



Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Deutschland im internationalen Vergleich

Harald Legler und Birgit Gehrke unter Mitarbeit von Mark Leidmann

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung

Königstraße 53, 30175 Hannover

www.niw.de

Heike Belitz

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin

Mohrenstraße 58, 10117 Berlin

www.diw.de

Christoph Grenzmann.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft

Barkhovenallee 1, 45239 Essen

www.stifterverband.de

Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 1-2008

Diese Studie wurde im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) erstellt. Die Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Die EFI hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss genommen.

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 1-2008

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle: Technische Universität Berlin, VWS 2, Müller-Breslau-Str. (Schleuseninsel), 10623 Berlin

www.e-fi.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 der EFI oder der Institute reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Ansprechpartner:

Dr. Harald Legler

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e. V.

Königstraße 53, 30175 Hannover

Tel. +49-511-123316-40, Fax +49-511-123316-55

Email: legler@niw.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
Zusammenfassung	1
Übersicht	2
FuE-Aktivitäten und technologische Leistungsfähigkeit	3
Deutschlands FuE-Intensität hat nachgelassen	5
FuE-Dynamik der OECD-Länder im neuen Jahrhundert stark gebremst	7
FuE-Vorsprung der deutschen Wirtschaft ist geschrumpft	8
FuE in der Wirtschaft - stark durch die USA geprägt	10
Wachstumserwartungen und Konjunktur bestimmen die FuE-Dynamik	12
Herausforderung durch aufstrebende Schwellenländer	12
Wieder höhere Priorität für FuE in den öffentlichen Haushalten	16
Unterstützung industrieller FuE nimmt weltweit wieder leicht zu	19
Durchführung von FuE an Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen hält Kurs	21
Strukturveränderungen im öffentlichen Sektor mit unterschiedlichen Richtungen	22
Deutschland hat von der FuE-Globalisierung profitiert	25
Deutsche Auslands-FuE stagniert	28
FuE-Globalisierungspause in den USA	30
Weitere Diversifizierung der FuE-Standorte zu erwarten	31
FuE in deutschen Klein- und Mittelunternehmen: Kritische Entwicklung	33
FuE im Dienstleistungssektor nimmt in Deutschland zu	37
Sektoraler Strukturwandel bei industrieller FuE: Automobil und Spitzentechnik profitieren	38
Verschiebungen in der Hierarchie der FuE-Intensitäten	40
Staatliche Finanzierungsbeiträge zu FuE in der Wirtschaft in Deutschland auf Talfahrt	41
FuE-Kosten- und Personalstruktur für Klein- und Mittelunternehmen ungünstig	44
Externe FuE, FuE-Outsourcing und FuE-Kooperationen nehmen zu	45
Zyklische Abhängigkeit von FuE - kaum Eigendynamik in der deutschen Wirtschaft	48
Wenn nicht jetzt: Wann dann?	51
Literaturverzeichnis	55

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Innovatoren nach Innovations- und FuE-Tätigkeit in Deutschland 1993 bis 2006 (in %).....	4
Abb. 2: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 2006.....	6
Abb. 3: FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2005 im Vergleich.....	9
Abb. 4: FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in den USA nach Herkunftsland 1990 bis 2005 in Mio US-\$.....	11
Abb. 5: Entwicklung von Bruttoinlandsausgaben für FuE in jeweiligen Preisen nach Weltregionen 1995-2006	13
Abb. 6: FuE-Intensität in ausgewählten Regionen der Welt 1995 bis 2005.....	14
Abb. 7: Anteil der Weltregionen an den FuE-Kapazitäten 1995-2005 in % - insgesamt, Wirtschaft und öffentlicher Sektor	15
Abb. 8: Haushaltsansätze des Staates in FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991-2006.....	17
Abb. 9: Staatliche FuE-Ausgabensätze in Deutschland 1981 bis 2006.....	18
Abb. 10: FuE Personalintensität deutscher und ausländischer forschender Unternehmen in ausgewählten Industriezweigen in Deutschland 1993 bis 2005 in %	28
Abb. 11: FuE-Intensität ausländischer und einheimischer multinationaler Unternehmen in den USA 1998 bis 2005	31
Abb. 12: Anteil der kontinuierlich forschenden Unternehmen im EU-15-Vergleich 2000 und 2004.....	36
Abb. 13: FuE-Intensität in forschungsintensiven Industriezweigen 2004	39
Abb. 14: FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 1995, 1999, 2003 und 2005.....	41
Abb. 15: Staatliche Finanzierungsanteile bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1979 bis 2005 (in %)	42
Abb. 16: Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2005 an den FuE-Gesamtaufwendungen (in %)	46
Abb. 17: Externe FuE-Aufwendungen nach durchführenden Sektoren in Deutschland 1979 bis 2005	48
Abb. 18: Interne FuE-Aufwendungen in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1981-2008	49

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994-2005 (in %).....	7
Tab. 2: Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 1981 bis 2006.....	20
Tab. 3: Staatlicher Finanzierungsbeitrag zu FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 2005	21
Tab. 4: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen in OECD-Ländern 2005 (in %).....	23
Tab. 5: Durchführung von FuE in den G5-Ländern sowie in der OECD 1981 bis 2006	24
Tab. 6: FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland und ausländischer Unternehmen in Deutschland 2001 bis 2005.....	26
Tab. 7: Struktur der FuE-Aufwendungen von deutschen und ausländischen Unternehmen in Deutschland 2005	27
Tab. 8: Jährliches Wachstum der realen FuE-Aufwendungen ausländischer Tochterunternehmen in den USA 1994-2005.....	30
Tab. 9: Verbreitung und Ausweitung von FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen in Ausland 2005-2007	32
Tab. 10: FuE Personalintensität und FuE-Beteiligung in Bergbau und Verarbeitender Industrie nach Unternehmensgrößenklassen in Deutschland 1995 bis 2005	34
Tab. 11: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2005	35
Tab. 12: Struktur der FuE-Ausgaben 2004 in der OECD-19	37
Tab. 13: Finanzierung von FuE in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2005	43
Tab. 14: FuE Personalstruktur in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2005	44
Tab. 15: Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologiezweigen 2005	47

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
\$	Dollar
Abb.	Abbildung
ANBERD	Analytical Business Expenditure on Research and Development
ARG	Argentinien
AUT	Österreich
BEL	Belgien
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
BRA	Brasilien
CAN	Kanada
CHN	China
CZE	Tschechische Republik
DEN	Dänemark
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DSTI	Directorate for Science, Technology and Industry
EAS	Economic Analysis and Statistics
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EPA	Europäisches Patentamt
ESA	European Space Agency
ESP	Spanien
EU	Europäische Union
EU-15	15 EU-Staaten vor der Osterweiterung
EU-25	25 EU-Staaten nach der Osterweiterung
EUKLEMS	EU level analysis of capital (K), labour (L), energy (E), materials (M) and service (S) inputs
FhG	Fraunhofer-Gesellschaft
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
Fraunhofer ISI	Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung
FS	Fachserie
FuE	Forschung und experimentelle Entwicklung
G5	Deutschland, Großbritannien, Frankreich, USA und Japan
GBR	Großbritannien und Nordirland
GER	Deutschland
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
GRE	Griechenland
GU	Großunternehmen
HGF	Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
HIS	Hochschulinformationssystem
HUN	Ungarn
IMD	International Institute for Management Development
IMF	International Monetary Fund
IND	Indien
IRL	Republik Irland
ISI	siehe <i>Fraunhofer ISI</i>
ISL	Island
ISR	Israel
ITA	Italien
IuK	Information und Kommunikation
IW	Institut der deutschen Wirtschaft
JPN	Japan

