (Hochschulsektor⁷ und Staat⁸) und zum anderen von forschenden Unternehmen⁹. Recht enge Zusammenhänge zeigen sich deshalb vor allem bei Sektoralisierung und bei einer differenzierten Gegenüberstellung von FuE mit Indikatoren, die in der gesamten Wirkungskette erheblich näher am FuE-Geschehen anzusiedeln sind als die gesamtwirtschaftliche Wachstumsrate. So gibt es im internationalen Vergleich eine enge Verbindung zwischen der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft - gemessen an den publizierten Forschungsergebnissen - und den FuE-Ausgaben von Hochschulen (vgl. Abschnitt 2.2.4). Die Verteilung von patentgeschützten Erfindungen, die auf die Verwertung am Weltmarkt abzielen, ist wiederum eng an die FuE-Leistung der Unternehmen sowie an die Exportorientierung der Volkswirtschaften gekoppelt (Abschnitt 2.3.3).

⁶ Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

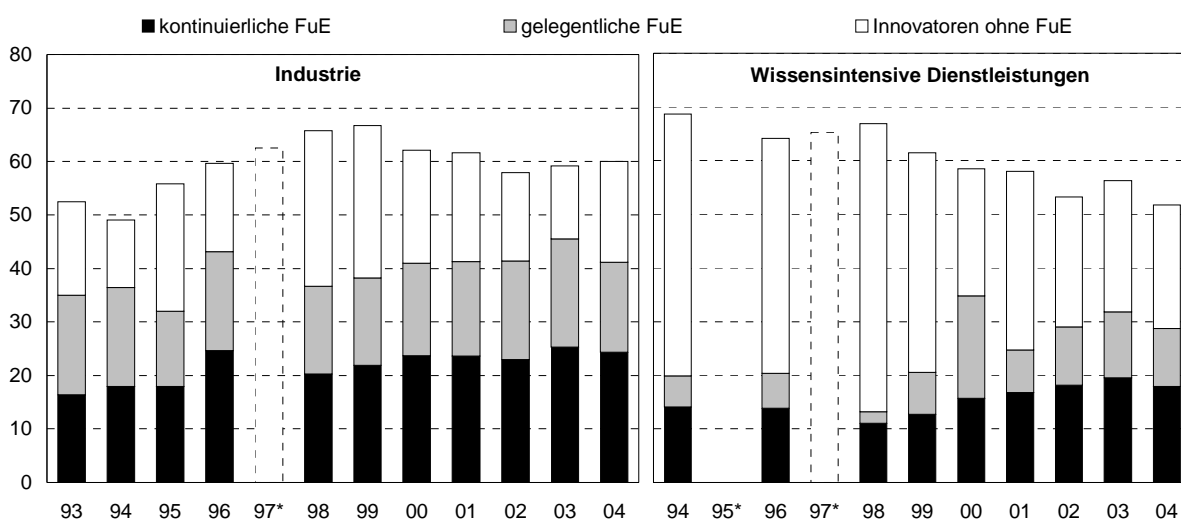
⁷ Universitäten, Technische und Fachhochschulen einschließlich ihrer Institute, Testeinrichtungen und Kliniken. Grundsätzlich spielen Finanzierung und rechtlicher Status keine Rolle; in der Regel ist dieser Sektor jedoch zu einem großen Teil öffentlich finanziert bzw. gefördert.

⁸ In der Regel werden in international vergleichenden Statistiken die Einrichtungen der Gebietskörperschaften und die privaten Organisationen ohne Erwerbszweck erfasst, die einen hohen staatlichen Finanzierungsanteil aufweisen (z. B. Helmholtzzentren, Max-Planck- und Fraunhofer-Institute).

⁹ Neben privaten und staatlichen Unternehmen werden in der Statistik auch Gemeinschaftsforschungseinrichtungen u. ä. erfasst, die überwiegend von der Wirtschaft finanziert werden.

FuE ist in „nationalen Innovationssystemen“¹⁰ und damit auch im System der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit gewissermaßen ein Dreh- und Angelpunkt: Unternehmerische FuE ist sehr stark abhängig von einem hohen Bildungsstand der Arbeitskräfte und vom Leistungsstand der wissenschaftlichen Forschung. Hoch qualifizierte Arbeitskräfte sind nicht nur für FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft, sondern auch zur Absorption wissenschaftlicher Erkenntnisse erforderlich. Andererseits müssen neue Technologien auch diffundieren, müssen die Industrieforschungsergebnisse umgesetzt werden - in technologische Erfindungen, in Produkt- und Prozessinnovationen sowie letztlich in Umsatz, Wertschöpfung und Beschäftigung. Und hierzu sind zusätzliche Innovationsaktivitäten und -aufwendungen sowie Investitionen in Sachanlagen erforderlich. Insofern ist klar, dass durch FuE nur ein Aspekt des Innovationsprozesses abgebildet wird, nämlich der „Primärinput“. Eigene FuE ist jedoch das „Herzstück“ 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.¹¹ Denn Innovatoren ohne eigene FuE sind trendmäßig im vergangenen Jahrzehnt immer seltener geworden (Abb. 1.1.2).¹²

Abb. 1.1.2: Innovatoren nach FuE-Tätigkeit im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe sowie in wissensintensiven Dienstleistungen Deutschlands 1993-2003 (in %)



*) FuE-Tätigkeit 1997 nicht erhoben, 1995 keine Erhebung zur Innovations- und FuE-Tätigkeit im Dienstleistungssektor.

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

In Abb. 1.1.1 wird allerdings auch deutlich, dass zusätzliche FuE in der Praxis keineswegs 1:1 in Wachstum umgesetzt wird. FuE bringt zum einen nicht in jedem Fall **direkt** Ergebnisse hervor; zum anderen variieren die Umsetzungsbedingungen von FuE in Erfindungen, in Produkt- oder gar Marktneuheiten oder andere Effekte wie bspw. Kostensenkungen und damit letztlich in Wertschöpfung zwischen den Volkswirtschaften und im Zeitablauf. Daher ist es problematisch, ökonomische Indikatoren wie z. B. Einkommensniveau und -wachstum, Exportleistungen und Beschäftigungsentwicklung usw.

¹⁰ Vgl. Schmoch, Rammer, Legler (2006).

¹¹ Allerdings ist einzuräumen, dass eigene FuE auch mit dem Ziel „Re-Engineering“ betrieben werden kann und sich in diesem Falle auf Imitationen beschränkt.

¹² Rammer, Wieskotten (2006).

allein auf die FuE-Aufwendungen, und dann auch noch einer bestimmten Periode, zu beziehen. Eher ist zu argumentieren: Neues, durch FuE geschaffenes Wissen erhöht die Produktivität der „traditionellen“ Produktionsfaktoren Arbeit und Sachkapital. FuE-Aufwendungen führen daher eher **mittel- bis langfristig** als bereits auf kurze Sicht zu einer erhöhten Leistungsfähigkeit.

- Erfahrung mit eigener FuE ist eine wichtige Basis für die Adoption fremden Wissens ist, sei es von Kooperationspartnern aus der Wirtschaft oder sei es von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen. Der Zugang zur Wissenschaft und zum Technologietransfer fällt schwer, wenn man nicht gleichsam „auf Augenhöhe“ mit den potenziellen Kooperationspartnern arbeiten kann. FuE-Aktivitäten versetzen die Unternehmen in die Lage, anderswo entwickeltes Wissen als solches zu erkennen, zu verstehen und zu verwerten, künftige Entwicklungstrends zu antizipieren und selbst zu verfolgen („learning to learn“). Sie erhöhen die „Absorptionsfähigkeit“ der Unternehmen.¹³
- Forschungsanstrengungen der Unternehmen und Investitionen in Bildung und Wissen führen zudem zu „Spillover-Effekten“:¹⁴ Die Akkumulation von technischem Wissen in Unternehmen steigert auch die Produktivität bei jenen, die keine FuE-Investition getätigt haben, aber dieses Wissen nutzen können. Reibungsloses Zusammenspiel der Akteure, Zugang zu Wissen und Offenheit des Systems sind daher wesentliche Voraussetzungen für die gesamtwirtschaftliche Effizienz von FuE-Aktivitäten.

Die prominente Verwendung von FuE-Daten in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands basiert deshalb auf der Annahme, dass mittel- bis langfristig relativ stabile Beziehungen bestehen zwischen

- dem Einsatz von FuE-Personal, speziellen FuE-Ausrüstungsgütern und hinzugekauftem Wissen von Forschungseinrichtungen oder Kooperationspartnern einerseits und
- dem „Erfolg“ des Innovationsprozesses (neue Produkte, Verfahren, Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, Kostensenkung, Wachstum und Beschäftigung) auf der anderen Seite.

Eine exakte Zuordnung **einzelner** Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit zu makroökonomischen Zielgrößen im internationalen Vergleich wird sowieso schwerlich gelingen.¹⁵ Denn zu viele Einflussfaktoren wirken parallel, verstärken die Effekte aus dem Technologiesektor oder verhindern ihre volle Entfaltung: Man denke nur an den Einfluss der Konjunktur, der Wechselkurse usw. auf der einen Seite sowie an eine Vielzahl von Innovations- und Umsetzungshemmnissen auf der anderen Seite. Hinzu kommen „Wirkungs-Lags“, die von Technologie zu Technologie und von Sektor zu Sektor differieren, sowie kaum prognostizierbare Diffusionsgeschwindigkeiten von „generischen“ (Querschnitts-)Technologien in die Anwendung.

Die Themen im Einzelnen

Die FuE-Thematik wird im Berichtssystem aus verschiedenen Perspektiven betrachtet:

- Die „**weltwirtschaftliche Sicht**“ beleuchtet Deutschlands Position bei industrieller FuE - die steht in diesem Papier im Vordergrund - in einem kombinierten Zeitreihen-/Querschnittsvergleich durch die „internationale Brille“. Jährlich wird zum einen anhand ausgewählter **Eckdaten** über die gesellschaftlichen Aktivitäten in FuE insgesamt (Abschnitt 2.1) sowie speziell der Wirtschaft (Ab-

¹³ Vgl. Cohen, Levintal (1990) sowie Schmoch, Licht, Reinhard (2000).

¹⁴ Vgl. Barro, Sala-i-Martin (1995).

¹⁵ Vgl. die Integrationsversuche von Blind, Frietsch (2006).

schnitt 2.3) berichtet. Zum anderen wird im Zweijahresrhythmus eine **detailliertere Struktur-analyse** vorgenommen: Diese betrifft zum einen die Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE. Hierzu werden neue Daten vorgelegt (Abschnitt 2.2).¹⁶ Zum anderen geht es um die sektoralen Schwerpunkte und Intensitäten bei FuE in der Wirtschaft (Abschnitt 2.4). Denn die Volkswirtschaften folgen unterschiedlichen Technologiepfaden, die auch Konsequenzen für die FuE-Tätigkeit haben.

- Einem aktuell besonders brennenden weltwirtschaftlichen Gesichtspunkt - nämlich der FuE-Dynamik in ausgewählten **Schwellenländern** - wird komplementär in einem gesonderten Papier nachgegangen.¹⁷
- Im zweijährlichen Erhebungsrhythmus der deutschen FuE-Statistik wird eine weitreichende Analyse des **FuE-Verhaltens der deutschen Wirtschaft** erstellt.¹⁸ Dort wird untersucht, aus welchen Komponenten sich die über einen längeren Zeitraum hinweg nur geringe Dynamik, z. T. gar rückläufige Entwicklung der FuE-Aktivitäten in Deutschland zusammensetzt und wie der Wiederanstieg bei FuE in Deutschland hinsichtlich Stabilität und Intensität einzuschätzen ist, welche Rolle Klein- und Mittelunternehmen spielen, welchen Einfluss der Staat auf die Aktivitäten nimmt und welche Industriezweige und Sektoren in Deutschland führend sind. Abschnitt 3 dieses Berichtes wirft ergänzend einen kurzen Ausblick auf die aktuelle FuE-Situation in der deutschen Wirtschaft.
- In unregelmäßigem Abstand wird untersucht, wie die FuE-Kompetenzen in Deutschland **regional** verteilt sind¹⁹. Diese Frage ist vor allem mit Blick auf die Unternehmen in den östlichen Bundesländern wichtig, deren Einbindung in den internationalen Technologiewettbewerb noch nicht die Tradition hat wie im früheren Bundesgebiet.²⁰
- Weiterhin steht zweijährlich die Frage auf der Tagesordnung, inwieweit der FuE-Standort Deutschland an der **Globalisierung in FuE** partizipiert, welche Bedeutung ihm von multinationalen Unternehmen beigemessen wird und wie deren FuE-Arbeitsteilung auf das Innovationsgeschehen wirkt.²¹
- Letztlich werden jährlich auf Basis der deutschen **Innovationserhebung** Auswertungen zum Innovations- und FuE-Verhalten der Unternehmen durchgeführt. Im Wechsel wird je eine Kurzerhebung zu Eckdaten und eine ausführliche Erhebung mit detaillierteren und wechselnden Spezialfragestellungen durchgeführt.²²

In einer in größerem Maßstab angelegten Schwerpunktstudie²³ ist dem FuE-Verhalten der Unternehmen im Zusammenhang mit dem konjunkturellen Auf und Ab nachgegangen worden, u. a. mit der Frage, welche Konsequenzen sich daraus für die staatliche FuE-Förderung ergeben und wie diese zur Stabilisierung des FuE-Verhaltens beitragen könnte.

¹⁶ Allerdings liegen zum Thema Unterstützung industrieller Technologieentwicklung durch den Staat keine neueren Daten vor.

¹⁷ Krawczyk, Frietsch, Schumacher (2002) sowie die in Arbeit befindliche Aktualisierung.

¹⁸ Legler, Grenzmann, Marquardt (2005).

¹⁹ Vgl. Gehrke, Legler (2001). Zu einer Zusammenstellung von FuE-Strukturdaten nach Himmelsrichtungen vgl. Legler, Grenzmann, Marquardt (2005).

²⁰ Vgl. Legler, Rammer, Schmoch (2003).

²¹ Vgl. Belitz (2006).

²² Aktuell veröffentlicht: Rammer, Wieskotten (2006).

²³ Vgl. Rammer, Grenzmann, Penzkofer, Stephan (2004).

1.2 FuE-Aktivitäten in Wirtschaft und Staat - Abgrenzung nach internationalen Konventionen

FuE ist nach international gebräuchlichen Definitionen (dem „Frascati Manual“²⁴) charakterisiert als „systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens“. Nach der Anwendungsnahe von FuE wird unterschieden zwischen Grundlagenforschung („Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse“ mit mittel- bis langfristigem Ziel), zielgerichteter angewandter Forschung zur Gewinnung neuer technischer und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sowie experimenteller Entwicklung („Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse“ für neue oder wesentlich verbesserte Produkte, Prozesse, Systeme, Dienstleistungen usw.).²⁵ Des Weiteren unterscheiden die Richtlinien zur Erfassung von FuE zwischen „naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Forschung und Entwicklung“ und „geistes- und sozialwissenschaftlicher Forschung“.

Konstituierendes Element der Abgrenzung von FuE zu anderen Elementen des Innovationsprozesses ist die Entstehung und Verwendung neuen Wissens. Als „statistische Messlatten“ werden in den Frascati-Richtlinien der finanzielle Einsatz in Form von Aufwendungen für FuE-Anlagen, -Sachmittel, -Personal und -Aufträge usw. sowie der personelle Einsatz in Form von FuE-Beschäftigten zu Grunde gelegt²⁶. Die beiden Indikatoren sind wesentliche Grundlage für die Bewertung des „Innovationspotenzials“ der Volkswirtschaften bzw. seiner Sektoren, weil sie das Engagement in die Ausweitung des technologischen Wissens widerspiegeln.

Hinsichtlich der Aussagefähigkeit der FuE-Indikatoren für die technologische Leistungsfähigkeit sind einige Anmerkungen zu machen.²⁷

- Zur Gestaltung des Innovationsprozesses bedarf es mehrerer Komponenten. Nicht alle Aktivitäten, die zu den innovationsrelevanten Fertigkeiten und Kompetenzen im Unternehmen beitragen, werden durch FuE erfasst. FuE hat einen wichtigen Anteil und macht in der Industrie den „harten Kern“ und den größten Posten, insgesamt jedoch nur einen Teil der gesamten Innovationsaktivitäten von Unternehmen aus. Im langfristigen Mittel wird in Deutschlands Industrie etwa die Hälfte der gesamten **Innovationsaufwendungen** für FuE eingesetzt²⁸. Hinzu kommen Aufwendungen für Konstruktion und Design, Versuchsproduktion, Anlageinvestitionen, Markttests, Patente und Lizenzen oder die Weiterbildung des Personals. Diese „umsetzungsorientierten“ Ausgaben sind jedoch meist sehr eng mit der FuE-Tätigkeit gekoppelt oder aber Folge von FuE-Aktivitäten. FuE ist also die „Leitvariable“ für die meisten Innovationsaktivitäten, vor allem für die Verarbeitende Industrie. Unternehmen, die innovieren, exportieren, wachsen und Arbeitsplätze schaffen **ohne** FuE zu betreiben, sind selten.²⁹

²⁴ Vgl. die aktuelle Fassung der OECD (1993).

²⁵ Vgl. für Deutschland die Erhebungsbögen des WSV (z. B. zur Erhebung 2003). Forschung und experimentelle Entwicklung sind von ihrer Art her sehr verschieden, in der Wirtschaft hat die experimentelle Entwicklung deutlich höheres Gewicht als Forschung. Umgangssprachlich haben sich jedoch die Ausdrücke „forschen“ bzw. „Forschung“ als Kurzform durchgesetzt. Sie werden hier ebenfalls als Synonym für den gesamten Komplex „Forschung und experimentelle Entwicklung“ verwendet.

²⁶ Zur Praxis der deutschen FuE-Statistik vgl. im einzelnen Grenzmann (2004a, 2004b) und Revermann (2004).

²⁷ Vgl. z. B. European Commission (1997).

²⁸ Vgl. Rammer, Wieskotten (2006).

²⁹ Vgl. Schasse (1998) sowie Beise, Rammer (2003).

- FuE-Aufwendungen messen meist nur den **institutionalisierten** Aspekt der Technologieentwicklung auf Grundlage der Ausgaben von Unternehmen, Forschungsinstituten und Universitäten zum Zweck der Ausweitung des Wissensbestandes.
- FuE-**Gesamtaufwendungen** der Wirtschaft entstehen sowohl durch intern durchgeführte Projekte als auch durch Aufwendungen für die Anwendung „fremden“ Wissens (Auftragsforschung, FuE-Kooperationen). Allerdings erlauben die international vergleichenden Statistiken keine Aufgliederung nach internen und externen Projekten. Vielmehr werden - vor allem zur Vermeidung von Doppelzählungen - allein die internen Aufwendungen der Wirtschaft aufgeführt. Dies gilt auch für den öffentlichen Sektor.
- Das statistische Messkonzept bei FuE ist auf Grund der langfristigen Entwicklung seit den ersten Erhebungen in den 60er Jahren sehr stark an den Innovationsaktivitäten der **Industrie** orientiert. Trotz aller Bemühungen auf nationaler und internationaler Ebene, die „Industrielastigkeit“ auch in der praktischen statistischen Erfassung aufzulösen, sind Aktivitäten, die in Dienstleistungsbranchen dem Schaffen neuen Wissens gewidmet werden, nur schwer systematisch zu erfassen, weil sie in einigen Branchen vielfach auch nicht als FuE verstanden werden.³⁰ Denn im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten deutlich weniger stark von technologischer FuE ab als in der Industrie.
- FuE-Aufwendungen sind zudem ein Input-Indikator; nicht gemessen wird die **Effektivität**, mit der diese Anstrengungen zu neuem Wissen führen. Selbst wenn bspw. zwei Länder gleiche Ressourcen für FuE einsetzen, kann der Output stark unterschiedlich ausfallen. Denn die Qualität der Forschung variiert ebenso wie die Qualität der Wissenschaftler sowie die Preise der Arbeitsinputs, der Ausrüstung, des Materials etc. Zudem variiert die „FuE-Produktivität“ über die Wirtschaftszweige, was bei differierenden Innovationsstrukturen zu unterschiedlichen Anforderungen an FuE führen kann. Internationale **Spillover-Effekte** von FuE-Aktivitäten - d. h. die Diffusion von technischem Wissen ins Ausland bzw. der Import von Know how aus dem Ausland - spielen für die Effektivität ebenso eine Rolle wie nationale Spillovers bzw. die Qualität intra- und interindustrieller Spillovers.

Für die Beurteilung im internationalen Wettbewerb ist zudem nicht nur die Betrachtung der aktuellen Aktivitäten in FuE als Maßstab für die Erweiterung des technischen Wissens relevant: Vielmehr zählt in erster Linie der Wissensbestand, der sich aus den aktuellen FuE-Anstrengungen **und** aus denen der vergangenen Jahre angesammelt hat³¹. Denn technisches Wissen entwertet sich nicht von heute auf morgen, sondern akkumuliert sich über mehrere Perioden.

- Allerdings veraltet das Wissen in Branchen mit rapidem technischen Wandel und vielen Marktneuheiten (z. B. Computer, Neuerungen in der Elektronik und Nachrichtentechnik, auch Modellwechsel im Automobilbau werden manchmal dazu gezählt) schneller als in Industrien mit längeren Produktlebenszyklen (z. B. Chemiewaren und rohstoffintensive Güter wie Metalle, Papier, Ölprodukte usw.). Ähnlich verhält es sich auf Märkten wie Büromaschinen (z. T. auch bei Kunststoffen), wo es selten Branchenneuheiten gibt und das Wissen der Konkurrenz leichter nachgeahmt werden kann.
- Andererseits hält sich das Wissen dort, wo es nicht leicht übertragbar ist und nicht beliebig angeeignet werden kann, weil es kaum kodifizierbar und vielfach personengebunden ist (z. B. Maschinenbau), wesentlich länger. Denn dieses Wissen ist nicht so leicht imitierbar.

³⁰ Vgl. Revermann, Schmidt (1999).

³¹ Vgl. zum Folgenden Straßberger u. a. (1996).

Abschätzungen des „FuE-Kapitalstocks“ von Volkswirtschaften nach Akteursgruppen (Wirtschaft, Hochschule und Staat) sowie innerhalb der Wirtschaft nach Branchen und die Berechnung entsprechender Indikatoren sind jedoch selten, kaum zeitnah und nur sporadisch verfügbar.

Für den im Folgenden erstellten internationalen Vergleich gesamtwirtschaftlicher Strukturdaten bei FuE wird auf die Datenkompilationen der OECD³² zurückgegriffen, die die international harmonisierte Datenerhebung initiiert hat und begleitet. Der Rückgriff auf die gemeinsame OECD-Datenbasis hat den großen Vorteil der Vergleichbarkeit der Daten. Aktuellere, z. T. auch revidierte Daten für einzelne Länder liegen häufig bei nationalen Quellen vor. Diese sind hier jedoch **nicht** berücksichtigt, um einen einheitlichen Erhebungsstand zu gewährleisten. Denn die Revision einzelner Länderdaten ist insofern problematisch als man sich nicht sicher sein kann, ob andere Länder nicht ebenfalls Revisionen vornehmen müssten, jedoch mit ihrer Erhebung, Auswertung und/oder Publikation noch zurückhängen.

Die OECD bemüht sich zwar kräftig, in ihren Kompilationen auch Daten über wichtige Nichtmitgliedsländer aus dem Kreis der aufstrebenden Schwellenländer zusammen zu tragen. Dies gelingt auch bei einigen Eckdaten, scheitert jedoch beim Versuch, darauf einigermaßen aktuelle Strukturanalysen auf zu bauen. Insofern ist man für eine Analyse des FuE-Verhaltens auf eigenständige Untersuchungen auf der Basis nationalstaatlicher statistischer Quellen angewiesen.³³

³² Insbesondere ist die OECD-Publikation „Main Science and Technology Indicators“, die in Überblicksform erscheint, sowie die „Research & Development Statistics“ database von nationalen Angaben ausgewertet worden. Darüber hinaus bietet die OECD über die Datenbanken ANBERD und STAN auf sektoral tief aggregiertem Niveau Daten zu FuE und zur Wirtschaftsstruktur an, die so weit wie möglich einen international vergleichbaren Nenner darstellen sollen.

³³ Vgl. Krawczyk, Frietsch, Schumacher (2002) sowie deren Aktualisierung (forthcoming).

2 FuE-Trends in den Industrieländern

In den vergangenen drei Jahrzehnten hat sich die weltweite Verteilung der FuE-Kapazitäten kräftig verschoben. Dabei haben die großen Volkswirtschaften und die Weltregionen nicht selten in bestimmten Phasen die Richtung gewechselt. FuE ist unsteter geworden. Nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen großen Volkswirtschaften haben sich die FuE-Verhaltensweisen und -Strukturen deutlich verändert. Wachstums- und innovationspolitische Erkenntnisse und Absichten laufen zwar allenthalben auf eine Steigerung und Förderung von FuE-Aktivitäten hinaus. Sie stehen jedoch nicht unbedingt im Einklang mit den Strategien der Unternehmen und den finanziellen Möglichkeiten in Wirtschaft und Staat.

So ist bei derzeitigem Informationsstand in manchen Ländern überhaupt nicht klar, ob sich in jüngerer Zeit erneut ein Bruch in den mittelfristig angelegten Verhaltensweisen mit dauerhafter Niveauanpassung eingestellt hat - sowohl die Wirtschaft als auch der Staat sind betroffen - oder die mittelfristigen Trends als Reaktion auf das konjunkturelle, wirtschafts-, innen- und außenpolitische Umfeld nur unterbrochen worden sind. Angesichts der mittel- und langfristigen Ausrichtung und Wirkungen von FuE-Prozessen ist es unvermeidbar, einen etwas weiteren Blick zurück zu werfen, auch wenn sich das manchmal wie Geschichtsschreibung lesen mag. Die Herausforderung besteht vor allem darin, ein Gleichgewicht zwischen der Herausarbeitung von mittel- und langfristigen Tendenzen einerseits und der richtigen Einordnung der sich in der jüngeren Vergangenheit abzeichnenden Korrekturen - oder kurzfristigen Anpassungen - andererseits zu finden. Angesichts der Diagnoseunsicherheit sollte vermieden werden, dass von schwankender Basis aus voreilig extrapoliert wird.³⁴ Denn die meisten „aktuellen“ Daten enden für den internationalen Vergleich mittlerweile mit Berichtsjahr 2004, viele wichtige Länder haben jedoch noch nicht über das FuE-Jahr 2003 hinaus berichten können.

Unterschiedliche Datenqualität und -aktualität sind auch der Grund dafür, dass als Darstellungsform eher eine **lose Kompilation** von empirischen Befunden als ein in sich geschlossenes Indikator- und Berichtssystem gewählt werden musste.

Zunächst wird festzustellen sein, welche Länder und Weltregionen besonders großes Gewicht auf FuE-Intensivierung legen und wo diese eher behutsam vorangetrieben wird (Abschnitt 2.1). Während sich diese Auswertung auf die gesamtgesellschaftlichen Ressourcen für FuE insgesamt bezieht (also Wirtschaft, Staat und Hochschulen berücksichtigt), wird im darauf folgenden Abschnitt auf die Arbeitsteilung bei FuE zwischen Wirtschaft und Staat eingegangen (Abschnitt 2.2), danach wird das FuE-Verhalten der Wirtschaft im Überblick dargestellt (Abschnitt 2.3). Weil einerseits die Wirtschaft den größten Teil des FuE-Aufkommens bestreitet, andererseits der Staat in nicht unbeträchtlichem Umfang Einfluss auf das FuE-Verhalten der Wirtschaft nimmt, werden sich an manchen Stellen parallele Darstellungen nicht vermeiden lassen. Weiterhin ist zu untersuchen, welche sektoralen und technologischen Schwerpunkte die großen Volkswirtschaften setzen und mit welcher Intensität sie dabei FuE als Parameter im Innovationswettbewerb einsetzen (Abschnitt 2.4).

³⁴ Die Unsicherheit beruht auf immer größeren Verzögerungen in der Datenverfügbarkeit sowie nicht zuletzt auf kräftigen und z. T. nur schwer erklärlichen Datenrevisionen über einen längeren Zeitraum hinweg. Insbesondere die Angaben der USA an die OECD-Statistik hat in den vergangenen Jahren häufig Kapiolen geschlagen und damit abrupte und z. T. weit zurück reichende Revisionen ausgelöst. Diesen Vorbehalt muss man nach den Erfahrungen der vergangenen Jahre leider machen: Es kann durchaus sein, dass sich bereits in kurzer Frist aus den „amtlichen“ OECD-Angaben ein anderes Bild ableiten lässt als das, das hier präsentiert wird.

2.1 Gesamtgesellschaftliche Trends

Im Folgenden wird zunächst auf die gesamtgesellschaftlichen FuE-Aktivitäten - also in Wirtschaft und in Einrichtungen der Hochschulen und wissenschaftlichen Forschung - eingegangen. Diese Gruppen bestimmen - je nach Art und Intensität der Arbeitsteilung sowie der wechselseitigen Kooperationen und finanziellen Beziehungen in den Ländern unterschiedlich - **gemeinsam** und interaktiv die Investitionen der Gesellschaft in neues technisches Wissen. Es lässt sich daher nicht vermeiden, dass bereits bei der Gesamtschau von Abschnitt 2.1 etliche Tendenzen und Argumente ausgebreitet werden, die in den jeweiligen Abschnitten zum Verhalten der Wirtschaft bzw. des Staates noch einmal (vertiefend und aus der Sicht des jeweiligen Sektors beleuchtet) aufgegriffen werden. Die Überschneidungen in der Positions- und Tendenzdarstellung werden um so größer sein, je größer das Gewicht eines Sektors - meist ist es die Wirtschaft - ist.

2.1.1 Die 80er und 90er Jahre im Rückblick

Deutschland steht bei FuE im internationalen Vergleich nicht schlecht da. Es konnte sich in den 70er und 80er Jahren mit an die Spitze der Industrieländer setzen, und zwar in einer Phase, in der weltweit die FuE-Kapazitäten überdurchschnittlich schnell ausgeweitet wurden (Abb. 2.1.1). Der „Aufholprozess“ in Deutschland ist auf die enorme FuE-Intensivierung in fast allen Bereichen der Wirtschaft sowie den - damit einhergehenden - industriellen Strukturwandel zu Gunsten forschungsintensiv produzierender Bereiche zurückzuführen³⁵. Dieser Prozess war allerdings gegen Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre zum Stillstand gekommen.

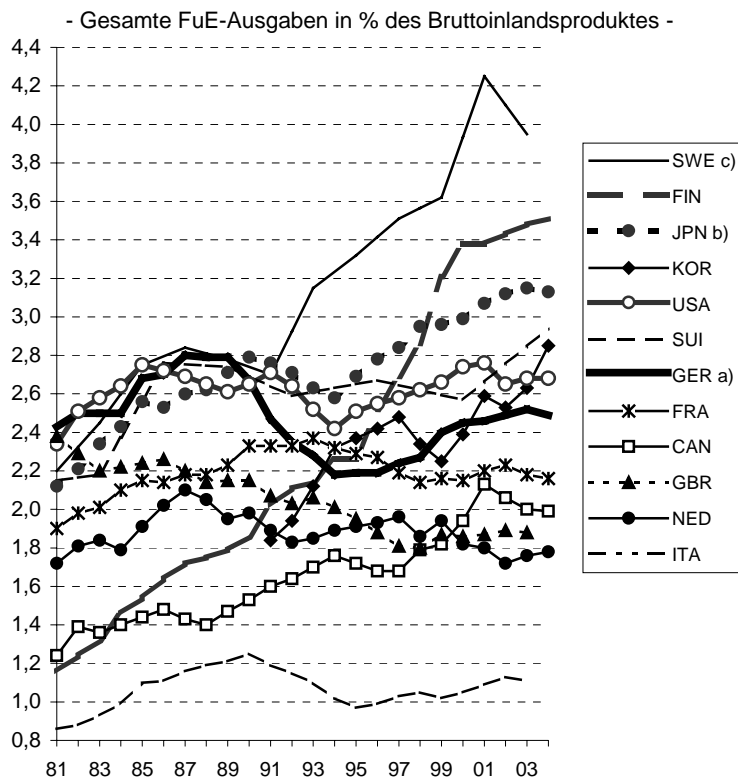
Auch in den meisten anderen großen Volkswirtschaften waren die FuE-Anstrengungen in dieser Periode nicht mehr gestiegen oder sind real gar zurückgenommen worden (Abb. 2.1.2): Der Bedeutungsrückgang von FuE konnte erst Mitte der 90er Jahre gestoppt werden. Deutschland stand also mit der nachlassenden Neigung, FuE zu betreiben, nicht allein. FuE wurde in diesem Zeitraum allerdings nirgends so zügig zurückgeschraubt wie in Deutschland und Südeuropa (Italien). Die Verlaufsmuster und Entwicklungspfade der Länder in den 90er Jahren waren jedoch nicht einheitlich, sondern durchaus unterschiedlich³⁶. Die Hauptrolle spielten dabei

- die mit der jeweiligen konjunkturellen Situation sowie dem makroökonomischen Umfeld zusammenhängenden Finanzierungsmöglichkeiten,
- Abrüstungsbemühungen und damit der Rückgang militärisch begründeter Staatsnachfrage nach FuE-Leistungen nach dem Ende des „kalten Krieges“,
- die Arbeitsteilung zwischen Staat und Privaten bei FuE im zivilen Bereich, die zunehmende Konzentration des industriellen FuE-Prozesses auf wenige (Spitzentechnologie-)Bereiche (z. B. Bio- und Gentechnologie, Telekommunikation), deren enorm hoher FuE-Bedarf noch durch die überdurchschnittlich hohen Wachstumsaussichten eskalierte sowie
- zunehmend auch Potenziale und Restriktionen, die sich aus der (Nicht-)Verfügbarkeit von hoch qualifiziertem Personal ergeben haben.

³⁵ Vgl. Legler, Grupp u. a. (1992).

³⁶ Vgl. European Commission (1997).

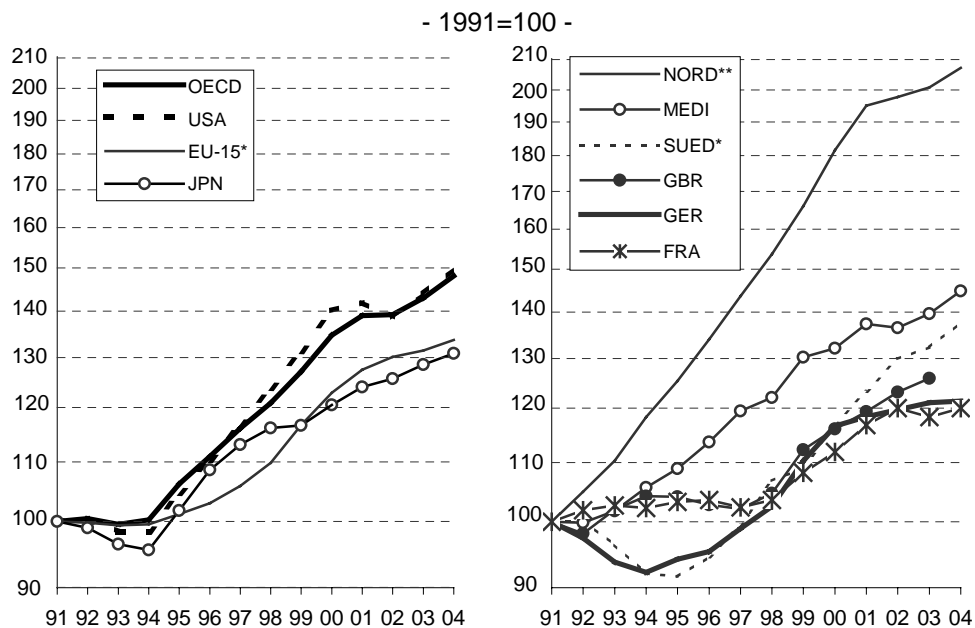
Abb. 2.1.1: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 2004*



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

Quelle: OECD, MSTI (2006/1). - SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.1.2: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991-2004

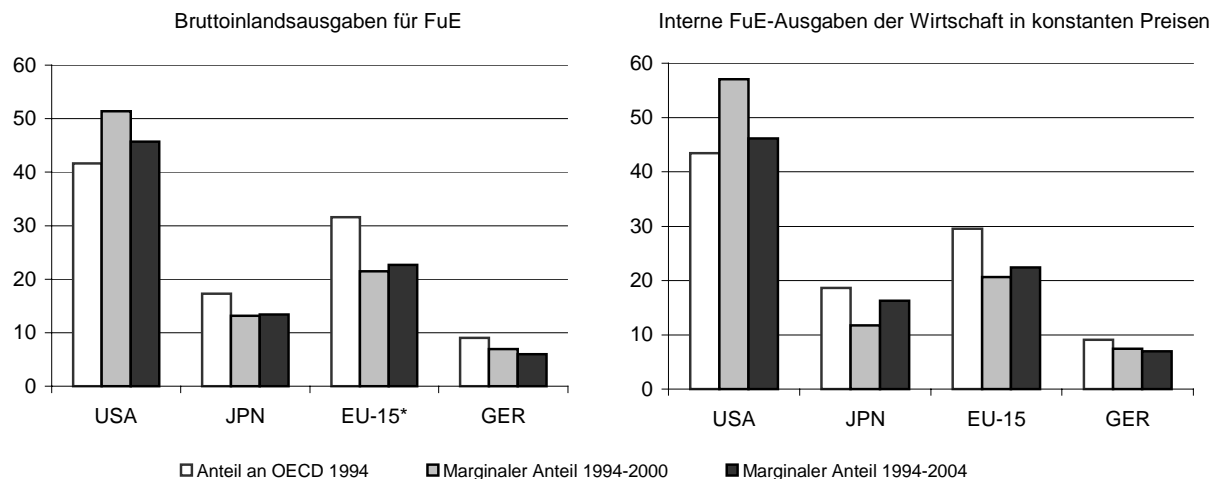


Halblogarithmisch. - NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SUED: ITA, POR, ESP, GRE. - MEDI: BEL, NED, AUT, SUI. *) 2004 geschätzt. - **) ISL, SWE 2004 geschätzt.

Quelle: OECD, MSTI (2006/1). - SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

In den USA und Japan war der reale Rückgang bei FuE nicht ganz so scharf ausgefallen wie in Deutschland, er ist dort seit Mitte der 90er Jahre wieder von kräftigen Ausweitungen der FuE-Kapazitäten abgelöst worden. Die USA waren in der folgenden FuE-Aufschwungphase die treibende Kraft unter den westlichen Industrieländern. Sie haben zwischen 1994 und 2000 historisch gesehen Rekordzuwachsrate erreicht³⁷: Über die Hälfte der in den westlichen Industrieländern zwischen 1994 und 2000 zusätzlich geschaffenen FuE-Kapazitäten sind in den USA aufgebaut worden. In Japan waren es nur 14 %, in den EU-Ländern 21 %; beide Regionen blieben im FuE-Wachstum damit deutlich unter den Anteilen, die sie vorher eingenommen hatten (Abb. 2.1.3).

Abb. 2.1.3: Anteil der Weltregionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1994-2004 (in %)



*) 2004 geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Völlig unbeeindruckt vom prozyklischen FuE-Verhalten in den großen westlichen Industrieländern haben etliche kleinere Volkswirtschaften ihre realen FuE-Anstrengungen sogar über die gesamten 90er Jahre hinweg kontinuierlich und massiv gesteigert (meist aus dem nordeuropäischen Raum kommend: Schweden, Finnland, Irland). Auch Korea ist diesem Kreis zuzurechnen. Es hatte zwar zwischenzeitlich als Folge der Finanzkrise bei Investitionen in FuE deutlich zurückstecken müssen, hat jedoch seit einigen Jahren wieder zur alten Dynamik zurück gefunden. Eine kleine Delle in der FuE-Intensität ist jedoch zurück geblieben.

Dass in der zweiten Hälfte der 90er Jahre in den westlichen Industrieländern überwiegend eine Zunahme der FuE-Intensitäten zu beobachten ist, ist ein anderer Ausdruck dafür, dass Investitionen in FuE wieder zu einem Schlüsselfaktor unter den Wachstumskräften geworden waren - umso mehr, als die FuE-Dynamik die Entwicklung bei den Sachanlageinvestitionen deutlich übertraf.³⁸ Dabei stellte sich - bei kontinentaler Betrachtung - eine weitere Verschiebung der FuE-Achsen nach Übersee, d. h. nach Nordamerika, Japan und Korea als etablierte Technologienationen, aber auch China und Indien als aufholende Schwellenländer, ein. Die asiatischen Länder hatten bereits 1997 das FuE-Ausgabenvolumen der europäischen Länder übertroffen³⁹. Die FuE-Intensität der meisten entwickelten

³⁷ NSF (2002).

³⁸ OECD, STI Scoreboard (2005).

³⁹ Vgl. IMD (2000). Nimmt man nur FuE in der Wirtschaft, dann ist dies bereits einige Jahre früher passiert.

asiatischen Staaten (neben Japan sind vor allem Korea, Taiwan und Israel zu nennen) liegt mittlerweile klar oberhalb des Niveaus, auf das sich Deutschland eingependelt hat.

In Deutschland hatten Wirtschaft und Staat - im Vergleich zur weltweiten Innovationskonkurrenz mit einer Verzögerung von ca. drei Jahren - im letzten Drittel der 90er Jahre den Rückgang bei den FuE-Ausgaben gestoppt und wieder auf Expansion geschaltet. Die weltwirtschaftliche FuE-Dynamik wurde damit zwar nicht erreicht. Deutschland blieb in dieser Phase als Trostpreis, sich etwas von den meisten größeren europäischen Volkswirtschaften abgesondert zu haben. Denn in Frankreich, Großbritannien, Italien und auch in den Niederlanden wurden die FuE-Anstrengungen über Jahre kaum mehr intensiviert. War es in der ersten Hälfte der 90er Jahre gerade Deutschland mit seiner starken Binnenfixierung (deutsche Wiedervereinigung), wo so schnell und so nachhaltig wie bis dato in kaum einem anderen westlichen Industrieland die FuE-Kapazitäten abgebaut wurden, so stellte sich in der zweiten Hälfte der 90er Jahre heraus, dass auch andere große europäische Volkswirtschaften nicht in der Lage waren, den konjunkturellen Aufschwung für eine kräftige Ausweitung der FuE-Kapazitäten zu nutzen. In Deutschland ist in dieser Periode in Europa noch am ehesten erkannt worden, dass ein nachhaltiger Aufschwung bei hoher internationaler Wettbewerbsfähigkeit nur über vermehrte Investitionen in neues technisches Wissen zu erzielen ist.

2.1.2 Das aktuelle Bild in den „westlichen“ Industrieländern

Gemessen an der FuE-Intensität (FuE-Ausgaben bezogen auf das Inlandsprodukt im Jahre 2004) liegt Schweden mit 4 % (2003) im weltweiten Vergleich klar an der Spitze, gefolgt von Finnland (3,5 %), Japan (3,1 %), Korea und der Schweiz (jeweils 2,9 %) sowie den USA (2,7 %). Deutschland und Dänemark folgen mit 2,5 % vor Belgien (2,3 %) sowie Österreich und Frankreich (jeweils 2,2 %), Kanada (2 %), Großbritannien (1,9 %) und den Niederlanden (1,8 %).⁴⁰ Während Deutschland Anfang der 90er Jahre noch mit an der Spitze zu finden war (Rang 4 im Jahr 1991), liegt es 2003 im vorderen Mittelfeld der OECD-Länder (Rang 8, vgl. auch Abb. 2.2.1).