Kfz	Kraftfahrzeug
KKP	Kaufkraftparitäten
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
KOR	Republik Korea
LUX	Luxemburg
M & A	Mergers & Aquisitions
MEDI	Gruppe mitteleuropäischer Länder
MEX	Mexiko
Mio.	Million
MIP	Mannheimer Innovationspanel
MOST	Ministry of Science and Technology
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
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
NSF	National Science Foundation
NZL	Neuseeland
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
p. a.	pro Jahr
POL	Polen
POR	Portugal
R&D	Research and Development
ROM	Rumänien
RSA	Republik Südafrika
RUS	Russland
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
SIN	Singapur
SLO	Solowenien
StaBuA	Statistischen Bundesamt
STAN	Structural Analysis Database
STC	Ausgewählte Schwellenländer
STI	Science & Technology Indicators
SUED	Gruppe südeuropäischer Länder
SUI	Schweiz
SV	Stifterverband
SVK	Slowakische Republik
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
TPE	Taiwan
Tsd.	Tausend
TUR	Türkei
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
US	United States
US-\$	US-Dollar
USA	United States of America
US DoC	United States Department of Commerce
WGL	Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz
WSV	Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Zusammenfassung

- In Deutschland wird überdurchschnittlich **intensiv** FuE betrieben. Das gilt sowohl für die Wirtschaft als auch für den Beitrag von Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen.
- Allerdings ist Deutschland mit einem Anteil der FuE-Ausgaben von etwas über 2½ % am Inlandsprodukt recht weit von den selbst gesetzten **Zielen** (3 %) entfernt. Zudem ist es in der Hierarchie der forschungsintensiven Volkswirtschaften in den vergangenen 20 Jahren aus einer Spitzenposition ins Mittelfeld abgerutscht. Deutschlands weltwirtschaftlicher Beitrag für die Erweiterung technologischen Wissens hat sich halbiert.
- Die aktuellen **Plandaten** der FuE-Budgets von Wirtschaft und Staat deuten jedoch an, dass in Deutschland die FuE-Talsohle durchschritten worden ist.
- Das Ziel, die FuE-Anstrengungen deutlich zu erhöhen, ist kein Selbstzweck. Vielmehr haben Investitionen in Bildung Wissenschaft, Forschung und Technologie einen zentralen **Stellenwert** für betriebliche Innovationen, Wettbewerbsfähigkeit und Wachstum.
- Das weltwirtschaftliche FuE-Tempo ist stark durch die USA geprägt. Seit Ende der 90er Jahre hat sich dort der **Staat** sehr stark in FuE engagiert. Auch in Deutschland sind die FuE-Budgets der öffentlichen Hand wieder ausgeweitet worden; das Ergebnis war jedoch im Vergleich zum Schwung der meisten anderen Konkurrenzländer recht bescheiden. Dies gilt sowohl für den staatlichen Finanzierungsbeitrag zu privater FuE als auch für die Ausweitung der FuE-Kapazitäten an Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen.
- Andererseits hat die Stagnation der FuE-Aktivitäten in der **US-Wirtschaft** - dem wichtigsten Lieferanten von Spitzentechnologien und begehrtesten Auslands-FuE-Standort für multinationale Unternehmen - seit Beginn dieses Jahrhunderts massiv das FuE-Tempo der westlichen Industrieländer gedrosselt. Auch die deutsche Wirtschaft hat seither in der FuE-Dynamik stark nachgelassen und - von den USA abgesehen - gegenüber den meisten Konkurrenten Boden verloren.
- FuE ist in der Wirtschaft von der treibenden Kraft für die wirtschaftliche Entwicklung zu einem unauffälligen Mitläufer in der **Konjunktur** geworden: Die Wachstumsaussichten der nahen Zukunft bestimmen die FuE-Anstrengungen. Es fehlt an stabiler Eigendynamik.
- In dieser Situation ist der Staat besonders gefordert, durch Forschung an Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen die technologischen Optionen der Gesellschaft zu erweitern, der Wirtschaft Anreize für FuE-Aktivitäten zu geben, Hemmnisse aus dem Wege zu räumen und private FuE finanziell zu **fördern**. Ein Vorteil ist, dass in Deutschland Wirtschaft/Wissenschaft recht eng kooperieren; ein Nachteil sind die - im Gegensatz zu wichtigen Konkurrenten - stark nachlassenden FuE-Finanzierungshilfen.
- Die weltwirtschaftliche FuE-Szene hat im vergangenen Jahrzehnt vor allem dadurch ein anderes Gesicht bekommen, dass die Kapazitäten vornehmlich in **Asien** expandiert sind. Gewicht und Dynamik sind nicht nur in Japan und Korea hoch, sondern mittlerweile auch in China, Singapur, Taiwan, Israel und Indien. Dass dies nicht nur Anpassungs-FuE an die stark wachsenden Inlandsmärkte ist, zeigt z. B. der stark zunehmende Beitrag dieser Volkswirtschaften zu weltmarktrelevanten Patenten.

- Deutsche Unternehmen haben sich auf FuE-Investitionen in diesen Regionen eingerichtet, weil sie sich an der **Erschließung** dieser Märkte beteiligen wollen. Gefahr für den Bestand an FuE-Kapazitäten im Inland röhrt daraus nicht.
- Denn Deutschland ist hinter den USA der zweitgrößte Standort für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten, es hat von der **Internationalisierung** in FuE profitiert. Ausländische Unternehmen geben mehr Geld für FuE an deutschen Standorten aus als deutsche Unternehmen im Ausland. Sie forschen hierzulande verhältnismäßig intensiv, nutzen die vorhandenen technologischen Kompetenzen und konzentrieren sich auf die Märkte, in denen auch ihre deutschen Mitbewerber stark sind (Maschinen- und Fahrzeugbau). Ähnliche Muster findet man in anderen FuE-Gastgeberländern.
- Die FuE-Globalisierung war weltweit etwas ins **Stocken** geraten - die FuE-Investitionen in aufholenden Schwellenländern fallen quantitativ kaum ins Gewicht -, weil Unternehmenszusammenschlüsse und -übernahmen eine Verschnaufpause eingelegt haben. Mit einer Beschleunigung der FuE-Internationalisierung ist jedoch im Zuge der wieder stark steigenden M&A-Aktivitäten zu rechnen.
- Weltwirtschaftlich betrachtet haben sich die FuE-Aktivitäten der Wirtschaft immer stärker in den Dienstleistungssektor sowie in Spitzentechnikbereiche verlagert. Die deutsche Wirtschaft ist dort zwar nicht sehr stark vertreten. Sie hat ihre **FuE-Strukturen** jedoch in Richtung der expandierenden Felder angepasst - allerdings recht schleppend. Aus deutscher Sicht war es der Automobilbau - in begrenztem Maße auch die Pharmazie -, der mit seiner FuE-Intensivierung bei starkem Wachstum das FuE-Niveau der deutschen Wirtschaft auf akzeptablem Niveau gehalten hat.
- FuE ist immer stärker auf **akademisches** Wissen angewiesen, vor allem bei Dienstleistungen, Spitzentechnologien und Klein- und Mittelunternehmen. Die Verknappungstendenzen bei Naturwissenschaftlern und Ingenieuren sind daher problematisch.
- Auch aus diesem Grunde suchen die Unternehmen bei FuE verstärkt Unterstützung bei **Kooperationspartnern** sowie bei Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen in In- und Ausland. Zwar dominiert die Vergabe von FuE-Aufträgen an Wirtschaftsunternehmen (zu einem großen Teil davon aus dem eigenen Konzern); besonders schnell ist in den letzten Jahren jedoch die Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung voran gekommen.
- Eine Stärke der deutschen Wirtschaft ist die relativ hohe **FuE-Beteiligung** der Unternehmen, also die Breite, in der FuE betrieben wird. Diese hat allerdings etwas nachgelassen, während sie in vielen anderen Ländern gesteigert werden konnte. Dieser Vorteil sollte nicht verloren gehen. Die staatliche FuE-Förderung begünstigt entsprechend seit geraumer Zeit Klein- und Mittelunternehmen stärker als Großunternehmen, allerdings auf wenig merklichem Niveau. Viele andere Länder sind derweil mehr und mehr zu steuerlicher FuE-Förderung übergegangen, die es in Deutschland nicht gibt.

Übersicht

Das NIW, das DIW Berlin und der WSV haben es im Auftrag des BMBF im Rahmen der Ausschreibung 2007/S 24-028976 zur Innovationsindikatorik übernommen, das Thema „Entstehung von Wissen: FuE in Wirtschaft und Staat (Los 2)“ zu bearbeiten. Die Arbeiten sollen laut Ausschreibungstext

in Kontinuität und Weiterentwicklung der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands durchgeführt werden. In diesem Geiste wurden die in den Vorjahren erstellten Studien zur Position Deutschlands bei Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf den neuesten Stand gebracht und im Rahmen dieses Forschungsvertrages zusammengefasst.

- Die **weltwirtschaftliche Sicht** beleuchtet in einem kombinierten Zeitreihen-/Querschnittsvergleich Deutschlands Position bei industrieller FuE.¹ Dazu gehört auch die Arbeitsteilung und Interaktion zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE. Hierzu werden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens neue Daten vorgelegt. Strukturelle Untersuchungen umfassen zudem die sektoralen Schwerpunkte bei FuE in der Wirtschaft. Denn die Volkswirtschaften folgen unterschiedlichen Technologiepfaden, die auch Konsequenzen für die FuE-Tätigkeit haben.
- Zweitens steht 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.²
- Drittens wird in eine weitreichende Analyse des **FuE-Verhaltens der deutschen Wirtschaft** vorgenommen.³ Es 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 hinsichtlich ihrer Strukturwirkungen einzuschätzen ist, welche Rolle Klein- und Mittelunternehmen spielen, welchen Einfluss der Staat auf die Aktivitäten nimmt, welche Industriezweige und Sektoren in Deutschland führend sind und wie intensiv die FuE-Verflechtung in der Wirtschaft sowie zwischen Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung ist. Abschließend wird ein kurzer Ausblick auf die aktuelle FuE-Situation in der deutschen Wirtschaft gegeben.

FuE-Aktivitäten und technologische Leistungsfähigkeit

Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) ist nach international gebräuchlichen Definitionen (dem „Frascati Manual“⁴) charakterisiert als „systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens“. Nach der Anwendungsnähe 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.). Konstituierendes Element der Abgrenzung von FuE zu anderen Elementen des Innovationsprozesses ist die Entstehung und Verwendung neuen Wissens. Der finanzielle Einsatz in Form von Aufwendungen für FuE-Anlagen, - Sachmittel, -Personal und -Aufträge usw. sowie der personelle Einsatz in Form von FuE-Beschäftigten sind daher wesentliche Grundlage für die Bewertung des „Innovationspotenzials“ der Volkswirtschaften bzw. seiner Sektoren.

FuE in Wirtschaft, Hochschulen und in wissenschaftlichen Einrichtungen nimmt in der gesamten Wirkungskette von Bildung und Qualifikation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Inventio-

¹ Aktualisierung von Legler, Krawczyk (2006).

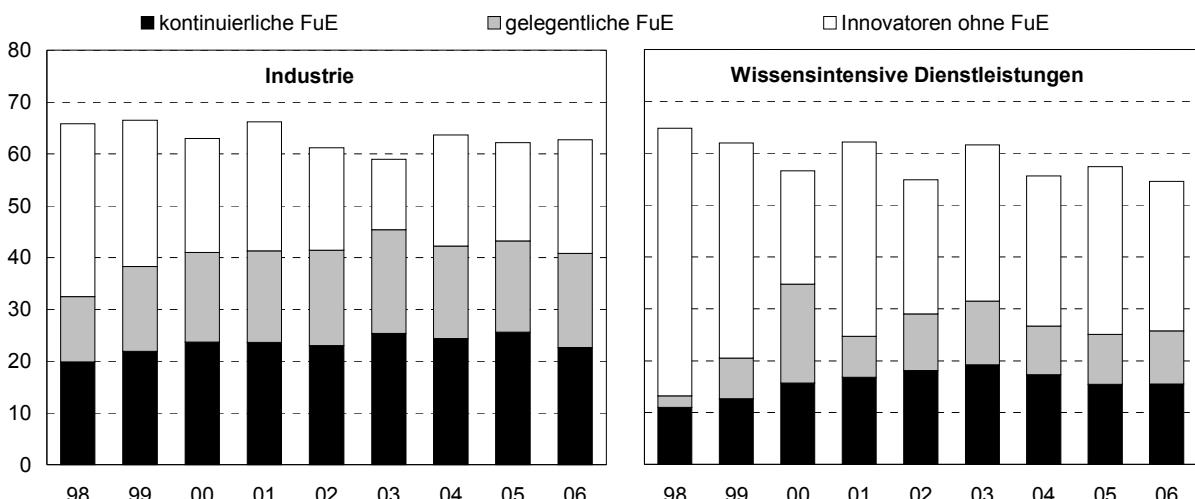
² Aktualisierung von Belitz (2006).

³ Aktualisierung von Legler, Grenzmann, Marquardt (2005).