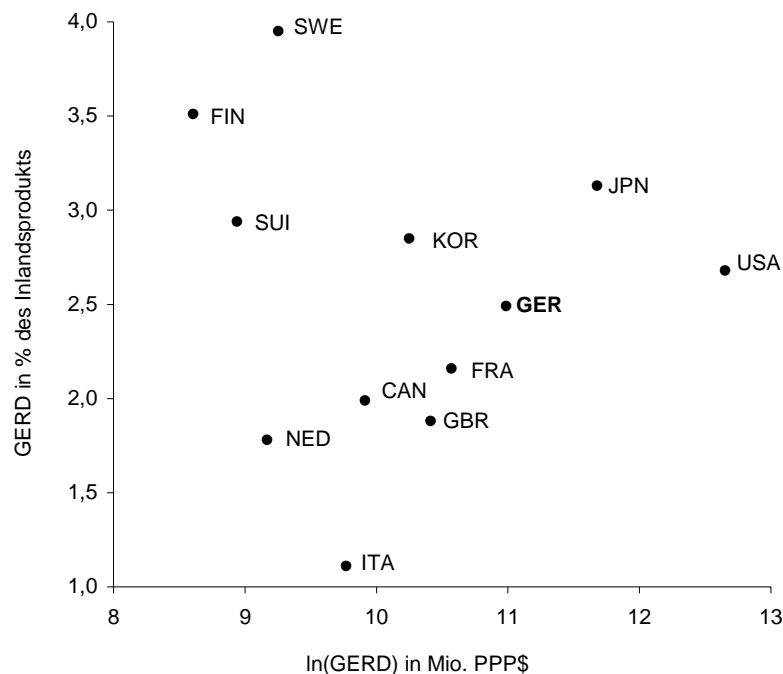
Die im Jahr 2004 im OECD-Raum insgesamt für FuE aufgewendeten Mittel in Höhe von knapp 730 Mrd. \$ entsprechen 2,26 % des Inlandsproduktes der Mitgliedsländer. Davon wurden in den USA 42,8 %, in Japan 16,2 % und in Deutschland 8,1 %, in den Ländern der EU insgesamt 29,5 % getätigt. Die Rangfolge unter den OECD-Ländern wird fortgesetzt durch Frankreich (5,3 %), Großbritannien (4,8 %), Korea (3,9 %), Kanada (2,8 %), Italien (2,5 %), Spanien (1,6 %), Schweden (1,5 %) sowie die Niederlande (1,3 %).

An diesen Daten erkennt man: Die USA sind angesichts ihres Gewichts der FuE-Schrittmacher in der Welt, zusammen mit Japan und Deutschland beherbergen sie zwei Drittel der FuE-Kapazitäten des OECD-Raumes. D. h.: So bemerkenswert die FuE-Steigerungen und -Intensivierungen in den nördlichen Ländern auch waren - zu entscheidenden Gewichtsverlagerungen in der FuE-Landschaft der westlichen Industrieländer haben sie angesichts ihres quantitativen Volumens nicht führen können. Immerhin ist ihre Expansion im Vergleich zu Ländern wie den Niederlanden und Spanien bemerkenswert.

⁴⁰ Einige kleinere Volkswirtschaften sind in Abb. 2.1.1 nicht enthalten. Erwähnenswert wären noch Island (2,9 %) sowie aus dem Nicht-OECD-Raum Israel (4,9 %), Taiwan (2,5 %) und Singapur (2,1 %), vgl. auch Abschnitt 2.1.4.

An den nordischen Ländern zeigt sich aber auch, dass eine höhere gesamtwirtschaftliche FuE-Dynamik nicht unbedingt zu höheren Produktivitätssteigerungen führen muss. So haben alle nordischen Länder ihren FuE-Kapitalstock (d. h. das akkumulierte technische Wissen) in den vergangenen 30 Jahren deutlich stärker ausgeweitet als Deutschland. Jedoch ist lediglich in Finnland und Irland (das hier mit zur Gruppe der kleineren nordischen Länder gezählt wird) die totale Faktorproduktivität schneller als in Deutschland gestiegen.⁴¹ Auch in anderen Ländern mit überdurchschnittlich hoher Ausweitung des FuE-Kapitalstocks (Spanien, Japan, Kanada, Australien) gab es geringere Faktorproduktivitätsfortschritte als in Deutschland. Daraus kann man den Schluss ziehen, dass die Umsetzungseffizienz von FuE in Deutschland vergleichsweise hoch ist und dass sich eine Steigerung der FuE-Aktivitäten rasch in entsprechenden Faktorproduktivitätssteigerungen auswirkt. Die „Forschungselastizität“⁴² ist also in Deutschland vergleichsweise hoch.

Abb. 2.1.4: Gesamte Inlandsaufwendungen für FuE (GERD) und FuE-Intensität in den G12-Ländern 2004*



*) GBR, ITA, SWE: 2003 statt 2004.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Deutschland ist zu den Ländern zu zählen, in denen sowohl auf einer breiten industriellen Basis als auch überdurchschnittlich intensiv FuE betrieben wird. Die USA, Japan und - mit Abstrichen - Frankreich kann man ebenfalls dieser Kategorie zurechnen (Abb. 2.1.4). Kleinere Volkswirtschaften wie Schweden, Finnland und die Schweiz, aber auch Korea konzentrieren ihre FuE-Kapazitäten hingegen eher auf wenige Bereiche: Dort wird FuE zwar **überdurchschnittlich intensiv** betrieben, jedoch ist der Prozess nicht so breit angelegt wie bspw. in Deutschland. Dieser Weg der Spezialisierung auf ausgewählte Bereiche ist für kleine Länder notwendig. Denn angesichts der geringen Ländergröße ist

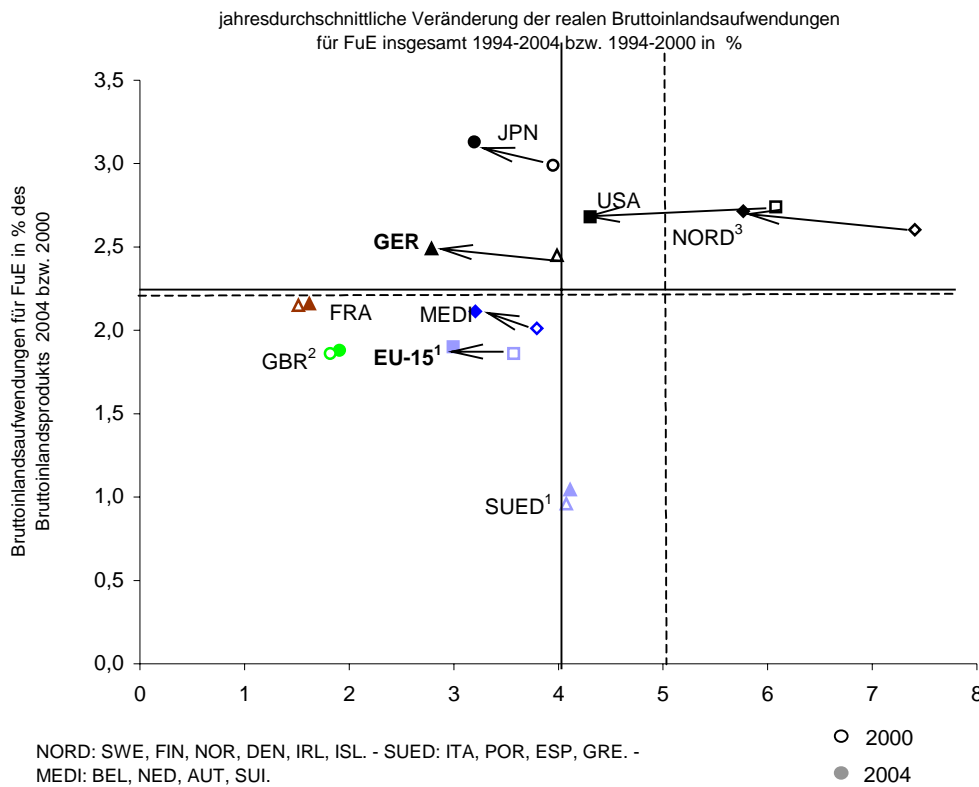
⁴¹ Vgl. Dehio u. a. (2005).

⁴² Vgl. auch Dehio u. a. (2005).

es kaum denkbar, dass dort mit einem **breiten** Sortiment an forschungsintensiven Branchen in FuE jene Skalenvorteile realisiert werden können, die export-, wachstums- und beschäftigungswirksam werden.

In Deutschland ist allerdings die Dynamik in der Ausweitung der FuE-Kapazitäten im letzten Jahrzehnt deutlich unter dem Durchschnitt der westlichen Industrieländer zurück geblieben. Dieser ist maßgeblich durch die Entwicklung in den USA geprägt worden (Abb. 2.1.5). Die größte Dynamik haben jedoch die nordischen Länder entfaltet, auch wenn sich in der jüngsten Vergangenheit ihre Kapazitäten wieder etwas zurückstecken mussten: Die starke Abhängigkeit von Spitzentechnologien der Telekommunikation und der IuK-Wirtschaft bringt eine gewisse Labilität mit sich. Südeuropa hält sich ebenfalls noch (leicht) oberhalb der durchschnittlichen OECD-Dynamik. Die an Deutschland grenzenden kleineren mitteleuropäischen Staaten haben ebenso wie Japan bei FuE stärker zulegen können als Deutschland, Großbritannien und Frankreich.

Abb. 2.1.5: FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Weltregionen 1994-2004



1) 2004 geschätzt. - 2) 2003 statt 2004. - 3) ISL, SWE geschätzt.

Die Linien markieren die jeweiligen Werte für den OECD-Durchschnitt, die durchgezogenen für das Jahr 2004 (Ordinate) bzw. 1994 bis 2004 (Abszisse), die gestrichelten für 2000 (Ordinate) bzw. 1994 bis 2000 (Abszisse). OECD-Werte wurden von OECD geschätzt; 2004 vorläufig.

Lesehilfe: In den Jahren 1994 bis 2004 (1994 bis 2000) sind die realen Bruttoinlandsaufwendungen für FuE in Deutschland um 2,8 (4,0) % p.a. gestiegen. Die FuE-Intensität ist unverändert (2,5%) geblieben.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.1.5 zeigt auch, welche gravierenden Veränderungen sich im neuen Jahrzehnt eingestellt haben. Dort sind sowohl die FuE-Intensität der Weltregionen im Jahr 2004 sowie die Veränderung der realen FuE-Ausgaben im Zeitraum 1994 bis 2004 aufgetragen als auch die entsprechenden Werte für die Periode bis 2000. Die Veränderungen betreffen insbesondere die USA: Dort hatte sich das FuE-Volumen seit dem Jahr 2000 derart schwach entwickelt, dass über den gesamten Zeitraum 1994 bis 2004 eigentlich nicht mehr von einer dominierenden, sondern allenfalls von einer durchschnittlichen Rolle der USA gesprochen werden kann. Sie haben mit ihrem Gewicht entscheidend dazu beigetragen, dass sich die Ausweitung der FuE-Kapazitäten in den OECD-Ländern seit 2000 abrupt abgeschwächt hat.

Die **EU-15-Länder** als Ganzes betrachtet weisen bei FuE unverändert nur eine geringe Dynamik auf und bringen insgesamt gut 1,9 % ihres Inlandsproduktes für FuE auf (EU-25: 1,8 %). Sie sind seit Anfang der 90er kaum weiter gekommen und liegen damit klar hinter den USA und Japan. Die „Lücke“ zu den USA beträgt nach wie vor 0,8 Prozentpunkte des Inlandsproduktes, sie war allerdings vor wenigen Jahren noch etwas größer. Gegenüber Japan liegt sie bei 1,2 Prozentpunkten. Bereits im Jahr 2000 hatte die EU-Kommission für Europa für das Jahr 2010 einen FuE-Anteil am Inlandsprodukt von 3 % als Parole ausgegeben. Bei aktuell 1,9 % ist offensichtlich, wie ernst die Kommission die Situation und die „technologische Lücke“ zu Nordamerika und Japan eingeschätzt hat und immer noch einschätzen muss - denn seither ist der Rückstand nicht geringer geworden.

Insgesamt gesehen ist die europäische Schwäche eher eine von Zentraleuropa. Die nordischen Länder zeigten wie erwähnt eine überdurchschnittlich hohe FuE-Dynamik und auch Südeuropa hält (allerdings von niedrigem Niveau aus) recht gut mit. Aus deutscher Sicht ging es seit Mitte der 90er Jahre zwar bergauf. Der scharfe FuE-Rückgang der ersten Hälfte der 90er Jahre konnte jedoch noch nicht vollständig verkraftet werden. Mittlerweile erscheint auch die führende Rolle Deutschlands in Europa in Frage gestellt zu sein. Denn trotz des nicht sehr ausgeprägten Wirtschaftswachstums im **neuen Jahrhundert** haben sich die Investitionen in Wissenschaft, Technologie und Innovationen keineswegs in allen Ländern gedämpft entwickelt. Vielmehr hat es im FuE-Verhalten der westlichen Industrieländer sehr unterschiedliche Reaktionen gegeben. Im Hinblick auf deren Bewertung sind auf Grund des kurzen Beobachtungszeitraums jedoch allenfalls Tendenzaussagen möglich (vgl. Tab. 2.1.1):

- Insbesondere in den USA ist ein scharfer Dynamikverlust, zeitweise eine FuE-Stagnation eingetreten. In der US-Wirtschaft hat es zwischen 2000 und 2003 einen FuE-Einbruch in einem bislang nicht gekannten Ausmaß gegeben⁴³. Der Staat hat dies teilweise kompensiert (Abschnitt 2.2). Die USA bestimmen mit ihrem hohen Gewicht in FuE sehr stark das Tempo der OECD-Länder als Gruppe.
- In der Phase des FuE-Aufschwunges der zweiten Hälfte der 90er Jahre waren die FuE-Akteure in Frankreich und Großbritannien im Vergleich zu Deutschland „Nachzügler“. Sie halten jedoch bislang Kurs nach oben, haben seit 2000 die FuE-Kapazitäten deutlich kräftiger ausgeweitet als Deutschland und holen auf. Teilweise mag hier - wie in den USA - die gestiegene Präferenz für innere und äußere Sicherheit eine Rolle gespielt haben, die zu einem höheren FuE-Staatsanteil geführt hat. Zu einem anderen Teil ist jedoch zu beobachten, dass sich etliche Länder explizit FuE-Ziele gesetzt und die Anstrengungen entsprechend erhöht haben. Dies spiegelt ein großes Vertrau-

⁴³ Vgl. Legler, Krawczyk (2005) sowie Abschnitt 2.3.1.

en in die (positiven) Zusammenhänge in der Wirkungskette „FuE - Innovationen - Wettbewerbsfähigkeit - Wachstum - Beschäftigung“ wider.

- Deutschland hat nach einem Zwischenspur in der zweiten Hälfte der 90er Jahre wieder an Boden verloren: 4 % jahresdurchschnittlicher FuE-Expansion zwischen 1994 und 2000 stehen 1 % seit 2000 gegenüber. Aber auch Japan, Nordeuropa sowie die an Deutschland grenzenden kleineren mitteleuropäischen Länder haben das FuE-Wachstum gegenüber der vorhergehenden Periode eingeschränkt.
- Deutschlands Stand im internationalen FuE-Wettbewerb ist in den ersten Jahren des neuen Jahrhunderts zwar von der Platzierung her als weniger gut als zu Beginn der 90er Jahre (FuE-Intensität: 2,7 %) einzuschätzen. Damals gab es jedoch eine noch schärfere Reaktion des FuE-Systems auf den Wirtschaftsabschwung und die Anforderungen aus der deutschen Wiedervereinigung: FuE war stark zurückgedrängt worden. Aktuell hingegen ist FuE selbst in der rezessiven Phase seit 2000 noch zumindest im Wachstum mitgelaufen. Der derzeit erreichte FuE-Anteil von knapp 2½ % am Inlandsprodukt scheint allerdings eine Marke zu sein, die ohne gezielt forcierte Anstrengungen auf allen Seiten und ohne deutlich höheres Wirtschaftswachstum für längere Zeit als Durchschnittspegel anzusehen sein wird. Die Investitionsneigung ist nicht hoch genug.

Tab. 2.1.1: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994 – 2004 (in %)

Sektor \ Region	OECD	USA	JPN	EU-15	GER	GBR	FRA	NORD ²	SUED ¹	MEDI
Wirtschaft										
1994-2000	5,9	7,4	3,9	4,3	4,9	1,9	1,7	8,9	3,9	5,1
2000-2004	1,8	0,1	3,6	1,9	1,0	1,5	1,9	2,7	3,9	2,6
1994-2004	4,2	4,4	3,8	3,3	3,4	1,7	1,8	6,4	3,9	4,1
Öffentlicher Sektor*										
1994-2000	3,3	2,7	4,0	2,4	2,0	1,7	1,2	4,2	4,2	1,5
2000-2004	3,8	6,0	-1,9	2,5 ¹	0,9	2,0 ³	1,5	4,9	4,4	1,7
1994-2004	3,5	4,0	1,6	2,4 ¹	1,5	1,8 ³	1,3	4,5	4,3	1,6
Insgesamt										
1994-2000	5,0	6,1	3,9	3,6	4,0	1,8	1,5	7,4	4,1	3,8
2000-2004	2,4	1,7	2,1	2,1 ¹	1,0	2,7 ³	1,8	3,4	4,2	2,3
1994-2004	4,0	4,3	3,2	3,0 ¹	2,8	2,1 ³	1,6	5,8	4,1	3,2

*) Hochschulen und parauniversitäre FuE-Einrichtungen.

1) 2004 geschätzt. - 2) SWE 1994, 2000 und 2004, ISL 2004 geschätzt. - 3) Endjahr 2003. Technology Indicators (2006/1).

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

2.1.3 Herausforderung durch aufstrebende Schwellenländer⁴⁴

Die großen Industrieländer haben längst kein Monopol mehr auf FuE. Vielmehr ist von einer deutlich schnelleren Ausweitung der Innovationspotenziale in kleineren Volkswirtschaften auszugehen, z. T. gar von einer graduellen Umverteilung. So stehen in der OECD aufholende Industrieländer wie Irland, die Türkei, Griechenland, Portugal und Mexiko an der Spitze der FuE-Intensivierung. Das Teilnehmerfeld im internationalen Innovationswettbewerb ist breiter geworden. Es rekrutiert sich auch nicht mehr nur aus den industrialisierten westlichen Ländern, sondern ist durch die Integration der europäischen Peripherie - der südeuropäischen Länder und der mittel- und osteuropäischen Reformstaaten -

⁴⁴ Vgl. die parallel erstellte Ausarbeitung von Krawczyk, Frietsch, Schumacher (2006).

sowie der asiatischen Aufhol-Länder einschließlich China und Indien kräftig aufgestockt worden. Dabei gibt es durchaus unterschiedliche Entwicklungspfade: Während die mittel-/osteuropäischen Reformstaaten bis Mitte der 90er Jahre FuE zumeist abgebaut hatten und erst danach wieder in den Neuaufbau investierten, weist die Entwicklung in Asien und in den übrigen kleineren OECD-Ländern seit Jahrzehnten kontinuierlich nach oben.⁴⁵ Dies bedeutet per saldo eine deutliche Ausweitung des weltwirtschaftlichen Innovationspotenzials.

So sehen sich die Industrieländer auch bei FuE einer bemerkenswert dynamischen Konkurrenz aus aufstrebenden, bevölkerungsreichen und wachstumsstarken Schwellenländern gegenüber. Diese Länder sind mit ihrem FuE-Volumen allein schon auf Grund ihrer Größe in die Weltspitze einzuordnen. Sie haben Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie als bedeutendes Fundament und strategische Basis eines stabilen Wachstums- und Aufholprozesses erkannt und proklamiert.⁴⁶

- China bspw. hat die FuE-Ausgaben seit Mitte der 90er Jahre bis 2004 auf 94 Mrd. \$ mehr als verfünffacht, hat sich damit in kurzer Frist vor Deutschland (59 Mrd. \$)⁴⁷ auf Rang 3 der forschungsreichen Länder katapultiert und ist Japan schon sehr nahe gekommen. 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 Ausland⁴⁸, 80 % von ihnen kehren nach Studienabschluss wieder in ihre Heimat zurück.
- Indien gehört mit 24 Mrd. \$ in die Top Ten. Attraktiv sind für ausländische Investoren vor allem die wissenschaftliche Tradition sowie die verfügbaren Humanressourcen.
- Unter den Ländern aus dem Nicht-OECD-Raum ragen von der FuE-Intensität her vor allem Israel, Taiwan und Singapur heraus. Deren FuE-Volumina übertreffen zusammen genommen immerhin bspw. das von Kanada (Rang 8 in der Welt) und erreichen fast das von Korea (Rang 7). Berücksichtigt man zusätzlich die starken Steigerungen der FuE-Intensität in den etablierten Ländern Japan und Korea, dann wird das Ausmaß der globalen FuE-Gewichtsverlagerungen in Richtung Asien offensichtlich. Die asiatischen Staaten sind derzeit die FuE-Tempomacher.
- Die FuE-Dynamik in den Aufholländern ist also außerordentlich hoch: Während sich die Nominalausgaben in den als Musterknaben geltenden nordischen Ländern zwischen 1995 und 2004 fast verdoppelt haben (auch die südeuropäischen Länder haben in dieser Zeit ordentlich zulegen können, um insgesamt 80 %; USA und OECD-Durchschnitt: gut 60 %, Deutschland 50 %), wurde FuE in den hier ausgewählten Aufholländern um 230 % ausgeweitet (Abb. 2.1.6).

Die FuE-Intensität der wichtigsten Aufholländer ist seit 1995 um gut einen halben Prozentpunkt gestiegen und übertrifft mit 1,3 % bereits deutlich die der südeuropäischen Länder (1 %, Abb. 2.1.7). Die EU-Kommission misst den Aufhol-Ländern eine besondere Bedeutung bei. Sie 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.

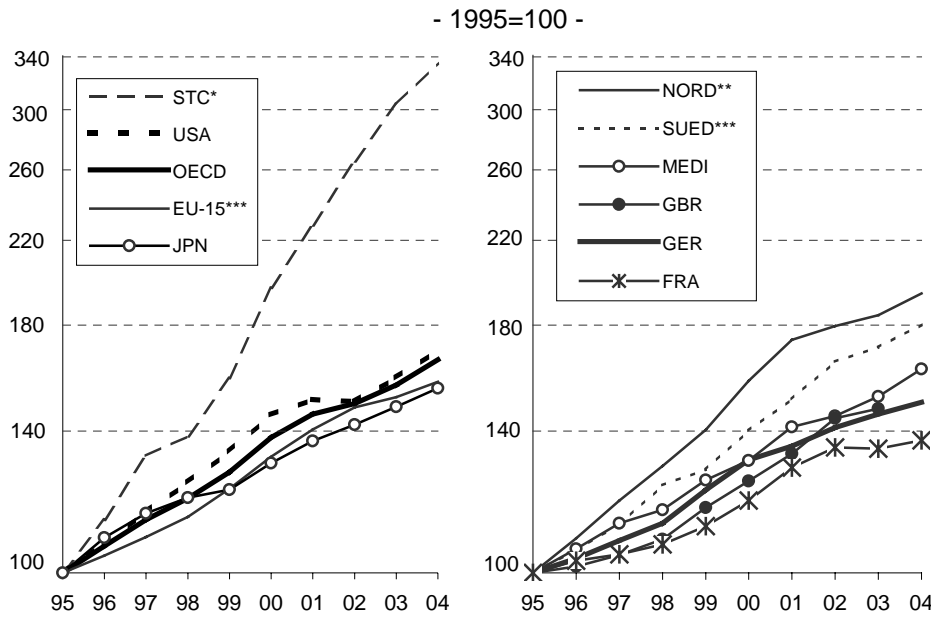
⁴⁵ Die internationalen FuE-Statistiken haben leider meist nur für die OECD-Länder einen Standard, der auf der Basis harmonisierter Daten detaillierte Vergleiche ermöglicht. Erst nach und nach ergeben sich Analysemöglichkeiten auch für Nichtmitgliedsländer.

⁴⁶ Vgl. auch zu den wichtigsten Tendenzen im Wirtschaftssektor Abschnitt 2.5.

⁴⁷ Beim FuE-Personaleinsatz lauten die Relationen zwischen China und Deutschland gut 1,15 Million zu (geschätzt) 475 Tsd.

⁴⁸ OECD, STI Scoreboard 2005.

Abb. 2.1.6: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in jeweiligen Preisen nach Weltregionen 1995-2004



Halblogarithmisch.

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

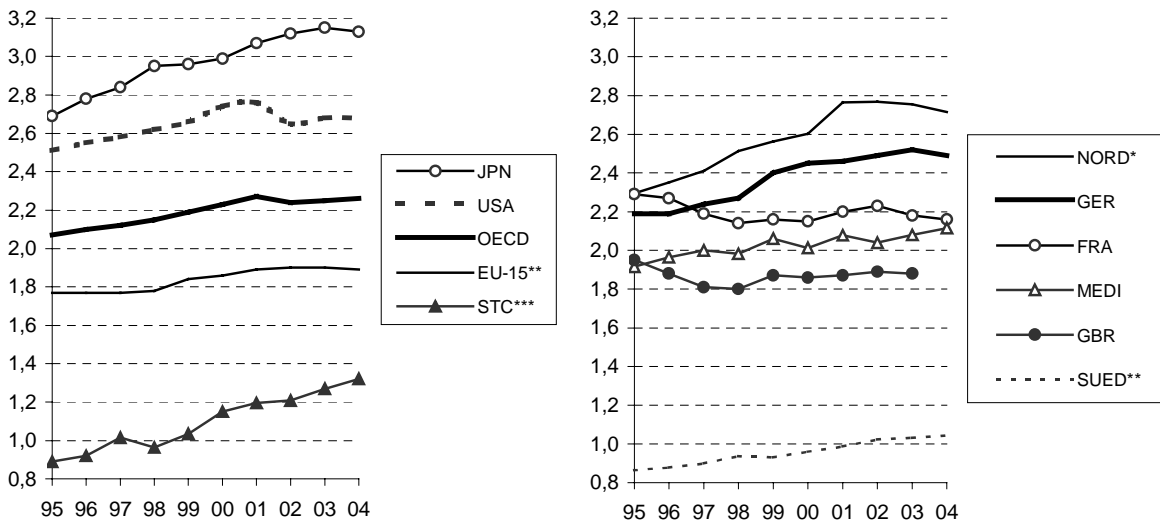
STC (ausgewählte Schwellenländer): CHN, KOR, IND, RUS, TWN, ISR, SIN.

*) IND: 1995 geschätzt; 2003 und 2004 nationale Schätzung. - **) ISL, SWE: 2004 geschätzt. - ***) 2004 geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - IMD World Competitiveness Yearbook (versch. Jgge). - UNESCO. - MOST, MOSPI India. - Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.1.7: FuE-Intensität in ausgewählten Regionen der Welt 1995 bis 2004

- Bruttoinlandsaufwendungen für FuE in % des Bruttoinlandsprodukts -



NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SÜD: ITA, POR, ESP, GRE. - MITTE: BEL, NED, AUT, SUI. -

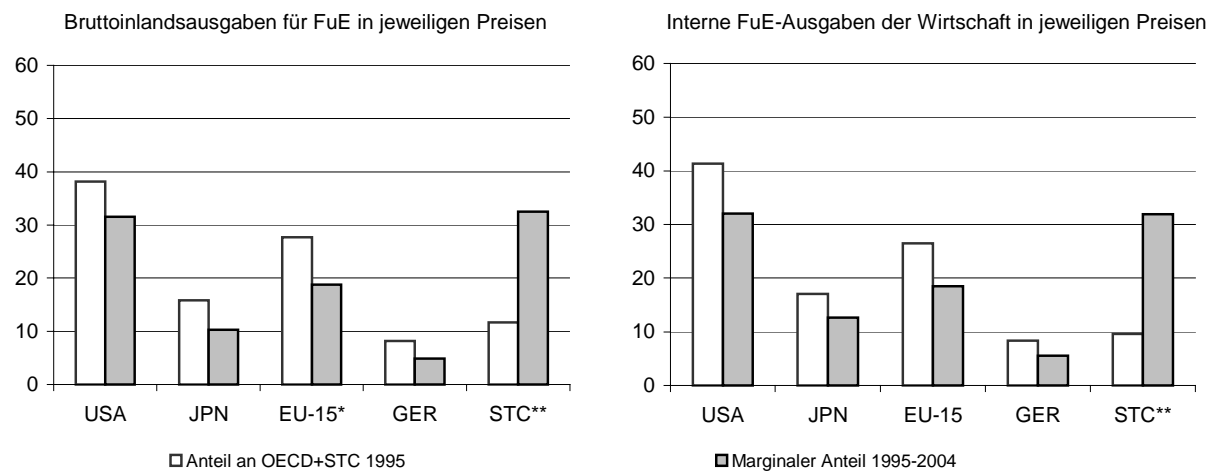
STC (ausgewählte Schwellenländer): CHN, KOR, IND, RUS, TWN, ISR, SIN.

*) ISL, SWE: 2004 geschätzt. - **) 2004 geschätzt. - ***) IND: 1995 geschätzt; 2003 und 2004 nationale Schätzung.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - IMD World Competitiveness Yearbook (versch. Jgge). - UNESCO. - MOST, MOSPI India. - Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Auch die als herausragend empfundene Rolle der USA relativiert sich erheblich, wenn man den Analysekreis um die aufholenden Schwellenländer erweitert (Abb. 2.1.8). Denn diese Länder haben im Zeitraum von 1995 bis 2004 etwa ein Drittel der zusätzlichen FuE-Ausgaben getätigt - sie haben damit einen größeren Beitrag geleistet als die USA (31 %), die EU (18 %, davon Deutschland 5 %) und Japan 10 %. Der Marginalbeitrag der Aufholländer erscheint in einem besonders strahlenden Licht, wenn man die Ausgangsbasis von Mitte der 90er Jahre (12 %) betrachtet. Nun beträgt ihr Anteil an den FuE-Ausgaben bereits rund 21 %. 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).

Abb. 2.1.8: Anteil der Weltregionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1995-2004



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

*) 2004 geschätzt.

**) Interne FuE-Ausgaben der Wirtschaft: TWN 1995 geschätzt, IND 2002 statt 2004.

Bruttoinlandsausgaben für FuE: IND1995 geschätzt, 2004 nationale Schätzung.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - IMD World Competitiveness Yearbook (versch. Jgge). - MOST, MOSPI India. - Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

2.1.4 FuE-Personal: Akademisierung und Feminalisierung

Gründlich ausgebildetes und hoch qualifiziertes Personal („**Humankapital**“) ist eine Grundvoraussetzung für FuE, für die Umsetzung von wissenschaftlichen Forschungsergebnissen in betriebliche FuE-Prozesse, in technische und organisatorische Innovationen und letztlich in Wertschöpfung und Beschäftigung. In der „Wissenswirtschaft“ ist insbesondere eine akademische Ausbildung zum wichtigsten Inputfaktor für FuE-Prozesse geworden. Der Schwerpunkt liegt in der technischen FuE naturgemäß auf dem Einsatz von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren.⁴⁹

Im internationalen Vergleich lässt sich keine flächendeckende Auswertung machen, jedoch sind die Trends einigermassen klar (vgl. Tab. 2.1.2):

⁴⁹ Zur Akademisierung von FuE in der deutschen Wirtschaft vgl. Legler, Grenzmann, Marquardt (2005) sowie in der Wirtschaft im internationalen Vergleich Gehrke, Heine (2006).

Tab. 2.1.2: Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal im internationalen Vergleich 1981 bis 2004

- Anteile in % -

Land	1981	1991	2004*
GER	36,4	46,8	56,9
FRA	34,3	43,4	55,7
GBR	40,7	49,0	.
ITA	50,6	52,4	43,5
BEL	39,2	45,2	59,1
LUX	.	.	50,9
NED	35,7	.	43,4
DEN	41,2	46,8	61,3
IRL	42,7	64,5	69,4
GRE	.	56,3	48,4
ESP	53,2	56,1	62,4
POR	46,3	67,4	79,3
SWE	42,4	49,5	65,5
FIN	46,6	47,4	70,4
AUT	36,1	.	.
EU-15	38,5	47,6	56,3
CZE	.	.	56,7
POL	.	.	77,8
SVK	.	.	74,8
SLO	.	42,2	56,5
HUN	43,2	49,2	65,3
SUI	.	37,0	48,6
ISL	46,3	57,4	65,2
NOR	50,5	66,5	72,3
TUR	.	79,8	82,0
RUS	.	49,2	50,2
ROM	.	52,5	63,7
CAN	45,2	57,8	64,2
USA	.	.	.
MEX	.	.	55,8
ARG	.	.	69,4
JPN	54,8	61,2	75,6
KOR	.	.	80,5
ISR	.	.	.
CHN	.	70,3	80,4
TPE	.	.	56,2
SIN	.	79,1	83,8
AUS	54,4	65,6	67,3
NZL	.	54,6	72,7
RSA	49,6	54,5	.

*) oder letzt verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen des NIW.

- Sowohl im Schnitt der EU-15 als auch in Deutschland ist die Akademikerquote beim FuE-Personal seit Anfang der 80er Jahre bis heute deutlich gestiegen. Deutschland hält sich mit über 56 % ungefähr im Durchschnitt der EU-Länder und kann auch in etwa auf die gleiche Entwicklungsdynamik verweisen. Die verfügbaren Zahlen für die überseeischen Volkswirtschaften deuten jedoch darauf hin, dass der Wissenschaftleranteil in FuE in Deutschland und Europa eher unterdurchschnittlich

hoch ist: Australien, Kanada sowie vor allem große Länder wie China, Japan und Korea setzen anteilig sehr viel mehr Wissenschaftler in FuE ein als dies für Europa und Deutschland beobachtet werden kann.

- Während die Akademikerquote beim FuE-Personal in Deutschland und in den EU-15 in den 80er Jahren noch jährlich um rund einen Prozentpunkt zugenommen hat, ist der Akademisierungsprozess seit Anfang der 90er Jahre nicht mehr ganz so schnell voran gekommen. Denn die Ausweitung der FuE-Kapazitäten ist sehr eng an die Verfügbarkeit von wissenschaftlichem Personal gebunden. So ist die Zahl der forschenden Personen in Europa seit 1991 exakt wie die Zahl der mit FuE befassten Wissenschaftler (vollzeit gerechnet) um 315 Tsd. gestiegen. Für Deutschland ist gar zu beobachten, dass das FuE-Personal im Jahr 2003 um knapp 45 Tsd. niedriger lag als 1991, dass die Zahl der Akademiker im FuE-Prozess jedoch um 20 Tsd. gestiegen war. In Zeiten des Abbaus der FuE-Personalkapazitäten war und ist vor allem technisches, insbesondere jedoch Hilfspersonal von der Substitution durch IuK-Technologien und von der „Humankapitalintensivierung“ betroffen. Der Stamm der akademisch ausgebildeten Arbeitskräfte mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess wird nach wie vor soweit wie möglich „gehörtet“ oder gar erweitert.
- Die Unterschiede bzgl. der Akademisierung von FuE zwischen den Volkswirtschaften dürften vor allem auf drei Komponenten zurück zu führen sein: Zum einen ist der Akademisierungsgrad von FuE in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen höher als in der Wirtschaft; ein höherer öffentlicher FuE-Anteil hat also für sich genommen einen positiven Akademisierungseffekt. Zweitens ist FuE im Dienstleistungssektor überdurchschnittlich wissenschaftlerintensiv und drittens beansprucht FuE im Sektor Elektro/Elektronik/Computer/Medien- und MSR-Technik relativ viele Naturwissenschaftler und Ingenieure. Aus dieser strukturellen Warte passt die im internationalen Querschnitt vergleichsweise niedrige FuE-Akademikerquote in Deutschland ebenso ins Bild wie die hohen Akademikeranteile in den nordischen Ländern sowie in den genannten überseeischen Staaten. FuE in Deutschland ist insbesondere in der Wirtschaft eher in Sektoren der gehobenen Gebrauchstechnologie angesiedelt (vgl. Abschnitt 2.4), was auch für viele andere mitteleuropäische Länder gilt.

Der steigende Bedarf an akademischem Wissen im FuE-Prozess ist also kaum gebrochen. Dies ist in Deutschland vor dem Hintergrund der zunehmenden Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung als kritisch und als möglicher Engpassfaktor anzusehen.⁵⁰ Die Versäumnisse der Bildungspolitik der 80er und 90er Jahre könnten sich also als echter Hemmschuh für die angestrebte weitere Expansion der FuE-Tätigkeit in Deutschland erweisen. Dies gilt vor allem bei einem Vergleich mit expandierenden Schwellenländern. Als Beispiel wird gern China angeführt, wo 2003 mehr als 530 Tsd. junge Menschen einen akademischen Abschluss in einem naturwissenschaftlich-technischen Fach erworben haben; das sind deutlich mehr als in den USA (415 Tsd. 2002) und Japan 351 Tsd. 2004).⁵¹

Sowohl unter gleichstellungspolitischen Gesichtspunkten als auch - zumindest in diesem Sachzusammenhang - unter dem Eindruck der zunehmenden Engpasssituation bei hoch qualifiziertem Personal und der Möglichkeit der Mobilisierung aller Humankapitalpotenziale sind vom Auftraggeber auch ge-

⁵⁰ Vgl. zur Situation in der für die technologische Leistungsfähigkeit relevanten „Tertiärausbildung“ im internationalen Vergleich Heine, Egelin u. a. (2006).

⁵¹ Vgl. NSF (2006).

schlechtsspezifische Auswertungen erbeten worden.⁵² In diesem Fall richtet sich die Frage daher nach der **Feminalisierung** von FuE. Die Potenzialüberlegungen beruhen vor allem auf der Tatsache, dass Frauen in den meisten Ländern die Mehrheit unter den Personen mit Hochschulreife stellen, dass sie vielfach auch unter den Studienanfängern und unter den Studienabsolventen noch in der Überzahl sind, jedoch in technischen Fächern sowie dann im weiteren beruflichen Verlauf in Forschung, Publikation, Erfindung, Innovation und Produktion deutlich geringer beteiligt sind. Hieraus wird auf brachliegende Potenziale geschlossen, die es zu mobilisieren gilt, um die Negativwirkungen eines drohenden, z. T. gar unabwiesbaren Fachkräftemangels zu dämpfen: Es besteht die Gefahr, dass Fachkräfte- und Akademikermangel zum entscheidenden Innovationshemmnis wird.⁵³

Die international vergleichenden Datenangebote der OECD lassen leider nur einen einigermaßen vollständigen Vergleich der Wissenschaftlerinnen/Ingenieurinnen im FuE-Prozess zu. Bei der Beteiligung von Frauen insgesamt am FuE-Personal (also einschließlich Technikerinnen, FuE-Hilfskräfte usw.) wären hingegen größere Datenlücken einzukalkulieren gewesen. Die Frauenanteile am wissenschaftlich ausgebildeten FuE-Personal sind in den meisten Ländern recht konstant mit nur geringfügiger Steigung nach oben, was darauf schließen lässt, dass Strukturen, Einstellungen und Verhaltensweisen nicht so leicht zu verrücken sind und dass es daher bisher kaum gelungen ist, mehr Frauen in wissenschaftliche Forschung in Wirtschaft und Staat zu bringen.

Die Beteiligung von Frauen an wissenschaftlicher Forschung liegt trotz der oben erwähnten Mehrheitsverhältnisse im Hinblick auf Hochschulreife und Studium in allen Ländern klar darunter (vgl. Tab. 2.1.3). In Deutschland ist sie sogar mit knapp 20 % als extrem niedrig zu bezeichnen. Signifikant wird diese Größenordnung nur in Japan und Korea unterboten. Vor allem in den nordischen Ländern sowie in einigen mittel- und osteuropäischen Reformstaaten, aber auch in der lateinischen Welt werden 30 bis 40 % erreicht. Offensichtlich gibt es ein klares Gefälle zu Mitteleuropa, denn neben Deutschland weisen auch Österreich, die Niederlande und Luxemburg eine ausgesprochen schwache Frauenbesetzung in den Forschungsstäben auf, die Schweiz und Belgien sind ebenfalls recht weit hinten zu finden. Dies lässt auf den Einfluss von spezifischen kulturellen und gesellschaftlichen Besonderheiten in Ausbildung und betrieblicher Praxis schließen, die sich letztlich in den nationalen Innovationssystemen restriktiv niederschlagen.⁵⁴

Dabei ist der Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern in der Wirtschaft durchgängig niedriger als in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Aber auch in den öffentlichen (geförderten) Instituten liegt Deutschland kaum besser im Rennen, so dass man die Unterschiede zu anderen Volkswirtschaften nicht am hohen FuE-Anteil der Wirtschaft in Deutschland festmachen kann. Eine Prognose läuft unter status quo-Bedingungen darauf hinaus, dass sich der sehr geringe Frauenanteil an wissenschaftlich-technischer Ausbildung und Studium zu einem stark limitierenden Faktor für die Ausweitung des FuE-Personals in der deutschen Wirtschaft entwickeln könnte.⁵⁵

⁵² Da hierzu in anderen AG Innovationsindikatoreninstituten vertiefende Ausarbeitungen entstehen (bspw. zu Erfinderinnen, zur Zahl der patentgeschützten Erfindungen von Frauen in forschungsintensiven Industrien, zu Publikationen von Frauen usw.), deren Ergebnisse noch abzuwarten sind, ist hier eine Beschränkung auf die Beteiligung von Frauen an FuE zweckmäßig.

⁵³ Vgl. Heine, Egelu u. a. (2006).

⁵⁴ Breitschopf, Grupp (2004) stellen einen „trichterförmigen“ Verlauf der Beteiligungsindizes von Männern und Frauen fest, der sich mit zunehmender „Professionalisierung“ immer mehr zu Gunsten der männlichen Beteiligung öffnet.

⁵⁵ Vgl. Gehrke, Heine (2006).

Tab. 2.1.3: Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2004*

- Anteile in % -

Land	insgesamt	außeruniversitäre		
		Wirtschaft	FuE-Einrichtungen	Hochschulen
GER	19,2	11,6	27,1	25,0
FRA	27,8	20,3	32,0	34,1
GBR	..	..	32,2	..
ITA	29,3	19,3	38,7	30,8
BEL	28,1	19,9	30,1	35,3
LUX	17,5	14,2	28,5	42,9
NED	17,2	8,7	29,2	29,0
DEN	28,1	24,5	35,5	33,6
IRL	30,0	20,3	31,0	37,3
GRE	36,8	34,7	38,9	36,9
ESP	36,1	26,5	45,5	37,6
POR	44,3	29,7	57,9	45,9
SWE	40,1	25,2	36,4	53,2
FIN	29,0	17,0	40,2	42,9
AUT	20,7	10,4	34,6	30,0
CZE	28,5	19,6	35,0	32,4
POL	39,0	25,1	41,1	40,5
SVK	41,2	32,3	42,7	42,6
SLO	32,5	24,9	41,1	34,1
HUN	34,5	23,8	38,6	36,3
SUI	26,7	21,1	25,5	29,6
ISL	39,4	33,0	42,1	43,1
NOR	29,4	18,9	35,6	37,6
TUR	35,6	25,0	27,5	37,0
RUS	42,9	41,8	45,8	38,9
ROM	42,7	41,5	49,2	39,6
CAN	..	..	..	..
USA	..	..	..	..
MEX	31,6	25,0	29,9	35,1
ARG	50,9	27,7	47,3	56,4
JPN	11,9	6,4	12,2	21,1
KOR	12,0	9,6	11,6	16,9
ISR	..	20,9	..	..
CHN	..	..	..	..
TPE	18,1	13,7	17,9	27,9
SIN	25,8	23,4	33,6	27,8
AUS	..	..	..	..
NZL	39,3	16,3	24,8	45,6
RSA	38,0	..	..	..

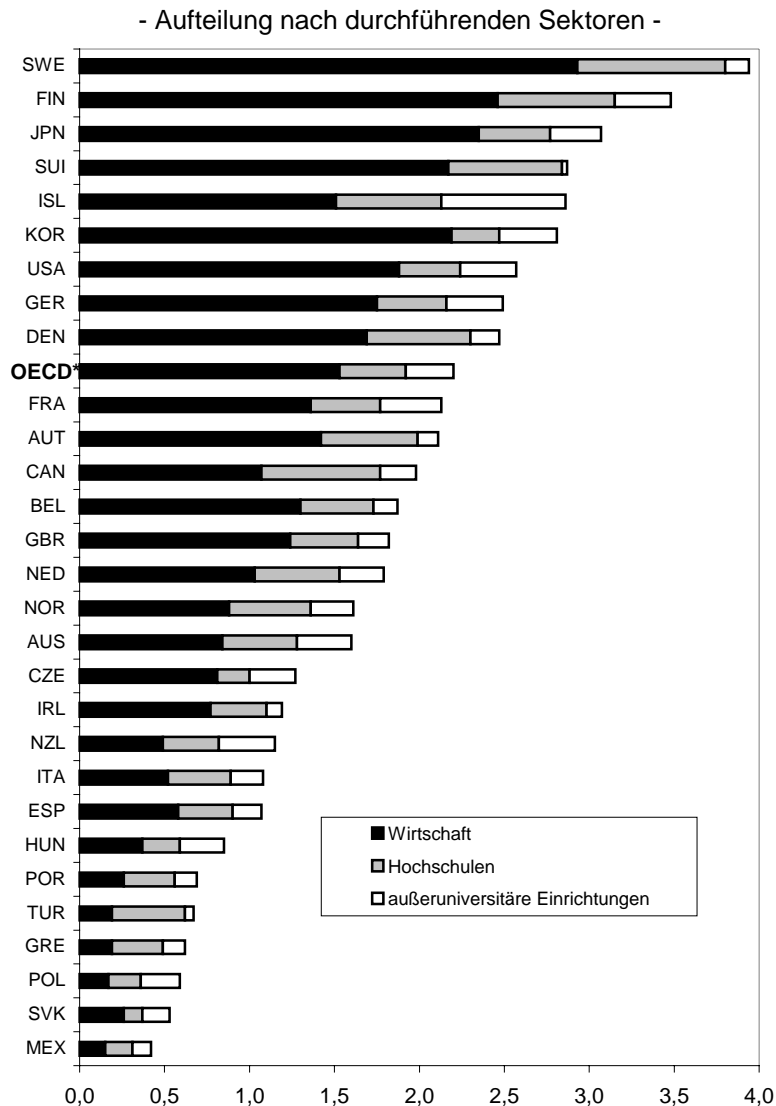
*) oder aktuell verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen des NIW.

2.2 Staat und Forschung

Quantitativ dominiert in der FuE-Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat zwar in fast allen Ländern der Unternehmenssektor (vgl. Abb. 2.2.1).⁵⁶ Weil Innovationen und technologische Leistungsfähigkeit in der Gegenwart jedoch stark von Investitionen und öffentlichen Vorleistungen in Bildung, Wissenschaft und Forschung aus vorangegangenen Perioden beeinflusst werden, stellt sich die Frage nach der Ausgestaltung der Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE und danach, welche Wechselbeziehungen zwischen beiden Sektoren bestehen.

Abb. 2.2.1: FuE-Intensität¹ in den OECD-Ländern 2004² nach durchführenden Sektoren



1) FuE-Ausgaben der durchführenden Sektoren in % des Bruttoinlandsprodukts. - 2) oder aktuellstes Jahr.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen des NIW.

⁵⁶ In Hochschulen, außeruniversitären FuE-Einrichtungen und in privaten Organisationen ohne Erwerbszweck wurden 2004 z. B. in Deutschland 29,6 % der gesamten FuE-Bruttoinlandsausgaben verwendet, darunter 16,3 % in den Hochschulen und 13,2 % in „wissenschaftlichen Einrichtungen“, wie außeruniversitäre FuE-Einrichtungen in der Sprache der Statistiker heißen. Die Anteile am FuE-Personal beliefen sich 2003 auf 21,3 bzw. 15,6 %. Vgl. OECD (MSTI, Vol. 2006/1).

Die ökonomische Begründung für **staatliche Forschungsaktivitäten** bzw. für die **Förderung von FuE** in der Wirtschaft ist Anfang der 60er Jahre gegeben worden.⁵⁷ Zum einen ist der ökonomische Erfolg von Forschungsarbeiten 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. Denn vielfach kommen Forschungsergebnisse auch anderen Unternehmen zu Gute, weil sich für viele wissenschaftliche Neuerungen entweder kein gewerblicher Rechtsschutz sichern lässt oder weil sich der Schutz als unzureichend erweist. Erst wenn man alle ökonomischen Erträge der Forschung zusammenzählt, lohnen sich Investitionen in die Forschung. Es gibt also Forschungspotenzial, das sich zwar in Wohlfahrtsgewinne für die Gesellschaft umsetzen lässt, aus betriebswirtschaftlicher Sicht jedoch nicht gewinnbringend erscheint. Daraus folgt, dass auf diesen Feldern entweder die Unternehmen gemeinschaftlich im vorwettbewerblichen Bereich forschen sollten oder dass der Staat mit eigenen FuE-Kapazitäten in die Bresche springen und die wissenschaftlichen Grundlagen legen bzw. FuE in den Unternehmen fördern sollte. In allen Ländern haben sich Mischsysteme herausgebildet, die in unterschiedlicher Zusammensetzung alle Elemente enthalten.

Ausgangspunkt der ökonomischen Theorie der staatlichen Rolle im Wissenschafts- und Forschungssystem ist also die Lücke zwischen volkswirtschaftlichen und privatwirtschaftlichen Erträgen von Forschungsaktivitäten.

- Dies trifft vor allem für die vorwettbewerbliche, strategische Grundlagenforschung zu, so dass die öffentliche Forschung vor allem hier ihren Auftrag sieht. Es wird gar angenommen, dass die potenzielle Bedeutung öffentlicher Forschung zunimmt, da moderne Innovations- und Produktionsprozesse in immer größerem Umfang von den Ergebnissen grundlegender wissenschaftlicher Forschung abhängen.⁵⁸ Dies gilt insbesondere für Technologiefelder wie Biotechnologie, Mikroelektronik, Nanotechnologie oder neue Materialien.
- Eine weitere Begründung bilden eigenständige staatliche Aufgaben im öffentlichen Interesse wie innere und äußere Sicherheit, Gesundheit oder Umweltschutz. Diese entziehen sich zunächst zwar einer ökonomischen Bewertung, können in langfristiger Perspektive aber durchaus auch aus privatwirtschaftlicher Sicht profitabel sein.
- Darüber hinaus wird argumentiert, dass sich in neuen Technikfeldern nach einiger Zeit die Entwicklungslinien der Unternehmen verengen und alternative Pfade nicht weiter verfolgt werden. Aus diesen Überlegungen heraus ergibt sich insbesondere eine Rechtfertigung für das Engagement des Staates in strategisch-langfristig orientierter, angewandter Forschung.⁵⁹

Ein internationaler Vergleich der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Wissenschafts- und Forschungssysteme und darunter der Rolle des Staates ist schwer zu ziehen. Zu unterschiedlich ist das Rollenverständnis der Akteure, zu heterogen sind die Zielvorgaben an die Beteiligten, zu unscharf sind häufig die Abgrenzungen, zu verschieden ist der Mix der Instrumente. Denn die staatlichen Ansatzpunkte reichen von der Finanzierung und Durchführung von FuE für das Angebot „öffentlicher

⁵⁷ Der grundlegende Aufsatz stammt von Arrow (1962).

⁵⁸ Siehe Pavitt (1984), Freeman (1982), Grupp (1996) als Vertreter bzw. Narin u. a. (1997) oder Stephan (1996) als Opponenten dieser These. Konsens ist, dass wissenschaftlicher und technischer Fortschritt in gegenseitigem Abhängigkeitsverhältnis stehen und parallel verlaufen.

⁵⁹ Vgl. Callon (1994).

Güter“ bis zum Ausgleich von „klassischem Marktversagen“, indem der Staat versucht, das FuE-Budget der Privaten an das gesellschaftliche Optimum heranzuführen⁶⁰. Eines ist jedoch klar: Die „Arbeitsteilung“ zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE ist weltweit im Umbruch. Gleichzeitig vernetzen sich die Aktivitäten von Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung zunehmend. Die im Folgenden beibehaltene analytische Trennung der FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat mag in diesem Licht betrachtet daher etwas idealtypisch erscheinen.

Dieser Überblick über Maßnahmen und international vergleichende Indikatoren dient vor allem der Systematisierung und Einordnung von Aktivitäten des öffentlichen Sektors in das FuE-Geschehen. Er kann nur begrenzte Aussagen über die Effizienz des Staatsverhaltens treffen. Denn hierzu müssten - dies ist bei FuE-orientierten Aktivitäten nicht anders als bei allen anderen staatlichen Maßnahmen - „Crowding Out“-, Substitutions- und Mitnahmeeffekte, „spillovers“, mögliche Verzerrungen von Allokation und Wettbewerb sowie die spezifischen Informationsprobleme des Staates ebenso analysiert werden wie opportunistisches Verhalten der Unternehmen usw.

2.2.1 Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE

Übersicht

Der Staat hatte lange Zeit den Hauptbeitrag zur Finanzierung von FuE geleistet. Noch 1980 entfiel weltweit mit 53 % über die Hälfte der FuE-Aufwendungen auf sein Finanzierungskonto, in den OECD-Ländern waren es 45 %. In allen hochentwickelten Volkswirtschaften ist die „FuE-Staatsquote“ jedoch seit Anfang der 80er Jahre mit verschiedenen und in den einzelnen Ländern unterschiedliche Gründen recht stark zurückgefahren worden⁶¹: Zu nennen sind vor allem 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). Das Ergebnis war eine z. T. stark sinkende direkte Förderung von Technologien in Feldern wie Verkehr, Energie, Raumfahrt, Sicherheit⁶². Seit Mitte der 90er Jahre hat sich das quantitative Gewicht des Staates auf diese Weise weltweit auf unter 40 % eingependelt, mit weiterer Tendenz nach unten.⁶³ Der Schnitt der OECD-Länder ist im Jahr 2000 gar deutlich unter 30 % gerutscht (vgl. Tab. A.2.2.1). Bezogen auf das Inlandsprodukt ist der staatliche FuE-Finanzierungsbeitrag seit 1985 von 0,93 über 0,85 (1990) auf 0,63 % (2000) gesunken, in Deutschland von 1 auf 0,8 %.

Das neue Jahrzehnt hat in der OECD einen Wiederanstieg auf 0,68 % (2003) gebracht, vor allem vom kräftigen staatlichen FuE-Engagement in den USA gespeist (Steigerung um über 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 Marginalbetrachtung besonders deutlich:

⁶⁰ Vgl. Arrow (1962).

⁶¹ Vgl. OECD (2001).

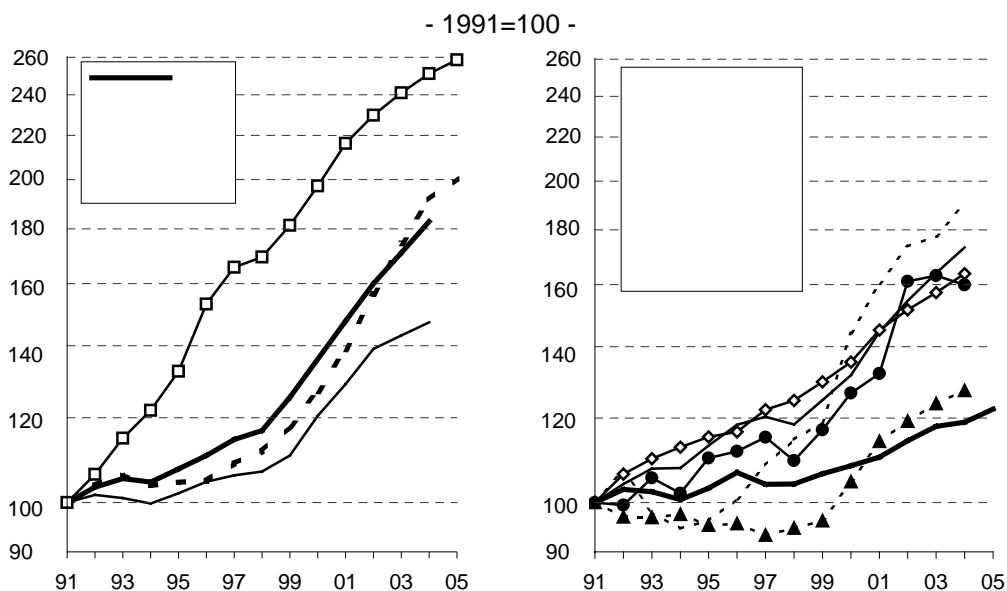
⁶² Vgl. Rammer, Polt u. a. (2004).

⁶³ Vgl. European Commission (1997).

- Zwischen 1994 und 2000 wurden nur noch 15½ % des FuE-Zuwachses in den OECD-Ländern vom Staat finanziert, 76 % hingegen von der Wirtschaft, 5 % von anderen nationalen Quellen (z. B. Stiftungen) und 3½ % vom Ausland.
- Im neuen Jahrhundert gibt es eine völlige Umkehrung dieser Relationen: Der Staat hat in den OECD-Ländern bis zum Jahr 2004 mit 44 % fast die Hälfte der zusätzlichen FuE-Ausgaben bezahlt und damit etwas mehr als die Wirtschaft (43 %), auf andere nationale Quellen entfallen mittlerweile 7 %. Der Prozess der „Globalisierung“ von FuE schreitet ebenfalls weiter voran: Über 5 % des Zuwachses an FuE-Finanzierungsmitteln seit 2000 entfallen auf ausländische Quellen.

Die FuE-Beteiligung des Staates hat auch in den EU-Ländern trendmäßig nachgelassen, die sich ja für das Jahr 2010 einen FuE-Anteil am Inlandsprodukt von 3 % vorgenommen haben (vgl. Abschnitt 2.1.4); hierzu soll - so die Projektion - der Staat einen Finanzierungsbeitrag von einem Drittel, d. h. 1 % vom Inlandsprodukt, leisten. Bei einem Anteil von 0,65 % (2003) würde dies - ein reales Wirtschaftswachstum von 2 % jährlich vorausgesetzt - eine reale Ausweitung der staatlichen FuE-Ausgaben um über drei Viertel (8½ % jährlich) bedeuten. Die in der längerfristigen Entwicklung angelegten Trends müssten dann allerdings kräftig gedreht werden.

Abb. 2.2.2: Haushaltsansätze des Staates in FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991-2005

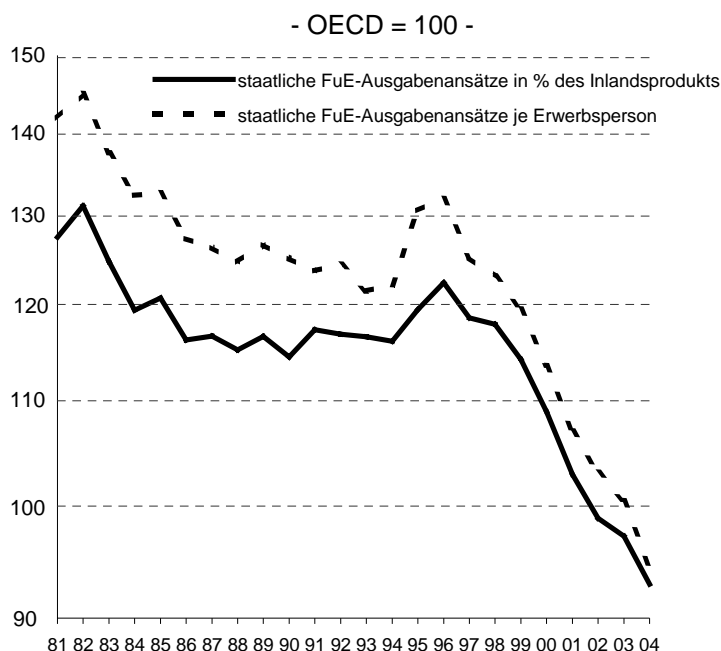


NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SUED: ITA, POR, ESP, GRE. - MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.
 Halblogarithmischer Maßstab. - *) SWE 1997 geschätzt. - **) SUI 2005 geschätzt. - ***) ITA 2002-2004 geschätzt.
 Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Der Staat hat in der Tat bereits allenthalben reagiert, denn die meisten FuE-Budgetansätze in den öffentlichen Haushalten passen nicht mehr in das säkulare Bild eines (absolut und/oder relativ) nachlassenden staatlichen FuE-Engagements (vgl. Abb. 2.2.2). Der Staat hat wieder mehr Verantwortung übernommen, sei es durch eine Aufstockung der FuE-Finanzierungshilfen für Unternehmen, sei es durch die Ausweitung der FuE-Kapazitäten an Hochschulen und in außeruniversitären FuE-Einrichtungen. So wird aus den OECD-Ländern zwischen 1999 und 2004 ein (nominaler) Anstieg von über 7½ % pro Jahr gemeldet. Darunter befinden sich bspw. die USA mit 10 %, Großbritannien ebenfalls 10 %, Irland (18 %), Spanien (15 %) und Korea mit 12½ %. In Frankreich, Kanada und Japan

wurden in diesem Zeitraum die FuE-Haushaltsansätze um rund 6 % p. a. gemeldet ausgeweitet.⁶⁴ Inwieweit diese z. T. recht hohen Zuwächse auch im Haushaltsvollzug realisiert worden sind und welche Wirkungen dies auf die Kapazitäten in FuE gehabt hat, ist noch offen. Einiges wird in Überhitzungserscheinungen auf dem Markt für hoch qualifizierte Arbeitskräfte enden, es wird auch Verzerrungen zwischen den Förderbereichen geben.⁶⁵ Immerhin ist FuE wieder stärker in das Blickfeld der öffentlichen Haushalte geraten - auch in Deutschland, wo praktisch die gesamten 90er Jahre hindurch Stillstand geherrscht hatte und ab 1999 eine Ausweitung der staatlichen FuE-Budgets um 2½ % jährlich realisiert werden konnte. Dies ist zwiespältig zu beurteilen: Was sich angesichts der staatlichen FuE-Dynamik in anderen Ländern bescheiden anhört, ist im Vergleich zur Entwicklung bis 1998 immerhin eine Trendwende nach oben und deutet auf verstärkte wissenschafts- und forschungspolitische Anstrengungen auch in Deutschland hin. Andererseits muss das noch vor einigen Jahren im Vergleich zu den übrigen OECD-Ländern als hoch einzustufende staatliche FuE-Engagement nunmehr als unterdurchschnittlich charakterisiert werden. Deutschland ist stark zurück gefallen (vgl. Abb. 2.2.3).

Abb. 2.2.3: Haushaltsansätze des Staates bei FuE in Deutschland 1981 bis 2004*



Halblogarithmischer Maßstab. - *) Bis einschl. 1990 Westdeutschland.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen des NIW.

Internationaler Querschnitt

In der Regel gilt: In avancierten Volkswirtschaften liegt der Anteil des **Staates** an der **FuE-Finanzierung** tendenziell niedriger, im Durchschnitt der Industrieländer (2003) bei gut 30 % (vgl. Tab. A.2.2.1). In weniger avancierten und industrialisierten Volkswirtschaften beträgt er hingegen häufig die Hälfte und mehr:

⁶⁴ Vgl. auch die „Realdarstellung“ bei Rammer, Polt u. a. (2004).

⁶⁵ Vgl. Rammer, Polt u. a. (2004).

- Deutschland, Großbritannien und die USA liegen aktuell etwa im OECD-Mittel. Dies ist für die USA insofern bemerkenswert, als sich der Staat als FuE-Sponsor bis zum Jahr 2000 dort besonders stark zurückgezogen hatte, und zwar von 1,1 auf 0,7 % des Inlandsproduktes. Seither ist der Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE dort jedoch um fünf Prozentpunkte angezogen (auf über 0,8 % des Inlandsproduktes, maßgeblich angetrieben durch Förderung der Grundlagenforschung, der „life sciences“ und der militärischen Forschung). 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.
- In Deutschland sinkt der in den aktuell verfügbaren international vergleichenden Daten aufgeführte staatliche Finanzierungsanteil wieder leicht. Er hat den tiefsten Stand seit 1981 erreicht.⁶⁶
- Deutlich unterdurchschnittlich ist der Staatsanteil in Japan und Korea mit rund einem Viertel bis Fünftel der gesamten FuE-Aufwendungen. Auch in Schweden, Belgien, Dänemark, Finnland und der Schweiz spielt der Staat bei der FuE-Finanzierung eine vergleichsweise geringe Rolle. In Japan zieht sich der Staat zudem nach wie vor sukzessive weiter zurück.
- Traditionell höher ist der finanzielle Einfluss des Staates in Italien, der Türkei, Griechenland und Ozeanien (40 bis 50 %), Österreich, Frankreich, Norwegen, Spanien, Island und in den Niederlanden (35 bis gut 40 %). In Italien und Frankreich kann dies auch auf den hohen Anteil von Staatsbetrieben in der Industrie zurück zu führen sein.
- Nur in wenigen Ländern liegt der Finanzierungsanteil des Staates bei der Hälfte oder darüber. Das gilt für Portugal und Mexiko, wo die FuE-Infrastruktur massiv erweitert wird; mittelfristig nimmt der staatliche Einfluss dort jedoch wieder ab. Auch Italien und Griechenland gehören dazu, in Griechenland ist der staatliche Anteil mittlerweile hingegen unter die 50 %-Marke gerutscht.
- Mit Polen und Ungarn finden sich in dieser Gruppe auch expandierende mittel-/osteuropäische Reformstaaten ein, die sich zunehmend in den Innovationswettbewerb integrieren. In der Slowakei liegt dieser Anteil mittlerweile auch wieder über 50 %, in Tschechien allerdings schon seit Jahren deutlich darunter. Beides sind ebenfalls Länder aus dem ehemaligen Ostblock mit etablierten FuE-Einrichtungen.⁶⁷ Dort hat das Ausland zwar noch einen niedrigen (Ausnahme: Ungarn), immerhin aber stark steigenden Finanzierungsanteil. Dahinter steckt vor allem der Aufbau von FuE-Kapazitäten durch multinationale Unternehmen; künftig wird auch der Finanzierungsbeitrag von supranationalen Organisationen, der ebenfalls dem Ausland zugerechnet wird, eine große Rolle spielen.

Staatliche Prioritäten

Die staatlichen Mittelzuweisungen für FuE liefern wichtige Hinweise auf die Bedeutung, die FuE im **öffentlichen Gesamthaushalt** beigemessen wird.

- Aus den recht lückenhaften Angaben ergibt sich, dass die Prioritäten in den Industrieländern sehr unterschiedlich gesetzt werden. Insbesondere in den USA und Korea, aber auch in Australien, Frankreich, Spanien und Finnland wird FuE ein vergleichsweise hoher Rang zugebilligt (Tab. A.2.2.2), Deutschland rangiert im Mittelfeld.

⁶⁶ Vgl. Rammer, Binz (2006).

⁶⁷ Vgl. auch Krawczyk, Frietsch, Schumacher (2002) sowie die aktuelle Überarbeitung dieser Studie.

- Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie haben in **mittlerer Sicht** in den Budgets in vielen Ländern an Gewicht verloren⁶⁸: In Deutschland ist der Anteil der FuE-Ausgaben an den staatlichen Gesamtausgaben von ungefähr 3 % im Jahr 1990 (früheres Bundesgebiet) auf 1,6 % im Jahr 2004 zurückgegangen, allerdings hat sich dieser Wert seit 1997 kaum mehr vermindert. Eine ähnliche Entwicklung ist in Großbritannien zu beobachten. In Frankreich fiel der FuE-Anteil an den Staatsausgaben gar noch krasser ab.
- **Aktuell** ist in den meisten Ländern wieder ein leichter Anstieg des FuE-Anteils an den Staatsausgaben zu beobachten.
- In den öffentlichen Haushalten der USA hat FuE mit einem Anteil von 5 % noch einen sehr hohen Stellenwert. Zwischenzeitlich waren jedoch in den USA die militärischen Ausgaben so deutlich abgesenkt worden - zumindest bis zum Jahr 2000 (Abschnitt 2.2.2) -, dass der Anteil von ehemals 4,9 % (1990) zum Ende der 90er Jahre auf gut 4 % abgesunken war. Die krassen Niveauunterschiede zu Deutschland ergeben sich hauptsächlich aus dem sehr hohen **militärischen** Anteil in den USA. Allerdings hat sich der Rang von **ziviler** FuE im öffentlichen Gesamthaushalt der USA in den 90er Jahren deutlich erhöht. Seit dem Jahr 2000 ist der Militärforschungsanteil in den USA wieder deutlich angehoben worden - und zwar stärker als im zivilen Sektor.⁶⁹

Es gibt darüber hinaus Finanzierungsaktivitäten im FuE-Bereich, die „eigentlich“ der öffentlichen Hand zuzurechnen sind, sich der Statistik momentan jedoch noch entziehen.

- Denn der in den 90er Jahren steigende Zufluss von Finanzierungsmitteln aus dem **Ausland** hängt zwar einerseits mit der zunehmenden Globalisierung der Wirtschaft und damit auch der Forschung zusammen. In Österreich, Großbritannien, Griechenland, Island machen sie bereits 15 bis 20 %, in Irland, den Niederlanden, Ungarn und Belgien 10 bis 15 % der gesamten FuE-Aufwendungen aus. In diesen Daten drückt sich jedoch nicht nur der Mittelzufluss aus dem Unternehmenssektor, sondern auch die Forschungszusammenarbeit in der EU (Rahmenprogramme) und in supranationalen Organisationen (z. B. ESA, Eureka, Nato usw.) aus. Denn diese Organisationen vergeben zunehmend FuE-Fördermittel. In einigen europäischen Ländern (Belgien, Griechenland, Irland) haben Finanzierungsmittel der EU erheblich zum Anstieg dieser Budgets beigetragen.⁷⁰ Diese Rückflüsse aus der EU und aus supranationalen Organisationen sind ihrer Art nach ebenfalls als „staatliche“ FuE-Mittel einzustufen. Sie sind in gewisser Weise Substitute für Finanzmittel der inländischen Gebietskörperschaften, die technologiepolitische Kompetenzen teilweise an supranationale Organisationen abgetreten haben⁷¹.
- Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass die staatlichen Mittel in dem Maße faktisch unterschätzt werden, in dem die Förderung von FuE-Projekten oder FuE-Produktionsfaktoren durch **indirekte steuerliche Hilfen** ersetzt wird. Diese sind einer Finanzierungsrechnung nur schwer zugänglich, in vielen Ländern in letzter Zeit jedoch neu eingeführt oder ausgeweitet worden⁷².

⁶⁸ Die international vergleichbaren Zahlen haben einige systematische Brüche mitgemacht, so dass der Zeitvergleich etwas gestört ist. Deshalb wird an dieser Stelle in der Argumentation auf eine frühere Veröffentlichung des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen bzw. als Quelle verwiesen. Vgl. StaBuA (2000).

⁶⁹ Vgl. Grupp, Friedrich-Nishio (2003).

⁷⁰ Vgl. OECD (1999).

⁷¹ Bezogen auf die zivilen eigenstaatlichen FuE-Ausgaben in den EU-15 machen die unter dem Posten GBAORD gebuchten Rahmenprogramme der EU etwa 4 % aus. Vgl. OECD, MSTI (2006/1).

⁷² Vgl. OECD (2004a).

2.2.2 Staatliche Eingriffsziele bei FuE

Die staatlichen Ziele der FuE-Förderung unterscheiden sich zwischen den Industrieländern z. T. sehr stark, sie weisen allerdings auch strukturelle Gemeinsamkeiten auf (Tab. 2.2.1). Traditionelle öffentliche Güter wie Gesundheit, Verteidigung und Umweltschutz (vgl. auch die etwas detailliertere Gliederung in Tab. A.2.2.3) sind zwar immer noch die größten Blöcke in den staatlichen FuE-Budgets. Etliche Regierungen haben jedoch in spezifischen Wissenschafts- und Technologiefeldern Prioritäten gesetzt, um sowohl gesellschaftliche Aufgaben „innovativer“ erfüllen als auch schnell wachsende Industrien auf- und ausbauen zu können („Schlüsseltechnologien“ wie z. B. IuK- und Biotechnologie).

Tab. 2.2.1: Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben* 1991 bis 2005

	1991	1995	1997	1999	2001	2002	2003	2004	2005
	- Anteile in % -								
GER									
zivil	89,0^a	90,9	90,4^a	91,7	92,6	94,5	93,5	94,2	94,2^d
darunter:									
zur wirtschaftl. Entwicklung	25,5 ^a	23,0	22,9 ^a	22,6	20,3	20,5	20,5	20,5	20,2 ^d
Gesundheit/Umwelt	13,0 ^a	12,6	12,5 ^a	13,0	14,5	14,5	15,2	14,3	14,2 ^d
Raumfahrt	6,1 ^a	5,7	5,3 ^a	4,9	5,3	5,4	5,4	5,4	5,2 ^d
nicht-zielorientierte Forschung	17,0 ^a	16,5	17,1 ^a	17,4	18,5	18,0	17,4	17,4	17,7 ^d
allg. Hochschulforschungsmittel	37,3 ^a	41,5	42,6 ^a	41,8	41,4	42,0	41,7	42,9	42,8 ^d
GBR									
zivil	56,1	63,5	60,8	62,1	69,5	66,1	68,1	68,2^d	
darunter:									
zur wirtschaftl. Entwicklung	28,8	16,6	14,3	11,7	13,6	15,6	14,8	15,0 ^d	
Gesundheit/Umwelt	22,3	31,7 ^a	32,9	35,7	32,3	30,3	30,0	30,6 ^b	
Raumfahrt	4,8	4,3	4,6	3,7	3,0	2,9	2,9	2,3 ^d	
nicht-zielorientierte Forschung	9,1	18,3	18,7	18,2	19,5	20,1	22,5	22,5 ^d	
allg. Hochschulforschungsmittel	33,7	28,5	28,9	30,1	31,3	30,5	29,1	29,0 ^b	
FRA									
zivil	63,9	70,0	74,8^a	77,3	77,2^a	77,0	75,8	77,3^d	
darunter:									
zur wirtschaftl. Entwicklung	32,8	20,7	18,7	18,9	16,5 ^a	16,1	16,1	17,2 ^d	
Gesundheit/Umwelt	9,8	12,1	12,5	11,3	13,0 ^a	13,3	13,5	12,6 ^d	
Raumfahrt	13,5	15,0	15,6	14,2	12,5 ^a	11,7	11,2	11,0 ^d	
nicht-zielorientierte Forschung	23,9	27,4	26,7	28,2	25,0 ^a	26,9	24,8	27,5 ^d	
allg. Hochschulforschungsmittel	19,5	22,2	23,2	23,6	30,1 ^a	30,0	31,9	29,2 ^d	
USA									
zivil	40,3	45,9	44,8	46,8	49,5	47,9	45,1	44,3	43,0^c
darunter:									
zur wirtschaftl. Entwicklung	22,1	22,2	19,7	14,4	13,1	12,8	11,7	11,2	11,0 ^c
Gesundheit/Umwelt	43,5	43,9	46,6	50,0	53,0	55,1	57,8	58,2	58,2 ^c
Raumfahrt	24,5	25,1	24,5	22,7	19,8	18,7	18,7	17,4	17,8 ^c
nicht-zielorientierte Forschung	9,9	8,9	9,2	12,9	14,0	13,4	11,8	13,2	13,0 ^c
allg. Hochschulforschungsmittel					k.A.				
JPN									
zivil	94,3	93,8	94,2	95,4	95,7	96,0	95,5	94,9	
darunter:									
zur wirtschaftl. Entwicklung	33,5	31,4	34,8	34,4	34,3	33,8	33,4	33,4	
Gesundheit/Umwelt	5,7	6,2	7,3	7,1	7,9	7,7	7,7	7,7	
Raumfahrt	7,2	7,9	6,7	6,6	7,0	6,3	7,0	7,1	
nicht-zielorientierte Forschung	8,5	10,3	11,5	13,5	14,5	16,0	15,9	16,5	
allg. Hochschulforschungsmittel	45,1	44,2	39,7	38,4	36,3	36,3	36,1	35,4	
OECD insgesamt									
zivil	63,6^a	68,8^a	69,2	70,6	71,9	70,4	68,3	67,8^d	
darunter:									
zur wirtschaftl. Entwicklung	28,1 ^a	24,4 ^a	24,6	23,3	23,0	22,7	22,1	22,1 ^b	
Gesundheit/Umwelt	21,7 ^a	22,5 ^a	22,8	24,5	26,0	27,1	28,0	28,9 ^d	
Raumfahrt	11,8 ^a	12,1 ^a	11,4	10,7	9,8	9,5	9,5	9,2 ^d	
nicht-zielorientierte Forschung	12,9 ^a	12,3 ^a	12,8	14,3	14,7	15,1	14,6	15,6 ^d	
allg. Hochschulforschungsmittel	24,4 ^a	25,9 ^a	26,0	24,9	24,3	24,0	23,7	22,8 ^d	

*) GBAORD: Total government budget appropriations or outlays for R&D. Es handelt sich um Haushaltssollangaben.

a) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen. - b) vorläufig. - c) Schätzung.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Zusammenstellung des NIW.

Bei den Eingriffszielen wird vor allem das FuE-Engagement des Staates in seiner Ausrichtung auf zivile bzw. militärische Projekte diskutiert. So richtet sich das FuE-Engagement des Staates in Deutschland und in Japan zu rund 95 % auf zivile Bereiche, wohingegen OECD-weit wegen des ho-

hen Gewichts der USA staatliches Forschungsengagement für **militärische** Zwecke mit 35 % einen deutlich höheren Stellenwert hat. In Großbritannien sind es knapp ein Drittel, in Frankreich, Spanien und Schweden ein Sechstel bis ein Viertel und in Korea noch ein gutes Achtel. Insbesondere ragen jedoch die USA mit 57 % heraus. Der Impulseffekt militärisch motivierter FuE-Ausgaben des amerikanischen Staates ist als außergewöhnlich hoch zu bezeichnen: Die dafür bestimmten FuE-Ausgaben lagen 2000 bspw. um ein Drittel, im Jahr 2004 mit über 70 Mrd. \$ gar - wie „in alten Zeiten“ Anfang der 90er Jahre - um 70 % höher als die **gesamten** internen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft (knapp 42 Mrd. \$).

Die FuE-Verteidigungsbudgets hatten in den westlichen Industrieländern zwar bis 2001 kontinuierlich nachgegeben - meist im Zusammenhang mit allgemeinen Einschnitten in die Militärhaushalte. Allerdings ist es sehr wahrscheinlich, dass der weltweite Kampf gegen den Terrorismus wieder zu einer verstärkten militärischen - neutraler gesagt: sicherheitstechnischen - Ausrichtung der öffentlichen FuE führt, mit Schwerpunkt in den USA⁷³, aber auch in Frankreich und Großbritannien. Selbst aus Japan sind ernst zu nehmende Pläne für eine kräftige Ausweitung der Militär- und Sicherheitsforschung zu vernehmen. In Deutschland ist hingegen in dieser Richtung nichts sichtbar geworden, zumindest schlagen sich etwaige Überlegungen noch nicht in der FuE-Statistik nieder.

Statistisch ergeben sich bei der Aufteilung der zivilen staatlichen FuE-Mittel nach gesellschaftlichen Aufgabenfeldern in manchen Ländern Probleme. Denn vielfach werden in Deutschland die allgemeinen, staatlich finanzierten Hochschulforschungsmittel anders als in den USA nicht nach Verwendungszweck („Forschungsziele“, vgl. Tab. A.2.2.3), sondern nach Wissenschaftsdisziplinen aufgeschlüsselt. Dies macht in Deutschland immerhin drei Siebtel der staatlichen FuE-Ausgaben aus, in Japan, Großbritannien und Frankreich 30 bis 35 %. Insofern sind die folgenden Daten nur bedingt miteinander vergleichbar.

- **Gesundheit** und **Umwelt** beanspruchen in den Industrieländern knapp ein Viertel der zivilen öffentlichen FuE-Mittel. Höchste und weiter stark steigende Priorität genießt der Schutz und die Förderung der menschlichen Gesundheit seit Jahren in der US-amerikanischen Förderprogrammatis: Über die Hälfte der staatlichen FuE-Ausgaben ist dafür vorgesehen (insgesamt über 30 Mrd. \$). Kein anderes Land reicht da heran, den geringsten Abstand haben Großbritannien (20 %), Belgien und Australien mit jeweils über 10 %. Generell ist dieser Bereich international stark im Kommen. Für Deutschland signalisieren dies die international vergleichenden Statistiken jedoch nicht so eindeutig: Zwar ist der Anteil der FuE-Ausgaben im Umweltbereich an den gesamten zivilen staatlichen FuE-Ausgaben mit 3,6 % unter den OECD-Ländern mit am höchsten. In den 90er Jahren war er jedoch rückläufig⁷⁴, erst seit 2001 steigt er wieder. Ähnliches gilt für den Gesundheitsbereich, der in Deutschland allerdings sowieso relativ schwach mit öffentlichen FuE-Mitteln ausgestattet ist. Mit einem Anteil von 4,6 % an den zivilen öffentlichen FuE-Ausgaben rangiert Deutschland in der Gesundheitsforschung ganz weit hinten.
- Die USA und auch Frankreich und Belgien (?) setzen in der staatlichen Technologieförderung zudem stark auf Programme zur Förderung der **Raumfahrt**. Im Schnitt der OECD-Länder beansprucht die Raumfahrtforschung knapp 10 % der zivilen staatlichen FuE-Mittel. Deutschland, Ja-

⁷³ Vgl. Grupp, Friedrich-Nishio (2003). Dort ist das „Anti-Terror“-FuE-Budget von 0,6 Mrd. \$ (2001) auf 2,9 Mrd. \$ (2003) ausgeweitet worden. NSF (2004). [aktualisieren]

⁷⁴ Vgl. Legler, Walz u. a. (2006).

pan und Großbritannien agieren hier deutlich zurückhaltender. In den USA ist dieser Teil im neuen Jahrtausend zu Gunsten der Life Sciences jedoch drastisch gekürzt worden, auch in Frankreich sind starke Rückgänge zu verzeichnen.

- Für FuE im Energiebereich wird mit über 5 % der zivilen FuE-Ausgaben mehr als das Doppelte ausgegeben als für den Umweltschutz (gut 2 %). Hier hat Japan eine klare Vormachtstellung (18 %), auch Mexiko konzentriert seine FuE-Aktivitäten massiv in diese Richtung.
- Schwer zu beurteilen ist der Block **nicht-zielorientierte FuE**, der in den meisten Fällen als Grundlagenforschung anzusehen ist. Auf ihn entfällt OECD-weit rund ein Sechstel der zivilen öffentlichen Mittel; in Deutschland und Japan sieht es ähnlich aus, in den USA ist der Anteil niedriger, in Großbritannien und Frankreich höher.
- In vielen Ländern, so auch in Deutschland, spielt unter den Zielen der FuE-Förderung neben der Erfüllung öffentlicher Aufgaben wie z. B. Verteidigung, Gesundheit oder Umwelt auch die Förderung neuer **industrieller Technologien**⁷⁵ eine größere Rolle (9 % Ausgabenanteil in der OECD). Andere Länder wie die USA halten sich auf diesem Gebiet betont zurück. Faktisch hatte jedoch die öffentliche Förderung in Rüstung und Raumfahrt in den USA in den 60er und 70er Jahren eine bedeutende Antriebsfunktion für die Informationstechnik und deren massive Expansion.⁷⁶ Eng mit dem Sog der staatlichen Nachfrage im Rüstungsbereich war bspw. die Entstehung und Dynamik des „Silicon Valley“ verbunden. Insofern kann man zivile und militärische Forschung nicht einfach isoliert betrachten, ohne ihr Zusammenspiel im gesamten Innovationssystem zu vernachlässigen.

Zusammenfassend: Es ist offensichtlich ein Spezifikum des amerikanischen „Innovationssystems“, dass es mit seinen Schwerpunkten im militärischen Bereich sowie in Gesundheit und Raumfahrt im Besonderen Industrien der Spitzentechnologie zu Gute kommt, die ausgesprochen aufwändig FuE betreiben. Die Spuren des staatlichen Engagements lassen sich vor allem in den USA bis weit in den kommerziellen Sektor hinein verfolgen. Es gilt - wie in Großbritannien und Frankreich - als „missionsorientiert“, während es in Zentraleuropa und Japan eher als „diffusionsorientiert“ eingestuft wird.

Deutschland sollte sich von dem in den USA ausgehenden Impuls zur Militärforschung nicht allzu sehr beeindrucken und anstecken lassen - jedenfalls unter rein innovationspolitischen Gesichtspunkten. Denn auf diesem Feld wird es keine „lead market“-Position⁷⁷ erreichen können. Zudem weist das schnelle Comeback der US-Industrieforschung ausgangs der ersten Hälfte der 90er Jahre - gerade in einer Situation, in der sich der öffentliche Sektor recht weit aus der Finanzierung von Militärforschungsvorhaben verabschiedet hatte - auf massive „Crowding-Out“-Effekte hin. Denn in aller Regel sind die betreffenden Unternehmen nicht nur in der militärischen Forschung und Produktion tätig, sondern gleichzeitig auch in anderen Sparten des Maschinen- und Fahrzeugbaus, der Elektronik, Metallherzeugung und Chemie. Direkte Überschwappeffekte ergeben sich eigentlich nur bei „multiple purpose“-Produkten.

⁷⁵ Ohne landwirtschaftliche Technologien, die für sich genommen 4,3 % der öffentlichen FuE-Ausgaben aufbringen.

⁷⁶ In den 90er Jahren sind keine derart bemerkenswerten Einflüsse der Militärforschung auf die technologische Position einzelner Länder beobachtet worden. Verstärkt wird vielmehr auf die „Crowding-out“-Effekte der Militärforschung aufmerksam gemacht. Vgl. OECD (2000).

⁷⁷ Ein „lead market“ ist nach Beise (2000) ein Sektor, der hochwertige und durchschlagende Anregungen für Innovationen aus dem Inlandmarkt bezieht, die sich auch auf dem internationalen Markt gut vermarkten lassen.

Heute ist in den USA die staatliche Förderung der Gesundheitsforschung mit einem Anteil von 0,24 % des Inlandsproduktes (EU-Länder: 0,03 %) ein wesentliches Element ihrer herausragenden Stellung in der Biotechnologie.⁷⁸ Beleg dafür ist die Position der USA bei wissenschaftlichen Publikationen (Medizintechnik, Pharmazie, Biotechnologie und Medizin), bei Patenten (Pharmazeutische Wirkstoffe, Arzneimittel, medizinische Diagnosegeräte) und auf den Weltmärkten⁷⁹. Hauptempfänger ist das National Institute for Health, dessen Etat sich seit 1998 mehr als verdoppelt hat. Selbst wenn man gewisse Probleme bei der Abgrenzung des Gesundheitssektors in Rechnung stellt und eine sehr weitreichende Definition zulässt, beansprucht die Förderung der Gesundheitsforschung in den USA einen mehr als vierfach so hohen Anteil am Inlandsprodukt wie in Deutschland. Der Gesundheitswirtschaft werden enorme Wachstumsaussichten beigemessen. Andererseits ist eine starke Ausrichtung auf die „life sciences“ auch nicht ohne Risiken und Nebenwirkungen: Entzugseffekte in anderen Bereichen bei knappem Personal und Preissteigerungen im FuE-Bereich sowie Ineffizienzen⁸⁰ sind einzukalkulieren.

Generell ist jedoch aus diesen Beispielen erkennbar, welcher erheblichen Einfluss einzelne Politikbereiche auf die technologische Entwicklung nehmen können. Alle Ressortpolitiken sollten daher innovationsorientiert formuliert und mit der Innovationspolitik im engeren Sinne verzahnt werden.