⁴ Vgl. die aktuelle Fassung der OECD (2002).

nen, Investitionen und Innovationen, Produktivität, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung eine zentrale Rolle ein: Alle empirischen Studien zeigen im Großen und Ganzen einen positiven Einfluss auf gesamtwirtschaftliche Zielgrößen, von denen die Produktivität das entscheidende Zwischenziel darstellt.⁵ Vor diesem Hintergrund hatten sich die Regierungen der europäischen Länder bereits in 2002 vorgenommen, im Jahr 2010 jeweils 3 % ihres Inlandsproduktes für FuE auszugeben („Barcelona-Ziel“). Das Ziel „Spitzenforschungsregion“ war als ein Schritt Europas auf dem Weg zum „dynamischsten Wirtschaftsraum der Welt“ gedacht. FuE ist wieder stärker ins Blickfeld der öffentlichen Diskussion und politischen Aufmerksamkeit geraten. Man kennt die „optimale“ FuE-Quote zwar nicht⁶; es muss jedoch als sicher gelten, dass die in den letzten Jahren in Europa (unter 2 % des Inlandsproduktes) und in Deutschland (2½ %) erreichten Anteile zu niedrig sind, um wieder ein langfristig sicheres Fundament für ein angemessenes Wachstum bei hohem Beschäftigungsstand legen zu können. Die Bundesregierung hatte daher bereits im Jahr 2002 das 3%-Ziel der EU auch als Zielgröße für Deutschland übernommen und im Jahr 2006 in ihrer High Tech-Strategie bekräftigt.⁷

Abb. 1: Unternehmen nach Innovations- und FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2006 (in %)



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

Die empirischen Zusammenhänge legen allerdings den Schluss nahe, dass neben der FuE-Tätigkeit eine Reihe von weiteren Einflussfaktoren auf die Produktivitätsentwicklung wirken⁸ (Marktverfassung und -dynamik, Ausbildungssystem und berufliche Weiterbildung, Mobilität von Arbeitskräften, Kapitalverfügbarkeit, Flexibilität des „Innovationssystems“, Diffusionsgeschwindigkeit von neuen Technologien, Innovationshemmnisse, Größe der Volkswirtschaft, Wirtschaftsstruktur und Infrastrukturausstattung, internationale Spillovers usw.). Angesichts komplexer Wirkungszusammenhänge und -voraussetzungen ist FuE in hoch entwickelten Volkswirtschaften tatsächlich nur ein **notwendiger**

⁵ Vgl. die zusammenfassende Darstellung der Europäischen Kommission (1997), Brécard u. a. (2004), Dehio u. a. (2005) sowie Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006) und die dort empfohlene Literatur. Eine Zusammenfassung der Diskussion ist vom ZEW in den „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ integriert worden (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

⁶ Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

⁷ BMBF (2006).

⁸ Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

Faktor, jedoch **nicht hinreichend**. 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 nur mit der Imitation und Übernahme von Innovationsideen anderer Unternehmen begnügen. Denn Innovationsaktivitäten ohne eigene FuE sind in Deutschland trendmäßig immer seltener geworden⁹: Nur noch 30 bis 35 % der innovationsaktiven Industrieunternehmen kommen ohne eigene FuE aus; 1998 waren es noch gut die Hälfte (*Abb. 1*). Auch bei Dienstleistungen betreibt mittlerweile rund die Hälfte der Unternehmen bei Innovationsprojekten gleichzeitig FuE (1998: 20 %). FuE bildet daher in den sich immer noch in hohem Maße „national“ definierenden „Innovationssystemen“ gewissermaßen den Dreh- und Angelpunkt für die technologische Leistungsfähigkeit. Im langfristigen Mittel wird in Deutschlands Industrie etwa die Hälfte der gesamten Innovationsaufwendungen für FuE eingesetzt.¹⁰

Deutschlands FuE-Intensität hat nachgelassen

Deutschland hat bei FuE im internationalen Vergleich keine schlechte Position. 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*). Der Aufholprozess in Deutschland war auf eine enorme FuE-Intensivierung in fast allen Industrien sowie auf den - damit einhergehenden - industriellen Strukturwandel zu Gunsten forschungsintensiv produzierender Sektoren zurückzuführen¹¹. 1981 war Deutschland bei FuE zur Nummer 1 in der Welt aufgerückt. Die Dynamik ist allerdings gegen Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre recht abrupt zum Stillstand gekommen.

Auch in den meisten anderen großen Volkswirtschaften waren die FuE-Anstrengungen seit Beginn der 90er Jahre zunächst nicht mehr gestiegen oder sind real gar zurückgenommen worden: Der Bedeutungsrückgang von FuE konnte erst Mitte der 90er Jahre gestoppt werden. Deutschland stand damals also mit der nachlassenden Neigung, FuE zu betreiben, nicht allein. Die Entwicklungsmuster der Länder in den 90er Jahren verliefen jedoch nicht einheitlich, sondern durchaus unterschiedlich. Die FuE-Ausgaben **insgesamt** haben in den westlichen Industrieländern im Vergleich zum Inlandsprodukt sehr flexibel auf jeweils veränderte Eckdaten reagiert. Zu nennen sind vor allem folgende Einflussfaktoren:

- Einerseits bestimmen die makroökonomischen Rahmenbedingungen und der wirtschaftlich-technische Wandel die Dynamik und die internationale Verteilung der FuE-Aktivitäten der **Wirtschaft**: Die Wachstumsperspektiven mit ihren unterschiedlich kräftigen Impulsen für FuE und Innovationen; die konjunkturelle Situation und die daraus resultierenden Finanzierungsmöglichkeiten für FuE; der sektorale Strukturwandel zu Gunsten von (wissensintensiven) Dienstleistungen mit ihren in aller Regel hochwertigen Anforderungen an neue Technologien; die weltweit zunehmende Konzentration unternehmerischer FuE auf wenige (Spitzentechnologie-)Bereiche¹²; die

⁹ Vgl. Rammer (2007).

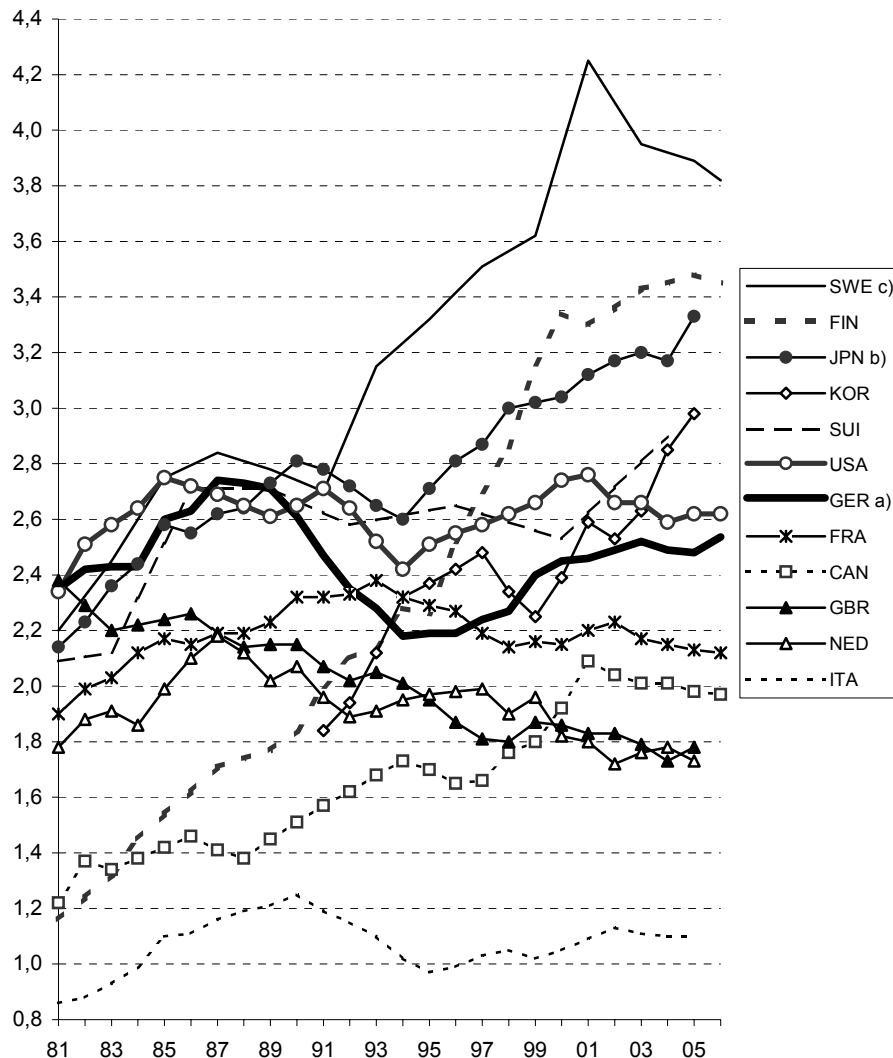
¹⁰ Vgl. Rammer, Blind u. a. (2007).

¹¹ Vgl. Legler, Grupp u. a. (1992).

¹² Zur Abgrenzung von forschungsintensiven Industrien vgl. Legler, Frietsch (2006). Die FuE-intensiven Sektoren der Industrie umfassen alle Güterbereiche, in denen überdurchschnittlich forschungsintensiv produziert wird. Der Bereich der **Spitzentechnologie** enthält Gütergruppen mit einem weltweiten Anteil der internen FuE-Aufwendungen von über 7 % am Umsatz (z. B. Pharmazie, EDV, Flugzeuge,

Einbeziehung von Klein- und Mittelunternehmen in die FuE-Prozesse; die Allokation von FuE-Standorten durch multinationale Unternehmen innerhalb der Gruppe der westlichen Industrieländer; die erhöhte Anziehungskraft einiger aufholender Schwellenländer.

Abb. 2: *FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 2006**



*) 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 (2007/2). – SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Andererseits spielen **staatliche Impulse** eine Rolle, sie haben eher restriktiv gewirkt: Die Abrüstungsbemühungen und der Rückgang militärisch begründeter FuE-Staatsnachfrage nach dem Ende

Nachrichtentechnik, Waffen, Instrumente). Der Bereich der **Gehobenen Gebrauchstechnologie** umfasst Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz zwischen 2½ bis 7 % (z. B. Automobile, Maschinen, Elektrotechnik, Chemie). Beide Bereiche zusammengenommen bilden den forschungsintensiven Sektor der Industrie. Diese Differenzierung ist keineswegs in dem Sinne als Wertung zu verstehen, dass der Bereich Gehobene Gebrauchstechnologie mit dem Siegel „älter“ und „weniger wertvoll“ zu versehen sei, und Spitzentechnologie „neu“, „modern“ und „wertvoller“. Die Gruppen unterscheiden sich vielmehr durch die Höhe der FuE-Intensität. Die Güter der Spitzentechnologie weisen die höchste FuE-Intensität auf, haben häufig „Querschnittsfunktion“ (z. B. IuK-Technologien, Bio- und Gentechnologie) und unterliegen vielfach staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage (z. B. Raumfahrtindustrie) oder Importschutz. Der Spitzentechnologiekreislauf lenkt in allen Industrienationen das spezielle Augenmerk staatlicher Instanzen auf sich, die mit ihrer Förderung nicht nur technologische, sondern zu einem großen Teil auch eigenständige staatliche Ziele (äußere Sicherheit, Gesundheit usw.) verfolgen.

des „kalten Krieges“; der offenbar säkular angelegte relative Rückzug des Staates aus der Förderung von FuE in der Wirtschaft, zeitweise auch aus der Durchführung von FuE in Einrichtungen von Wissenschaft und Forschung; der Konsolidierungsdruck bei den öffentlichen Haushalten sowie Kontroversen um zivile Großprojekte (bemannte Raumforschung, Nuklearforschung).

In jüngerer Zeit hat sich der Staat jedoch allenthalben wieder stärker auf seine wichtige Funktion im FuE-System besonnen. Zunehmend machen sich auch die Potenziale und Restriktionen, die sich aus der (Nicht-)Verfügbarkeit von hoch qualifiziertem Personal ergeben, bemerkbar - in den Volkswirtschaften jedoch in höchst unterschiedlichem Ausmaß.

FuE-Dynamik der OECD-Länder im neuen Jahrhundert stark gebremst

In der zweiten Hälfte der 90er Jahre hat es zunächst eine FuE-Erholungsphase mit einem weltweit scharfen Anstieg der FuE-Intensität gegeben, danach jedoch wieder eine flache, stagnante Entwicklung: Der Zuwachs der realen FuE-Ausgaben in den OECD-Ländern hat sich seit dem Jahr 2000 mehr als halbiert, von 5 % jährlich in der FuE-Aufschwungphase zwischen 1994 und 2000 auf 2,4 % seither (Tab. 1). Die Dynamik ist verloren gegangen. Die Veränderungen im **aktuellen Jahrzehnt** betreffen insbesondere die USA. In der US-Wirtschaft hat es zwischen 2000 und 2002 einen FuE-Einbruch in einem bislang nicht bekannten Ausmaß gegeben. Der Staat hat dies nur teilweise kompensiert. Die USA haben mit ihrem Gewicht (44 % im Jahr 2000) entscheidend dazu beigetragen, dass sich die Ausweitung der FuE-Kapazitäten in den OECD-Ländern seit 2000 abrupt abgeschwächt hat. Aber auch die übrigen Regionen weisen insofern keine gute Bilanz auf, als die Ausweitung der FuE-Kapazitäten deutlich schwächer ausfiel als in der zweiten Hälfte der 90er Jahre. Lediglich einzelne Länder haben im Vergleich zu den 90er Jahren das FuE-Tempo ungefähr halten können - allerdings auch nur deshalb, weil es bereits in der Aufschwungphase recht langsam war.

Tab. 1: *Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994 – 2005 (in %)*

Region Sektor	OECD	USA	JPN	EU-15	GER	GBR	FRA	NORD	SUED	MEDI
Wirtschaft										
1994-2000	5,9	7,4	3,8	4,2	4,9	1,9	1,6	8,9	3,9	5,0
2000-2005	1,9	0,0	4,7	1,5	0,5	0,4	1,5	2,7	4,3	2,4
1994-2005	4,0	4,0	4,2	3,0	2,9	1,2	1,5	6,1	4,1	3,8
Öffentlicher Sektor*										
1994-2000	3,3	2,7	4,0	2,3	2,0	1,7	1,1	4,2	4,2	1,4
2000-2005	3,4	5,2	-1,1	2,6	1,5	3,4	1,5	4,4	3,2	2,5
1994-2005	3,3	3,8	1,6	2,4	1,7	2,4	1,3	4,3	3,8	1,9
Insgesamt										
1994-2000	5,0	6,1	3,9	3,5	4,0	1,8	1,4	7,4	4,1	3,7
2000-2005	2,4	1,4	3,1	1,9	0,8	1,5	1,5	3,2	3,7	2,4
1994-2005	3,8	3,9	3,5	2,8	2,5	1,7	1,4	5,5	3,9	3,1

*) Hochschulen und parauniversitäre FuE-Einrichtungen.