2.2.3 Unterstützung industrieller Technologie durch den Staat⁸¹

Staatliche Finanzierungshilfen senken bei Unternehmen das hohe Risiko von FuE-Projekten. Denn diese tendieren wegen der hohen Projektkosten, wegen der Informationsdefizite über die technologischen Möglichkeiten, wegen technologischer Risiken bis hin zum Fehlschlag, wegen der unsicheren Marktaussichten und Erträge - auch aufgrund möglicher Trittbrettfahreneffekte - eher zu zögerlichem FuE-Verhalten, zu „Unterinvestitionen“ in FuE. Staatliche FuE-Finanzierungshilfen können das Projektvolumen näher an das gesellschaftliche Optimum heranführen.

Unter den staatlichen Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung industrieller Technologien⁸² haben **öffentliche Beschaffungen** quantitativ die größte Bedeutung, insbesondere in Ländern mit hohen Verteidigungsausgaben (USA, Frankreich und Großbritannien). Generell sind staatliche innovationsorientierte Beschaffungen gut geeignet, gesellschaftlichen Problemlösungsbedarf in Innovationen und FuE zu transformieren und neue expandierende Märkte anzuregen. Zu diesen „missionsorientierten“ Bereichen gehören z. B. auch Raumfahrt und Gesundheit. Quantitativ an zweiter Stelle sind **Infrastrukturmaßnahmen** in Wissenschaft und Technologie zu nennen, es folgen **finanzielle Anreize** (Zulagen, Zuschüsse, Kredite, steuerliche Förderung).

Die Intensität, mit der industrielle FuE unterstützt wird, variiert stark zwischen den Volkswirtschaften (vgl. Tab. 2.2.2). Der staatlich finanzierte Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft beläuft sich in Italien, Großbritannien, Frankreich und den USA auf rund 10 % bis 14 %. Dort macht er sich

⁷⁸ Vgl. Abramson u. a. (1997) oder Gerybadze (1988).

⁷⁹ Vgl. Schmoch (2005) sowie Frietsch, Gauch, Breitschopf (2004).

⁸⁰ Vgl. Rammer, Polt u. a. (2004).

⁸¹ Dieser Abschnitt ist seit 2004 nur partiell aktualisiert worden, da wesentliche Ergebnisse aus Einzeluntersuchungen der OECD entnommen wurden, die seither nicht auf einen neueren Stand gebracht wurden.

⁸² Vgl. zum Folgenden OECD (1999 und 2000).

auch quantitativ klar bemerkbar. Er liegt in Deutschland nach der hier verwendeten Statistik⁸³ bei 6 % (nach rund 10 % noch Mitte der 90er Jahre und 18 % Anfang der 80er Jahre⁸⁴). Absolut gerechnet gibt die US-amerikanische Regierung mit 20 Mrd. \$ rund das Doppelte für die FuE-Finanzierung in der Wirtschaft aus wie die Regierungen in den EU-Ländern zusammengenommen (ohne Berücksichtigung der EU-Mittel selbst). Diese Unterschiede sind in gewisser Weise Indiz dafür, in welchem Umfang die staatliche Finanzierung von privater FuE Einfluss auf die Verbesserung der Position der Unternehmen im Innovationswettbewerb nimmt. Über die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen ist damit jedoch noch nicht viel gesagt. Denn diese hängen stark davon ab⁸⁵, ob

- der Begünstigte seine „Absorptionsfähigkeit“ erhöhen kann (z. B. bei indirekter FuE-Förderung),
- der Empfänger von direkten FuE-Fördermitteln die Ergebnisse angewandter FuE vornehmlich für sich nutzen kann,
- die Nutzung der FuE-Ergebnisse an bestimmte Bedingungen (Veröffentlichung der FuE-Ergebnisse, Kooperationen o. ä.) geknüpft ist,
- Schlüsseltechnologien, vorwettbewerbliche Forschung oder gar die Erfüllung öffentlicher Aufgaben gefördert werden usw. und
- Breitenwirkung⁸⁶ erzielt werden kann.

Tab. 2.2.2: Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 1991 bis 2004

	1991	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	- Anteile in % -								
GER	10,1 ^a	10,2	9,2	7,0	6,9 ^c	6,7	6,2 ^c	6,1	5,9 ^c
GBR	14,6	10,5	9,6	10,2	8,8	8,9 ^a	6,8	10,9	
FRA	22,3	12,7	10,4 ^a	10,0	9,9	8,4 ^a	10,3	11,1	
ITA	13,2 ^a	16,7	13,1	13,0	11,0	14,9	12,2	14,1	
NED	7,5	6,6	5,4	5,1	5,3	5,2	4,3	3,4	
SWE	10,3	9,5 ^a	7,6 ^a	7,8		5,8		5,9	
FIN	5,5	5,6	4,1	4,2	3,5	3,4	3,2	3,3	3,7
SUI	1,7 ¹	2,4 ¹			2,3				1,5
USA	21,0	16,3	14,0	11,3	8,6	8,4	8,5	10,2	10,7 ^b
CAN	9,9	6,2	5,0	3,5	2,3	3,6	2,4	2,6 ^b	2,6 ^b
JPN	1,4	1,6	1,3	1,8	1,7	1,4	1,5	1,4	1,3
KOR		3,6	4,8	5,8	7,0	8,1	6,4	5,3	4,7
EU-15	13,4^{a,c}	10,7^c	9,1^c	8,3^c	7,8^c	7,7^c	7,3^c	8,3^c	
OECD	13,9^{a,c}	11,0^{a,c}	9,6^c	8,4^c	7,0^c	6,8^c	6,5^c	7,5^c	7,7^{b,c}

a) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen. - b) vorläufig. - c) Schätzungen.
1) 1992 statt 1991 und 1996 statt 1995.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Zusammenstellung des NIW.

⁸³ Die in der deutschen FuE-Statistik ausgewiesenen Zahlen zum staatlichen Finanzierungsbeitrag zu FuE in der Wirtschaft liegen im Jahre 2003 mit 1,8 Mrd. € erheblich niedriger als diejenigen, die von den deutschen Behörden an die internationalen Organisationen gemeldet werden (2,3 Mrd. €). Die Behörden beziehen sich auf die „Geberstatistik“, die sich aus den Titeln von Bund und Ländern zusammensetzt. Vgl. Legler, Grenzmann, Marquardt (2005).

⁸⁴ Vgl. Rammer, Binz (2006).

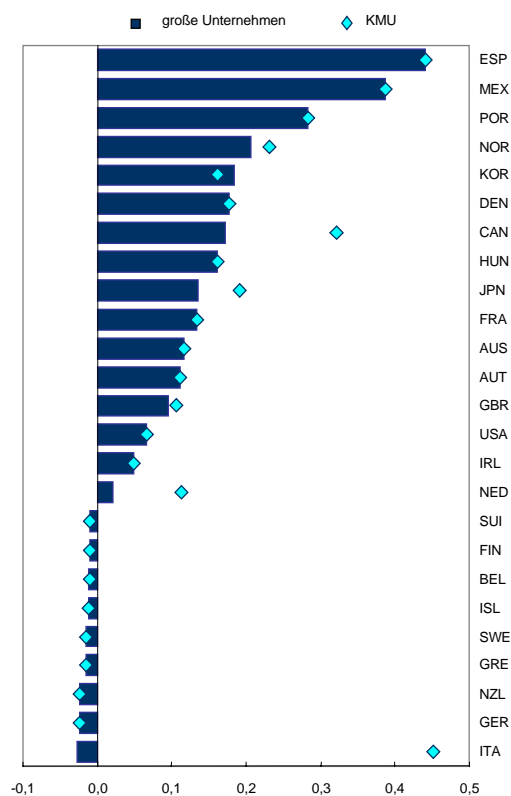
⁸⁵ Vgl. z. B. OECD (2000).

⁸⁶ In manchen Ländern zeigt sich eine deutliche Verzerrung in Richtung Großunternehmen sowie zu Gunsten bestimmter Wirtschaftszweige wie Luft- und Raumfahrt, Waffenindustrie, Energiesektor, Verkehr/Nachrichten, Beratungssektor. In vielen Ländern ist jedoch die „Förderintensität“ - der spezifische Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft - bei Klein- und Mittelunternehmen etwas höher als bei Großunternehmen. Dies gilt auch für Deutschland. Vgl. Legler, Grenzmann, Marquardt (2005).

In den 90er Jahren hat der Staatseinfluss im industriellen Technologiebereich deutlich nachgelassen. Besonders stark sind die Hilfestellungen in den Ländern eingeschränkt worden, in denen der militärische Bereich besonders viele FuE-Ressourcen beanspruchte (USA, Frankreich, Großbritannien), aber auch in Ländern wie Deutschland. Im internationalen Raum zeigt sich parallel eine starke und zunehmende Präferenz für indirekte FuE-Finanzierungshilfen, insbesondere eine für **ertragsteuerliche** Anreize (FuE-Zulage bzw. -Abschreibungen). Indirekte FuE-Förderung gilt als besonders geeignet, den Sockel FuE-betreibender Unternehmen anzuheben.⁸⁷

Bei der **steuerlichen Begünstigung** von FuE gibt es große Unterschiede: Nach einem Schätzmodell der OECD⁸⁸ liegt Deutschland recht weit hinten (vgl. Abb. 2.2.4). Der Abstand zu den übrigen Volkswirtschaften ist so groß - und zudem weist das Vorzeichen auch noch in die falsche Richtung -, dass man schon von steuerlicher Diskriminierung des FuE-Einsatzes in Deutschland sprechen müsste. Allerdings hat es im Vergleich zu Mitte der 90er Jahre eine leichte Verbesserung gegeben. Letzteres gilt im übrigen für die Mehrzahl der betrachteten OECD-Länder.

Abb. 2.2.4: Steuerliche Begünstigung von FuE in den OECD-Ländern
- große sowie kleine und mittelgroße Unternehmen -



Lesehilfe: FuE-Ausgaben von 100 Euro bedeuten in Spanien eine Steuererleichterung von 44 Cent.

Quelle: OECD, Science, Technology and Industry Scoreboard (2005).

⁸⁷ Rammer, Polt u. a. (2004).

⁸⁸ Der Index kann wie folgt definiert werden: Je niedriger der Ertrag vor Steuern ist, um sowohl die ursprünglichen FuE-Kosten als auch die Ertragsteuern zu bezahlen, desto eher ist FuE rentabel. In die Berechnung dieser Größe gehen also sowohl die steuerliche Begünstigung von FuE (bspw. durch spezifische Abschreibungen oder Zulagen) als auch der „repräsentative“ Ertragsteuersatz (Körperschaftsteuer auf einbehaltene Gewinne) ein. Vgl. OECD, STI Scoreboard (2005).

In den meisten Ländern unterscheidet sich die steuerliche Behandlung von FuE in der Wirtschaft zwischen Großunternehmen und Klein- und Mittelunternehmen nicht grundsätzlich. Viele der mittlerweile 18 OECD-Länder mit steuerlicher FuE-Förderung gewähren jedoch zusätzlich Klein- und Mittelunternehmen Sonderkonditionen. Dies sind insbesondere Kanada, die Niederlande, Japan, Norwegen und Italien mit einer deutlichen steuerlichen FuE-Präferenz zugunsten von Klein- und Mittelunternehmen.

2.2.4 Durchführung von FuE im öffentlichen Sektor

Die zunehmende Ausrichtung von Wirtschaft und Gesellschaft auf „Spitzentechnologien“ und „wissensintensive Dienstleistungen“ sowie die Verkürzung der Produktlebenszyklen stellen besonders hohe Anforderungen an das Wissenschafts- und Ausbildungssystem. Hochwertige wissenschaftliche Forschung einerseits und akademische Ausbildung andererseits - d. h. die „Versorgung“ mit hoch qualifiziertem Personal - sind ein zentrales Element für die Innovationsfähigkeit der Gesellschaft und für unternehmerische FuE.

Richtung der FuE-Aktivitäten

Staatlichen FuE-Einrichtungen wird nicht nur vorübergehend-kompensatorisch wieder größere Bedeutung beigemessen. Dies hat auch mit der im Trend nachlassenden Orientierung der Unternehmen an mittelfristig-strategischer unternehmerischer FuE-Politik zu tun: Sie wird immer stärker an Markt- und Absatzaussichten ausgerichtet (vgl. Abschnitt 2.3.2). Damit sich die eigenen technologischen Möglichkeiten nicht zu stark verengen, kaufen die Unternehmen ergänzend Wissen aus Forschungseinrichtungen hinzu, kooperieren mit Partnern aus der Wirtschaft im In- und Ausland. Das Angebot an zusätzlicher vorwettbewerblicher, staatlicher Grundlagenforschung erweitert die mittel- bis langfristigen technologischen Optionen der Unternehmen. Attraktive Bedingungen in Wissenschaft und Forschung sind im Übrigen neben den Markt- und Produktionsbedingungen mit ein entscheidender Faktor, der die Anziehungskraft von Volkswirtschaften und Regionen auf forschende multinationale Unternehmen erhöht. Wissenserweiterung hat als Motiv für eigene FuE-Aktivitäten im Ausland an Bedeutung gewonnen.⁸⁹

- Einerseits geben die Ergebnisse der Grundlagenforschung Orientierung für die anwendungsorientierte Industrieforschung und die Technologieentwicklung in den Unternehmen. Dies trifft vor allem für strategische Grundlagenforschung zu, aber auch für anwendungsorientierte Forschung, die zu einem großen Teil vor allem mit Blick auf die Erfüllung öffentlicher Aufgaben betrieben wird.
- Andererseits sind gerade in Deutschland viele Unternehmen bei ihren Projekten auf Kooperationen mit (öffentlich geförderter) Wissenschaft und Forschung angewiesen. Die Kooperationsformen sind bewährt und ein Wettbewerbsvorteil Deutschlands. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen sind in ihren FuE-Kooperationen (relativ) stärker auf Wissenschaft und Forschung ausgerichtet als Großunternehmen.⁹⁰

Je wichtiger die Beiträge von Wissenschaft und Forschung für Innovationen, Wachstum und Beschäftigung sowie für die optimale Bereitstellung öffentlicher Güter eingeschätzt werden und je knapper

⁸⁹ Vgl. Belitz (2006b).

⁹⁰ Vgl. Legler, Grenzmann, Marquardt (2005) sowie Rammer, Spielkamp (2006).

gleichzeitig die staatlichen Finanzierungsmittel ausfallen, desto intensiver bemühen sich die Regierungen, sowohl die Systeme der öffentlichen Forschung immanent zu verbessern als auch die Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und öffentlichen FuE-Einrichtungen im Innovationsprozess zu intensivieren. Die öffentlichen Einrichtungen geraten wie die privaten Labors unter „Erfolgsdruck“: Strukturelle Reformen, Evaluierungen und Wettbewerb stehen auf der Tagesordnung.

Forschungsintensive Universitäten und Fachbereiche werden darüber hinaus immer stärker in Innovationsnetzwerke eingebunden, sie sind für die Wirtschaft als Kooperationspartner attraktiver geworden. Die Bildung von Schnittstellen zu den Unternehmen - auch auf regionaler Ebene - sowie die Bündelung von Kompetenzen sind damit stark ins Blickpunkt der Innovationspolitik geraten. Aus der Sicht von Wissenschaft und Forschung wiederum leisten Kooperationsvorhaben mit der Wirtschaft zunehmend Finanzierungsbeiträge, sie kommen der Quantität und Qualität der Personal- und Sachmittelausstattung in Forschung und Lehre zu Gute und stellen den Test auf Anwendungsrelevanz der eigenen Forschung dar.

Die ökonomischen Wirkungen der öffentlichen Forschung im Unternehmenssektor lassen sich nur schlecht direkt messen. Sie fallen einerseits eher indirekt und langfristig an, andererseits ist jedoch ein nachhaltiger struktureller Effekt hinsichtlich der technologischen Ausrichtung der Volkswirtschaft zu erwarten. Tendenziell kommt die öffentlich geförderte bzw. bereitgestellte Forschung jedoch Unternehmen zu Gute, die in der Spitzenforschung engagiert sind.⁹¹

Die extrem wichtige Rolle der öffentlichen Forschung und der Forschungsförderung wird häufig am Beispiel der IuK-Technologien herausgestellt⁹², die die technologische Entwicklung in den 90er Jahren am stärksten beeinflusst haben. Internet, World Wide Web und Web Browser sind nicht aus wettbewerblichen Marktprozessen heraus entstanden, sondern aus staatlich finanzierten und maßgeblich in staatlichen bzw. supranationalen FuE-Einrichtungen durchgeführten Arbeiten. Ziel dieser Arbeiten war es dabei ursprünglich **nicht**, neue Industrien aufzubauen; vielmehr standen Sicherheitsaspekte im Vordergrund.

Die **Unabhängigkeit** der Einrichtungen von staatlicher Einflussnahme bzw. ihre Orientierung auf die Bedürfnisse der Wirtschaft hängt eng mit dem jeweiligen „Mix“ innerhalb dieses Zielbündels, mit den jeweiligen spezifischen Missionen der Institute und mit der Finanzierungsstruktur zusammen.

In der **Grundlagenforschung** klaffen private und gesellschaftliche Erträge am weitesten auseinander. Von daher ist der Staat dort auch am stärksten engagiert. Sie wird im OECD-Raum⁹³ überwiegend an den Hochschulen betrieben, jeweils knapp 20 % in der Wirtschaft und in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb von Hochschulen, knapp 10 % in privaten Organisationen ohne Erwerbszweck.

- Die Hochschulen widmen sich im OECD-Mittel zu drei Vierteln der Grundlagenforschung, außer-universitäre Forschungseinrichtungen zu 30 %, die Wirtschaft zu gut 5 % (vgl. Tab. 2.2.3). Eine signifikante Ausnahme ist Großbritannien, wo 14 % der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in

⁹¹ Vgl. OECD (2000).

⁹² Vgl. Sheehan, Wyckoff (2002).

⁹³ Von 19 Ländern, die über 80 % der FuE-Ausgaben in der OECD tätigen, lässt sich FuE in den Statistiken nach der Art der Forschung **und** durchführenden Sektoren auswerten. Für Deutschland und Großbritannien gilt dies leider nicht, allerdings sind Teilm Informationen für den Wirtschaftssektor verfügbar.

die Grundlagenforschung fließen. Forschung **im engeren Sinne** wird also in den meisten Ländern vom Staat finanziert und in seinen Einrichtungen durchgeführt.

Tab. 2.2.3: Art der FuE-Tätigkeit in ausgewählten OECD-Ländern nach durchführenden Sektoren 2004*

- Anteile in %** -

Durchführung	Land/Region	Grundlagenforschung	Angewandte Forschung	Experimentelle Entwicklung
insgesamt	OECD19	18,2	23,6	57,0
Hochschulen	OECD19	74,8	21,7	3,5
wiss. Einrichtungen	OECD19	28,4	34,7	36,3
Wirtschaft	OECD19	5,3	21,2	73,5
Wirtschaft	OECD23	5,2	25,0	69,8
	GER	4,5	51,8	43,8
	USA	4,2	18,7	77,1
	JPN	6,0	19,3	74,5
	GBR	14,1	25,5	60,3
	FRA	5,0	41,2	53,7
	ITA	4,6	50,9	44,5

*) oder aktuelles Jahr. - **) geringfügige unerklärliche Differenzen.

Quelle: OECD, Basic R&D Statistics. - Berechnungen des NIW.

- **Angewandte Forschung** hat ihren (relativen) Schwerpunkt in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb von Hochschulen: Ein Drittel der FuE-Ausgaben fällt dort auf diese Kategorie, an Hochschulen sind es etwas über 20 %. Die Wirtschaft bewegt sich in den westlichen Industrieländern⁹⁴ bei FuE-Aktivitäten zu einem Viertel auf diesem Feld. Allerdings ist im Wirtschaftssektor die Bandbreite außerordentlich hoch: Über die Hälfte wird bspw. in Deutschland und Italien gemeldet, 40 % für Frankreich und ein Fünftel bis ein Viertel in den USA, Japan und Großbritannien.
- In die **experimentelle Entwicklung**, d. h. in neue Produkte und Verfahren, werden insgesamt knapp 60 % der FuE-Mittel gesteckt. Hochschulen sind dabei kaum vertreten, in wissenschaftlichen Einrichtungen betrifft dies gut ein Drittel der FuE-Tätigkeit, in der Wirtschaft 70 %. Die bei der angewandten Forschung angesprochene Bandbreite zwischen wichtigen Ländern findet sich hier spiegelbildlich wider: In Deutschland und Italien sind es in der Wirtschaft gut 40 %, in den USA und Japan rund drei Viertel.

Insofern ist bei einem Vergleich von Strukturkennziffern in Rechnung zu stellen, dass die Schwerpunkte zwischen Industrie und Staat bei FuE doch sehr unterschiedlich gelagert sind. Während bei öffentlichen FuE-Einrichtungen die Betonung eindeutig auf dem „F“ liegt, dominiert in der Wirtschaft das „E“. Der Anteil der Grundlagenforschung an den **gesamten FuE-Aktivitäten** hat in langfristiger Sichtweise eher an Gewicht gewonnen (z. B. USA, Frankreich und in den mittel-/osteuropäischen Reformstaaten). Nur wenige Länder - darunter Deutschland mit seiner starken FuE-Ausrichtung auf die Wirtschaft und die angewandte FuE - schließen sich diesem Trend nicht an. Bemerkenswert ist, dass in den USA die Wirtschaft besonders stark zum Bedeutungsanstieg der Grundlagenforschung beigetragen hat.

Die Einstellung zur Grundlagenforschung hat sich in der Fachdiskussion ein wenig gewandelt. In schwierigen wirtschaftlichen Zeiten mag es als Luxus erscheinen, in „langfristige“ Grundlagenforschung zu investieren, zumal sich die Anstrengungen in kurzer Frist überhaupt nicht auszahlen wer-

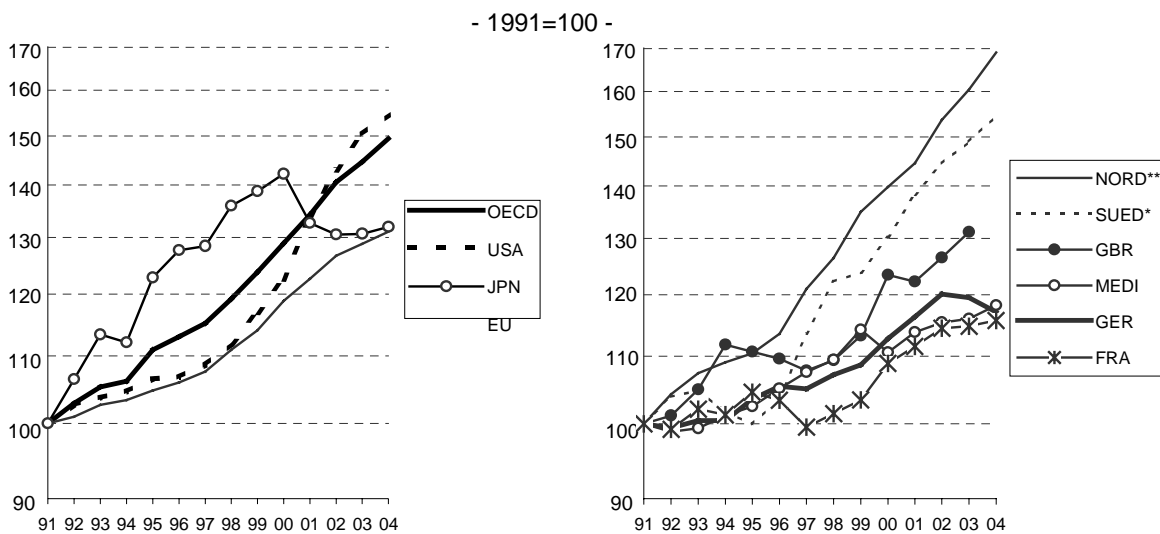
⁹⁴ 23 Länder mit insgesamt über 95 % Anteilen am FuE-Aufkommen.

den. Zudem wirken die Forschungsergebnisse gewöhnlich in die Breite, und eine direkte Beziehung zwischen den eingesetzten Mitteln und den erzielten (ökonomischen) Erträgen kann kaum hergestellt werden. Dies gilt insbesondere für Querschnittstechnologien aus der Spitzenforschung. Grundlagenforschung ist eher selten Grundlage für die technologische Entwicklung - es sei denn, sie würde in enger Tuchfühlung mit der Wirtschaft betrieben. Einerseits wird deshalb der Verbundforschung zwischen Unternehmen und öffentlichen Forschungseinrichtungen in der Forschungs- und Technologiepolitik immer mehr Bedeutung eingeräumt. Zum anderen geht es aber auch darum, Anreize für die Kommerzialisierung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse zu setzen - bspw. durch Kooperationen und Personalaustausch bzw. -transfer, durch Patentierung und Verwertung sowie durch akademische „spin-offs“ und technologieorientierte Unternehmensgründungen.⁹⁵ Darüber hinaus muss man sich im Klaren sein: Je mehr die Grundlagenforschung kommerzialisiert wird, desto stärker verliert sie ihren ursprünglichen Charakter als öffentliches Gut und wird zunehmend privatisiert.

Dynamik der Aktivitäten

Die Kurve der in öffentlichen Einrichtungen durchgeführten FuE-Aktivitäten zeigt langfristig eine ähnliche Dynamik (Abb. 2.2.5) wie die Kurve für die Aktivitäten insgesamt (Abb. 2.1.2). Allerdings ist der Verlauf etwas stetiger als der der Wirtschaft. So hat bspw. ab Mitte der 90er Jahre die Wirtschaft der OECD-Länder ihre FuE-Kapazitäten deutlich schneller ausgeweitet als der öffentliche Sektor, im neuen Jahrtausend war es umgekehrt.

Abb. 2.2.5: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991-2004



NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SUED: ITA, POR, ESP, GRE. - MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.
Halblogarithmischer Maßstab. - *) 2004 geschätzt. - **) ISL, SWE 2004 geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen des NIW.

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

⁹⁵ Vgl. Schmoch, Licht, Reinhard u. a. (2000).

Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen zusammen. Auch in Deutschland haben die Mittel, die innerhalb der gesamten staatlichen FuE-Budgets an die Wirtschaft fließen, von 32 % (1982) auf 14 % (2003) nachgegeben.⁹⁶

- OECD-weit hatte die Wirtschaft in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ihre FuE-Kapazitäten im Jahresdurchschnitt mit 5,9 % ausgeweitet (Tab. 2.1.1). Dieses Tempo hat der Staat (3,3 %) mit seinen wissenschaftlichen Einrichtungen nicht mithalten können.
- Nach dem Jahr 2000 hat sich das Blatt wieder deutlich gewendet. Weltweit hat der öffentliche Sektor nicht nur seine Aktivitäten beschleunigt erhöht (3,8 % p. a. bis 2004), sondern die Wirtschaft (1,8 %) deutlich überflügelt. Insbesondere in den USA (6 %) hat der Staat - wie in den 80er Jahren - geradezu kompensatorisch die Lücke geschlossen, die durch die FuE-Stagnation in der Wirtschaft (0,1 %) entstanden ist. Lediglich in Mitteleuropa (Frankreich, Deutschland und Anrainern) ist die Ausweitung der realen FuE-Ausgaben in der Wirtschaft etwas schneller voran gekommen als in öffentlichen Einrichtungen.⁹⁷

Tab. 2.2.4: Wissenschaftliches Lehr- und Forschungspersonal an deutschen Hochschulen 1995 bis 2004 nach Fachbereichen

Fachbereich	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %			
	1995-2000	2000-2003	2003-2005	1995-2005
Mathematik, Naturwissenschaften	-1,1	3,4	0,8	0,6
Mathematik, Naturwissenschaften allgemein	-0,8	4,5	0,5	1,0
Informatik	2,6	11,3	4,2	5,5
Physik, Astronomie	-1,5	1,4	-0,3	-0,4
Chemie	-4,0	1,2	-0,7	-1,8
Pharmazie	0,8	0,4	1,3	0,8
Biologie	-0,5	3,1	1,2	0,9
Geowissenschaften	-0,8	0,5	-1,0	-0,5
Ingenieurwissenschaften	-0,2	0,7	-0,8	-0,1
Ingenieurwissenschaften allgemein, Bergbau, Hüttenwesen	2,7	0,8	9,1	3,3
Maschinenbau/Verfahrenstechnik	-0,8	-1,1	-1,3	-1,0
Elektrotechnik	-1,6	3,2	-0,7	0,0
Verkehrstechnik, Nautik	-1,5	10,3	9,3	4,0
Architektur, Raumplanung, Bauingenieur-/ Vermessungswesen	1,2	0,3	-3,8	-0,1
Agrar-, Forst- u. Ernährungswissenschaften	-0,5	-0,3	-2,8	-0,9
Humanmedizin*	1,7	2,8	1,8	2,0
Veterinärmedizin	0,4	3,1	0,3	1,2
technische Bereiche insgesamt	0,1	2,3	0,6	0,8
sonstige Bereiche	1,4	3,1	0,7	1,8
Lehr- und Forschungsbereiche insgesamt	0,6	2,6	0,6	1,2

*) Gesundheitswissenschaften sind durchgängig den sonstigen Bereichen zugeordnet.

Quelle: Angaben des Statistischen Bundesamtes. - Berechnungen des NIW.

Inwieweit FuE in öffentlichen Einrichtungen mit den neuerlichen staatlichen Orientierungen auch langfristig zunehmende Bedeutung zugewiesen wird, lässt sich schlecht abschätzen. Angesichts der nachlassenden Ausrichtung der Unternehmen an mittelfristig-strategischen Zielen (vgl. Abschnitt 2.3.1) 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 des öffentlichen Sektors scheint in Deutschland im Übrigen schon wie-

⁹⁶ Vgl. Rammer, Binz (2006).

⁹⁷ 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.

der gebrochen. In Deutschland ist hingegen auch weiterhin kein Aufwärtstrend zu erkennen. Dies signalisiert zumindest den stark gebremsten Anstieg des naturwissenschaftlich-technischen Lehr- und Forschungspersonals an Hochschulen seit Jahr 2003 (vgl. Tab. 2.2.4) sowie der FuE-Ausgaben an Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen.

Nimmt man die langfristige Entwicklung seit Anfang der 90er Jahre zum Maßstab, dann sind in Deutschland die FuE-Ausgaben im öffentlichen Sektor real zwar auch gestiegen (16 %), allerdings deutlich schwächer als in den nordischen Ländern (70 %), Südeuropa und USA (über 50 %) sowie auch im Vergleich zu Japan und Großbritannien (30 %). Zudem sind zwischen 2002 und 2004 die öffentlichen FuE-Kapazitäten in Deutschland gar geschrumpft. Insofern ist der Staat kein gutes Vorbild gewesen und hat die insgesamt vergleichsweise schwache FuE-Dynamik in Deutschland eher befördert als dass er gegengesteuert hat. Dies betrifft nicht nur die Forschung in den eigenen Reihen, sondern gilt weiterhin auch für die Ausbildung von Erwerbspersonen mit natur- und ingenieurwissenschaftlichen Qualifikationen⁹⁸ sowie für Hilfen zur Finanzierung von FuE- und Innovationsprojekten in der Wirtschaft (Abschnitt 2.2.3).

Umfang der „Arbeitsteilung“ mit der Wirtschaft

Im Hinblick auf die derzeitige Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft, Hochschulen und Staat (bzw. Organisationen ohne Erwerbscharakter) bei der Durchführung von FuE (Abb. 2.2.1 und Tab. A.2.2.4) zeigen sich erwartungsgemäß ähnliche Konstellationen wie bei der Finanzierung der FuE-Aktivitäten: Staatlich initiierte FuE findet vorwiegend in öffentlich geförderten Einrichtungen statt, privat finanzierte FuE in den Unternehmen. Allerdings kommt dem Staat bei der Finanzierung von FuE meist eine bedeutend größere Rolle zu als bei der Durchführung.

FuE wird zum überwiegenden Teil in der Wirtschaft durchgeführt, im Schnitt der OECD-Länder zu gut 68 %, Universitäten folgen mit gut 17 % noch vor den außeruniversitären FuE-Einrichtungen und privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (15 %). Selbst zwischen den hochentwickelten Volkswirtschaften streuen die Anteile des öffentlichen Sektors ziemlich stark, zwischen weit über einem Drittel in Frankreich und einem knappen Viertel in Japan. In den USA liegt der Anteil wieder mit stark aufsteigender Tendenz bei gut 30 %. In Europa ist der „öffentliche FuE-Sektor“ mit einem Anteil von über 35 % an den gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten immer noch wesentlich kräftiger entwickelt als bspw. in den USA und Japan.

Im Gegensatz zur längerfristigen Entwicklung von FuE-Engagement oder FuE-Finanzierung ist die Arbeitsteilung bei der Durchführung von FuE-Aktivitäten in den meisten Ländern annähernd gleich geblieben und hat sich bis zum Jahr 2000 auch nur marginal zu Gunsten der Wirtschaft geändert. D. h. langfristig wurde im Bereich der Finanzierung vor allem die staatliche Forschungsförderung in den Unternehmen zurückgefahren, z. B. die Finanzierung der Militärforschung. OECD-weit hat sich der FuE-Zuwachs zwischen 1994 und 2000 zu fast 80 % in der Wirtschaft und nur zu etwas mehr als einem Fünftel im öffentlichen Sektor abgespielt. Für den mehr oder weniger schleichenden Trend des Rückzuges des Staates aus FuE standen insbesondere die USA, aber auch Länder wie Australien, Kanada, die meisten skandinavischen Länder und Irland. In anderen Ländern wiederum haben staatliche

⁹⁸ Vgl. Heine, Egelin u. a. (2006).

FuE-Einrichtungen in den 90er Jahren an Gewicht gewonnen: Hierzu zählen Japan und Großbritannien, Spanien und Italien.

In fast allen Ländern entfällt auf den Staat jedoch im neuen Jahrhundert wieder ein leicht höherer Anteil am FuE-Aufkommen erhalten. Jeweils etwa die Hälfte des (schwachen) realen FuE-Kapazitätswachstums im OECD-Raum ist im öffentlichen Bereich und in der Wirtschaft. Anders in Japan: Dort sind einige private Organisationen ohne Erwerbszweck kommerzialisiert worden; sie werden nun dem Wirtschaftssektor zugerechnet.

Aus deutscher Sicht hatte die Wirtschaft bei der Durchführung von FuE seit 1995 nach merklichen Anteilsverlusten in der ersten Hälfte der 90er Jahre ebenfalls wieder so deutlich zugelegt, dass ihr Anteil an den FuE-Kapazitäten mit über 70 % mittlerweile wieder oberhalb des OECD-Durchschnitts (68 %) liegt. Bei verhältnismäßig stabiler Aufwärtsentwicklung des öffentlichen FuE-Sektors bis 2002 lagen die leichten Wellenbewegungen der Anteile vor allem an den - z. T. konjunkturell bedingten - Fluktuationen im privaten Sektor. Seit 2002 ist der erneute Bedeutungsgewinn des privaten Sektors bei FuE jedoch sowohl auf eine behutsame Ausweitung der eigenen FuE-Kapazitäten als auch auf den FuE-Rückzug im öffentlichen Sektor zurück zu führen.

In beinahe jedem europäischen Land gibt es gewichtige außeruniversitäre FuE-Einrichtungen, während in den USA Universitäten deutlich höhere Bedeutung in der „öffentlichen Forschungslandschaft“ zukommt. In Deutschland besteht hingegen zwischen FuE in Hochschulen und parauniversitären Einrichtungen ein eher ausgewogenes Verhältnis. In Frankreich (CNRS) hatten letztere gar lange Zeit ein größeres FuE-Gewicht als Hochschulen; erst seit Ende der 90er Jahre haben sich die FuE-Gewichte zu Gunsten der Hochschulen verschoben.

Generell macht sich innerhalb des öffentlichen FuE-Sektors eine Strukturverschiebung zu Gunsten der Hochschulforschung bemerkbar. Eine Ausnahme ist Japan, wo eher die Wirtschaft in eine Lücke gestoßen ist, die die Universitäten gerissen haben. Der seit 1994 erklärte Wille zur deutlichen Steigerung der Grundlagenforschung - für die auch entsprechende Mittel bereit gestellt wurden - ist offensichtlich nicht vollzogen worden. Hingegen haben parauniversitäre Einrichtungen in Japan von staatlichen technologiepolitischen Initiativen stark profitiert, weiterhin hat es Privatisierungen gegeben. Nennenswerte Veränderungen sind weiterhin zum einen für Großbritannien und Frankreich (eine Verschiebung zu Lasten der außeruniversitären FuE-Einrichtungen zu Gunsten der Hochschulen), zum anderen für die USA (stark aufsteigende Tendenz der außeruniversitären Einrichtungen) zu beobachten. In Deutschland haben sich die Gewichte zwischen Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen kaum verschoben.

Exkurs: FuE an Hochschulen und Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung

Der „Output“ des Wissenschaftssystems und der öffentlich geförderten Forschung enthält verschiedene Komponenten. Zu den wichtigsten zählt sicherlich die Ausbildung von Wissenschaftlern und Ingenieuren mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess. Darüber hinaus sind neue wissenschaftliche Theorien, Formeln, Instrumente und Methoden, Komponenten, Prototypen und andere Erfindungen zu nennen.⁹⁹ Die Ergebnisse der Grundlagenforschung geben vor allem dann eine wichtige

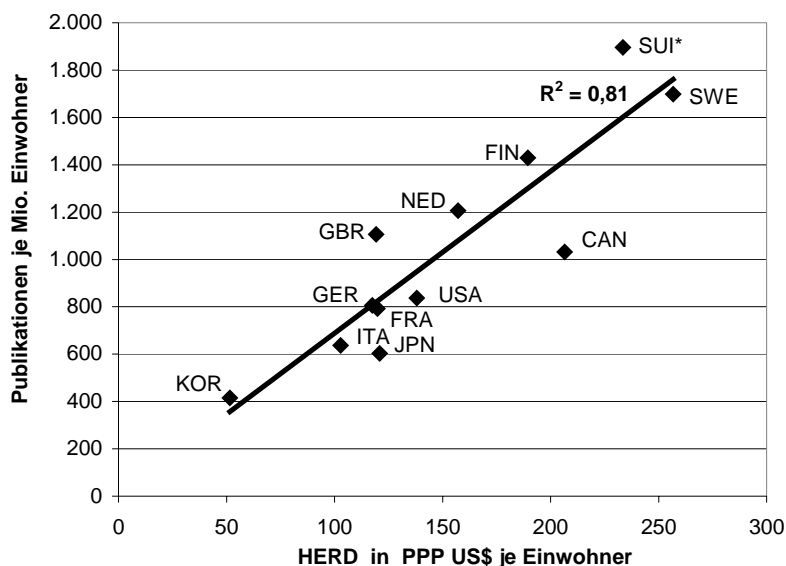
⁹⁹ Vgl. hierzu und zum Folgenden OECD (2001) sowie Schmoch (2003).

Orientierung für die weitere Technologieentwicklung durch Unternehmen oder auch anwendungsorientierte FuE-Einrichtungen, wenn sie im Dialog mit der Wirtschaft entstanden sind. Von daher haben in einer mittel- bis langfristigen Perspektive die Strukturen des Wissenschaftssystems und die Leistungsfähigkeit der Wissenschaftler einen erheblichen Einfluss auf die technologische Entwicklung.

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. Mit der Ausweitung wissenschaftlicher Aktivitäten und dem erhöhten Druck auf Forscher zur Veröffentlichung ihrer Forschungsergebnisse - Publikationen sind vielfach ein „beliebtes“ Instrument zur Evaluierung von Wissenschaftlern, Hochschulinstituten und Forschungseinrichtungen - hat auch die Zahl der wissenschaftlichen Zeitschriften und Artikel kontinuierlich zugenommen.

Deutsche Wissenschaftler behaupten sich auf dem internationalen Markt für wissenschaftliche Publikationen im Rahmen dessen, was auf Grund der FuE-Aktivitäten an Hochschulen „zu erwarten ist“, nämlich im Mittelfeld der G12-Länder. Generell - und dies ist ja auch einleuchtend - besteht ein sehr enger Zusammenhang zwischen der „Publikationsintensität“ und den FuE-Ausgaben in den Hochschulen (vgl. Abb. 2.2.6). Die meisten Fachzeitschriften erscheinen in englischer Sprache und begünstigen damit nicht nur den angelsächsischen, sondern auch kleinere Länder mit begrenztem Sprachraum. Dieser Effekt nimmt jedoch stark ab, da Wissenschaftler überall mehr und mehr in Englisch kommunizieren. Statistisch ist - zumindest im Sample der G12-Länder - von diesem Effekt nichts mehr zu verspüren.

Abb. 2.2.6: Zum Zusammenhang zwischen FuE-Ausgaben in Hochschulen und wissenschaftlichen Publikationen in ausgewählten OECD-Ländern 2003



*) 2004 statt 2003.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators. - Fraunhofer ISI. - Berechnungen des NIW.

Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen Einrichtungen

Wenn FuE im öffentlichen Sektor stattfindet, dann heißt dies nicht, dass sie auch zu 100 % vom Staat finanziert wird. Vielmehr werden FuE-Kooperationen und gemeinsame Forschungsvorhaben zwischen der Wirtschaft und öffentlichen FuE-Einrichtungen immer wichtiger, an denen sich die Wirtschaft finanziell beteiligt. Die Wirtschaft ist zunehmend daran interessiert, das Wissen dieser Einrichtungen für sich zu nutzen und die Hochschulen ihrerseits benötigen zusätzliche FuE-Mittel. Darüber hinaus haben Wirtschaft und Staat ein Interesse an der ökonomischen Verwertung der Grundlagenforschung.

So finanzierte in der OECD (2003) die Wirtschaft im Schnitt gut 6 % der Hochschulforschung (Tab. 2.2.5 und Abb. 2.2.7, Deutschland: fast 13 %) und knapp 3 % der FuE in außeruniversitären FuE-Einrichtungen (Deutschland: knapp 2½ %). Insgesamt lag der Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zur Forschung im öffentlichen Sektor in den OECD-Ländern (2003) bei gut 4½ %, Anfang der 90er Jahre waren es nicht wesentlich weniger, zwischenzeitlich jedoch auch schon 5½ %. Besonders intensiv sind die FuE-Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und öffentlich geförderten Einrichtungen in den Niederlanden, Korea und Finnland - meist durch die intensive Ausrichtung parauniversitärer Einrichtungen auf die Erfordernisse der Wirtschaft. Auch in Deutschland (über 8 %), Großbritannien und Kanada ist die Wirtschaft finanziell überdurchschnittlich hoch an der Forschung in öffentlichen Einrichtungen beteiligt. Der öffentliche Sektor genießt also bei den Unternehmen in Deutschland besondere Wertschätzung. Die enge und eingeübte Vernetzung von Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung ist für Deutschland ein klarer Vorteil.

Für Deutschland wie für viele anderen Länder gilt: Der Beitrag der Wirtschaft zur Hochschulfinanzierung ist höher als zur Finanzierung von außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Ausnahmen bilden Großbritannien, Frankreich, Niederlande und Finnland: Hier sind die Beiträge der Wirtschaft zu außeruniversitärer Forschung höher, allerdings schrumpfen sie aktuell. Deutschland ragt durch seinen besonders hohen Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zur Hochschulforschung deutlich heraus, er ist hier jedoch wenig stark geklettert als in vielen anderen Ländern.

Die Bedeutung der von der Wirtschaft finanzierten öffentlichen Forschung ist - bezogen auf die FuE-Ressourcen, die in den Unternehmen selbst eingesetzt werden - im Trend relativ stabil geblieben (gut 2 % sind es aktuell). Fasst man die privat finanzierten FuE-Leistungen des öffentlichen Sektors als komplementär zu den eigenen FuE-Aktivitäten der Wirtschaft auf, dann hat sich mittelfristig weltweit wenig verändert. In Deutschland ist dies jedoch etwas anders zu beurteilen: Aus einer durchschnittlichen Position Anfang der 90er Jahre (1,8 %) hat der Finanzierungsbeitrag, den Unternehmen zu öffentlichen FuE-Projekten leisten, verglichen mit den im eigenen Hause durchgeführten Aktivitäten auf 3½ % zugenommen.

Tab. 2.2.5 : Finanzierungsanteil der Wirtschaft (in %) an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1991 bis 2004

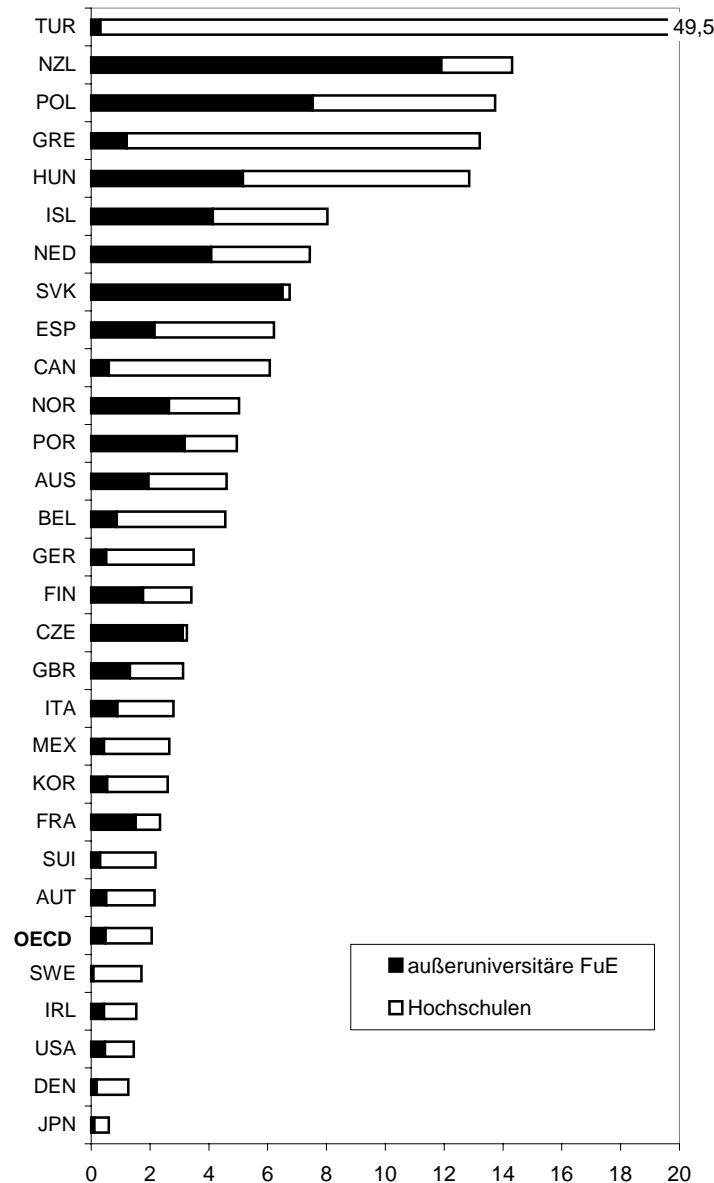
	1991	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	- Anteile in % -								
	insgesamt								
GER	4,1 ^a	6,0	6,2	7,1	7,3	7,7	7,7	8,1	8,3 ^u
GBR	9,7 ^a	6,6	9,1	11,1	10,0	8,2 ^a	7,1	6,6	
FRA	4,5	4,5	5,4 ^a	7,2	4,6 ^a	4,6	4,6	4,1	
ITA*	2,9 ^a	3,4	3,2						
NED	6,3	8,9	9,5	11,0	12,2 ^a	12,2	10,6		
SWE	5,1	4,4 ^a	4,5 ^a	3,9		5,0		4,9	
FIN	7,2 ^a	8,5	8,8 ^a	8,2	8,9	9,8	9,0	8,4	8,2
USA***	4,3	4,4	4,8	4,9	4,9	4,5	4,3	4,1 ^b	3,9 ^b
CAN	5,0	5,9	8,0	7,2	7,7	7,9	7,4	7,2	7,2 ^b
JPN	2,3	1,8	1,9	2,1	1,9	1,7	2,8	2,5	2,0
KOR		18,4	11,9	8,7	12,4	10,9	8,6	9,1	9,1
EU-15 insgesamt	5,3^{a,c}	5,6^{a,c}	6,1^c	7,3^c	6,4^c	6,6^c	6,4^c	6,3^c	
OECD insgesamt	4,4^{a,c}	4,9^{a,c}	5,1^c	5,5^c	5,1^c	5,0^c	4,9^c	4,7^c	
	Hochschulen								
GER	7,0 ^a	8,2	9,7	11,3	11,6	12,2	11,8	12,6	12,8 ^u
GBR	7,8	6,3	7,1	7,3	7,1	6,2	5,8	5,6	
FRA	4,2	3,3	3,1 ^a	3,4	2,7 ^a	3,1	2,9	2,7	
ITA*	4,0	4,7	3,8						
NED	1,2	4,0	4,3	5,1	7,0 ^a	7,1	6,7		
SWE	5,2	4,6 ^a	4,8 ^a	3,9		5,5		5,5	
FIN	3,6	5,7	5,2 ^a	4,7	5,6	6,7	6,2	5,8	5,8
SUI**	1,8	6,2	7,1		5,1		6,0		8,7
USA	5,3	5,5	6,0	6,2	6,0	5,5	4,9	5,3 ^b	5,0 ^b
CAN	7,0	8,1	9,8	9,1	9,6	9,4	8,6	8,4	8,4 ^b
JPN	2,4	2,4	2,4	2,3	2,5	2,3	2,8	2,9	2,8
KOR		22,4	14,9	10,8	15,9	14,3	13,9	13,6	15,9
EU-15 insgesamt	5,8^{a,c}	5,9^{a,c}	6,2^c	6,5^c	6,6^c	6,7^c	6,6^c	6,5^c	
OECD insgesamt	5,5^{a,c}	5,8^{a,c}	6,0^c	6,1^c	6,6^c	6,4^c	6,2^c	6,1^c	
	außeruniversitäre Einrichtungen								
GER	0,8 ^a	3,41	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,7 ^u
GBR	12,0 ^a	6,9	11,9	17,2	15,1	12,5 ^a	10,4	8,9	
FRA	4,8	5,4	7,6 ^a	10,8	6,7 ^a	6,3	6,7	5,7	
ITA*	1,9 ^a	1,8	1,5	1,1	1,7	3,5	3,4	1,2	
NED	14,8	16,7	17,7	20,4	22,9 ^a	21,6	18,7	16,2 ^a	
SWE	4,8	3,0	2,9	3,8		1,6		1,7	
FIN	11,2 ^a	11,9	14,1	14,2	14,5	15,2	14,2	13,6	13,1
SUI	0,3 ^c								
USA***	←			2,7	→				
CAN	1,7	1,8	4,2	2,9	3,1	3,9	3,7	3,4	3,1 ^b
JPN	2,2	0,7	0,9	1,8	1,0	0,7	2,8	1,8	0,9
KOR		16,5	9,9	6,9	9,5	8,1	4,6	5,5	3,4
EU-15 insgesamt		6,1^c	6,7^c	8,4^c	6,2^c	6,4^c	6,1^c	6,0^c	
OECD insgesamt	2,7^{a,u}	3,2^{a,u}	3,4^u	3,9^u	3,1^u	3,1^c	3,0^c	2,7^c	
	FuE-Mittel der Wirtschaft für öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft								
GER	1,8 ^a	3,0	3,0	3,1	3,1 ^c	3,3	3,4	3,5	3,5 ^u
GBR	4,5	3,4	4,7	5,3	5,0	3,9 ^a	3,4	3,1	
FRA	2,8	2,8	3,1 ^a	4,0	2,7 ^a	2,6	2,6	2,3	
ITA*	2,3 ^a	3,0	2,8						
NED	6,1	8,0	7,7	8,3	8,5	8,6	7,9	7,4	
SWE	2,4	1,5	1,5	1,3		1,5		1,7	
FIN	5,3	4,9	4,5	3,7	3,6	3,9	3,8	3,5	3,4
USA***	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,5 ^b	1,4 ^b
CAN	4,9	4,2	5,3	5,0	5,0	4,9	5,5	5,7	6,1 ^b
JPN	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7	0,5	0,9	0,8	0,6
KOR		6,3	4,3	3,2	4,1	3,3	2,7	2,7	2,6
EU insgesamt	3,0^{a,c}	3,3^c	3,5^c	3,8^c	3,5^c	3,5^c	3,4^c	3,4^c	
OECD insgesamt	1,9^{a,c}	2,2^{a,c}	2,1^c	2,2^c	2,1^c	2,1^c	2,1^c	2,1^c	

*) 1996 statt 1997. - **) 1992 statt 1991, 1996 statt 1995 und 1998 statt 1997. - ***) Unveröffentlichte Schätzungen des ZEW für die wirtschaftsfinanzierte außeruniversitäre Forschung in den USA. Diese Quote wurde unverändert beibehalten.

a) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen. - b) vorläufig. - c) Schätzungen.

Quelle: OECD, MSTI (2006/1). - Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.2.7: FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen im Jahre 2004*



*) oder aktuellstes Jahr.

Quelle: OECD, MSTI (2006/1) - Unveröffentlichte Schätzungen des ZEW für die wirtschaftsfinanzierte außeruniversitäre Forschung in den USA. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Die Aktivitäten von Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung vernetzen sich also zunehmend. Denn formelle und informelle Kooperationen zwischen den Akteuren auf beiden Seiten sind - gerade in Zeiten, in denen die mittelfristige und strategische Orientierung der Unternehmen in FuE immer mehr einer an den kurzfristigen Markterwartungen ausgerichteten Projektplanung gewichen ist (vgl. Abschnitt 2.3.2) - mit entscheidend dafür, dass die Früchte der gesellschaftlichen Investitionen in Wissen, Wissenschaft und technologische Forschung auch geerntet werden können. Deshalb geraten die Schnittstellen zwischen Industrie und wissenschaftlicher Forschung sowie die schnellere und effizientere Diffusion des Wissens zunehmend in den Brennpunkt der Innovationspolitik (Netzwerke, Cluster, Exzellenzzentren usw.). Inwieweit das „Comeback“ des Staates bei FuE in Hochschulen und parauniversitären FuE-Einrichtungen seit Ende der 90er Jahre eine Konsequenz geänderter politischer Prioritätensetzung ist und damit dauerhaft sein wird oder ob sich darin vor allem nur der politische

Wille widerspiegelt, eine für vorübergehend gehaltene FuE-Durststrecke in der Wirtschaft zu kompensieren, muss abgewartet werden.

2.3 FuE in der Wirtschaft

Denn weltweit hat der Staat seit Beginn der 80er Jahre sukzessive seinen Beitrag an der Finanzierung und an der Durchführung von FuE zurückgenommen. Insofern sind die säkularen Trends zwar einerseits von ihm mit beeinflusst. Auf der anderen Seite heißt das jedoch - auch vor dem Hintergrund, dass der Staat nur etwa ein Drittel der FuE-Kapazitäten bereit stellt -, dass der Großteil der FuE-Entwicklungsdifferenzen zwischen den Volkswirtschaften (Abschnitt 2.1) auf das FuE-Verhalten der Wirtschaft zurückzuführen ist. Auch in Deutschland war die Wirtschaft in den 70er und 80er Jahren die Kraft, die die FuE-Intensivierung maßgeblich vorangetrieben hatte¹⁰⁰. In diesem Zusammenhang ist noch einmal an die Eingangsthese zu erinnern, nach denen ein Großteil der gesamtwirtschaftlichen Wachstums- und Produktivitätsdifferenzen zwischen den Volkswirtschaften an den FuE- und Innovationsaktivitäten festgemacht werden kann. Genau genommen wären diese Unterschiede dann vor allem auf Unterschiede im FuE-Verhalten der Unternehmen zurückzuführen.

Der folgende Abschnitt liefert einen Überblick über die Entwicklung der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft seit Beginn der 90er Jahre mit besonderem Fokus auf die der deutschen Wirtschaft. Er geht dabei auf die Struktur- und Verhaltensentwicklung, Einfluss von Konjunktur und Wachstumserwartungen, auf staatliche Impulse in den OECD-Ländern sowie auf die Herausforderung durch aufholende Schwellenländer ein.

2.3.1 Auf und Ab im vergangenen Jahrzehnt

Ende der 80er Jahre wurde für keinen Unternehmenssektor in der OECD eine derart hohe FuE-Intensität gemessen wie für Deutschland (2,8 % der Bruttowertschöpfung). Dies relativierte sich jedoch rasch (vgl. auch Abschnitt 2.3.3). Denn Anfang der 90er Jahre wurde in vielen Ländern FuE in der Wirtschaft zurück gefahren - in Deutschland mit am schnellsten.

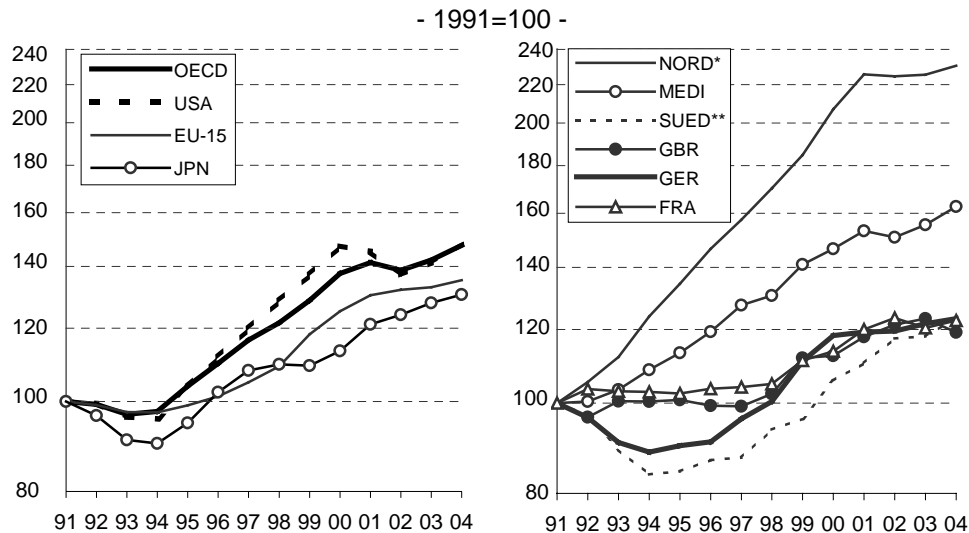
FuE-Aufschwung der 90er Jahre

In den meisten größeren Ländern - wie in Deutschland - wurde die Stagnation bzw. Rezession der FuE-Aufwendungen der ersten Hälfte der 90er Jahre im Unternehmenssektor in den folgenden Jahren zwar klar überwunden, die Investitionen in neues Wissen nahmen wieder zu. Im Aufschwung der zweiten Hälfte der 90er Jahre hat sich jedoch die räumliche Umschichtung der weltweiten industriellen FuE-Kapazitäten fortgesetzt - einerseits global von Europa in die USA und nach Japan/Asien und zudem innerhalb von Europa von den großen Ländern in kleinere Volkswirtschaften Nord- und Mitteleuropas, wo die privaten FuE-Anstrengungen selbst in der ersten Hälfte der 90er Jahre z. T. deutlich erhöht wurden (Abb. 2.3.1¹⁰¹). Dies hat die Reihenfolge in der Spitzengruppe der forschungsintensivsten Volkswirtschaften gründlich durcheinander gebracht.

¹⁰⁰ Vgl. Legler, Grupp u. a. (1992).

¹⁰¹ Zur langfristigen Entwicklung vgl. Abb. A.2.3.1.1 in: Legler, Krawczyk (2005).

Abb. 2.3.1: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2004



Halblogarithmischer Maßstab. - *) ISL und SWE geschätzt. - **) GRE und POR 2003 statt 2004.
 NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SUED: ITA, POR, ESP, GRE. - MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.
 Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen des NIW.

Für die Welt-FuE-Wirtschaft war damals quantitativ vor allem von Bedeutung, dass sich in den USA der rückläufige Trend umgekehrt hatte. Seit dem relativen Minimum 1994 nahmen die FuE-Ausgaben der US-amerikanischen Wirtschaft mit realen Raten von 7½ % wieder stark zu, was sich - trotz der hohen Produktionswachstumsraten der Wirtschaft - auch in einer deutlichen Zunahme der FuE-Intensität (Abb. 2.3.2) niederschlug.

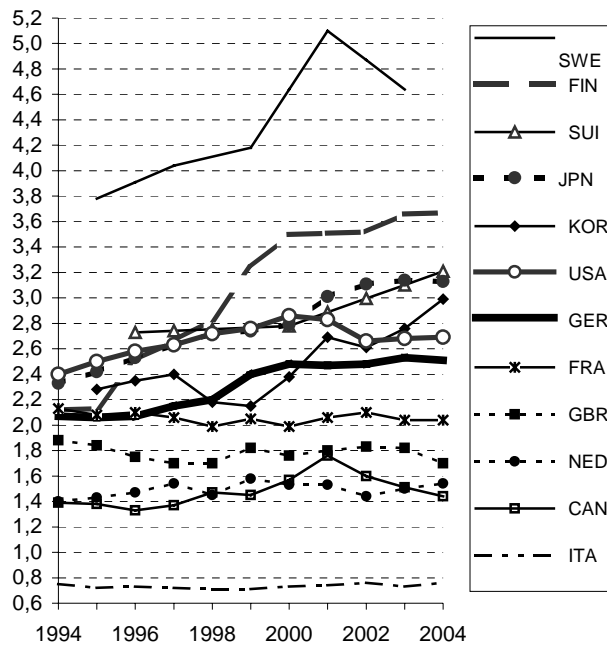
Lässt man also Finnland, Schweden, die „kleinen“ FuE-Länder Südeuropas und Mexiko einmal außer Betracht, dann waren die USA der Spitzenreiter im FuE-Wachstum (Abb. 2.3.3) - gemessen an den absoluten FuE-Kapazitätserweiterungen sowieso. Ihr Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft der westlichen Industrieländer war seit 1994 von 43½ % auf 47½ % gestiegen: Knapp 54½ % der zwischen 1994 und 2000 zusätzlich geschaffenen FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft waren in den USA entstanden (Abb. 2.1.3).

In der OECD insgesamt waren die realen FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors seit 1994 jahresdurchschnittlich um knapp 6 % gestiegen, nimmt man die USA aus, dann waren es gut 4½ %. So gesehen haben Deutschland und Japan (mit knapp 5 bzw. 4 % p. a.) mit den nicht-US-amerikanischen Konkurrenten mithalten können. Auch Korea hat trotz der Schwierigkeiten in der „Asienkrise“ mit entsprechenden Wachstumsverlusten bei FuE in der Wirtschaft sehr schnell aufholen können (durchschnittliche reale Zuwachsrate über 4½ %). Andere große Länder wie Großbritannien, Frankreich, Italien (im Schnitt zusammen reichlich 1½ %) sind hingegen zurück geblieben. Für Europa insgesamt hat sich die Lücke zu den USA damit deutlich ausgeweitet: Der FuE-Anteil an der Wertschöpfung im Unternehmenssektor lag mit gut 1,7 % um über 1,1 Prozentpunkte hinter den USA zurück (1994: 0,8 Prozentpunkte). Entsprechende Konsequenzen für Wettbewerbsfähigkeit und Dynamik wurden von den europäischen Behörden nicht ausgeschlossen.¹⁰²

¹⁰² European Commission (2003).

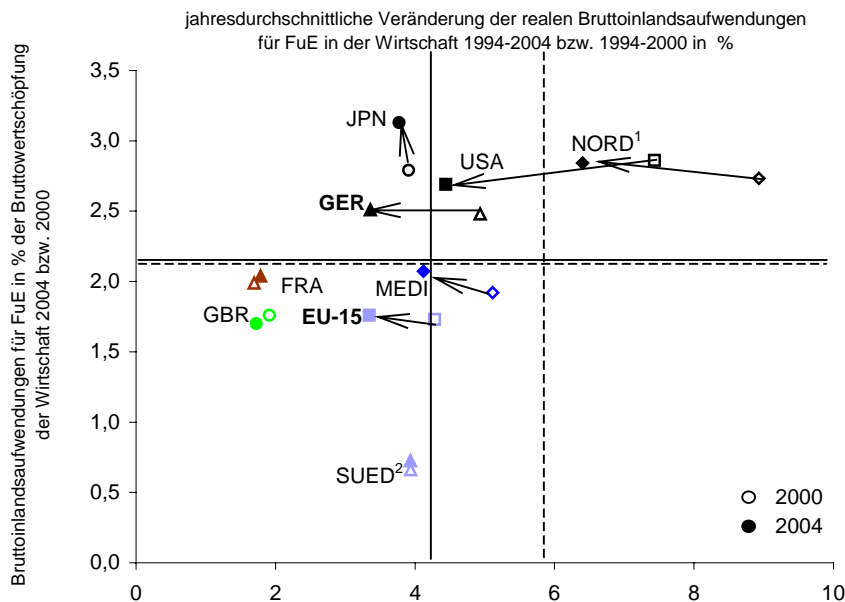
Abb. 2.3.2: FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1994 bis 2004*

- Bruttoinlandsaufwendungen** für FuE in % der Bruttowertschöpfung der Wirtschaft -



*) Daten zum Teil geschätzt. - **) Aufwendungen für FuE-Aktivitäten, die innerhalb eines Landes durchgeführt werden.
Quelle: OECD, MSTI (2006/1). - Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.3.3: FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE in der Wirtschaft nach Weltregionen 1994-2004



NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SUEDE: ITA, POR, ESP, GRE. - MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.
Die Linien markieren die jeweiligen Werte für den OECD-Durchschnitt, die durchgezogenen für das Jahr 2004 (Ordinate) bzw. 1994 bis 2004 (Abszisse), die gestrichelten für 2000 (Ordinate) bzw. 1994 bis 2000 (Abszisse).
OECD-Werte sind von OECD geschätzt, 2004 vorläufig.
Lesehilfe: In den Jahren 1994 bis 2004 (1994 bis 2000) sind die realen Bruttoinlandsaufwendungen für FuE in Deutschland um 3,4 (4,9) % p.a. gestiegen. Die FuE-Intensität lag bei 2,5 (2,5) %.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Während die Unternehmen aus größeren europäischen Volkswirtschaften (Großbritannien, Frankreich und Italien) Schwierigkeiten hatten, das FuE-Aufschwungtempo mitzuhalten, zeigte sich innerhalb Europas in der FuE-Dynamik ein ausgeprägtes Nord-Süd-Gefälle mit einer gewissen Tempoverlagerung zu Gunsten der Unternehmen im nordischen Raum. Hinsichtlich des absoluten Gewichts mag der Bedeutungszuwachs der nordischen Länder weltwirtschaftlich betrachtet zwar als gering erscheinen. Die Unternehmen haben sich jedoch im Zuge der FuE-Intensivierung auf den entsprechenden Märkten einen deutlichen Kompetenzvorsprung vor den mitteleuropäischen Volkswirtschaften erarbeitet, der sich sowohl bei den Patentanmeldungen in den relevanten (Spitzen-)Technologiefeldern als auch bei den internationalen Handelsströmen zeigt¹⁰³. Allerdings war die Entwicklung im Sog der „New Economy“-Krise auch mit Rückschlägen verbunden - sowohl bei FuE als auch bei Patenten und auf den Weltmärkten, vor allem im Zusammenhang mit IuK-Technologien (vgl. auch Abschnitt 2.3.2).

FuE-Baisse im neuen Jahrhundert

In der Wirtschaft wurden OECD-weit im Jahr 2004: 495 Mrd. \$ für FuE ausgegeben, das sind im 2,17 % der Bruttowertschöpfung im Unternehmenssektor. Die FuE-Intensität der Wirtschaft ist in Schweden (2003) mit 4,6 % mehr als doppelt so hoch wie im OECD-Durchschnitt; es folgen Finnland (3,7 %), die Schweiz (3,2 %), Japan (3,1 %) sowie Korea (3 %). In Dänemark und den USA (jeweils 2,7 %), Island und Deutschland (jeweils 2,5 %) produziert die Wirtschaft ebenfalls noch überdurchschnittlich FuE-intensiv. Frankreich (2 %) und Großbritannien (1,7 %) kommen an diese Marke hingegen nicht heran. Außerhalb des OECD-Raumes sind im Unternehmenssektor vor allem Israel (4,9 %) und Taiwan (2,2 %) als herausragend FuE-intensive Produzenten einzustufen.

Das neue Jahrhundert hat jedoch einen erneuten Einschnitt im FuE-Verhalten der Wirtschaft mit sich gebracht. Denn die FuE-Intensität der OECD-Wirtschaft lag im Jahr 2001 höher als sie sich aktuell darstellt (Abb. 2.3.3). Die industriellen FuE-Kapazitäten sind seit dem Jahr 2000 nur noch um weniger als 2 % ausgeweitet worden (vgl. auch Tab. 2.1.1). Die Dynamik ist verloren gegangen. Denn in 2000 - nach einer Aufschwungphase von nur sechs Jahren - ist die US-Wirtschaft erneut in ein Tief geraten. In bislang nicht gekanntem Ausmaß sind dort zwischen 2000 und 2002 die realen FuE-Ausgaben zurückgenommen worden. Sie zeichnet maßgeblich für die in der OECD insgesamt zumindest bis 2003 beobachtete FuE-Stagnation verantwortlich. 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: Diese sind mit weitem Abstand der größte FuE-Standort für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten von multinationalen Unternehmen¹⁰⁴, auch nicht-forschende Unternehmen profitieren vom dortigen Know how. Nicht zuletzt dürfte der über den Warenverkehr mit den USA verbundene Technologietransfer leiden. Die USA sind immerhin der Welt größter Lieferant von Spitzentechnikerzeugnissen.

Unklar ist überhaupt, wie die Wirtschaft in den westlichen Industrieländern bei FuE auf die gedämpfte Ausweitung des Produktionspotenzials und auf die allgemeine Unsicherheit im gesamten politischen Umfeld reagiert und ob angesichts des aktuellen makroökonomischen Umfeldes die mittelfristig auf Expansion eingestellten FuE-Planungen realisiert und finanziert werden können. Einige Ö-

¹⁰³ Vgl. Frietsch, Breitschopf (2003) sowie Schumacher (2005). Vgl. auch Abschnitt 2.3.2.

¹⁰⁴ Vgl. Belitz (2006b).

konomien (Japan, Großbritannien, Frankreich sowie die europäischen Südländer) haben sich kaum oder nur wenig beirren lassen und FuE auf dem (Expansions-)Kurs der zweiten Hälfte der 90er Jahre belassen. Korea hat das Tempo sogar noch einmal gesteigert (über 10 % FuE-Kapazitätsausweitung p. a. seit 2000). Für andere Länder wiederum werden Zuwachsraten gemeldet, die erheblich niedriger ausfallen als in den Jahren zuvor (Deutschland und Nordeuropa).

Bei anhaltend gebremstem Wachstumstempo ist durchaus mit einem stark abgeflachten Verlauf bei den FuE-Aktivitäten zu rechnen. Dies gilt vor allem für Deutschland. Die Wirtschaft hat bei der FuE-Kapazitätsausweitung in einer gemeinsamen Betrachtung der Aufschwung- **und** Stagnationsphase seit 1994 den EU-Durchschnitt gehalten; sie hat sich auch noch vor Frankreich und Großbritannien gesetzt, die allerdings seit Beginn des neuen Jahrhunderts deutlich expansiver als die deutsche Wirtschaft aufgetreten sind. Der Dynamikvorsprung ist damit auch im europäischen Vergleich stark abgeschmolzen; zusätzlich haben praktisch alle kleinen europäischen Volkswirtschaften die Herausforderungen aufgegriffen und erhebliche Anstrengungen unternommen, der von der Europäischen Kommission vorgegebenen FuE-Zielvorgabe (3 % im Jahre 2010) so gut es geht zu folgen.

2.3.2 Wirtschaftsstruktur und Verhaltensänderungen

Wirtschaftsstruktur

Ein Großteil der FuE-Intensitätsunterschiede und -Entwicklungspfade 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 (z. B. Datenverarbeitungsdienste), die zum einen besonders hohe Anforderungen an FuE in der Verarbeitenden Industrie stellen¹⁰⁵, zum anderen aber zunehmend selbst FuE betreiben. Zumindest in den angelsächsischen und in den nordischen Ländern wird dies auch in der FuE-Statistik deutlich.

Das weltweit seit den 90er Jahren verhaltene Wirtschaftswachstum war nicht gerade strukturwandel-fördernd. Die Geschwindigkeit, mit der sich **forschungsintensive Industrien** in den großen Volkswirtschaften auf Kosten der weniger forschungsintensiven haben durchsetzen können, hatte in den 90er Jahren zunächst merklich nachgelassen¹⁰⁶. Somit war eine wichtige Triebfeder für die FuE-Intensivierung der 70er und 80er Jahre in manchen Ländern praktisch ausgefallen bzw. hatte nur in bescheidenem Umfang positiv zu Buche geschlagen. Rein rechnerisch betrachtet drückt auch der sektorale Strukturwandel zu Gunsten der **Dienstleistungswirtschaft** die FuE-Intensität des Unternehmenssektors nach unten.¹⁰⁷ Dem müsste man jedoch entgegen stellen, dass FuE in den Dienstleistungssektoren allenthalben deutlich schneller als in der Verarbeitenden Industrie und weit über das „strukturwandelneutrale“ Maß hinaus zugenommen hat. Insbesondere Datenverarbeitungsdienste, Softwarefirmen und spezialisierte FuE-Dienstleistungsunternehmen haben zu diesem Wachstum beigetragen. Zudem wäre zu überprüfen, ob die enormen Anforderungen, die wissensintensive Dienstleistungen an

¹⁰⁵ Wissensintensive Dienstleistungen stehen in besonders intensivem Kontakt mit Technologielieferanten aus der Industrie, z. B. Kommunikation, Mobilität, Gesundheit, innere und äußere Sicherheit, Umwelt usw..

¹⁰⁶ Vgl. Schumacher, Legler, Gehrke (2002).

¹⁰⁷ Zu den Besonderheiten von FuE im Dienstleistungssektor vgl. Legler, Krawczyk (2005).

die technologische Leistungsfähigkeit der Industrie stellen¹⁰⁸, den o. a. Strukturwandeleffekt nicht mehr als ausgleichen. So ist bei einer hohen Dynamik hochwertiger Dienstleistungen mit einer **schnelleren** FuE-Intensivierung zu rechnen: Hochwertige Dienstleistungen bestimmen immer mehr die Richtung der Innovationstätigkeit, die Industrie orientiert sich zunehmend an deren Bedürfnissen. Begünstigt sind insbesondere die besonders forschungsintensiven Industrien Pharmazie, Medientechnik/Elektronik, Computer, Luftfahrzeugbau. Die neuerlichen weltweiten Strukturanteilsgewinne des forschungsintensiven Sektors hängen ebenfalls mit der Expansion wissensintensiver Dienstleistungen zusammen.

Elektronik, Computer, Medien- und Medizintechnik, Pharmazie und wissensintensive Dienstleistungen beanspruchen ca. 60 % der weltweiten FuE-Kapazitäten. Gerade das Beispiel der nordischen Länder zeigt den Einfluss der Bereitschaft zum sektoralen Strukturwandel bei FuE. Sie sind vielfach Heimatländer erfolgreich expandierender Unternehmen, die sich im technologischen Aufholprozess vornehmlich jeweils auf ausgewählte **Spitzentechnologien** (Nachrichtentechnik, IuK, Pharmazie/Biotechnologie) oder zusätzlich in expandierenden Branchen wie der Automobilindustrie (Schweden) mit entsprechend hohem FuE-Bedarf konzentrieren. Sie tun dies intensiver als die meisten anderen Länder und haben damit einen gehörigen binnenwirtschaftlichen Strukturwandel bewirkt. Allerdings birgt die Konzentration auf wenige Technologiefelder auch Risiken in sich, die bei sich rasch verändernden Märkten (z. B. Telekommunikation) gravierend ausfallen können. Dies zeigte sich bspw. nach dem Ende der „new economy hype“ im neuen Jahrtausend.

Die weltwirtschaftlichen Wachstumspotenziale¹⁰⁹ lagen insgesamt betrachtet dennoch eher in diesen Spitzentechnologiebranchen als in der „gehobenen Gebrauchstechnologie“, die in Deutschland sehr stark die Industrie- und FuE-Struktur dominiert (vgl. Abschnitt 2.4). Insbesondere die in der industriellen Breite FuE-aktiven größeren europäischen Volkswirtschaften haben ihre Ressourcen nicht so schnell für neue Spitzentechnologien mobilisieren können wie dies kleineren Ländern gelungen ist.

Die USA, die strukturell sowieso schon intensiver in diesen Spitzentechnologiebereichen verhaftet waren, haben diesen Trend allerdings nutzen können und in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ihre FuE-Kapazitäten wieder erheblich ausgebaut. Gerade weil die USA der Welt größter Lieferant von Spitzentechnikerzeugnissen sind, soll hier stichwortartig auf die kurzfristige Entwicklung in einzelnen Bereichen eingegangen werden.¹¹⁰ Denn der FuE-Einbruch in der US-Wirtschaft zwischen 2000 und 2002 war 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 der Vorjahre 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.¹¹¹

¹⁰⁸ Vgl. z. B. Klodt, Maurer Schimmelpfennig (1997) sowie Grömling, Lichtblau, Stolte (2000).

¹⁰⁹ Vgl. Schumacher (2005).

¹¹⁰ Vgl. OECD, ANBERD database sowie verschiedene Mitteilungen von SRS.

¹¹¹ Zu dieser „Verlagerung“ können zum einen echte Auslagerungen von FuE in spezialisierte Dienstleistungsunternehmen, zum anderen aber auch statistische Effekte (Schwerpunktwechsel von forschenden Industrieunternehmen in den Dienstleistungssektor) beigetragen haben.

- 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. Bislang herrscht Stagnation.
- Die gleiche Frage stellt sich für den Automobilbau, der allerdings aus strukturellen Gründen - Unternehmenszusammenschlüsse, Standortverlagerungen - mit FuE-Kapazitätsschnitten zu tun hat, die noch nicht wieder aufgefüllt sind.
- Die US-Pharmaindustrie sowie der Luft- und Raumfahrzeugbau bauen ihre FuE-Kapazitäten bereits seit 2001 wieder auf. Die Pharmaindustrie hat bereits im Jahr 2002 das 2000er Niveau klar übertroffen, kommt allerdings nur langsam wieder auf den FuE-Expansionspfad der 90er Jahre. Im Luft- und Raumfahrzeugbau ist das FuE-Niveau des Jahres 2000 hingegen schon 2003 wieder um 50 % übertroffen worden und damit auf dem Niveau der 90er Jahre.
- 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 Rückgang der FuE-Kapazitäten in der US-Wirtschaft 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 zufolge¹¹² noch nicht wieder vollständig erholt haben. Für diese Industriezweige wird die Entwicklung auch sorgenvoll kommentiert. Die meisten anderen sind - von einem niedrigeren Niveau 2001 aus startend - wieder im Aufwärtstrend.

Konjunktur und Wachstumserwartungen

Neben dem strukturellen Trend der Verlagerung zu Gunsten von Spitzentechnologien und Dienstleistungen wurde in den 90er Jahren die **konjunkturelle Abhängigkeit** der FuE-Anstrengungen in der Wirtschaft deutlicher sichtbar¹¹³. Die zyklische Komponente von FuE ist lange Zeit durch die starke Trendkomponente in den 80er Jahren, als der Wissensstock allenthalben immer schneller ausgeweitet wurde als das gesamtwirtschaftliche Produktionspotenzial, überlagert worden. Sie wurde erst spürbar, als der Trend gestoppt war, d. h. die großen Volkswirtschaften an die Marke von 3 % bei der FuE-Intensität gestoßen waren, die damals vielfach als „Schallmauer“ angesehen wurde. Gedämpfte Wachstumserwartungen zu Beginn der 90er Jahre für die kurze und mittlere Sicht hatten den Unternehmen zunächst eine vorsichtiger FuE-Politik nahegelegt: Die Rentabilität von FuE-Projekten schien angesichts hoher Realzinsen zu unsicher. Mit der Verbesserung der Wachstumsperspektiven für die zweite Hälfte der 90er Jahre hat die FuE-Intensität in vielen Ländern wieder angezogen, insbesondere in den wachsenden Regionen Amerikas und Asiens.

Konjunkturelle Abhängigkeit heißt eine Orientierung von unternehmerischer FuE an kürzerfristigen Zeitzielen und die partielle Abkehr von einer an **längerfristig-strategischen Zielen** ausgerichteten FuE-Politik. Dies dürfte ein wesentlicher Unterschied in den unternehmerischen Verhaltensweisen

¹¹² Der Hinweis auf die statistischen Meldungen an die OECD erfolgt nicht ohne Bedacht. Denn eigentlich hatten die meisten Beobachter noch bis 2004 mit rückläufigen FuE-Kapazitäten in den USA gerechnet. Frühere Angaben an die Statistik sowie US-Erhebungen wiesen auch noch bis 2003 ein Minus aus. Erst für das Jahr 2005 war wieder eine leichte Erholung erwartet worden. Tatsächlich war der FuE-Aufschwung der US-Wirtschaft bereits seit 2002/2003 im Gange - es hatte nur keiner gemerkt.

¹¹³ Zum Zusammenhang zwischen FuE und der konjunkturellen Situation vgl. Rammer, Grenzmann, Penzkofer, Stephan (2004).

zwischen den 80er Jahren und den Folgeperioden sein. Vieles hat sich in der Einstellung der Unternehmen zu FuE geändert: Sie müssen stärker darauf achten, dass ihre FuE-Anstrengungen konkrete Resultate bringen. Grundlegende FuE mit strategischer Orientierung in Zentralforschungseinheiten ist zu Gunsten von angewandter, projektorientierter FuE in den Betriebseinheiten geopfert worden. „F“ wurde kleiner geschrieben, „E“ hingegen größer. Die Unternehmen suchen den schnelleren Erfolg, was sich auch in einer graduellen Umgewichtung der FuE-Ausgaben innerhalb der Innovationsbudgets bemerkbar macht. Aktivitäten zur Umsetzung von vorhandenem Wissen hatten zeitweise größeres Gewicht bekommen als die Schaffung neuen Wissens. Die Konsequenz ist: In dem Maße, in dem die zyklische Komponente das FuE-Geschehen bestimmt, in dem Maße ist FuE noch stärker als früher von der Gestaltung der allgemeinen wirtschaftlichen und konjunkturellen Rahmenbedingungen abhängig. Die Unternehmen müssen von stabilen und ausreichend hohen Markt- und Absatzerwartungen ausgehen, wenn sie sich durch FuE-Projekte auf neue Märkte vorbereiten oder ihr Unternehmen in forschungsintensivere Bereiche lenken wollen. Dies scheint der Hauptgrund dafür zu sein, dass in Deutschland ab dem Jahr 2000 praktisch parallel zum schwachen Wirtschaftswachstum in der Wirtschaft ein flacher FuE-Anstieg bis hin zur Stagnation zu beobachten ist und dass FuE auch in vielen anderen Ländern auf einem angepasst-flachen Pfad verläuft.

Im Falle der USA dürfte es die konjunkturelle Komponente zusammen mit den höheren Wachstumsaussichten gewesen sein, die FuE in der Wirtschaft in der zweiten Hälfte der 90er Jahre wieder nach vorne gebracht hat - wenn man einmal davon absieht, dass dort der Rückgang der FuE-Intensität in den Vorjahren nicht so stark ausgefallen war wie in Deutschland. Darüber hinaus weist die US-Industrieforschung in ihrem FuE-Portfolio schon immer eine stärkere Orientierung auf Spitzentechnologieforschung auf (Abschnitt 2.4), die - was die sektorale Entwicklung in der Pharmaindustrie, der Telekommunikation und der Elektronik angeht - in den 90er Jahren besonders gefordert war. Andererseits sind gerade auf dem Feld der Telekommunikation nach den bislang vorliegenden Informationen in den USA die FuE-Kapazitäten extrem stark nach unten angepasst worden.

Staatliche Impulse

Die „**Hebelwirkung**“ öffentlicher Nachfrage und Unterstützungen ist in den 90er Jahren zunehmend schwächer ausgefallen. Dies hatte zum einen strukturelle, zum anderen aber auch haushaltspolitische - und damit im weitesten Sinne auch konjunkturelle - Gründe. Dass die Unternehmen hierauf auch positiv reagieren können, zeigt das schnelle Comeback der US-Industrieforschung ausgangs der ersten Hälfte der 90er Jahre: Denn gerade in einer Situation, in der sich der öffentliche Sektor recht weit aus der FuE-Finanzierung verabschiedet hat, hat die amerikanische Wirtschaft ab 1993/94 FuE wieder sehr stark intensiviert. Dies lässt auch darauf schließen, dass mit extrem hohem staatlichen Eingriff in die Industrieforschung - wie z. B. durch militärisch motivierte Forschung - auch „Crowding-Out“-Effekte verbunden sein können, deren Wirkung in der US-Wirtschaft zunehmend weniger spürbar geworden ist.

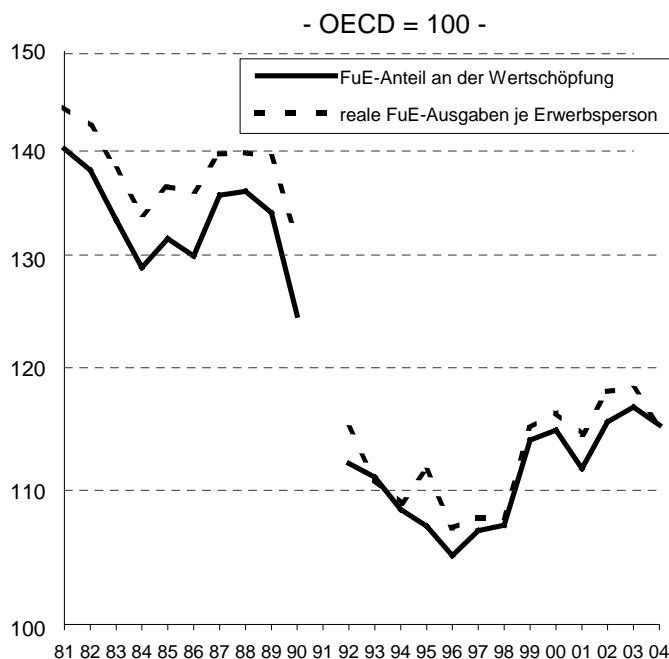
Seit Ende 2000 hat sich in den USA das Rad jedoch wieder gewendet (Abschnitt 2.2.2) - und nicht nur dort. Der Staat sieht sich in vielen Ländern wieder stärker in der konjunktur-, wachstums- und strukturpolitischen Verantwortung und besinnt sich wieder auf seine fundamentale Rolle in Bildung und Wissenschaft, in Forschung und Technologieentwicklung. Dies hat sich vor allem positiv auf die FuE-Aktivitäten des Staates in den eigenen Reihen ausgewirkt, mit besonderer Akzentuierung in den USA, aber auch in anderen Ländern (Abb. 2.2.5). Treibende Kraft in den USA sind exzessiv ausgeweitete Gesundheits- und Militärforschungsmittel, die noch nicht auf die Kapazitätsbildung in der

Wirtschaft durchgeschlagen haben. Insofern hat der Staat dort kompensatorisch eingegriffen. Inwieweit dies letztlich nicht zur Verdrängung von privaten FuE-Aktivitäten geführt hat, muss abgewartet werden. In Europa ist jedoch zusätzlich zu vermelden, dass parallel zum verstärkten staatlichen FuE-Engagement die Wirtschaft selbst bei einem wenig expansiven gesamtwirtschaftlichen Kurs FuE voran treibt - Deutschland liegt in dieser Beziehung allerdings deutlich zurück.