Daten teilweise geschätzt.

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

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

- Am schnellsten sind im neuen Jahrhundert die südeuropäischen Länder voran gekommen. Es scheint zu wirken, dass sich etliche europäische Länder explizit FuE-Ziele gesetzt und die Anstrengungen entsprechend erhöht haben. Trotz ihrer Dynamikeinbußen lagen die nordischen Staaten - zusammen mit Japan - immer noch klar im Vorderfeld.

- In Deutschland, Frankreich und Großbritannien ist die FuE-Zuwachsrate deutlich niedriger als im OECD-Durchschnitt ausgefallen. 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, haben seit 2000 die FuE-Kapazitäten deutlich kräftiger ausgeweitet als Deutschland und holen gegenüber Deutschland auf.
- Deutschland muss folglich die Anstrengungen erhöhen, um nicht noch weiter abzufallen und in das hintere Mittelfeld durchgereicht zu werden. 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 Weltwirtschaftsabschwung und auf die Anforderungen aus der deutschen Wiedervereinigung: FuE war damals stark zurückgedrängt worden. Aktuell hingegen ist FuE selbst in der rezessiven Phase seit 2000 zumindest noch im Wachstum mitgelaufen. Der derzeit erreichte FuE-Anteil von 2,5 % am Inlandsprodukt scheint allerdings eine Marke zu sein, die ohne gezielt forcierte Anstrengungen auf allen Seiten für längere Zeit als Durchschnittspegel anzusehen sein wird.

Gemessen an der FuE-Intensität (FuE-Ausgaben bezogen auf das Inlandsprodukt) lag Schweden im Jahre 2005 mit 3,9 % in der OECD an der Spitze, gefolgt von Finnland (3,5 %), Japan (3,3 %), Korea (3,0 %), der Schweiz (2,9 %, 2004), Island (2,8 %) sowie den USA (2,6 %). Deutschland und Dänemark folgten mit 2,5 % vor Österreich (2,4 %), Frankreich (2,1 %), Kanada (2,0 %) sowie Belgien (1,9 %), Großbritannien und Australien (jeweils 1,8 %). Die EU-15-Länder als Ganzes betrachtet bringen unverändert nur insgesamt knapp 1,9 % ihres Inlandsproduktes für FuE auf (EU-25: knapp 1,8 %). Sie sind seit Anfang der 90er nicht voran gekommen und liegen damit weiterhin klar hinter den USA und Japan. Während Deutschland Anfang der 80er Jahre auf Platz 1 lag und Anfang der 90er Jahre noch mit an der Spitze zu finden war (Rang 4 im Jahr 1991), ist es 2005/2006 im vorderen Mittelfeld (Rang 8 bis 9) zu finden. Es rangiert damit immer noch oberhalb des OECD-Durchschnitts (2,25 %). Während jedoch noch vor Jahren die USA und Japan als Maßstab galten, an dem man sich im internationalen Technologiewettbewerb messen müsse, wird nun vielfach die Messlatte auf den deutlich niedrigeren europäischen Pegel gelegt, damit wenigstens diese Höhe noch genommen werden kann.

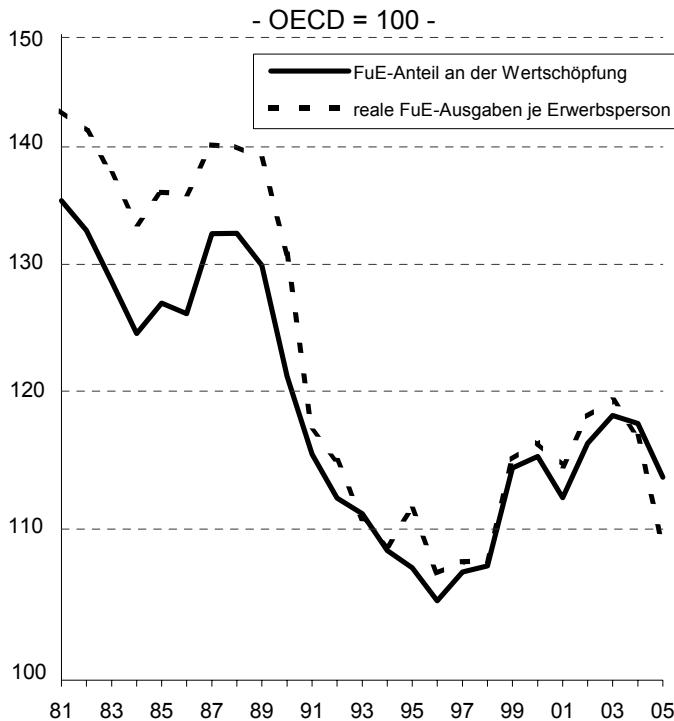
FuE-Vorsprung der deutschen Wirtschaft ist geschrumpft

Das Gesamtbild zur weltweiten FuE-Entwicklung wird maßgeblich durch FuE in der Wirtschaft bestimmt. Im OECD-Raum beansprucht sie 68 % aller FuE-Kapazitäten.¹³ Deutschlands Wirtschaft produziert überdurchschnittlich forschungsintensiv (Abb. 3). 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 - im Industrieländervergleich wieder leicht verbessert. Allerdings ist Deutschlands Vorsprung klar geschröpft: 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. Damit ist Deutschland im Industrieländer-

¹³ In Deutschland wurden 2006: 58,2 Mrd. € für FuE ausgegeben, davon 40,5 Mrd. € in der Wirtschaft, 9,6 Mrd. € in Hochschulen und 8,1 Mrd. € in wissenschaftlichen außeruniversitären Einrichtungen (jeweils Planangaben). Von den insgesamt 485 Tsd. in FuE beschäftigten Personen (vollzeit gerechnet) entfielen 308 Tsd. auf die Wirtschaft, 100 Tsd. auf Hochschulen und 77 Tsd. auf wissenschaftliche Einrichtungen. Vgl. MSTI 2007/2.

vergleich von Rang 1 auf Rang 8 abgerutscht. Langfristig betrachtet sind die Unternehmen aus den übrigen westlichen Industrieländern der deutschen Wirtschaft mit ihren FuE-Anstrengungen sehr nahe gekommen. Zudem ist die Expansion der Wirtschaft in den Schwellenländern zu berücksichtigen: Quantitativ lassen sich diese zwar schlecht in das Berichtsschema einpassen. Jedoch ist klar, dass Deutschlands Vorsprung vor dem durchschnittlichen „Rest der Welt“ bei Einbeziehung der Schwellenländer einerseits noch klarer ausfällt, andererseits jedoch auch schneller schmilzt (*siehe unten*).

Abb. 3: *FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2005 im Vergleich**



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

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

Der zeitweise kräftige FuE-Kapazitätsabbau in der US-Wirtschaft hat die FuE-Dynamik der OECD-Länder insgesamt seit 2000 sehr stark gebremst. Dies bedeutet rechnerisch eine „Aufwertung“ aller anderen Länder, selbst wenn diese stagnierten oder in den letzten Jahren nur langsam vorankommen - wie seit 2000/2001 die Wirtschaft in den meisten großen europäischen Ländern. Die deutsche Wirtschaft erhöhte ihr FuE-Niveau ebenfalls nur in mäßigem Tempo (0,5 % p. a.), sie 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-Länder außerhalb der USA bei 3,5 %; 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 bis 2005 zudem wieder erhöht. Nach den Plandaten gab es 2006 insofern einen Teilerfolg, als die Dynamik der übrigen OECD-Länder gehalten werden konnte (+4,3 %).