2.3.3 FuE-Position der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich

Deutschlands Wirtschaft produziert überdurchschnittlich forschungsintensiv (vgl. Abb. 2.3.4). 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 - wieder 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. Langfristig betrachtet sind die Unternehmen aus den übrigen westlichen Industrieländern der deutschen Wirtschaft mit ihren FuE-Anstrengungen näher gekommen. Lagen Deutschlands Unternehmen bei den FuE-Anstrengungen Ende der 80er Jahre noch ganz vorne, so nehmen sie jetzt Platz 8 ein.

Abb. 2.3.4: FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2004 im Vergleich*



Halblogarithmischer Maßstab. - *) Bis einschl. 1990 Westdeutschland.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Berechnungen des NIW.

- Der Positionsverlust Deutschlands bei FuE zu Beginn der 90er Jahre ist - rechnerisch - nur zu einem geringen Teil auf die Vereinigung beider deutscher Staaten zurückzuführen, denn der Rückbau der FuE-Kapazitäten der Wirtschaft hatte bereits eher begonnen und sich auch in Westdeutschland zunächst stark beschleunigt. Vielmehr dürften die indirekten ökonomischen Effekte der deutschen Einheit, die im Gefolge staatlicher Transferprogramme den konsumtiven Bereichen starke Nachfrageimpulse verliehen hatten, das FuE-Verhalten der Industrie negativ beeinflusst ha-

ben. Verstärkt wurden diese Effekte dadurch, dass die technologieintensiven Investitionsgüterindustrien von der weltweiten Rezession mit ihren Auswirkungen auf die Investitions- und Innovationsneigung in Deutschland betroffen waren. Bei FuE handelt es sich um langfristige Prozesse, die man ohne Schaden zu nehmen nicht einfach unterbrechen darf, nur weil gerade mal deutsche Wiedervereinigung ist oder eine konjunkturelle Flaute herrscht.

- Im zweiten Drittel der 90er Jahre hat sich in Deutschland bei industrieller FuE eine Trendwende vollzogen. Im Wettbewerb mit anderen hochentwickelten Volkswirtschaften waren allerdings zwei bis drei Jahre ins Land gegangen, bis in Deutschland die Investitionen in neues Wissen wieder in dem Tempo angestiegen sind, das andere Volkswirtschaften vorgelegt haben. Deutschlands Wirtschaft in den 90er Jahren hat wie ein Nachzügler agiert.
- Im neuen Jahrzehnt ist FuE nur Mitläufer. Eine „konjunkturneutrale“ Aufstockung der industriellen FuE-Kapazitäten - und nichts anderes bedeutet die seit Jahren etwa konstante FuE-Intensität - dürfte angesichts des Kapazitätsrückbaus der ersten Hälfte der 90er Jahre und des geringen Wachstumstempos im neuen Jahrhundert keinesfalls ausreichen. Eine konjunkturelle Anpassung bedeutet für sich genommen keine trendmäßige, substantielle Verbesserung - insbesondere in einer Situation, in der die Unternehmen in vielen anderen Volkswirtschaften ihre FuE-Anstrengungen schon wieder nachhaltig erhöht haben.
- Zwar hat der zeitweise kräftige FuE-Kapazitätsabbau in der US-Wirtschaft 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 Wirtschaft in den meisten großen europäischen Ländern (vgl. Tab. 2.1.1). Die deutsche Wirtschaft erhöhte ihr FuE-Niveau ebenfalls nur in mäßigem Tempo (1 % p. a.) und hält mit der internationalen Dynamik nicht mehr Schritt. Nimmt man die USA aus, dann hat die deutsche Wirtschaft ihre Position seit 2000 gegenüber den meisten Weltregionen verschlechtert. Im Schnitt lag die Ausweitung der FuE-Kapazitäten im Wirtschaftssektor der OECD-Ländern außerhalb der USA bei 3,2 %; hiervon ist die deutsche Wirtschaft sehr weit entfernt. Der Substanzverlust der ersten Hälfte der 90er Jahre ist nach wie vor in gleicher Größenordnung vorhanden, der Rückstand hat sich in den letzten Jahren wieder eher erhöht. Es wäre zumindest ein Teilerfolg, wenn die Dynamik der übrigen europäischen Länder gehalten werden könnte.
- Die Bedeutung der deutschen Wirtschaft für FuE in der Weltwirtschaft hat sich stark reduziert: Anfang der 80er Jahre belief sich ihr Anteil an den FuE-Aufwendungen im OECD-Raum auf 12 %, 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 Weltregionen, meist aus Asien hinzugekommen (vgl. Abschnitt 2.3.4). 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 7 % fast halbiert.

Trotz aller kritischen Bemerkungen: In Deutschland hat die Wirtschaft FuE seit einigen Jahren wieder deutlich **mehr Aufmerksamkeit** geschenkt. Zumindest in dieser Beziehung ist offensichtlich im letzten Drittel der 90er Jahre wieder eine Verbesserung der Ausgangslage für FuE eingetreten. Die ansatzweisen FuE-Steigerungen gerade bei Großunternehmen in Spitzentechnikbereichen¹¹⁴ dürften

¹¹⁴ Vgl. Legler, Grenzmann, Marquardt (2005).

mit einer wieder etwas stärkeren mittelfristig-strategischen Orientierung der Industrieforschung zusammenhängen. Aus den Fehlern in der ersten Hälfte der 90er Jahre sollte gelernt worden sein - auch und gerade vor dem Hintergrund der absehbar nur schwachen Ausweitung des Produktionspotenzials. Dies ist eine ernsthafte Nagelprobe für die Stabilität des deutschen Innovationssystems. Dabei hat es den Anschein, als sollte sich ein „Einbruch“ bei FuE, wie er ab Ende der 80er bis Mitte der 90er Jahre erfolgt ist, nicht einstellen.

Die Rückbesinnung bei den Unternehmen entlässt den Staat allerdings keinesfalls aus seiner Funktion, weiterhin intensiv in Grundlagenwissen und -forschung zu investieren und gleichzeitig zusätzliche Schnittstellen zu den Unternehmen herzustellen. Denn unabhängig von der offensichtlich etwas positiveren Einstellung zu mittelfristig orientierten Projekten ist langfristig nicht mehr damit zu rechnen, dass strategische Zukunftsvorsorge durch FuE in den Planungen der Unternehmen wieder das Gewicht wie in den 80er Jahren erhält. Der Aufbau und die Ausweitung der öffentlich geförderten Forschung in strategischen Feldern auf hohem Niveau wird immer wichtiger. Auch in dieser Hinsicht gibt es in Deutschland eine Trendwende - allerdings mit deutlich geringerer Dynamik als in den meisten konkurrierenden Volkswirtschaften (Abschnitt 2.2).

Exkurs: FuE in der Wirtschaft, Exportorientierung und weltmarktrelevante Patente

Gemessen am FuE-Einsatz in der Wirtschaft ergibt sich für Deutschland also insgesamt ein mittlerer Rangplatz unter den Industrieländern. Nun sind aber nicht nur die Ressourcen wichtig, sondern auch die „Produktivität“ der eingesetzten Faktoren: Die Erfindung neuer Technologien, die Einführung neuer Produkte am Markt und der Einsatz neuer Verfahren sind letztlich die direkten Determinanten der technologischen Leistungsfähigkeit der Wirtschaft.

Produktion, Diffusion und Anwendung von Wissen sind keine „Einbahnstraßen“, sondern rekursive Prozesse, sie bedingen einander. Das Erfindungs- und Innovationsverhalten der Unternehmen ist daher keineswegs nur an den wissenschaftlichen und technologischen Möglichkeiten orientiert, sondern immer stärker an den Märkten¹¹⁵. Reine technologische Ziele (wie bspw. „Technologieführerschaft“) spielen als Innovationsstrategie nur noch in geringem Umfang eine Rolle. Mit der Marktorientierung der FuE- und Innovationsprozesse wird auch der Schutz des technologischen Wissens und der Innovationen immer wichtiger. Auf der anderen Seite: Die Beanspruchung von **Schutzrechten** ist immer auch ein Zeichen dafür, dass die Unternehmen technische Fortschritte erzielt haben oder mit neuen oder differenzierten Angeboten auf den Markt kommen. Daher haben Schutzrechtsstatistiken z. T. auch eine gewisse Indikatorfunktion für technologische Neuerungen sowie neue (oder auch nur marginal differenzierte) Produkte und Dienstleistungen.

Marktrelevante FuE- und Erfindungstätigkeit spiegelt sich in Patenten wider. Sie werden in der Regel in einem frühen Stadium des Innovationsprozesses angemeldet, bei der Erfindung des grundsätzlichen technischen Prinzips. Greifbare Produkte müssen zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorliegen. Patente sind daher ein „Frühindikator“ dafür, wo und wie viel neues, potenziell kommerziell verwertbares Wissen entstanden ist („Throughput“).¹¹⁶ Patente sind im internationalen Technologiewettbewerb

¹¹⁵ Vgl. zum Folgenden Rammer (2002).

¹¹⁶ Vgl. Grupp (1997).

jedoch auch ein strategisches Instrument.¹¹⁷ Es ist deshalb schwierig, den ökonomischen Wert von Patenten zu ermitteln. Denn nicht jede technologische Neuerung ist patentierbar, auch wird nicht jede patentierfähige Neuerung zum Patent angemeldet. Die Patentierneigung differiert zudem von Branche zu Branche und von Unternehmen zu Unternehmen und von Zeit zu Zeit. Weiterhin ist das Patentrecht international nicht immer vergleichbar.

Von daher können die verwendeten Methoden großen Einfluss auf die Ergebnisse nehmen. Kritisch ist bei international vergleichenden Analysen vor allem die Auswahl der geeigneten Patentbehörden, um „Heimvorteile“ weitgehend auszuschalten¹¹⁸. Ein wichtiges Kriterium, die Spreu vom Weizen zu trennen, ist die Weltmarktrelevanz von Patenten. Erfinder beantragen in der Regel zunächst bei der heimischen Behörde Patentschutz und suchen erst in zweiter Linie im Ausland um Schutz nach - allerdings für einen deutlich geringeren Anteil von Erfindungen, denen auch ein entsprechender ökonomischer Wert beigemessen wird. Denn der zusätzliche Patentschutz verursacht Kosten. Als weltmarktrelevante Patente¹¹⁹ werden daher solche 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: „Triade-Patente“ repräsentieren Erfindungen mit besonders hoher technischer und wirtschaftlicher Bedeutung, sie gelten als Indiz für Expansionsmöglichkeiten auf innovativen Märkten. Gleichzeitig 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. Dies kann man gut daran erkennen (vgl. Abb. 2.3.5),

- dass im internationalen Querschnitt¹²⁰ der G12-Länder die FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft recht gut auch die Triade-Patentintensität der Volkswirtschaften widerspiegeln,
- dass es jedoch überwiegend außenhandelsintensive (kleinere) Länder sind, die durch die FuE-Aktivitäten etwas unterschätzt werden,
- dass die USA und Japan im Vergleich zu den europäischen Ländern auf deren Heimmarkt mit den FuE-Aktivitäten deutlich überschätzt werden,
- dass EPA-Patentaktivitäten für sich genommen jedoch nur schlecht mit FuE-Aktivitäten korrelieren und sich insofern der Heimvorteil stark auswirkt, und
- dass die USA als generell wenig außenhandelsintensives Land auch in der Triade wesentlich weniger Patente anmelden als man nach dem internationalen FuE-„Normalmuster“ hätte erwarten können¹²¹.

¹¹⁷ Vgl. Blind u. a. (2003).

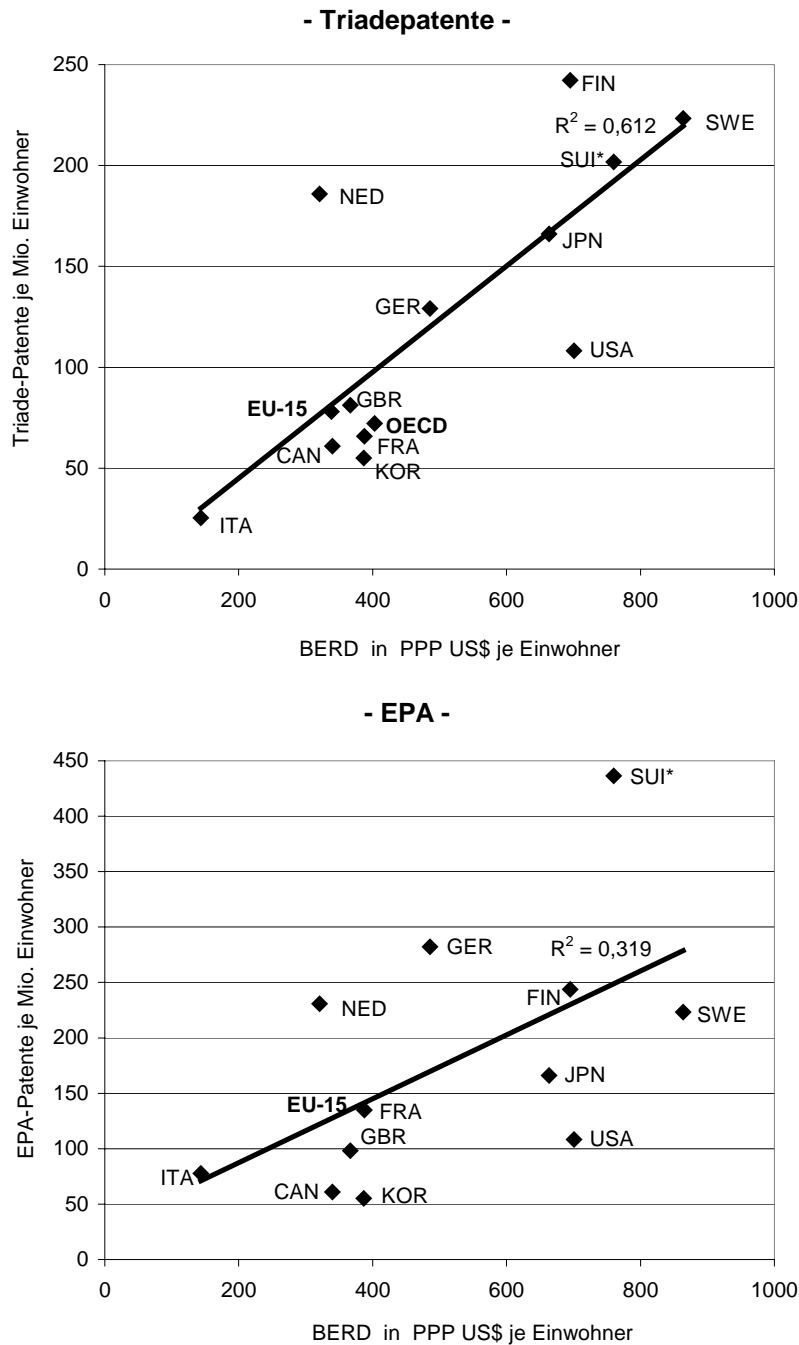
¹¹⁸ Zur Rolle des „Heimvorteils“ kann man Zusammenstellungen der OECD (2001, 2002) auswerten: Der Heimvorteil wirkt sich vor allem auf die europäischen Länder sowie auf Japan aus. Während die EU-Länder bspw. am Europäischen Patentamt (EPA) knapp die Hälfte aller Patente anmelden, kommt aus Japan etwa jedes sechste Patent. Nimmt man die von der OECD berechneten „Triadefamilien“, dann werden Japan 27 % zugerechnet, den EU-Ländern hingegen nur knapp ein Drittel. Hinsichtlich der Bedeutung der USA macht es kaum einen Unterschied, welches Verfahren gewählt wird. OECD (2001, 2002).

¹¹⁹ Vgl. Grupp u. a. (1997).

¹²⁰ Im Längsschnitt gibt es allerdings kaum Zusammenhänge zwischen der FuE- und Patentneigung, d. h. Patente sind FuE in bestimmten Phasen davongelaufen, haben sich jedoch auch immer wieder von FuE einholen lassen.

¹²¹ Hinzu kommt, dass in den USA ein wesentlich höherer Teil der Spitzenforschung gewidmet ist, die per se weniger patentintensiv ist.

Abb. 2.3.5: Zum Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen (BERD) und Patentanmeldungen 2003



*) BERD 2004 statt 2003.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators. - Fraunhofer ISI. - Berechnungen des NIW.

Deutschlands Innovationssystem ist an diesen Kurven gemessen besonders umsetzungsorientiert. Denn je Kopf gerechnet liegt es bei FuE unter den G12-Ländern im Mittelfeld (Rang 6), bei EPA-patenten hingegen auf Rang 1 und bei Triadepatenten auf Rang 5. Erheblich bessere „fits“ bekommt man, wenn man die Patentanmeldungen je Einwohner der G12-Länder uno actu mit FuE- und Exportintensitäten in Zusammenhang bringt. Insbesondere auf dem europäischen Markt wirkt sich die Exportintensität sehr stark als zusätzlicher Einflussfaktor für die Patentaktivitäten aus:

$$\text{Patente}_{\text{Triade}} = -50 + 0,21 \text{ BERD} + 0,010 \text{ Ausfuhr}_{\text{Triade}} \quad R^2_{\text{adj}} = 0,81$$

(4,6**) (3,74**)

$$\text{Patente}_{\text{EPA}} = -23 + 0,21 \text{ BERD} + 0,021 \text{ Ausfuhr}_{\text{Europa}} \quad R^2_{\text{adj}} = 0,70$$

(2,38*) (4,00**)

* signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %, ** von 1 %.

2.3.4 FuE-Dynamik in der Wirtschaft aufstrebender Schwellenländer¹²²

Die technologische Herausforderung der westlichen Industrieländer durch aufholende Schwellenländer ist außerordentlich ausgeprägt (vgl. Abschnitt 2.1.3). Vielfach ist die Wirtschaft dort treibende Kraft für die FuE-Entwicklung:

- China bspw. hat die Wirtschaft ihre FuE-Anstrengungen seit Mitte der 90er Jahre bis 2004 mehr als verfünffacht und sich damit in kurzer Frist mit FuE-Ausgaben von mittlerweile 63 Mrd. \$ vor Deutschland (42 Mrd. \$) auf Rang 3 der forschungsreichen Länder katapultiert.¹²³ Nach einer Ver6,7fachung der realen FuE-Ausgaben liegt sein Anteil an den gesamten chinesischen FuE-Kapazitäten bei zwei Dritteln, was durchaus mit den Relationen in den großen „westlichen“ Industrieländern vergleichbar ist. Es gibt sicher kein Unternehmen von Weltgeltung, das nicht in China investiert hat, dem größten Empfängerland von ausländischen Direktinvestitionen. Trotz der enormen Volumina ist die chinesische Wirtschaft in Forschung und Technologie längst noch nicht auf Augenhöhe mit der Wirtschaft in der „westlichen Welt“.
- In Indien sind die Daten eher spärlich. Dort liegt der Anteil der Wirtschaft an der Durchführung von FuE-Aktivitäten allerdings erst bei einem Viertel. Die indische Wirtschaft gehört mit FuE-Aufwendungen von 6 Mrd. \$ dennoch in die Top 13. In Indien gründen ausländische Unternehmen vielfach produktionsunabhängige FuE-Stätten. 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 dort hat vielmehr teilweise auch Weltmarktrelevanz.
- Drei Viertel der zwischen 2002 und 2004 in Entwicklungsländern errichteten neuen FuE-Standorte befinden sich nach einer UNCTAD-Studie¹²⁴ in Indien oder China.
- Unter den Ländern aus dem Nicht-OECD-Raum ragen von der FuE-Intensität her vor allem Israel (4,9 % FuE-Anteil an der Wertschöpfung) und Taiwan (2,2 %) heraus. Nimmt man die erwähnten Länder China und Indien sowie Japan und Korea hinzu, dann weist dies auf das Ausmaß der globalen FuE-Gewichtsverlagerungen in Richtung Asien hin. Die Wirtschaft in den asiatischen Staaten ist derzeit der FuE-Treiber.
- Ungarn, Tschechien und die Slowakei sind nach Erhebungen der UNCTAD¹²⁵ 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,

¹²² Vgl. die parallel erstellte Ausarbeitung von Krawczyk, Frietsch, Schumacher (2006).

¹²³ Beim FuE-Personaleinsatz lauten die Relationen zwischen China und Deutschland 700 Tsd. zu (geschätzt) 300 Tsd.

¹²⁴ UNCTAD (2005).

¹²⁵ UNCTAD (2005).

Portugal, Australien und Deutschland platziert. Insgesamt ist ihr Auftreten als FuE-Akteur jedoch noch zurückhaltend.

Auch die als herausragend empfundene Rolle der USA bei unternehmerischer FuE relativiert sich, wenn man den Analysekreis um die aufholenden Schwellenländer erweitert (Abb. 2.1.8). Denn diese Länder haben im Zeitraum von 1995 bis 2003: 31 % der zusätzlichen FuE-Ausgaben getätigt - sie haben damit fast den gleichen Beitrag geleistet wie die USA (32 %) und mehr als die EU (18 %, davon Deutschland 5 %) und Japan 13 %. Der Marginalbeitrag der Aufholländer - drei Viertel davon stammt aus China - erscheint in einem besonders strahlenden Licht, wenn man die Ausgangsbasis von Mitte der 90er Jahre (unter 10 %) betrachtet. Nun beträgt der Anteil an den FuE-Ausgaben bereits rund 20 %.

Hinter den technologischen Anstrengungen der Aufhol-Länder steht vielfach auch eine exportorientierte Entwicklungsstrategie.¹²⁶ 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 die für FuE benötigten hochwertigen Qualifikationen knapp geworden¹²⁷, 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.¹²⁸

Bei den Motiven für ein FuE-Engagement deutscher Unternehmen in aufholenden Schwellenländern muss man tendenziell unterscheiden¹²⁹ zwischen

- Klein- und Mittelunternehmen, die sich eher aus **Kostengründen** (Fachkräftepotenzial) - und dann auch vornehmlich in der Nachbarschaft, also in mittel-/osteuropäischen Reformstaaten („near shoring“) - 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.

Globalisierung ist somit kein Privileg von Großunternehmen mehr. Hinsichtlich der Wirkungen des Aufkommens neuer FuE-Wettbewerber auf den FuE-Standort Deutschland muss man zwischen den

¹²⁶ Dies führt neuerdings sogar zu dem Phänomen, dass einzelne große Unternehmen aus Aufhol-Ländern in Industrieländern, aber auch in anderen Entwicklungsländern FuE-Investitionen vornehmen.

¹²⁷ Gehrke, Heine (2006).

¹²⁸ Vgl. Rose (2006).

¹²⁹ Vgl. Lau, Zywiets (2005), Kinkel, Lay (2004).

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 aufstrebenden Schwellenländern kann von der deutschen Wirtschaft nicht auf der Kosten-, sondern nur auf der Innovationsseite gewonnen werden. Dies bedarf 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.

2.4 FuE-Sektoralstruktur im internationalen Vergleich

International gesehen gilt es nicht nur, die „komparativen Vorteile“ der Arbeitsteilung in Produktion und Außenhandel zu nutzen, sondern auch bei FuE und Innovationen. Das heißt: Keine Volkswirtschaft wird das Innovationspotenzial in jeder Branche voll ausschöpfen können; es wäre auch nicht sinnvoll. Vielmehr werden sich die einzelnen Volkswirtschaften gewisse Schwerpunkte suchen. Die „technologische Spezialisierung“ von Volkswirtschaften ist nicht vorgegeben und auch nicht in beliebig kurzer Zeit entstanden oder revidierbar, sondern das Ergebnis von „pfadabhängigen Prozessen“. So kann es kommen, dass hoch entwickelte Volkswirtschaften mit ähnlicher Faktorausstattung (bspw. hoch qualifizierte Erwerbstätige) durchaus unterschiedliche Wege einschlagen und Strukturen verfolgen, um ihre Vorteile auszuspielen. Insofern ist eine Analyse der FuE-Spezialisierung auch im internationalen Vergleich zweckmäßig. Denn ob die Veränderung der industriellen FuE-Intensität das Resultat der Spezialisierung auf Industrien der hochwertigen, mittleren oder niedrigen „Technologieklassen“ ist oder auf eine generelle Veränderung der FuE-Neigung der Wirtschaft zurückzuführen ist, ist für die Wirtschaftsstruktur-, Forschungs- und Innovationspolitik von großer Bedeutung.

Auf eine eingangs (Abschnitt 1.2) erwähnte Besonderheit muss an dieser Stelle noch einmal dezidiert hingewiesen werden, denn sie beeinflusst die internationale Vergleichbarkeit von FuE-Strukturdaten ungemein: Hochwertige Dienstleistungen entpuppen sich immer stärker als „mothers of invention“. FuE ist jedoch für **Dienstleistungsunternehmen** oft schwer zu identifizieren, weil sich das statistische Messkonzept bei FuE sehr stark an den Innovationsaktivitäten der Industrie orientiert. Im

Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten deutlich weniger stark von FuE-Aufwendungen ab als in der Industrie.¹³⁰

In Deutschland gibt es - wie bspw. in Japan, Korea und Frankreich - im Dienstleistungssektor im Vergleich zu anderen Ländern immer noch beträchtliche FuE-Lücken. Hier dürften Erfassungsprobleme sowie Zuordnungen von Dienstleistungstätigkeiten zu Wirtschaftssektoren eine große Rolle spielen¹³¹. So werden bspw. in Norwegen, Dänemark, Irland, Australien, Kanada und den USA mehr als ein Drittel der FuE-Aktivitäten im Dienstleistungssektor durchgeführt. Offensichtlich gibt es sehr verschiedene „statistische Kulturen“, die gewiss mit der jeweiligen historischen Bedeutung des Dienstleistungs- bzw. Industriesektors für die wirtschaftliche Entwicklung zu tun haben. Man spricht auch von „skandinavischen“, „angelsächsischen“ und „kontinentaleuropäischen“ Kulturen bei der statistischen Erfassung von Dienstleistungs-FuE: Je größer traditionell das Gewicht des Dienstleistungssektors, je differenzierter die FuE-Arbeitsteilung zwischen Dienstleistungen und Industrie, desto stärker findet FuE auch im Dienstleistungssektor statt und hat dort auch statistisch seine Heimat.

In der Industrie wiederum gibt es beachtliche Unterschiede in der Beanspruchung von FuE, die mit der technologischen Ausrichtung der Volkswirtschaften zu tun haben. Als ein Maßstab für die technologische Ausrichtung einer Volkswirtschaft kann der Anteil an FuE in **forschungsintensiven Industrien**¹³² herhalten.

- Die **Spitzentechnologie** enthält Gütergruppen, die im Durchschnitt der 19 größten OECD-Länder einen Anteil der internen FuE-Ausgaben von über 7 % am Umsatz haben.
- Die **gehobene Gebrauchstechnologie** umfasst Güter, die im Durchschnitt der 19 größten OECD-Länder einen Anteil der internen FuE-Ausgaben von 2½ bis 7 % am Umsatz haben.
- Beide Bereiche zusammengenommen bilden den **forschungsintensiven Sektor** der Industrie.

Schwerpunkte der FuE-Aktivitäten

In den OECD-Ländern wurden insgesamt im Jahr 2003¹³³ über 60 % der gesamten internen FuE-Ausgaben in der Verarbeitenden Industrie aufgewendet, 57 % allein von der forschungsintensiven Industrie. Auf den Dienstleistungsbereich entfallen 36 %. Die sonstige Wirtschaft, worunter die nicht-forschungsintensive Industrie, die Energie- und Wasserversorgung, das Baugewerbe sowie die Landwirtschaft subsummiert sind, tätigte 7 % der FuE-Ausgaben.

Deutschland weicht stark von der Struktur des Durchschnitts ab. Mit 84 % erreicht die forschungsintensive Industrie den größten Anteil der FuE-Aufwendungen unter den hier dargestellten Ländern, im Dienstleistungsbereich mit lediglich 8½ % den geringsten Anteil nach Japan, Korea und Frankreich, wo dieser Sektor auf rund 9 % der FuE-Aufwendungen kommt (vgl. Abb. 2.4.1 und Tab. 2.4.1). Schwerpunkt bildet in Deutschland seit Jahren der Sektor der gehobenen Gebrauchstechnologie, der knapp 54 % der FuE-Aufwendungen auf sich vereint. Ein ähnliches hohes Gewicht dieses Sektors ist in den OECD-Ländern (Durchschnitt: 26 %) auch nicht nur annähernd zu finden. In fast allen anderen

¹³⁰ Vgl. z. B. Preissl (2000).

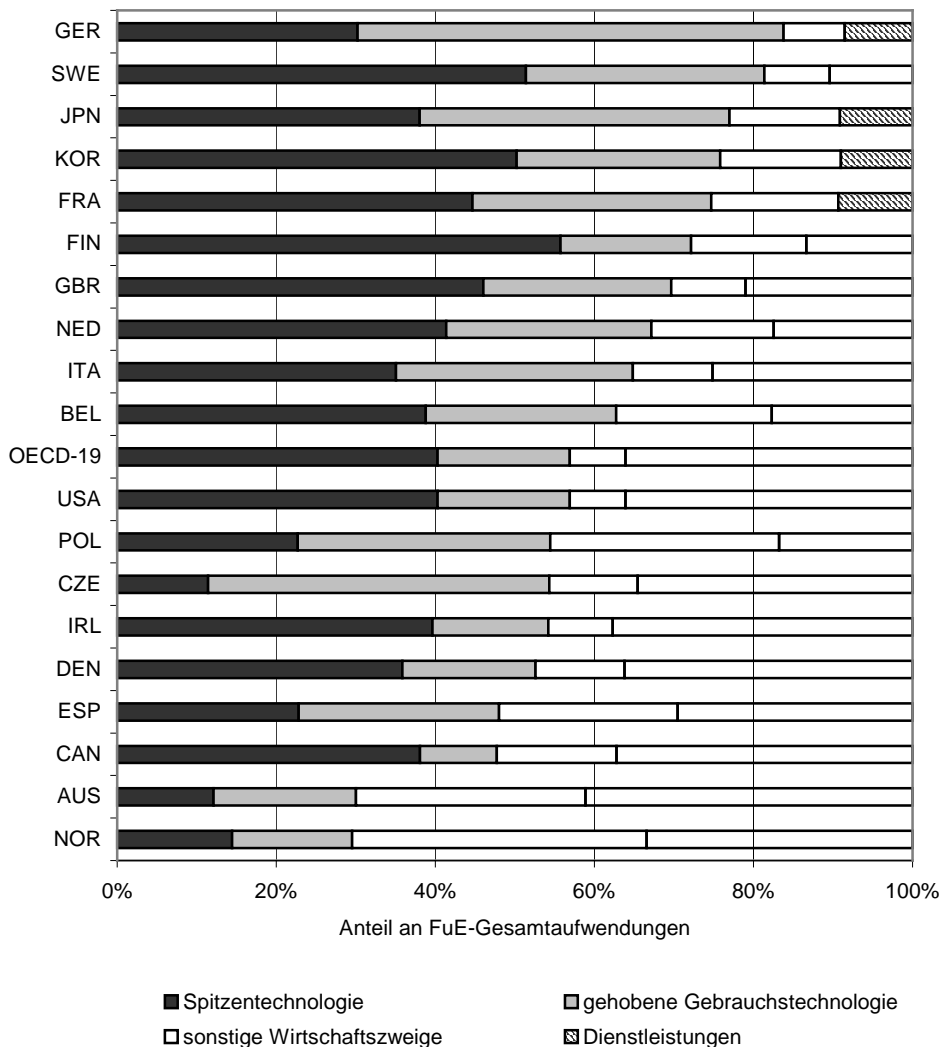
¹³¹ Vgl. OECD (2000).

¹³² Vgl. Legler, Frietsch (2006). Diese Arbeit löst die bisher verwendete Liste forschungsintensiver Güter bzw. Industrien von Grupp, Legler u. a. (2000) ab.

¹³³ Dies ist das letzte verfügbare Jahr für strukturelle Analysen. In einigen (kleineren) Ländern musste gar auf Daten des Jahres 2002 zurückgegriffen werden.

Ländern teilen sich die finanziellen FuE-Ressourcen innerhalb der forschungsintensiven Industrie zwischen Spitzentechnik und gehobener Gebrauchstechnologie zumindest nahezu gleich auf, in den meisten Ländern werden allerdings im Spitzentechnologiesektor deutlich mehr FuE-Mittel verwendet als bei gehobenen Gebrauchstechnologien. In den USA sticht der enorm hohe Anteil des Dienstleistungssektors an den FuE-Aufwendungen (36 %) im Vergleich zu Deutschland und Japan hervor. Dies mag zum einen auch die Stärke der USA im Spitzentechnologiesektor begünstigen, denn insbesondere hier sind die Verflechtungen zwischen hochwertigen Dienstleistungen und Spitzentechnologieproduktion intensiv. Ein gewisser Teil ist aber auch auf unterschiedliche Erfassungs- und Zuordnungssystematiken in der FuE-Statistik zurückzuführen. Ähnliche Argumente gelten für Kanada, Dänemark, Norwegen und Australien, wo der Dienstleistungs-FuE-Anteil über 35 %, teils sogar über 40 % beträgt.

Abb. 2.4.1: Internationaler Vergleich der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2003



Quelle: OECD, ANBERD Database. - Berechnungen des NIW.

Tab. 2.4.1: Deutschlands industrielle FuE-Struktur im internationalen Vergleich 1991 bis 2003

Sektor	OECD ¹							Deutschland													
	Vertikalstruktur ² in %							Horizontalstruktur ³ in %													
	1991	1995	1997	1999	2001	2002	2003	1991	1995	1997	1999	2001	2002	2003	1991	1995	1997	1999	2001	2002	2003
Spitzentechnologie	42,3	42,7	44,7	40,1	39,2	39,2	39,2	34,9	32,9	33,9	30,5	29,3	30,3	30,2	8,8	7,0	6,5	6,8	6,5	6,9	6,8
Pharmazeutika	6,8	8,1	8,1	7,9	7,4	8,9	9,0	5,6	4,7	6,5	6,2	6,3	6,7	8,0	8,8	5,2	6,9	7,0	7,4	6,8	7,9
Büromaschinen/EDV	7,9	5,8	8,2	5,3	5,3	4,9	4,8	4,9	3,9	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	6,6	6,1	2,4	3,2	2,8	2,7	2,5
Nachrichtentechnik	11,6	13,6	14,4	13,1	15,7	13,8	12,8	14,5	10,1	11,3	10,8	10,4	9,5	8,7	13,4	6,7	6,7	7,3	5,8	6,2	6,0
MSR-Technik	5,6	6,6	6,4	7,4	6,8	7,1	7,0	1,7	6,0	5,2	5,0	6,7	6,9	7,1	3,2	8,3	6,9	6,0	8,5	8,7	8,9
Luft- und Raumfahrzeuge	10,3	8,7	7,5	6,4	4,0	4,5	5,7	8,1	8,2	8,5	6,6	4,2	5,6	5,1	8,5	8,5	9,8	9,3	9,1	11,0	7,9
Gehobene Gebrauchstechnologie	30,5	30,9	29,1	27,8	26,5	25,6	26,2	53,0	54,4	51,8	52,8	53,7	53,5	53,6	18,6	15,9	15,2	16,9	17,6	18,6	18,1
Industriechemikalien	8,4	7,4	6,5	6,0	5,4	5,1	5,1	14,2	13,4	12,2	10,7	10,0	9,3	8,7	18,2	16,5	16,2	16,0	16,2	16,4	15,1
Maschinenbau	5,5	6,0	5,9	5,5	5,4	5,5	5,4	10,5	11,4	11,0	10,1	10,4	10,3	9,9	20,6	17,1	16,0	16,3	16,5	16,8	16,3
Elektrotechnik	5,5	4,8	4,4	3,8	3,8	3,0	3,0	10,3	7,2	3,0	3,0	3,2	3,0	2,8	19,9	13,5	5,9	7,2	7,2	8,9	8,3
Automobilbau	10,8	12,3	11,9	11,9	11,2	11,5	12,2	17,5	21,3	24,2	28,0	29,3	29,8	31,8	17,4	15,7	17,4	20,9	22,8	23,1	23,2
übrige Fahrzeuge	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	1,0	1,3	0,9	0,8	1,0	0,4	12,4	20,7	25,8	12,3	9,7	15,5	6,9
Übrige Industriezweige	11,1	10,3	10,0	8,7	8,6	8,4	8,6	8,2	8,0	7,7	7,6	7,4	7,1	7,1	8,0	7,0	6,6	7,7	7,5	7,5	7,3
Dienstleistungen	14,3	13,8	14,0	20,8	23,9	24,9	24,1	2,4	3,6	5,4	8,2	9,0	8,6	8,5	1,8	2,3	3,3	3,5	3,3	3,1	3,1
übrige Wirtschaft	1,9	2,2	2,3	2,6	1,8	1,8	1,8	1,6	1,2	1,1	1,0	0,6	0,6	0,5	9,1	4,8	4,3	3,4	3,1	3,0	2,7
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,7	9,0	8,6	8,9	8,7	8,9	8,9

1) 1991: 15 große Länder, ab 1995: 19 große Länder.

2) Anteil der sektoralen internen FuE-Aufwendungen am insgesamt in der Wirtschaft in %.

3) Anteil Deutschlands an den 15 bzw. 19 großen OECD-Ländern in %.

Quelle: OECD, ANBERD Database (DSTI/EAS Division). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Was macht unter wirtschaftsstrukturellen Gesichtspunkten bei FuE eigentlich in der Industrie die Unterschiede zwischen Deutschland und den übrigen Ländern aus? Vor allem sind es (vgl. Abb. 2.4.2)

- der Automobilbau als Deutschlands herausragende Stärke sowie der Maschinenbau und die Chemieindustrie auf der einen Seite sowie
- der stark von Elektronik geprägte Sektor (EDV, Elektronik/Medientechnik, IuK, Instrumente) und der Dienstleistungssektor (darunter insbesondere die unternehmensnahen und DV-Dienstleistungen) auf der anderen Seite, in denen Deutschland bei FuE wenig präsent ist.

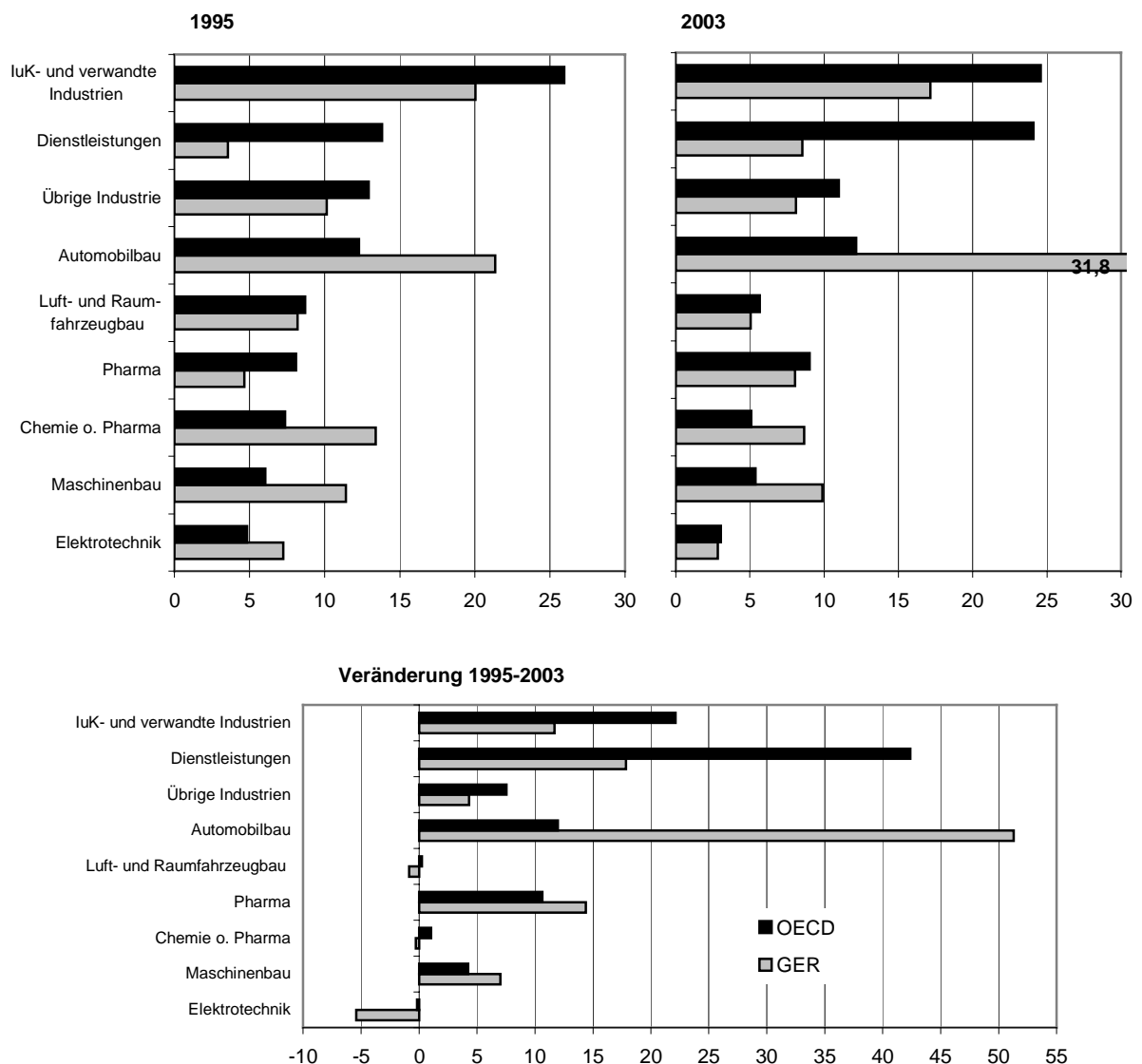
Dies gilt nicht nur für den aktuellen Querschnitt, sondern z. T. auch für das FuE-Wachstum seit Mitte der 90er Jahre:

- So ist der FuE-Kapazitätszuwachs im deutschen Automobilbau herausragend hoch: Über die Hälfte des zusätzlichen FuE-Aufkommens in Deutschland seit 1995 ist dort angefallen. Er allein hat schon dafür gesorgt, dass die FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft auf akzeptablem Niveau geblieben ist. Zudem gibt es eine vergleichsweise hohe FuE-Dynamik im Maschinenbau und in der Pharmazeutischen Industrie¹³⁴. Während jedoch die Pharmaindustrie zu den Zweigen gehört, die einen zunehmenden Anteil an den FuE-Ressourcen der Weltwirtschaft beansprucht, nimmt die globale Bedeutung von Automobil- und Maschinenbau-FuE eher ab.
- In allen übrigen Wirtschaftszweigen hängt der Zuwachs bei FuE zwischen 1995 und 2003 in Deutschland zurück. Gravierend ist dies insbesondere bei Dienstleistungen: Über 40 % des FuE-Zuwachses in der OECD ist dort zu finden, in Deutschland sind es rund 17 %. Stark von Elektro-

¹³⁴ Der FuE-Aufwand für Arzneimittel wird nach allgemeinen Standards in den OECD-Statistiken mit einiger Sicherheit zu niedrig ausgewiesen. Dies hat damit zu tun, dass die Länder - durchaus Frascati-konform - mit unterschiedlichen Sichtweisen an die Frage herangehen. Während in Deutschland konsequent die Frage im Vordergrund steht: „Wofür wird geforscht?“ (**FuE-Ziel**), wird in anderen Ländern, darunter auch in den USA, konsequent nach dem Kriterium „Wo wird geforscht?“ (**FuE-Quelle**) ausgewertet. Dies hat insbesondere in jungen Bereichen der Spitzentechnologie, in denen FuE vielfach noch in reinen FuE-Firmen betrieben wird, zur Folge, dass ein Teil der Pharma-FuE in den USA im Dienstleistungssektor gebucht wird, während diese Forschung in Deutschland der Pharmazeutischen Industrie zugerechnet wird. In diesem Licht ist entsprechend die nicht ganz so dynamische welt-FuE-wirtschaftliche Entwicklung bei Pharmazie zu sehen. Die Aussage, dass Deutschland auf diesem Feld wieder im Trend liegt oder gar leicht aufgeholt hat, bestätigt sich jedoch auch bei Auswertung von verbandsinternen Daten des VFA (2006).

nik geprägte Industrien konnten im Strudel der „New Economy“-Krise mit einem Anteil am weltweiten FuE-Zuwachs von 23 % ihre Position nicht ganz halten (1995 lag ihr Anteil noch bei 26 %); in Deutschland blieb der Marginalbeitrag zum FuE-Wachstum mit 12 % jedoch noch weiter zurück. Die sonstigen Industrien (Luft- und Raumfahrzeugbau, Elektrotechnik und Chemie) stagnieren in ihrem FuE-Aufkommen oder sie haben diese Aufwendungen gar reduziert; die Innovationspotenziale werden dort offensichtlich langsamer ausgeweitet. In diesen Zweigen ist Deutschlands Wirtschaft gar noch stärker im Minus, d. h. die internen FuE-Aufwendungen lagen im Jahr 2003 unter dem im Jahr 1995 erreichten Niveau. In der Chemie hatte Deutschland lange Zeit Spezialisierungsvorteile; diese sind klar geschrumpft. In der Elektrotechnik sind sie nicht mehr vorhanden. Im Luft- und Raumfahrzeugbau gab es sie eigentlich nie - allerdings hatte Deutschland zwischenzeitlich erheblich aufgeholt.

Abb. 2.4.2: Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit in Deutschland und in den wichtigsten Industrieländern 1995 sowie deren Veränderung 1995 bis 2003

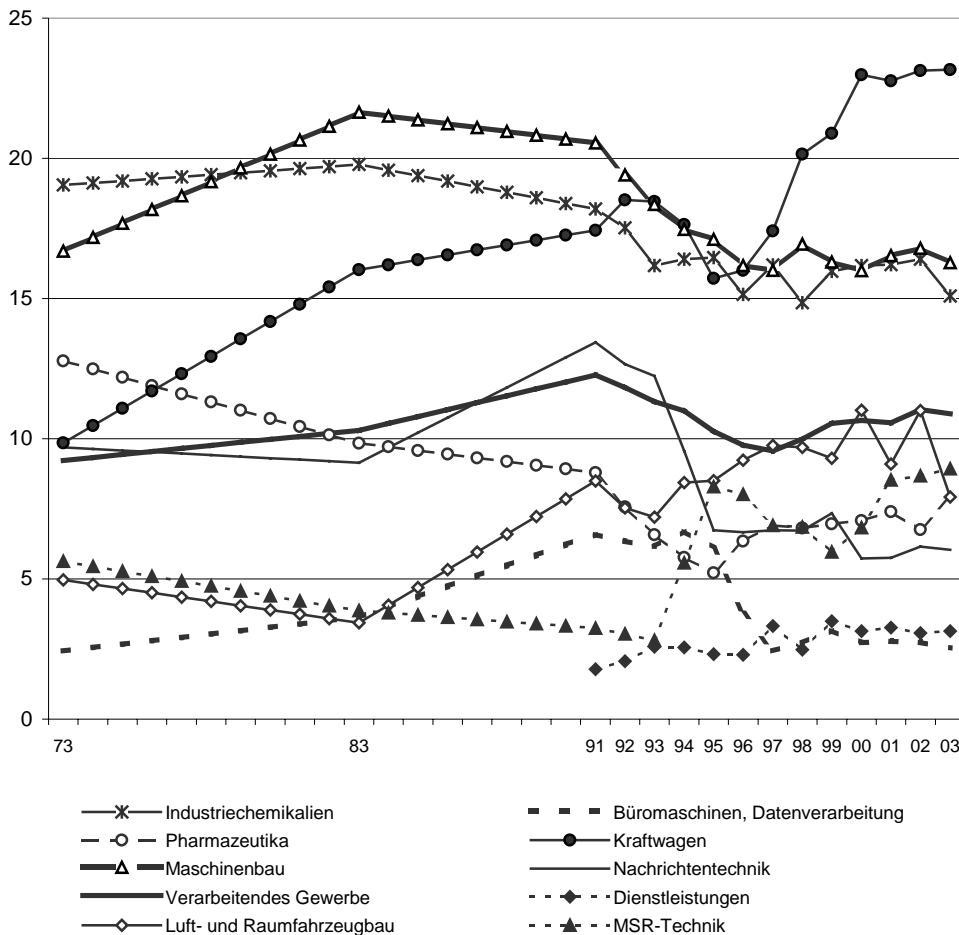


1995 bzw. 2003: Anteil der sektoralen FuE-Aufwendungen an den FuE-Aufwendungen insgesamt in %.
 Veränderung 1995-2003: Anteil der sektoralen FuE-Aufwendungen an der Veränderung der FuE-Aufwendungen insg. in %.
 Quelle: ANBERD-Datenbank. - Berechnungen des NIW.

Das deutsche Spezialisierungsmuster - relativ schwache Präsenz bei Spitzentechnologien und bei Dienstleistungen, Spitze bei gehobenen Gebrauchstechnologien - zieht sich wie ein roter Faden durch das „deutsche Innovationssystem“, ist also bspw. auch in der Wirtschaftsstruktur, im Außenhandel oder bei Patenten sichtbar. Insofern wäre zu überprüfen, ob die Produktions- und Marktbedingungen in Deutschland ausreichend Expansionsmöglichkeiten und damit genügend Anreize für FuE und Innovationen in den weltwirtschaftlich stark wachsenden Spitzentechnologie- und Dienstleistungsbereichen bieten. Nicht unwichtig ist in diesem Zusammenhang das marktseitige und gesellschaftliche Umfeld für neue Technologien, wie es sich in hochwertiger und anspruchsvoller Nachfrage, Akzeptanz, Regulierungen, Wettbewerbsintensität u. ä. widerspiegelt. Dies gilt nicht nur für Spitzentechnologien, sondern insbesondere für Innovationen im Dienstleistungssektor.

Eine längerfristige Betrachtung über die vergangenen 30 Jahre (vgl. Abb. 2.4.3) verdeutlicht die verhältnismäßig hohe Stabilität von Strukturen bzw. Trends bei FuE in der deutschen Wirtschaft, wenn man sie mit den westlichen Industrieländern vergleicht:

Abb. 2.4.3: Anteil Deutschlands¹ an den internen FuE-Aufwendungen der OECD² in ausgewählten Sektoren 1973 bis 2003 (in %)



ab 1991 ISIC3-Gliederung, zuvor ISIC2 (ISIC = International Standard Industrial Classification)

1) vor 1991 früheres Bundesgebiet. - 2) 15 größte Länder, ab 1995: 19 Länder.

19 größte OECD-Länder: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, ESP, SWE, FIN, NOR, POL, CZA, CAN, USA, JPN, KOR, AUS.

Quelle: OECD, ANBERD-Datenbank. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Der klare Bedeutungsgewinn an den FuE-Kapazitäten in der OECD bis Anfang der 90er Jahre ist am leichtesten an der Kurve der Verarbeitenden Industrie zu erkennen. Danach sackte der Anteil bis 1997 wieder bis auf das Niveau in den 70er Jahren ab und stieg bis 2000 wieder leicht an. Seitdem stagniert er bei rund 11 %.
- Deutschlands Stärken liegen im Automobilbau, im Maschinenbau und in der Chemischen Industrie. Darunter hat sich jedoch lediglich der Automobilbau mit einer Steigerung des Anteils an den FuE-Kapazitäten im OECD-Raum von 10 auf 23 % von den für Deutschland allgemein gültigen Trends positiv absetzen können.
- Deutschlands frühere (Pharmazeutische Industrie) bzw. zwischenzeitliche (Nachrichtentechnik) Spezialisierungsvorteile sind verloren gegangen. In der Pharmazeutischen Industrie ist seit 1995 zwar ein „come back“ zu beobachten, der über Jahrzehnte anhaltende Bedeutungsverlust (1973: 13 % der weltweiten FuE-Aufwendungen, 2003: 8 %) konnte jedoch bei weitem nicht ausgeglichen werden.
- Eine Spezialisierungsbetrachtung bringt auch Wirtschaftszweige und -sektoren zu Tage, die persistent geringere Anteile haben: Bei FuE sind dies der Luft- und Raumfahrzeugbau mit leichter und schwankender Tendenz¹³⁵ nach oben, Dienstleistungen, Büromaschinen/EDV sowie - mit aktuellen Bedeutungsgewinnen - die MSR-Technik.

FuE-Intensitäten

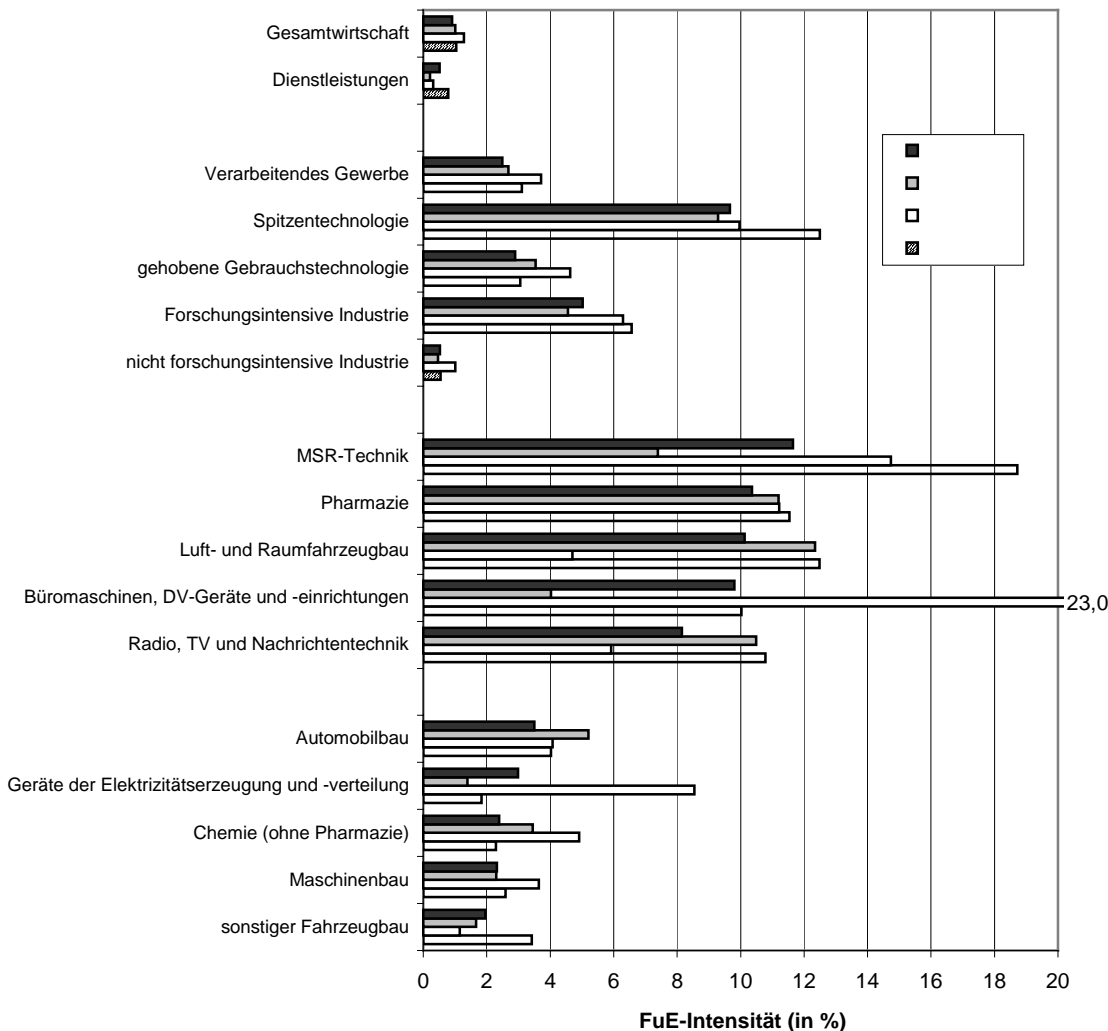
Die Spezialisierung der Volkswirtschaften dokumentiert zwar die Verteilung der FuE-Ressourcen innerhalb einer Volkswirtschaft im Vergleich zu den Mitbewerbern. Sie trifft allerdings keine Aussage über die Intensität der FuE-Anstrengungen in den einzelnen Sektoren im internationalen Vergleich. Die FuE-Intensität der Wirtschaft (für die Sektoralbetrachtung gemessen am FuE-Ausgabenanteil am Produktionswert) betrug im Jahr 2003 im Durchschnitt der 19 (wichtigsten) OECD-Länder 1 % (vgl. Abb. 2.4.4). Mit einer FuE-Intensität von 2,5 % produziert das Verarbeitende Gewerbe im Schnitt der OECD sehr viel forschungsintensiver als der Dienstleistungssektor (0,5%). Innerhalb der forschungsintensiven Industrie (5 %) ist - entsprechend den Differenzierungskriterien - der Spitzentechnologie-sektor mit 9,7 % weitaus forschungsintensiver als der Sektor gehobene Gebrauchstechnologie, dessen FuE-Ausgabenanteil am Produktionswert 2,9 % betrug. Die höchste FuE-Intensität weisen die MSR-Technik (11,7 %) sowie die Pharmazeutische Industrie und der Luft- und Raumfahrzeugbau mit über 10 % auf, gefolgt von Büromaschinen/EDV (knapp unter 10 %) und Nachrichtentechnik/Elektronik (8,2 %).

Deutschlands gesamtwirtschaftlicher FuE-Anteil von 1 % am Produktionswert der Wirtschaft ist im internationalen Vergleich hoch, höhere Intensitäten erreichen nur Japan (1,3 %), die USA (1,1 %), Dänemark (1,3 %), Finnland (1,3 %) und Schweden (1,7 %). Trotz der enormen Ausweitungen der FuE-Ausgaben im Dienstleistungssektor in den meisten der hier betrachteten Ländern liegen die FuE-Aufwendungen gemessen am Produktionswert dieses Sektors überall weit unter dem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt: In Dänemark und in den USA erreicht dieser Sektor mit FuE-Intensitäten von 0,8 bis 0,9 % Spitzenwerte, Kanada, Finnland und Norwegen folgen mit Intensitäten von 0,5 bis 0,6 %. in Deutschland betragen die FuE-Ausgaben am Produktionswert des Dienstleistungssektors le-

¹³⁵ Im Luft- und Raumfahrzeugbau sind die FuE-Aktivitäten stark durch - meist hochvolumige - Einzelprojekte bestimmt, die starken Schwankungen unterliegen (z. B. in den Militärhaushalten, in der bemannten Raumfahrt usw.). So muss abgewartet werden, ob das abrupt gestiegene 2003er US-FuE-Niveau, das für Deutschlands neuerliche Anteilsverluste „verantwortlich“ ist, gehalten werden kann. Eigentlich war der deutsche Luftfahrzeugbau seit Mitte der 90er Jahre auf dem Wege zu einer höheren FuE-Bedeutung.

diglich 0,2 %. FuE ist im Dienstleistungssektor also nach wie vor ein wesentlich weniger bedeutender Aktionsparameter als in der industriellen Produktion - trotz der hohen Verbreitung von Innovationsaktivitäten.

Abb. 2.4.4: FuE-Intensitäten in Deutschland, USA, Japan und in der OECD nach Sektoren 2003*



*) GER 2003 geschätzt; JPN, USA 2003, andere OECD-Länder: aktuellstes Jahr.

Quelle: OECD, ANBERD Database. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Im Verarbeitenden Gewerbe ist die Produktion in Schweden mit 4,6 % am forschungsintensivsten, es folgen Japan (3,7 %), USA (3,1 %) und Finnland (3 %). Auch in Dänemark und Deutschland liegt die FuE-Intensität im Verarbeitenden Gewerbe mit 2,9 bzw. 2,7 % über dem Durchschnitt der OECD (2,5 %), den Großbritanniens Verarbeitende Industrie gerade erreicht. Innerhalb der forschungsintensiven Industrie weichen die Intensitäten in Deutschland zum Teil erheblich von denen des OECD-Durchschnitts und der anderen großen Volkswirtschaften USA und Japan ab (vgl. Abb. 2.4.4).

- Die USA und Japan liegen sowohl im Spitzentechniksektor als auch bei gehobenen Gebrauchstechnologien mit ihrer FuE-Intensität über dem OECD-Durchschnitt, Deutschland lediglich bei gehobenen Gebrauchstechnologien.
- Im Spitzentechniksektor hat Japan im FuE-Konzert der drei großen Länder bei Computern die führende Rolle, ansonsten liegen jeweils die USA vorn. Deutschland hat immerhin im OECD-

Maßstab überdurchschnittlich hohe FuE-Anteile an der Produktion in Pharmazie, Luft- und Raumfahrzeugbau sowie bei Nachrichtentechnik/Elektronik, jedoch nicht bei Büromaschinen/EDV. Japan hat neben dem Computerbau FuE-Intensitätsvorteile bei Pharmazie und MSR-Technik.

- In der gehobenen Gebrauchstechnologie wechselt die FuE-Intensitätsführungsrolle innerhalb der Gruppe der G3: Deutschland nimmt sie im Automobilbau ein, die USA im Schienenfahrzeugbau, Japan in Elektrotechnik, Chemie und Maschinenbau. Deutschland produziert weiterhin neben dem Automobilbau in der Chemieindustrie überdurchschnittlich FuE-intensiv und liegt im Maschinenbau auf OECD-Niveau. Recht schwach ist hingegen der FuE-Einsatz (bezogen auf die Produktion) in der Elektrotechnik und im Schienenfahrzeugbau.

Die deutsche Industrieforschung war lange Zeit - im Vergleich zu ihren internationalen Konkurrenten - in den meisten der Spitzentechnologiebereiche nicht sehr weit vorne zu finden. Über Jahrzehnte hinweg hat sie sehr stark auf die kompetente Anwendung und Umsetzung von (zu einem großen Teil importierten) Spitzenforschungsergebnissen in Bereichen gesetzt, in denen zwar auch noch viel und anspruchsvoll geforscht und entwickelt werden muss, jedoch nicht so aufwändig wie im Spitzentechnologiebereich. Der Erfolg gab ihr lange Zeit Recht: Die FuE-Spezialisierung auf eine breite Palette gehobener Gebrauchstechnologien hat Deutschland eine führende Position im internationalen Technologiewettbewerb beschert (vgl. Tab. 2.4.2), Einkommen und Beschäftigung sind insbesondere in diesen Bereichen der höheren und mittleren Technologie (Chemie, Elektro, Maschinen- und Fahrzeugbau) entstanden - also durch eine geschickte und kreative Kombination von angestammten Kompetenzen mit neuen Spitzentechnologien.¹³⁶ 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, weil bei kürzeren Produktzyklen weniger Zeit zum Import von Technologien und zeitraubender Anpassung verbleibt. Deutschland scheint jedoch in Bezug auf grundlegende Innovationen in neu entstehenden Technologiefeldern wie der Biotechnologie oder den Informations- und Kommunikationstechnologien - die als „general purpose“-Technologien meist eine hohe Breitenwirkung haben - eher komparative Nachteile aufzuweisen, die zumindest teilweise auf institutionelle Ursachen zurückgeführt werden können.¹³⁷ Zudem stellt sich heraus, dass Deutschland sowohl in der Wirtschafts- als auch in Außenhandelsstruktur in den Sektoren ein großes Beharrungsvermögen hat, in denen das weltwirtschaftliche Wachstumspotenzial nur schwach ausgeweitet wird, aus dem sich viele andere Länder meist zurückziehen.¹³⁸

Ein Grund, warum sich eine Vernachlässigung von FuE im Bereich der Spitzentechnologien durch die Unternehmen in Deutschland langfristig nachteilig auswirken könnte, ist, dass „Schlüsseltechnologien“ auch erheblich auf FuE in anderen Bereichen ausstrahlen können. Ein Beispiel hierfür ist die Biotechnologie, die als Schlüsseltechnologie nicht nur für die Entwicklung von neuen Arzneimitteln gilt. So kann als sicher gelten, dass die über einen längeren Zeitraum hinweg relativ geringen FuE-Aufwendungen der Pharmazeutischen Industrie in Deutschland auch auf einen gewissen Entwick-

¹³⁶ Vgl. Schumacher, Legler, Gehrke (2003).

¹³⁷ Vgl. Soskice, Hall (2000).

¹³⁸ Vgl. Legler, Gehrke u. a. (2006).

lungsrückstand biotechnologischer Forschung in Deutschland, der Anfang der 90er Jahre noch zu beobachten war, zurückgeführt werden können.¹³⁹

Tab. 2.4.2: Sektorstruktur Deutschlands bei EPA-Patenten und Exporten 1991 und 2003 im internationalen Vergleich

- Anteile in % -

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
insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	19,1	20,0

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
insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	15,1	14,3

Quelle: OECD, STAN-Datenbank. - EPAPAT. - WOPATENT. - EPA. - Berechnungen des Fraunhofer ISI und des NIW.

Eine sehr schnelle und starke Ausrichtung auf extrem forschungsintensive Spitzentechnologien, deren Wertschöpfungsbeitrag oftmals zumindestens über lange Zeit sehr gering ist, und auf wissensintensive Dienstleistungen wäre für einen „Universalanbieter“ wie Deutschland vor dem Hintergrund seiner gewachsenen Strukturen und traditionellen Ausrichtung nicht auf Anhieb erfolgversprechend. Eine grundlegende Umkehr von diesen Strukturen, die darauf beruhen, dass intensiv neueste, oftmals importierte Spitzentechnologien in die traditionellen Stärken integriert und angewendet werden, ist nur schwer zu vollziehen. Es geht aus deutscher Sicht auch nicht notwendigerweise um eine grundlegende Umwälzung bestehender Strukturen. Vielmehr stellt sich die Frage, ob die Spezialisierung Deutschlands auch noch in der Zukunft in die richtige Richtung weist, d. h. ob sie für die zukünftigen Herausforderungen der Märkte für Spitzentechnologie von morgen wie Informationsverarbeitung, Gesundheit, Umwelt usw. ausreichend mit neuestem Wissens ausgestattet ist.

¹³⁹ VFA (2005) sowie Gaisser, Nusser, Reiß (2005).

3 Zusammenfassung, Ausblick und Schlussfolgerungen

FuE nimmt in der gesamten Wirkungskette von Bildung und Qualifikation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Inventionen und Innovationen, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Produktivität, Wachstum und Beschäftigung eine zentrale Rolle ein¹⁴⁰: Alle empirischen Studien zeigen im Großen und Ganzen einen positiven Einfluss auf gesamtwirtschaftliche Zielgrößen. Insofern stellt sich die Frage, ob das Niveau, bei dem sich Deutschland bei FuE eingependelt hat, mittelfristig zu befriedigenden Resultaten führen kann. Will man sich in Deutschland den Zielgrößen „hoher Beschäftigungsstand“ **und** „angemessenes Wirtschaftswachstum“ nähern, dann dürfte der derzeitige FuE-Anteil von 2½ % am Inlandsprodukt kaum ausreichen. Auch die europäischen Regierungen haben auf die europäische FuE-Schwäche der letzten zwanzig Jahre reagiert und bereits im Jahr 2000 mit dem ehrgeizigen Ziel, bis zum Jahr 2010 im EU-15-Durchschnitt einen FuE-Anteil von 3 % am Inlandsprodukt zu erreichen, ein unmissverständliches Zeichen gesetzt. Um in Deutschland binnen kurzer Frist die FuE-Kapazitäten um über 20 % zu steigern, sind jedoch kräftige Anstrengungen erforderlich. Die deutsche Bundesregierung hat das 3 %-Ziel damals unmittelbar übernommen, 2005 noch einmal bekräftigt und 2006 eine „Hightech Strategie für Deutschland“¹⁴¹ formuliert.

3.1 Die wichtigsten Ergebnisse

Prinzipiell sind von einer Steigerung der FuE-Quote positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte zu erwarten. So wuchs bspw. im letzten Jahrzehnt in der Regel die Wirtschaft in den Staaten besonders kräftig, in denen die FuE-Kapazitäten am schnellsten ausgeweitet wurden. Dennoch ist auf einige grundlegende Verhaltensänderungen hinzuweisen, die FuE in Wirtschaft und Staat seit Ende der 80er Jahre - in den einzelnen Ländern häufig recht unterschiedlich! - mitgemacht haben.

- Alles zusammen genommen kann man in den vergangenen zwei Jahrzehnten für den Wirtschaftssektor der meisten großen Länder von einem prozyklischen FuE-Verhalten ausgehen, wobei die FuE-Aktivitäten nach unten und oben häufig recht elastisch, d. h. überdurchschnittlich stark reagierten. Die frühere Kontinuität ist vielfach verloren gegangen, FuE ist unsteter geworden. In diesem Prozess spielten neben der aktuellen Konjunktur (Finanzierungsmöglichkeiten) und Wachstumsperspektiven, der sektorale Strukturwandel zu Gunsten von Spitzentechnologien (z. B. Bio- und Gentechnologie, Elektronik, Telekommunikation) mit enormen Anforderungen an unternehmerische FuE eine Rolle sowie die Impulse aus der staatlichen FuE-Nachfrage, die in manchen Ländern insbesondere im militärischen Bereich, in der Luft- und Raumfahrt und im Gesundheitssektor starken Schwankungen unterworfen war.
- Beim Staat gab es allenthalben zunächst ein recht einheitliches Muster: Langfristig hat sich der Staat aus Finanzierung und Durchführung von FuE mehr und mehr zurück gezogen. Im neuen Jahrhundert haben die staatlichen Instanzen jedoch sehr uneinheitlich agiert: Die Reaktion auf das meist zögerlichere FuE-Engagement der Wirtschaft reichte in dieser Phase von prozyklischem und antizyklischem Anpassungsverhalten bis hin zu kompensatorischen Eingriffen. Letzteres galt insbesondere für die USA, wo der starke Einbruch der FuE-Kapazitäten im Wirtschaftssektor Anfang

¹⁴⁰ Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

¹⁴¹ Vgl. BMBF (2006).

des neuen Jahrtausends durch den massiven Ausbau öffentlicher FuE-Kapazitäten und die sprunghafte Ausweitung staatlicher FuE-Nachfrage im zivilen und militärischen Bereich ausgeglichen wurde. Inwieweit dies letztlich nur ein „crowding out“ von FuE aus dem Wirtschaftssektor kann momentan nicht beurteilt werden.

Nachdem Deutschland gegen Ende des vergangenen Jahrzehnts mit an der Spitze der internationalen Dynamik lag, die FuE-Einbrüche von Anfang der 90er Jahre jedoch nicht aufholen konnte, ist per saldo gerade im neuen Jahrhundert FuE in fast allen Weltregionen deutlich stärker als in Deutschland ausgeweitet worden. Viele andere Länder aus Nord- und Mitteleuropa, vor allem jedoch aus Asien (China, Indien, Japan, Korea) legen beinahe ungebrochen eine vergleichsweise hohe bis überschäumende FuE-Dynamik an den Tag. Insgesamt ist Deutschland bei einer FuE-Intensität von rund 2,5 % von Rang 3 (Ende der 80er Jahre) auf Rang 9 (aktuell) abgerutscht. Es liegt damit immer noch leicht oberhalb des OECD-Durchschnitts. Während jedoch noch vor Jahren die USA und Japan als Maßstab galten, an dem man sich zu orientieren hatte, um im internationalen Technologiewettbewerb mithalten zu können, wird nun vielfach die Latte auf den deutlich niedrigeren europäischen Pegel gelegt, damit wenigstens diese Höhe noch genommen werden kann. Deutschland muss folglich die Anstrengungen erhöhen, um nicht noch weiter abzufallen und in das hintere Mittelfeld durchgereicht zu werden. Das 3 %-Ziel kann insofern wichtige Aufmerksamkeitseffekte in Gang bringen.

In vielen Ländern wurden seit Ende der 90er Jahre die staatlichen **Forschungshaushalte** jährlich mit 10 % bis 15 % ausgeweitet. Der Beitrag des Staates zur FuE-Finanzierung insgesamt sowie zur Durchführung von FuE durch eigene Aktivitäten an Hochschulen und parauniversitären Einrichtungen ist damit erstmals seit Jahrzehnten gestiegen. Der Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE speziell in der Wirtschaft nimmt in den meisten Ländern zumindest nicht mehr ab. An der Spitze der FuE-Ausgabendynamik stehen mit den USA (vornehmlich in der militärischen Forschung sowie den Lebenswissenschaften), Japan, Korea sowie vielen nord- und mitteleuropäischen Ländern wichtige deutsche Konkurrenzregionen. In Deutschland ist seit dem Ende der 90er Jahre immerhin insofern ein Erfolg zu vermelden, als der bis dato kontinuierliche Rückgang der öffentlichen FuE-Ausgaben gestoppt und eine geringfügige Expansion verzeichnet werden konnte. Dennoch ist Deutschland gerade im öffentlich(finanziert)en FuE-Sektor klar zurück geblieben: Während das staatliche finanzielle FuE-Engagement in Deutschland bis Anfang der 90er Jahre im internationalen Vergleich sieht als ausgesprochen intensiv einzustufen war, muss es nunmehr als relativ schwach eingeschätzt werden. Allenthalben hat sich die Einstellung zu staatlichen FuE-Aktivitäten wieder gewandelt.

Dass staatlichen FuE-Aktivitäten und der öffentlichen Förderung von FuE in der Wirtschaft allenthalben eine immer größere Bedeutung beigemessen wird, hat - unter dem Gesichtspunkt der technologischen Leistungsfähigkeit - auch mit Verhaltensänderungen in der Wirtschaft zu tun: FuE- und Innovationsaktivitäten sind immer weniger an mittelfristig-strategischen Zielen und an einer vorsorglichen Ausweitung der technologischen Möglichkeiten orientiert, sondern immer mehr an der kurzfristigen Nachfrageentwicklung und den **Wachstumsaussichten** in naher Zukunft; prozyklische unternehmerische FuE-Politik hat mehr Gewicht bekommen. Es wird das geforscht und entwickelt, was der Kunde bezahlt, ein deutlicher Anstieg der FuE-Ausgaben über das konjunkturell erforderliche Maß hinaus ist insofern kaum zu erwarten¹⁴². Vor allem in der ersten Hälfte der 90er Jahre hat die deutsche Wirtschaft sehr sensibel auf konjunkturelle Einflüsse reagiert und als Reaktion auf die stark gedämpften

¹⁴² Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

Wachstumsmöglichkeiten insbesondere ihre mittelfristig-strategische Forschung reduziert. Das FuE-Verhalten gegen Ende der 90er Jahre lässt insofern ein etwas differenziertes Bild zu, als viele (Groß-)Unternehmen den Abbau bei der langfristigen Forschung weitgehend gestoppt und damit auch wieder mehr Kontinuität und mittelfristig-strategische Perspektiven in ihre FuE-Aktivitäten gebracht haben. Offensichtlich ist in den letzten Jahren im Bewusstsein der Unternehmen - trotz der konjunkturellen Abkühlung und der Wachstumsflaute - wieder eine Verbesserung der Ausgangslage für FuE eingetreten. Insofern ist die Situation für FuE anders einzuschätzen als eingangs der Rezession der 90er Jahre. FuE ist für die Unternehmen wieder wichtiger geworden.

FuE in der **Wirtschaft** hat weltwirtschaftlich gewaltige strukturelle Veränderungen erlebt. Vor allem wird überall mehr Wert auf FuE für hochwertige Dienstleistungen gelegt. Dies hat auch seine Rückwirkungen auf die Industrieforschung gehabt. Hochwertige Dienstleistungen stehen vor allem mit jenen Industriezweigen in Kontakt, in denen besonders anspruchsvoll - und damit aufwändig - FuE betrieben wird („Spitzentechnologiesektoren“ wie z. B. Biotechnologie/Pharmazie, Elektronik/Nachrichtentechnik, Flug- und Raumfahrzeugbau). Die deutsche Industrieforschung ist allerdings sowohl in den meisten dieser Spitzentechnologiebereiche als auch im Dienstleistungssektor nicht sehr weit vorne zu finden. Der FuE-Aufschwung in der deutschen Wirtschaft gegen Ende der 90er Jahre und die Entwicklung im neuen Jahrtausend war zwar auch mit einem internen **Strukturwandel** zu Gunsten der Spitzentechnologien und Dienstleistungen verbunden. Das Tempo war jedoch nicht hoch genug, um bei in diesen Sektoren, die die besten Wachstumsaussichten versprechen, mit zu halten. Der FuE-Strukturwandel kommt in Deutschland nur langsam voran. Über Jahrzehnte hinweg hat die deutsche Wirtschaft sehr stark auf Bereiche der gehobenen Gebrauchstechnologie (Chemie, Elektro, Maschinen- und Fahrzeugbau) gesetzt. Die traditionell starken deutschen Industriezweige sind in ihrer FuE-Dynamik z. T. deutlich zurückgeblieben, haben sich damit jedoch eher dem internationalen Trend angeschlossen. Auszunehmen hiervon ist der Automobilbau, der seine weltwirtschaftliche FuE-Bedeutung in den vergangenen drei Jahrzehnten massiv gesteigert hat (von einem FuE-Anteil von 10 % in den OECD-Ländern auf ein Viertel). Damit wird das deutsche Innovationssystem immer stärker vom Automobilbau abhängig: Über die Hälfte des FuE-Ausgabenwachses seit Mitte der 90er Jahre ist auf das Innovationsverhalten im Automobilbau zurück zu führen. Im Großen und Ganzen ist in Deutschland FuE im Sog der Kfz-Industrie lediglich extensiv ausgeweitet, aber nicht intensiviert worden. Deutschland tritt auf der Stelle. Der Aufbau von wettbewerbsfähigen Alternativen zum Automobilbau kommt nicht schnell genug voran. Positiv ist nach den bislang vorliegenden Unterlagen allenfalls noch die Pharmazeutische Industrie zu erwähnen, die seit Mitte der 90er Jahre wieder auf dem Weg ist, verloren gegangenen FuE-Boden wieder wett zu machen.

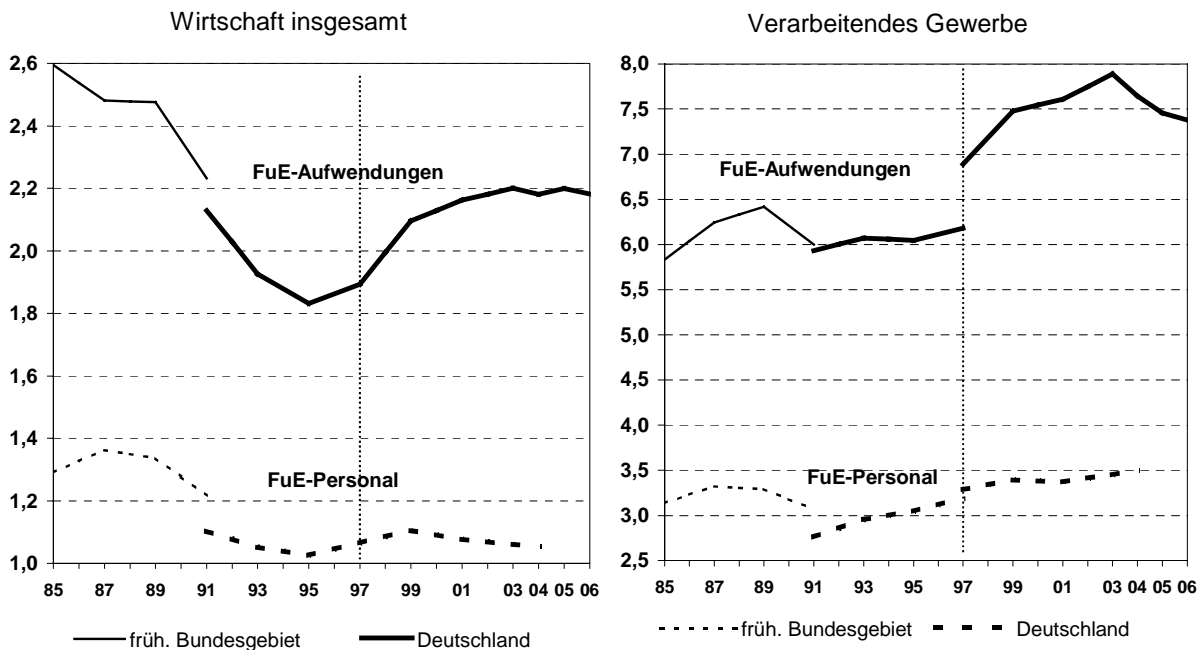
3.2 Absehbare FuE-Entwicklung in der deutschen Wirtschaft

Noch weit bis ins Jahr 2000 hinein haben die Unternehmen in Deutschland im Aufschwung ab der zweiten Hälfte der 90er Jahre kräftig in neues Wissen investiert, sie waren auf Expansion eingestellt. Danach hat sich der Zuwachs deutlich abgeflacht. Die für das Jahr 2003 vorliegenden FuE-Daten für den Wirtschaftssektor haben nur eine moderate nominale Zunahme der internen FuE-Aufwendungen gezeigt, sind aber besser ausgefallen als zunächst erwartet. Die Ergebnisse aus der Kurzerhebung für

2004 zeigen¹⁴³, dass die ohnehin sehr zurückhaltenden Planungen des Wirtschaftssektors nicht erreicht wurden. Zudem sind die FuE-Personalkapazitäten in kurzer Frist wieder auf das Niveau von Mitte der 90er Jahre zurück gefahren worden. Aus dieser Sicht hat es den Anschein, als ob der FuE-Aufschwung Ende der 90er Jahre gar nicht statt gefunden hat.

Die Planungen für die Jahre 2005 und 2006 lassen wieder nur geringe Zuwachsraten bei den FuE-Aufwendungen erwarten (vgl. Abb. 3.2.1). Dies als einen Teilerfolg zu werten wäre falsch, denn real gesehen laufen die Planungen auf Stillstand hinaus. FuE ist aktuell nicht als treibende Kraft anzusehen, mit der die Produktionsmöglichkeiten in Deutschland signifikant auf einen steileren Wachstumspfad gebracht werden können. Man muss sich im Klaren darüber sein: Im Jahre 2006 werden in der (gesamt-)deutschen Wirtschaft weniger Menschen mit FuE befasst sein als in (West-)Deutschland Mitte der 80er Jahre. Es gibt in der deutschen Wirtschaft derzeit keine eigenständige FuE-Dynamik. Von daher kann aus dieser Perspektive in keiner Weise abgeleitet werden, dass das 3 %-Ziel realisiert werden könnte.

Abb. 3.2.1: 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.

Die deutsche Wirtschaft war nur selektiv in bestimmten sektoralen Schwerpunkten zu mehr Zukunftsinvestitionen am Standort Deutschland bereit gewesen: Zu erwähnen sind die pharmazeutische Industrie, der stark mit Elektronik verbundene Sektor und Unternehmensdienstleistungen. Selbst der Automobilbau ist nach den Planangaben in der nahen Zukunft auf FuE-Stagnation eingestellt. Die Unternehmen warten ab. Ihre positive Grundeinstellung zu FuE scheint noch nicht stabil genug zu

¹⁴³ WSV (2005/2006).

sein. Limitierender Faktor für einen FuE-Aufschwung in der Breite ist in den betrieblichen Kalkulationen vor allem das schwache Potenzialwachstum, das nur Anlass zu sehr vorsichtigem finanziellem Engagement gibt. FuE ist nicht autonom, sondern eine Investition und damit abhängig von den Ertragsersparungen, die an FuE-Projekte geknüpft werden können.

Drei Viertel der FuE-Kapazitäten der deutschen Wirtschaft sind in Händen von **multinationalen Unternehmen**, die über viele Standortalternativen verfügen und strategische Allianzen in Forschung und Technologieentwicklung eingehen. Die deutschen FuE-Standorte behaupten sich im internationalen (innerkonzernlichen) Wettbewerb bislang nicht schlecht. Deutschland ist gefragter Standort für forschende Töchter von ausländischen Unternehmen und hat von der FuE-Globalisierung profitiert. Gerade in der Phase des FuE-Kapazitätsaufbaus ab der Mitte der zweiten Hälfte der 90er Jahre haben ausländische Unternehmen eine große Rolle gespielt: Ein zunehmend steigender Teil der FuE-Kapazitäten in Deutschland ist in ausländischem Besitz¹⁴⁴. Darüber hinaus hat Deutschland auch eine positive Phase des „inshoring“¹⁴⁵ hinter sich: Eine Reihe von ausländischen Unternehmen hat Deutschland bewusst als Ausgangspunkt für Innovationsaktivitäten gewählt. Dies zeigt recht gut, dass auf der Ertragsseite nicht nur die Kosten von Bedeutung sind, sondern vor allem hochwertige Marktnachfrage. Darüber hinaus sind für diese Entscheidungen die Forschungsbedingungen und das Können hoch qualifizierten Personals wichtig¹⁴⁶.

Deutsche Standorte werden nach diesen Kriterien jedoch nicht immer zwingend favorisiert. Ein Grund dafür ist, dass FuE und Innovationen in Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Ländern **teuer** sind. FuE ist arbeits- und qualifikationsintensiv und damit von den relativ hohen Arbeitskosten betroffen. Die Kosten fallen in konjunkturellen Phasen und auf den Märkten, in denen der Ertrag unsicher ist, immer stärker ins Gewicht. Deshalb suchen Großunternehmen zunehmend die FuE-Expansion - d. h. den marginalen Zuwachs - im billigeren Ausland, zumal Deutschlands Ausstattungsvorteile bei (hoch) qualifiziertem Personal schwinden, FuE-Personal knapper und damit relativ teurer geworden ist. Mittel-/osteuropäische Reformstaaten kommen an dieser Stelle immer stärker ins FuE-Bewusstsein der Unternehmen.¹⁴⁷ Andererseits sind die noch höheren FuE-Kosten am größten FuE-Standort USA, der durchaus vergleichbare Personalknappheitsprobleme hat, durchaus ein Vorteil für Deutschland. So hat es in einigen Sektoren (Pharmazie, Medizintechnik) - u. a. aus Kostengründen - vereinzelt auch FuE-Verlagerungen aus den USA nach Deutschland gegeben.

Mit Blick auf die **Marktbedingungen** ist einzuschränken, dass in Deutschland ein starkes Wachstum von zusätzlichen hochwertigen Märkten (wie es bspw. der Automarkt ist), die als Zugpferd für internationale Unternehmen dienen können, nicht in Sicht ist. Global agierende Unternehmen holen sich ihre Innovationsimpulse aus den Zielmärkten und dem fortschrittlichsten FuE-Umfeld, um sie dann weltweit zu nutzen. Sie sehen deshalb die Notwendigkeit für eine weitere Expansion ihrer Auslands-FuE.¹⁴⁸ Insbesondere Asien hat mit den wachstumsstarken und bevölkerungsreichen Regionen China und Indien an der Spitze eine enorme Sogkraft und Eigendynamik entwickelt, zumal die Qualifikation des Personals dort als ausreichend hoch einzustufen ist.

¹⁴⁴ Vgl. Belitz (2006b).

¹⁴⁵ Vgl. Kunze, Neuhaus (2005) sowie die Vielzahl der dort aufgeführten Beispiele.

¹⁴⁶ Vgl. Belitz (2006b).

¹⁴⁷ Vgl. Rose (2006).