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 weltwirtschaftli-

chen Regeln ausgesetzt sind und mit entsprechenden Anstrengungen im Technologiewettbewerb antreten. Zusätzlich sind gewichtige Mitstreiter aus Asien, Mittel- und Osteuropa und Lateinamerika hinzugekommen. Rechnet man die dort bestehenden und neu errichteten FuE-Kapazitäten hinzu, dann hat sich die weltwirtschaftliche Bedeutung der deutschen Wirtschaft für FuE - also für die Ausweitung des technologischen Wissens - bis 2005 mit einem Anteil von ungefähr 6½ % gegenüber Anfang der 80er Jahre fast halbiert.

FuE in der Wirtschaft - stark durch die USA geprägt

Weltwirtschaftlich war vor allem der scharfe FuE-Einschnitt in den USA zwischen 2000 und 2002 für das Innovationsgeschehen von großer Bedeutung - nicht allein wegen des hohen Gewichts der USA bei industrieller FuE, sondern auch wegen deren enormer FuE-Verflechtung mit den übrigen Ländern: Die USA sind mit weitem Abstand der größte FuE-Standort für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten von multinationalen Unternehmen, auch nicht-forschende Unternehmen profitieren vom dortigen Know how. Nicht zuletzt hat der über den Warenverkehr mit den USA verbundene Technologietransfer in die übrige Welt gelitten, denn die USA sind immerhin der Welt größter Lieferant von Spitzentechnikerzeugnissen. Der FuE-Einbruch in der US-Wirtschaft zwischen 2000 und 2002 war daher mit hohen, weltwirtschaftlich relevanten Konsequenzen für das Innovationsgeschehen verbunden.

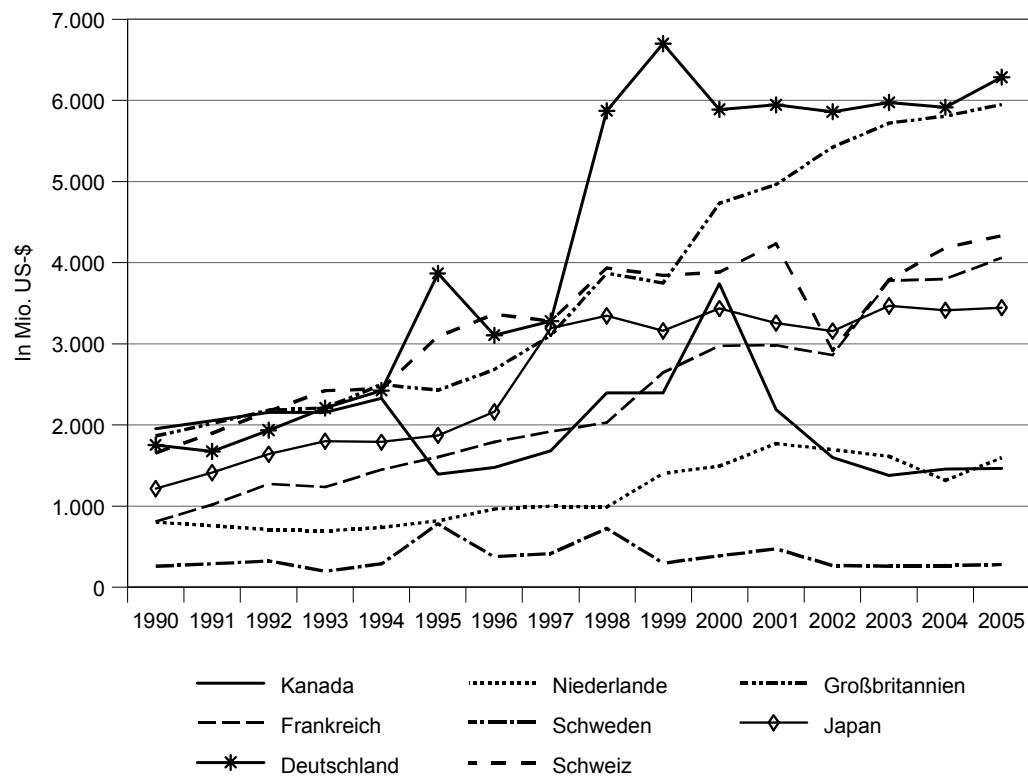
- Negativ betroffen in den USA¹⁴ waren vor allem die FuE-Kapazitäten in der Elektronik (IuK-Wirtschaft und Telekommunikation), die 2002 um 30 % unter das Niveau von 2001 rutschten. Hier haben sich im Nachhinein die starken Kapazitätserweiterungen der Vorjahre als überdimensioniert herausgestellt, zudem gab es Reaktionen auf Regulierungen in der Telekommunikation.
- Der gleichzeitig sehr starke Zuwachs bei Informations- und Telekommunikationsdienstleistungen gleicht das Minus in der Medientechnik/Elektronik etwa zur Hälfte aus.
- Aus konjunkturellen Gründen sind die FuE-Kapazitäten im Maschinenbau recht scharf zurückgestutzt worden. Sie lagen 2003 ein Viertel niedriger als im Jahr 2000. 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-Kapazitätseinschnitten zu kämpfen hat, die noch nicht wieder aufgefüllt sind.
- Die US-Pharmaindustrie sowie der Luft- und Raumfahrzeugbau bauen ihre FuE-Kapazitäten seit 2001 wieder auf. Die Pharmaindustrie hat bereits im Jahr 2002 das 2000er Niveau klar übertroffen und lag 2003 bereits mehr als 20 % darüber. Im Luft- und Raumfahrzeugbau ist das FuE-Niveau des Jahres 2000 in 2003 schon wieder um 50 % übertroffen worden und damit auf dem Niveau der 90er Jahre. Unter Schwankungen konnte das Niveau seither gehalten werden.
- Im US-Instrumentenbau gingen die FuE-Kapazitäten in dem betrachteten Zeitraum nur wenig nach unten, sie wurden ab 2001 wieder ausgeweitet, zuletzt jedoch wieder etwas zurückgenommen.

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 Elektro-

¹⁴ Vgl. zum Folgenden Auswertungen der NSF sowie die ANBERD-Datenbank der OECD.

nik-/IuK-/Medientechniksektor sowie der Maschinen- und Automobilbau als „Problemfälle“, die sich noch nicht wieder vollständig erholt haben und dies auch nicht unbedingt erwartet wird. Viele andere sind - von einem niedrigeren Niveau 2001 aus startend - FuE-mäßig wieder im Aufwärtstrend. Seit 2002 haben die Unternehmen in den USA real gerechnet wieder zusätzlich jährlich 2,8 % mehr in FuE investiert. Damit ist im Jahr 2006 das Aktivitätsniveau von 2000 gerade erst so eben übertroffen worden.