Die große Unbekannte ist vor allem die mittelfristige **Wachstumsunsicherheit**: Je schwächer die Wachstumserwartungen ausfallen, desto eher werden Projekte storniert, abgebrochen oder hinausgezögert. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen sowie Dienstleistungsunternehmen, die häufig kleinräumig und national agieren, sind hier anfälliger als exportierende Großunternehmen, die sich am boomenden Weltmarkt orientieren können. Sie sind daher auf Innovationsimpulse eines dynamischen Binnenmarktes angewiesen. Viele Unternehmen neigen auch angesichts der im internationalen Vergleich hohen Realzinsen dazu, Gewinne zur Verbesserung der Finanzstruktur und nicht zur Finanzierung von Zukunftsinvestitionen zu verwenden. Die Gewinnsituation von Großunternehmen kann jedenfalls nicht für die verhaltene FuE-Ausweitung verantwortlich gemacht werden.¹⁴⁹

Würden die Planangaben für die Jahre 2005 und 2006 realisiert, dann wäre FuE weiterhin nur Mitläufer in der Konjunktur. Ein dringend erforderlicher Aufholeffekt gegenüber der ausländischen Konkurrenz, die stetig ihren FuE-Anteil an der Wertschöpfung steigert, würde damit nicht in Gang gesetzt werden können. Nun ist jedoch der Wirtschaftsaufschwung im Jahr 2006 steiler und stabiler ausgefallen als erwartet und er wird aller Voraussicht nach noch etwas anhalten. Dies mag zu Planrevisionen führen, denn auf Dauer wird man am Aufschwung adäquat nicht teilhaben können, wenn man nur sein Sortiment bereinigt und die Läger räumt.

So liegt die Überlegung nahe, dass mit den 2005er Ergebnissen bei der Beteiligung am Innovationsgeschehen ein vorläufiger Tiefpunkt erreicht ist. Unsicher ist jedoch, ob im Aufschwungjahr 2006 wieder mehr Unternehmen ihre ursprünglich verhaltenen Innovationsaufwendungspläne revidiert und sich mit stärkerem finanziellen Engagement am Innovationsgeschehen beteiligt haben. Denn die Dynamik war in den letzten Jahren schwach - vor allem bei Klein- und Mittelunternehmen. Es bleibt abzuwarten, ob die Unternehmen die (unerwartet) günstigen Produktions- und Wachstumsbedingungen des Jahres 2006 genutzt und in einen neuen Innovationsschub investiert haben.

Das Umfeld für Innovationen hat sich stark verbessert:

- Es wurden hohe Gewinne eingefahren. Die Produktivitätssteigerungen sind weiterhin auf hohem Niveau, so dass von einer guten Wettbewerbsposition ausgegangen werden kann. Somit sind wichtige Kurzfristziele der Unternehmen erreicht.
- Kredite - auch für Innovationen - sind leichter als noch vor Jahresfrist zu haben, der Bankenwettbewerb ist schärfer geworden, Klein- und Mittelunternehmen haben sich an die Basel II-Prozeduren angepasst.
- Die Investitionen in Ausrüstungen sind 2006 sprunghaft gestiegen, vornehmlich mit dem Ziel der Kapazitätserweiterung. Änderung und Ausweitung des Sortiments wurde dabei häufiger als Grund für die Erweiterung angegeben als Erweiterungen unter Beibehaltung des bestehenden Angebots. Dies spricht eher für mehr Innovationen.
- Die Wachstumserwartungen für 2007/8 sind zwar im Vergleich zu 2006 auch vor dem Hintergrund einer schwächer eingeschätzten Weltmarktentwicklung etwas niedriger, jedoch optimistisch. Insbesondere der Dienstleistungssektor schaut rosig in die Zukunft und hat auch qualifiziertes und hoch qualifiziertes Personal eingestellt - vielleicht ja nicht nur, um die im zyklischen Verlauf ge-

¹⁴⁸ Vgl. Belitz (2006b).

¹⁴⁹ Vgl. Rammer, Grenzmann, Penzkofer, Stephan (2004).

stiegene Nachfrage zu bedienen, sondern auch, um sich mit neuen Produkten auf den Märkten zu etablieren.

- Die Unternehmenssteuern sinken, dies verbessert die Erwartungen auf die Innovationsrendite nach Steuern. Die Arbeitslosigkeit sinkt ebenfalls - dies ist psychologisch wichtig.
- Die High Tech-Initiative der Bundesregierung dürfte zumindest Aufmerksamkeitseffekte mit sich bringen. Das Signal: Vorfahrt für Wissenschaft, Forschung und Innovationen.

Investitionen in Innovationen, d. h. vor allem in knappes Personal und kostspielige Ausrüstungen, sind jedoch in der Mehrheit das Ergebnis von Mittelfristerwartungen, sie reagieren weniger auf kurzfristige positive Ansätze. Insofern stellt sich die Frage, für wie stabil und ergiebig der Aufschwung gehalten wird. Denn es gibt eine Reihe von Risiken, die im Jahr 2006 nicht zum Tragen gekommen sind. Sie gehen in den Innovationskalkül der Unternehmen ein und können jederzeit die Signale wieder verstellen: Ölpreise, Aufwertungsdruck, öffentliche Haushalte, Naturkatastrophen, Krieg und Terror. Hinzu kommt die Verlockung, die knappen Ressourcen in die unerwartet stark gestiegene Produktion zu stecken und nicht in Innovationen.

Langfristig bekannt ist die Wachstumsbremse demographische Entwicklung, was die Potenzialausweitung in Deutschland auf ca. 1 bis maximal 1½ % pro Jahr begrenzt. Auch die Engpassituation bei Fachkräften ist zumindest in mittlerer Frist noch als Restriktion einzukalkulieren, sie wird im aktuellen Wachstumsprozess schon immer häufiger artikuliert. Von daher sind die mittel- bis langfristigen Innovations- und FuE-Bedingungen heute ungünstiger als bspw. Anfang der 90er Jahre einzuschätzen. Nur: Damals hat man die Chancen nicht genutzt.

Konsens ist: Die deutsche Wirtschaft sollte bei FuE und Innovationen ein höheres Niveau anstreben mit dem Ziel, in robustere und wachstumsträchtigere Strukturen zu kommen. Hierzu sind überdurchschnittlich hohe Ausweitungen der unternehmenseigenen FuE- und Innovationsaktivitäten erforderlich. Wenn nicht in 2006/7 in neue Produkte und Strukturen investieren: Wann dann?

3.3 Die Ansatzpunkte

Weil sich praktisch alle Volkswirtschaften im Wettlauf um FuE-Kapazitäten befinden und der Staat sich allenthalben um eine Verbesserung der Rahmenbedingungen bemüht, bedarf es einer Vielzahl von Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der FuE-Standortattraktivität Deutschlands. Diese sollten weit über die eigentlichen innovationspolitischen Instrumente hinaus Vertrauen für innovierende Unternehmen schaffen. Die wesentliche Anknüpfungspunkte für eine stärkere FuE-Ausweitung sind also eine Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und somit der Markt- und Absatzaussichten, eine weitere Schärfung des sektoralen und technologischen Profils „in die Spitze“ auf der Basis einer leistungsfähigen Wissenschafts- und Forschungslandschaft sowie die Verbreiterung des FuE-Sockels durch eine intensivere Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen.

Technologisches Wissen ist international gesehen ein äußerst knapper Faktor. Diejenigen Volkswirtschaften, in denen dieser Faktor relativ reichlich verfügbar ist, haben Standortvorteile. Die **Knappheit** an hoch qualifizierten Erwerbspersonen hat sich in Deutschland Ende der 90er Jahre bereits als Inno-

vationshemmnis erwiesen¹⁵⁰ und wird derzeit bereits bei einem bescheidenen Potenzialwachstum bei 1 bis 1½ % als **Engpass No. 1** und empfunden. Die Verfügbarkeit von hoch qualifiziertem Personal ist nicht nur aus Kostengründen die bedeutendste Restriktion für eine Ausweitung der FuE-Kapazitäten, sie ist fundamental. Eine massive Verschärfung der Situation ergibt sich bei Ingenieuren bereits in sehr naher Zukunft durch den Ersatzbedarf aufgrund von altersbedingten Austritten von Hochqualifizierten aus dem Erwerbsleben. Allein zur Deckung dieses Ersatzbedarfs müsste die Zahl neu ausgebildeter (oder zugewanderter!) Akademiker in etwa in gleichem Maße zunehmen: Dies ist jedoch überhaupt nicht in Sicht, für Wachstum gibt es kaum Spielraum. Deutschland kann es sich daher überhaupt nicht leisten, innovative Potenziale brach liegen zu lassen: Organisatorische Innovationen, verstärkte FuE-Kooperationen, Personalaustausch Wirtschaft/Wissenschaft sowie insbesondere intensive Weiterbildungsmaßnahmen für gut ausgebildete Ingenieure, deren Qualifikation durch den Strukturwandel entwertet worden ist und die derzeit keine Beschäftigung finden, können die Konflikte kurzfristig mildern. Es müssen weiterhin alle Anstrengungen unternommen werden¹⁵¹, um bildungsferne soziale Schichten und mehr Frauen für die Tertiärausbildung in technikhnen Fachgebieten zu mobilisieren, ausländisches Arbeitskräftepotenzial zu erschließen und die Hochschulausbildung effizienter zu gestalten. Für die akademische Ausbildung sind in Deutschland mehr **finanzielle Mittel** erforderlich. Bisher wird die Hochschulausbildung noch zum größten Teil von der öffentlichen Hand finanziert. Die Ausweitung tertiärer Bildungsgänge und eine stärkere Beteiligung junger Menschen am Studium ist jedoch ohne Mobilisierung zusätzlicher privater Finanzierungsquellen nicht realistisch. Weiterhin muss noch stärker auf die Entwicklung der inneren Potenziale in den Unternehmen Wert gelegt werden.

Die Anstoßwirkung der öffentlichen Förderung von FuE in den Unternehmen zielt als „Hebel“ direkt auf die Senkung der hohen **FuE-Kosten** und damit ebenfalls auf höhere Renditen der Unternehmen aus FuE. Durch staatliche FuE-Finanzierung werden erfahrungsgemäß noch einmal erhebliche private Mittel für FuE in der Wirtschaft mobilisiert.¹⁵² Dazu gehört einmal der Ausbau und die Reform der Infrastruktur in Wissenschaft und Forschung. Zum zweiten kann der Hebel durch staatliche FuE-Aufträge sowie durch direkte Finanzierungsbeiträge zu FuE-Projekten in Bewegung gesetzt werden (Förderung von Schlüsseltechnologien, finanzielle Hilfen, Bereitstellung von Risikokapital für technologieintensive junge Unternehmen). Gerade an dieser Stelle hatte sich der Staat im letzten Jahrzehnt in Deutschland zunächst immer mehr zurückgezogen und dann den Anschluss verpasst.

Für den Strukturwandel sind **Gründungen** im technologie- und wissensintensiven Sektor der Wirtschaft von besonderer Bedeutung. Nicht zuletzt sind es forschende Unternehmen und „akademische spin-offs“, die auch den Transfer von Forschungsergebnissen aus dem öffentlichen Sektor in die privatwirtschaftliche Kommerzialisierung erleichtern. Aus dem aktuellen Gründungsgeschehen können jedoch nicht allzu viele Hoffnungen geschöpft werden, denn der Anteil der forschenden Unternehmen unter den Gründungen hat deutlich abgenommen.¹⁵³ Die künftig nur schwach steigende Zahl von Absolventen aus natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern begrenzt das Potenzial von technologieorientierten Unternehmensgründungen zusätzlich.

¹⁵⁰ Vgl. Rammer, Wieskotten (2006).

¹⁵¹ Vgl. im Detail Heine, Egelu u. a. (2006) sowie Gehrke, Heine (2006).

¹⁵² Fier, Czarnitzki (2004).

¹⁵³ Vgl. Rammer (2005).

Für FuE bestehen kaum Fremdfinanzierungsmöglichkeiten, die Unternehmen finanzieren sie zu einem großen Teil aus dem „cash flow“. Technologieorientierte Gründungsaktivitäten werden wegen hoher Einstiegs- und Fixkosten sowie Mindestgrößen deshalb nicht unmaßgeblich dadurch bestimmt, ob reichlich Kapital (Innenfinanzierungsmittel) zur Finanzierung von Unternehmen mit vielen guten Ideen jedoch weitgehend ohne beleihbares Betriebsvermögen (**Risikokapital**) zur Verfügung steht.¹⁵⁴ Dies ist nicht gegeben. Zudem fehlt es in Deutschland an Kapital für den „zweiten Schub“, für das Wachstum von technologieorientierten Unternehmen aus der Frühphase heraus.¹⁵⁵ Gebessert hat sich das Angebot von Risikokapital aus öffentlichen Mitteln.

Der im Vergleich zu den USA sehr geringe Beitrag von Klein- und Mittelunternehmen zum FuE-Wachstum hängt z. T. damit zusammen, dass amerikanische Großunternehmen Klein- und Mittelunternehmen wesentlich stärker an ihren Wertschöpfungsketten beteiligt haben (corporate venture capital). Ein höheres Ausmaß an outsourcing von hochwertigen Diensten wie FuE ist die Folge; damit stehen in Klein- und Mittelunternehmen auch mehr Mittel zur Finanzierung von FuE verfügbar. 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 an den FuE-Kosten ansetzen und die Verbreitung von FuE in der gesamten Wirtschaft stark begünstigen. Zur Verbreiterung der FuE-Basis in Klein- und Mittelunternehmen und im Dienstleistungssektor sollten auch in Deutschland indirekt wirkende finanzielle Hilfen (z. B. steuerliche Zulagen oder Abschreibungen) in Betracht gezogen werden, die den Produktionsfaktor FuE per se begünstigen und nicht eine bestimmte technologische Ausrichtung favorisieren. Indirekte FuE-Förderung gilt als besonders geeignet, den Sockel FuE-betreibender Unternehmen anzuheben¹⁵⁶, dass Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten ausdehnen, verstetigen und in Richtung forschungsintensivere Produkte und mehr originäre Marktneuheiten umstrukturieren. 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 deutlich geringer ausfallen; die 3 %-Initiative könnte für die Bewusstseins-schärfung jedoch nützlich sein.

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. Klein- und Mittelunternehmen sind stärker als Großunternehmen auf FuE-Kooperationen mit der Wissenschaft angewiesen.¹⁵⁷ Gerade angesichts der Knappheit an Kapital und Personal und des dadurch ausgelösten FuE-Produktivitätsdrucks geraten die **Schnittstellen** zwischen Industrie und wissenschaftlicher Forschung sowie die schnellere und effizientere Diffusion des Wissens in den Brennpunkt der Innovationspolitik (Netzwerke, Cluster, Exzellenzzentren usw. auf regionaler und sektoraler Ebene). Der Staat muss daher intensiv in **Grundlagenwissen und -forschung** investieren. Die High Tech-Initiative der Bundes-

¹⁵⁴ Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

¹⁵⁵ Vgl. Rammer (2005).

¹⁵⁶ Rammer, Polt u. a. (2004).

¹⁵⁷ Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

regierung sieht dies vor; angesichts der im internationalen Vergleich schwachen Dynamik von FuE in den staatlichen Reihen ist dies dringend erforderlich.

Der entscheidende Aspekt, um in Deutschland auf ein höheres FuE-Niveau zu kommen, wird es sein, nicht nur den Sockel an forschenden Unternehmen in der bestehenden Wirtschaftsstruktur auszuweiten, sondern gleichzeitig den **Sektor- und Unternehmensstrukturwandel** in Richtung wissensintensive Dienstleistungen, Spitzen- und gehobene Gebrauchstechnologie zu beschleunigen. Hiermit ist keineswegs nur ein FuE-Selbstzweck verbunden; vielmehr bieten Dienstleistungen und Spitzentechnologien die besten Wachstumsaussichten und zudem auch noch zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten. An dieser Stelle reicht das innovationspolitische Instrumentarium jedoch nicht mehr aus. Denn der Staat nimmt über die Gestaltung des **Rahmens** maßgeblich Einfluss auf die gesellschaftliche Nachfrage nach hochwertigen Gütern und Dienstleistungen und damit nach Innovationen und FuE. Er sollte daher zunächst über seine ureigensten Aufgaben (Gesundheit, Umwelt, Mobilität, Kommunikation, innere und äußere Sicherheit usw.) innovative Impulse geben. In diesem Zusammenhang sollte sich die Innovationspolitik zum Anwalt innovativer Lösungen machen. Hierzu gehören **Deregulierung** sowie **Re-Regulierung** in schutzbedürftigen Bereichen. Ein besonders wichtiges Element ist die Förderung des **Wettbewerbs**. Neue Produkte und Leistungen werden sich auf dem Weltmarkt nur dann durchsetzen, wenn sie unter wettbewerblichen Bedingungen bestehen können. Konsequentermaßen **innovationsorientierte Ressortpolitiken** zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen gehören zu den langfristig effizientesten Instrumenten einer staatlichen Innovations- und Technologieförderung. In diesem Zusammenhang spielt das öffentliche Beschaffungswesen - zumindest als temporäre Hilfe mit entsprechenden Impulswirkungen - eine wesentliche Rolle.

Den **makroökonomischen Rahmenbedingungen** für FuE und Innovationen ist höchste Aufmerksamkeit zu schenken. Auf Dauer gerät mit fehlenden inneren Antriebskräften die Rolle des deutschen Marktes ins Wanken, als führender Nachfrager nach hochwertigen Produkten die Unternehmen zu Höchstleistungen anzuspornen, die sich auch auf dem Weltmarkt gut verkaufen lassen („lead market“-Ansatz). An diesem Schwachpunkt ist vor allem anzusetzen, um die Ertragserwartungen der Unternehmen aus FuE zu verbessern.

Literaturverzeichnis

- Abramson, H. N., J. Encarnacao, P. P. Reid, U. Schmoch (1997), *Technology Transfer Systems in the United States and Germany*, Washington, D. C.
- Arrow, K. (1962), *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention*, in: R. Nelson (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton, S. 609-702.
- Barro, R. J., X. Sala-i-Martin (1995), *Economic Growth*, New York.
- Beise, M. (2000), *Lead Markets: A Theory of the International Diffusion of Innovations Exemplified by the Cellular Mobile Telephone Industry*, PhD thesis, Technical University of Berlin.
- Beise, M., Chr. Rammer (2003), *Local User-Producer Interaction in Innovation and Export Performance of Firms*. ZEW Discussion Paper No. 03-51, Mannheim.
- Belitz, H. (2006a), *Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen 2005*, Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2006, DIW, Berlin.
- Belitz, H. (2006b), *Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen aus deutscher Sicht*, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), *FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik*, Heft 15, S. 61-74.
- Blind, K., J. Edler, R. Frietsch, U. Schmoch (2003), *Erfindungen kontra Patente. Beitrag des Fraunhofer ISI zur AG Innovationsindikatoren*, Karlsruhe.
- Blind, K., R. Frietsch, *Integration verschiedener Technologieindikatoren. Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 16-2006*, ISI, Karlsruhe.
- BMBF (2006), *Hightech-Strategie für Deutschland*, Berlin.
- Callon, M. (1994), *Is Science a Public Good?*, in: *Science, Technology and Human Values*, Vol. 19, S. 395-424.
- Cohen, W., D. Levintal (1990), *Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation*, in: *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, S. 128-152.
- Dehio, J., D. Engel, R. Graskamp, M. Rothgang (2005), *Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation. Endbericht des RWI zu einem Forschungsvorhaben im Auftrag des BMWA (20/03)*, Essen.
- Edler, J., R. Döhrn, W. Rothgang (2003), *Internationalisierung industrieller Forschung und grenzüberschreitendes Wissensmanagement. Eine empirische Analyse aus der Perspektive des Standortes Deutschland*. Technik, Wirtschaft und Politik 54, Heidelberg.
- European Commission (1997), *Second European Report on Science & Technology Indicators*, Luxemburg.
- European Commission (2003), *Third European Report on Science & Technology Indicators*, Luxemburg.
- Fier, A., D. Czarnitzki (2004), *Zum Stand der empirischen Wirkungsanalyse der öffentlichen Innovations- und Forschungsförderung*. Unveröffentlichtes Manuskript (ZEW), Mannheim.
- Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, Cambridge.
- Frietsch, R., B. Breitschopf (2003), *Patente - Aktuelle Entwicklungen und längerfristige Strukturänderungen bei industriellen Innovationen. Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2003*, Fraunhofer ISI, IWW, Karlsruhe.
- Frietsch, R., S. Gauch, B. Breitschopf (2004), *Patente in Europa und der Triade - Strukturen und deren Veränderung. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 9-2005*, Fraunhofer ISI, IWW, Karlsruhe.
- Gaisser, S., M. Nusser, Th. Reiß (2005), *Stärkung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland. Abschlussbericht des Fraunhofer ISI an die Hans-Böckler-Stiftung. Projekt 2003-502-1*, Karlsruhe.
- Gehrke, B., Chr. Heine (2006), *FuE in der Wirtschaft - Anforderungen an das Ausbildungssystem*, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), *FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik*, Heft 15, S. 119-130.

- Gehrke, B., H. Legler (2001), Innovationspotenziale deutscher Regionen im europäischen Vergleich, Berlin.
- Gerybadze, A. (1988), Raumfahrt und Verteidigung als Industriepolitik? Auswirkungen auf die amerikanische Wirtschaft und den internationalen Handel, Frankfurt, New York.
- Grenzmann, Chr. (2004a), Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft - Die FuE-Statistik des Wirtschaftssektors, in: Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft - Statistik und Analysen. Materialien zur Wirtschaftsstatistik Heft 13, Essen, S. 7-18.
- Grenzmann, Chr. (2004b), Globale FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Spiegel der Statistik, in: Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft - Statistik und Analysen. Materialien zur Wirtschaftsstatistik Heft 13, Essen, S. 65-78.
- Grömling, M, K. Lichtblau, I. Stolte (2000), Preussag Dienstleistungsreport 2000, Köln.
- Grupp, H. (1996), Spillover Effects and the Science Base of Innovation Reconsidered: An Empirical Macroeconomic Approach, in: Journal of Evolutionary Economics, Vol. 6, No. 2, S. 175-197.
- Grupp, H. (1997), Messung und Erklärung des Technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik, Berlin, Heidelberg, New York.
- Grupp, H. u. a. (1997), Patente im internationalen Vergleich - unveröffentlichter Beitrag des Fraunhofer ISI zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1997, Karlsruhe.
- Grupp, H., B. Breitschopf (2004), Bessere Einbindung von Frauen in das Innovationssystem, in: H. Grupp, H. Legler, G. Licht (Hrsg.), Technologie und Qualifikation für neue Märkte, Berlin, S. 131-140.
- Grupp, H., M. Friedrich-Nishio (2003), FuE für Rüstung und Sicherheit, in: Studie Nr. 1-2003 zum deutschen Innovationssystem des NIW, Hannover.
- Grupp, H., H. Legler u. a. (2000), Hochtechnologie 2000 - Neudefinition der Hochtechnologie für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Karlsruhe, Hannover.
- Heine, Chr., J. Egelu u. a. (2006), Ingenieur- und Naturwissenschaften: Traumfach oder Albtraum? ZEW-Wirtschaftsanalysen 81, Basel.
- IMD (versch. Jgge.), The World Competitiveness Yearbook, Lausanne.
- Kinkel, S., G. Lay (2004), Produktionsverlagerung unter der Lupe. Entwicklungstrends bei Auslandsverlagerung und Rückverlagerung deutscher Firmen, Karlsruhe.
- Klodt, H., R. Maurer, A. Schimmelpfennig (1997), Tertiärisierung der deutschen Wirtschaft, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Krawczyk, O., R. Frietsch, D. Schumacher (2002), Aufhol-Länder im weltweiten Technologiewettbewerb. Beitrag des NIW, Fraunhofer ISI und des DIW zum Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2002, Hannover, Karlsruhe, Berlin.
- Kunze, F., M. Neuhaus (2005), Inshoring-Ziel Deutschland. Aktuelle Themen 346 der deutschen bank research, Frankfurt.
- Lau, A., T. Zywiets (2005), Going International, Berlin.
- Legler, H., R. Frietsch (2006), Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft. Arbeitspapier des NIW und des Fraunhofer ISI für die AG Innovationsindikatoren, Hannover, Karlsruhe.
- Legler, H., O. Krawczyk (2005), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 7-2005, NIW, Hannover.
- Legler, H., C. Grenzmann, R. Marquardt (2005), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft im vergangenen Vierteljahrhundert. Studie des NIW und des WSV zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2006, Hannover, Essen.
- Legler, H., H. Grupp u. a. (1992), Innovationspotential und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb, Heidelberg.

- Legler, H., Chr. Rammer, U. Schmoch (2003), Innovationsindikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit der östlichen Bundesländer. Studie des NIW, des ZEW und des Fraunhofer ISI zum deutschen Innovationssystem Nr. 20-2004, Hannover, Mannheim, Karlsruhe.
- Legler, H., R. Walz u. a. (2006), Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich, Berlin.
- Narin, F. u. a. (1997), The Increasing linkage between U.S. technology and public science, in: Research Policy, Vol. 26, S. 317-330.
- NSF (versch. Jgge.), Science And Engineering Indicators, Washington D. C.
- OECD (1993), Frascati Manual 1993 - The Measurement of Scientific and Technological Activities, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, Paris.
- OECD (1999, 2001, 2003, 2005), Science, Technology and Industry Scoreboard, Paris.
- OECD (2000, 2002, 2004a), Science, Technology and Industry Outlook, Paris.
- OECD (2004b), Bildung auf einen Blick, Paris.
- OECD (versch. Jgge.), Main Science and Technology Indicators, Paris.
- Pavitt, K. (1984), Secorial Pattern of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, in: Research Policy, Vol. 13, S. 343-373.
- Preissl, B. (2000), Service Innovation - What makes it different? Empirical evidence from Germany, in: S. Metcalfe, J. Miles: Innovation Systems and Services, Kluwer.
- Rammer (2002), Patente und Marken als Schutzmechanismen für Innovationen. Studie des ZEW zum deutschen Innovationssystem 11-2003, Mannheim.
- Rammer, Chr., I. Wieskotten (2006), Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2004. Studie des ZEW zum deutschen Innovationssystem 8-2006, Mannheim.
- Rammer (2005), Unternehmensdynamik in Deutschland 1995-2003: Die Rolle forschungs- und wissensintensiver Branchen und eine Einordnung im internationalen Vergleich. Studie des ZEW zum deutschen Innovationssystem 11-2005, Mannheim.
- Rammer, Chr., H. Binz (2006), Zur Förderung von FuE in der Wirtschaft durch den Staat, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 131-142.
- Rammer, Chr., Chr. Grenzmann, H. Penzkofer, A. Stephan (2004), FuE- und Innovationsverhalten von KMU und Großunternehmen unter dem Einfluss der Konjunktur. Studien zum deutschen Innovationssystem 22-2004, ZEW, ifo, WSV und DIW, Mannheim, München, Essen, Berlin.
- Rammer, Chr., G. Polt, J. Egel, G. Licht, A. Schibany (2004), Internationale Trends der Forschungs- und Innovationspolitik - Fällt Deutschland zurück? Schriftenreihe des ZEW, Bd. 73, Baden-Baden.
- Rammer, Chr., A. Spielkamp (2006), FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 83-102.
- Revermann, Chr., E. M. Schmidt (1999), Erfassung und Messung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Dienstleistungssektor, Abschlussbericht, RWI und Wissenschaftsstatistik, Essen.
- Rose, G. (2006), Internationalisierung von FuE bei Klein- und Mittelunternehmen, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, - Heft 15, S. 75-82.
- Schasse, U. (1998), Innovationsverhalten und Unternehmenserfolg. Empirische Analysen auf der Basis von Betriebsdaten aus dem Hannoveraner Firmenpanel. Vortrag auf dem Workshop 1998 des NIW „Neue Produkte, Neue Märkte, Neue Strategien“ am 8. Oktober 1998 in Hannover.

- Schmoch, U. (2003), Leistungsfähigkeit der deutschen wissenschaftlichen Forschung im Vergleich. Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 5-2003, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- Schmoch, U. (2005), Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich 2004. Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2005, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- Schmoch, U., G. Licht, M. Reinhard u. a. (Hrsg.) (2000), Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart.
- Schmoch, U., Chr. Rammer, H. Legler (Hrsg.) (2006), National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies, Dordrecht.
- Schumacher, D. (2005). Marktergebnisse bei forschungsintensiven Waren und wissensintensiven Dienstleistungen im internationalen Vergleich: Produktion, Beschäftigung und Außenhandel. Studie zum deutschen Innovationssystem 15-2005, Berlin.
- Schumacher, D., H. Legler, B. Gehrke (2002). Marktergebnisse bei forschungsintensiven Waren und wissensintensiven Dienstleistungen: Außenhandel, Produktion und Beschäftigung. Studie des DIW und des NIW zum deutschen Innovationssystem 18-2003, Berlin, Hannover.
- Sheehan, J., A. Wyckoff (2002), Targeting R&D, OECD-DSTI/STP/TIP (2002)16, Paris.
- Soskice, D., P. Hall (2000), Varieties of Capitalism, Wissenschaftszentrum Berlin, mimeo.
- Statistisches Bundesamt (2000), Wissenschafts- und Technologieindikatoren, Wiesbaden.
- Stephan, P. (1996), The Economics of Science, in: Journal of Economic Literature, Vol. 34, S. 1199-1235.
- Straßberger, F. u. a. (1996), FuE-Aktivitäten, Außenhandel und Wirtschaftsstrukturen: Die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich, Beitrag des DIW zur „Erweiterten Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1995“ im Auftrag des BMBF, Berlin.
- UNCTAD (2005), World Investment Report, New York/Geneva.
- Verband Forschender Arzneimittelhersteller (2006), Die Arzneimittelindustrie in Deutschland, Berlin.
- Voßkamp, R., J. Schmidt-Ehmcke (2006), FuE in der Wirtschaft - Auswirkungen auf Produktivität und Wachstum, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 7-18.
- Wissenschaftsstatistik (versch. Jgge.), Datenreport Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft, Essen.

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
\$	Dollar
Abb.	Abbildung
ANBERD	Analytical Business Expenditure on Research and Development
AUS	Australien
AUT	Österreich
BEL	Belgien
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
bmb+f	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CAN	Kanada
CHN	China
CZE	Tschechische Republik
DEN	Dänemark
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DV	Datenverarbeitung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EPA	Europäisches Patentamt
ESA	European Space Agency
ESP	Spanien
EU	Europäische Union
Eureka	Initiative zur verstärkten technologischen Zusammenarbeit in Europa
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
Fraunhofer ISI	Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung
FuE	Forschung und experimentelle Entwicklung
G12	12 größte Industrieländer
GBAORD	Government Budget Appropriations or Outlays for R&D
GBR	Großbritannien und Nordirland
GDP	Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
GER	Deutschland
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
GRE	Griechenland
HERD	Higher Education Expenditure on Research and Development
HIS	Hochschulinformationssystem
HUN	Ungarn
ifo	ifo-Institut für Wirtschaftsforschung
IMD	International Institute for Management Development
IND	Indien
IRL	Republik Irland
ISI	siehe <i>Fraunhofer ISI</i>
ISIC	International Standard Industrial Classification
ISL	Island
ISR	Israel
IT	Informationstechnologie
ITA	Italien

IuK	Information und Kommunikation
JPN	Japan
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
KOR	Republik Korea
MEDI	Gruppe mitteleuropäischer Länder
MEX	Mexiko
Mio.	Million
MOST	Ministry of Science and Technology
Mrd.	Milliarde
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MSTI	Main Science & Technology Indicators
Nato	North Atlantic Treaty Organisation
NED	Niederlande
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
NOR	Norwegen
NORD	Gruppe nordeuropäischer Länder
NZL	Neuseeland
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
p. a.	pro Jahr
POL	Polen
POR	Portugal
PPP	Kaufkraftparitäten
R&D	Research and Development
RUS	Russland
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
SIN	Singapur
SRS	Science Resources Statistics
StaBuA	Statistischen Bundesamt
STAN	Structural Analysis Database
STI	Science & Technology Indicators
SUED	Gruppe südeuropäischer Länder
SUI	Schweiz
SVK	Slowakische Republik
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
Tsd.	Tausend
TUR	Türkei
TWN	Taiwan
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
US	United States
US-\$	US-Dollar
USA	United States of America
VFA	Verband Forschender Arzneimittelhersteller
WSV	Wissenschaftsstatistik gGmbH im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft

Anhang

Tab. A.2.2.1: Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1981 bis 2003

- in % -

Land	1981	1985	1990	1991	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
GER ^a	41,8	37,5	33,8 ^c	35,9 ^d	37,9 ^c	38,1 ^c	35,9	34,8 ^c	32,1	31,4 ^c	31,4	31,6 ^c	31,2	30,4 ^c
FRA	53,4 ^d	52,9	48,3	48,8	41,9	41,5	38,8 ^d	37,3	36,9	38,7 ^d	36,9	38,3	39,0	
GBR	48,1 ^{c,d}	43,5 ^d	35,5	35,0	32,8	31,5	30,7	30,7	29,2	30,2	29,1	27,8	31,4	
ITA	47,2	51,7	51,5	49,6 ^d	53,0	50,8								
BEL		31,6		31,3 ^c	23,1	23,0	22,2	23,8	23,5	22,9	22,0	23,2	23,6	
NED	47,2	44,2	48,3 ^d	48,6	42,2	41,5 ^d	39,1	37,9	35,8	34,2	35,8	37,1	36,2	
DEN	53,5	46,0	42,3	39,7	39,6	35,7 ^c	36,1		31,2		28,2		27,1	
IRL	56,5	46,1	30,1 ^c	27,9 ^c	22,6 ^c	24,2 ^c	24,3 ^c	23,1 ^c	21,9 ^c	23,5 ^c	25,6 ^c	28,0 ^c	30,4 ^c	32,2 ^{b,c}
GRE	78,6 ^d			57,7	54,1 ^d		54,5		48,9		46,6		47,4	
ESP	56,0	47,7	45,1	45,7	43,6 ^d	43,9 ^c	43,6	38,7 ^c	40,8	38,6	39,9	39,1	40,1	41,0
POR	61,9 ^{**}	63,5 ^{**}	61,8		65,3 ^d		68,2 ^d	69,1 ^c	69,7	64,8 ^c	61,0	60,5 ^c	60,1	
AUT	46,9	48,1	44,5 ^c	46,5 ^c	46,9 ^c	43,2 ^c	41,0 ^c	37,8	38,9 ^c	38,0 ^c	38,3 ^c	33,6	34,6 ^c	35,3 ^c
SWE	42,3 ^d	36,4		34,0	28,8 ^d		25,8 ^d		24,5	..	21,3	..	23,5	
FIN	43,4 ^d			40,9 ^d	35,1		30,9	30,1	29,2	26,2	25,5	26,1	25,7	26,3
SUI	24,9	21,1 ^{***d}	23,2 ^{***d}	28,4 [*]		26,9				23,2				22,7
NOR	57,2	45,3		49,5	44,0 ^d		42,9		42,6		39,8		41,9	
ISL	85,6	64,3	65,8	69,7	57,3		50,9	55,9 ^c	41,2		34,0		40,1	
TUR			71,4	70,1	62,4	56,6	53,7	53,4	47,7	50,6	48,0	50,6		
POL					60,2 ^d	57,8	61,7	59,0	58,5	66,6	67,5	67,3	66,0	65,2
HUN			28,9	40,0	53,1	50,0	54,8	56,2	53,2	49,5	53,6	58,6	58,0	51,8
CZE					32,3	34,8	30,8	36,8 ^d	42,6	44,5	43,6	42,1	41,8	41,9
SVK			32,8	31,7	37,8	39,5	34,5 ^d	45,3	47,9	42,6	41,3	44,1	50,8	57,1
CAN	50,6	48,1	45,9 ^c	45,7 ^c	35,9 ^c	33,7 ^c	32,0 ^c	30,3 ^c	31,2 ^c	29,3 ^c	29,2 ^c	31,8 ^c	32,4 ^c	33,6 ^{b,c}
USA	47,8	46,9	41,6	38,9	35,4	33,2	31,5	30,2 ^d	28,4	25,9	27,3	29,2	30,8 ^b	31,0 ^b
MEX					66,2	66,8	71,1	60,8	61,3	63,0	59,1	55,5	56,1	
JPN	24,9 ^c	19,1 ^c	16,1 ^c	16,4 ^c	20,9 ^c	18,7 ^d	18,2	19,3	19,6	19,6	19,0	18,4	18,0	18,1
KOR					19,0	20,3	22,9	25,9	24,9	23,9	25,0	25,4	23,9	23,1
AUS ^{***}	72,8		54,9		47,4	45,8		46,9		45,5		42,4		
NZL			60,3	61,8	52,3		52,3		50,6		47,1 ^d		45,1	
OECD	44,0^c	41,4^c	36,8^c	35,6^c	34,0^c	32,4^c	31,2^c	30,6^c	29,6^c	28,3^c	28,7^c	29,6^c	30,2^b	

a) bis 1990 früheres Bundesgebiet. - b) vorläufig. - c) Schätzung. -

d) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen. -

*) 1992. - **) entsprechend 1982 und 1986. - ***) 1986 statt 1985 und 1989 statt 1990. - ****) 1994 statt 1995.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2006/1). - Zusammenstellung des NIW.

Tab. A.2.2.2: Anteil der öffentlichen Aufwendungen für FuE des Staates an den Gesamtausgaben 1997 bis 2003

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
GER	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6
BEL	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
DEN	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
FIN	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
FRA	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
GRE	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
GBR	1,8	1,7	1,8	1,8	1,7	1,9	1,8	1,6
IRL	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2
ITA	1,2	1,2	1,1	1,4	1,4			
NED	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6
AUT	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2
POR	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4
SWE		1,3	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,6
ESP	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	1,9	2,1
AUS		2,7	2,5			2,2	2,3	
KOR					3,9			
MEX	1,7		1,6	1,5				
NZL	1,8				1,9		1,6	
POL	1,1	1,2		1,3	1,2			
USA	4,2		4,3	4,4	4,7	5,0	5,0	

Quelle: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch (versch. Jgge.) - OECD, MSTI (2006/1). - Berechnungen des NIW.

Tab. A.2.2.3: Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2005

- Anteile in % -

	GER	USA	JPN	GBR	FRA	OECD
zivil	94,2	43,4	94,9	68,2	77,3	66,7
davon (zivil = 100)						
Erforschung u. Nutzung d. irdischen Umwelt	1,9	1,7	1,9	3,1	1,3	1,9
Infrastrukturmaßnahmen, Raumgesamtplanung	2,0	3,4	4,5	2,1	0,6	2,9
Umweltschutz	3,6	1,0	0,9	2,6	3,7	2,1
Schutz u. Förderung der menschl. Gesundheit	4,6	52,5	4,1	20,3	6,8	21,7
Erz., Vert. u. rationelle Nutzung der Energie	3,1	2,5	18,0	0,5	5,7	5,3
Landwirtsch. Produktivität u. Technologie	1,9	4,3	3,5	4,8	2,6	4,3
Industrielle Produktivität u. Technologie	13,1	0,8	7,4	7,6	8,2	9,0
Gesellschaftliche Strukturen u. Beziehungen	4,0	2,6	0,8	4,6	0,8	2,8
Weltraumforschung und -nutzung	5,2	18,2	7,1	2,3	11,0	9,5
Allg. Hochschulforschungsmittel	42,4	n.a.	35,4	29,0	29,2	23,4
Nicht zielorientierte Forschung	17,5	12,9	16,5	22,5	27,5	16,1
sonstige	0,7	0,0	n.a.	0,7	2,6	1,1
Verteidigung	5,8	56,6	5,1	31,8	22,7	33,3
insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*) oder aktuelles Jahr.

Quelle: Basic R&D Statistics. - Berechnungen des NIW.

Tab. A.2.2.4: Durchführung von FuE* in den G5-Ländern 1991 bis 2003

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	- Anteile der Sektoren in % -													
GER														
Wirtschaft	69,4 ^a	68,7 ^c	67,1	66,6 ^c	66,3 ^c	66,1 ^c	67,5	67,9 ^c	69,8	70,3 ^c	69,9	69,2	69,7	70,4 ^c
Hochschulen	16,2 ^a	17,1 ^c	17,7	18,2 ^c	18,2 ^c	18,6 ^c	17,9	17,4 ^c	16,5	16,1	16,4	17,0	16,9	16,3 ^c
Staat, Org. o. E.	14,4 ^a	14,2 ^{a,c}	15,2	15,3 ^c	15,5 ^c	15,3 ^c	14,6	14,7 ^c	13,8	13,6	13,7	13,7	13,4	13,3 ^c
GBR														
Wirtschaft	67,1	66,0 ^a	66,1	64,6	65,0	64,9	65,2	65,6	66,8	65,6	66,8 ^a	66,2	65,7	
Hochschulen	16,7	17,2 ^a	17,5 ^a	19,2	19,2	19,5	19,7	19,7	19,6	20,6	21,7	22,3	21,4	
Staat, Org. o. E.	14,5 ^a	14,9 ^a	14,6	15,0	14,6	14,4	13,8	13,5	12,2	12,6	9,8 ^a	8,8	9,7	
FRA														
Wirtschaft	61,5	62,5 ^a	61,7	61,8	61,0	61,5	62,5 ^a	62,3	63,2	62,5 ^a	63,2 ^a	63,3	62,6	62,9 ^b
Hochschulen	15,1	15,3	15,8	16,2	16,7	16,8	17,4 ^a	17,6	17,2	18,8 ^a	18,9	18,9	19,4	19,1 ^b
Staat, Org. o. E.	22,7	20,9 ^a	21,1	20,6	21,0	20,3	18,7 ^a	18,6	18,1	17,3 ^a	16,5	16,5	16,7	16,7 ^b
USA														
Wirtschaft	72,5	71,8	70,7	70,5	71,8	73,1	74,1	74,6 ^a	74,9	75,2	73,0	70,2	69,8 ^b	70,1 ^b
Hochschulen	14,5	14,9	15,5	15,9	15,2	14,7	14,3	14,0 ^a	13,9	13,7	14,5	13,5	13,7 ^b	13,6 ^b
Staat, Org. o. E.	9,8	9,9	10,2	9,9	9,4	8,6	8,2	7,9 ^a	7,5	7,0	7,9	12,2	12,4 ^b	12,2 ^b
JPN														
Wirtschaft	75,4 ^c	73,5 ^c	71,1 ^c	71,1 ^c	70,3 ^c	71,1 ^a	72,0	71,2	70,7	71,0	73,7	74,4	75,0	75,2
Hochschulen	12,1 ^c	12,8 ^c	14,0 ^c	14,1 ^c	14,5 ^c	14,8 ^a	14,3	14,9	14,8	14,5	14,5	13,9	13,7	13,4
Staat, Org. o. E.	8,1 ^c	8,9 ^c	10,0 ^c	9,7 ^c	10,4 ^c	9,4 ^a	8,8	9,3	9,9	9,9	9,5	9,5	9,3	9,5
OECD insgesamt														
Wirtschaft	68,8 ^{a,c}	68,0 ^c	66,8 ^c	66,8 ^c	67,2 ^{a,c}	68,0 ^c	68,8 ^c	68,6 ^c	69,0 ^c	69,5 ^c	69,2 ^c	67,8 ^c	67,8 ^c	67,9 ^{b,c}
Hochschulen	16,3 ^{a,c}	16,9 ^c	17,6 ^c	17,8 ^c	17,5 ^{a,c}	17,4 ^c	17,3 ^c	16,1 ^c	16,0 ^c	16,0 ^c	16,4 ^c	17,4 ^c	17,4 ^c	17,1 ^{b,c}
Staat, Org. o. E.	12,4 ^{a,c}	12,4 ^c	12,8 ^c	12,6 ^c	12,5 ^{a,c}	11,8 ^c	11,2 ^c	12,7 ^c	12,3 ^c	11,8 ^c	11,9 ^c	12,2 ^c	12,2 ^c	12,5 ^{b,c}

*) Anteil GERD durchgeführt von ...

a) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen. - b) vorläufig. - c) Schätzungen. Die Anteile addieren sich nicht zu 100%.

Quelle: OECD: Main Science and Technology Indicators (2006/1). - Zusammenstellung des NIW.