Abb. 4: FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in den USA nach Herkunftsland 1990 bis 2005 in Mio US-\$



Quelle: US-Handelsministerium. - Berechnungen des DIW Berlin.

Die USA sind nach wie vor das Land mit den größten FuE-Aufwendungen **ausländischer Unternehmen** (31,7 Mrd. \$ im Jahr 2005¹⁵). Bereits ab 1999 gab es jedoch einen deutlichen Rückgang der Zuwachsraten der FuE-Aufwendungen von ausländischen Unternehmen (Abb. 4). Der Anteil der ausländischen Unternehmen an den gesamten FuE-Ausgaben der Wirtschaft hält sich damit seit 1998 unverändert etwas unter 15 %. Umgekehrt zeichnet sich bei US-Unternehmen seit 2004 wieder eine Zunahme der FuE-Auslandsaktivitäten ab.¹⁶

Die schwache FuE-Expansion von ausländischen Unternehmen in den USA zeigt: Ausländische Unternehmen passen sich im FuE-Verhalten wie ihre einheimischen Wettbewerber an, sie sind ja auch den gleichen Markt-, Produktions- und Forschungsbedingungen unterworfen. (vgl. auch die Ausführungen zur FuE-Globalisierung deutschen Unternehmen *weiter unten*).

¹⁵ US DoC (2005), vgl. auch Tab. 8.

¹⁶ Vgl. Yorgason (2007).

Wachstumserwartungen und Konjunktur bestimmen die FuE-Dynamik

Die in den meisten OECD-Ländern seit geraumer Zeit beobachtete weitgehende Parallelentwicklung von FuE und Wertschöpfung in der Wirtschaft deutet darauf hin, dass sich die Unternehmen bei den FuE-Projekten zunehmend weniger an mittelfristig-strategischen Zielen und an einer vorsorglichen Ausweitung der technologischen Möglichkeiten orientieren, sondern immer mehr an der kurzfristigen Nachfrageentwicklung und den Wachstumsaussichten in naher Zukunft. Die zyklische Komponente von FuE ist lange Zeit durch die starke Trendkomponente in den 80er und späten 90er Jahren, als FuE 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 für die kurze und mittlere Sicht hatten den Unternehmen eine vorsichtige FuE-Politik nahegelegt: Die Rentabilität von FuE-Projekten schien angesichts hoher Realzinsen zu unsicher.

Prozyklische unternehmerische FuE-Aktivitäten haben mehr Gewicht erhalten, wobei sie kurzfristig nach unten und oben recht elastisch, d. h. überdurchschnittlich stark, reagieren. Die früher beobachtete Kontinuität ist vielfach verloren gegangen, FuE ist unsteter geworden. Die Unternehmen suchen den schnellen Erfolg. Dies hat sich in Deutschland jedoch noch nicht in einer Umgewichtung der FuE-Ausgaben innerhalb der Innovationsbudgets bemerkbar gemacht.¹⁷ Denn die Beteiligung an FuE ist eine immer wichtigere Grundvoraussetzung für Innovationen geworden. Oft wird allerdings nur das an FuE betrieben, was der Kunde bezahlt, es gibt eine klare Verschiebung vom „F“ zum „E“. Die Konsequenz ist: In dem Maße, in dem die zyklische Komponente das FuE-Geschehen bestimmt, in dem Maße ist FuE von den 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 auch 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 westlichen Industrieländern in dieser Phase auf einem angepasst flachen Pfad verläuft.

Herausforderung durch aufstrebende Schwellenländer

Es ist jedoch fraglich, ob die westlichen Industrieländer allein noch ein geeigneter Maßstab für die FuE-Dynamik sind. Denn das Teilnehmerfeld am Technologiewettbewerb ist durch die Integration der südeuropäischen Länder, der mittel- und osteuropäischen Reformstaaten sowie der asiatischen und lateinamerikanischen Länder kräftig aufgestockt worden. Dieser Prozess hat eine deutliche Ausweitung des weltwirtschaftlichen Innovationspotenzials zur Folge gehabt (Abb. 5).

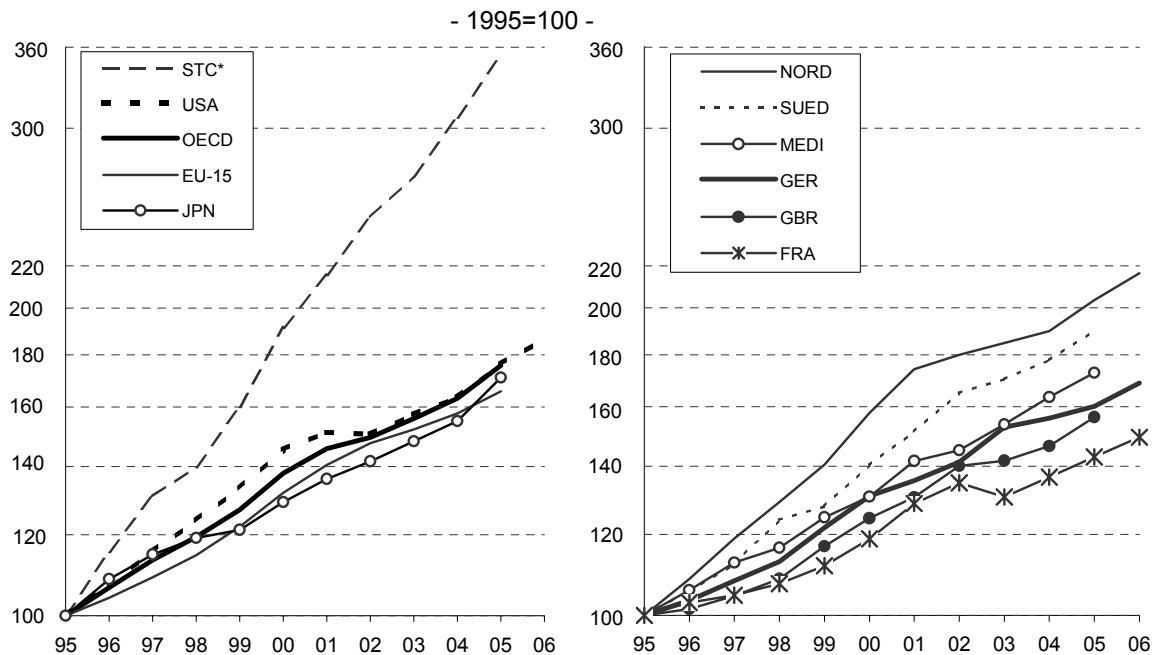
Die aufstrebenden, bevölkerungsreichen und wachstumsstarken Schwellenländer haben Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie als bedeutendes Fundament und strategische Basis eines stabilen Wachstums- und Aufholprozesses erkannt und agieren entsprechend.¹⁸ Denn mit forschender Entwicklung nehmen die Kostenvorteile ab, der Imitationsspielraum verringert sich, die Auf-

¹⁷ Vgl. Rammer, Blind u. a. (2007).

¹⁸ Vgl. hierzu auch Krawczyk, Frietsch, Schumacher u. a. (2006).

hol-Länder müssen zunehmend in originäre Innovationen investieren. Was Japan in den 60er und 70er Jahren und Korea in den 80er und 90er Jahren vollzogen, setzt sich aktuell an anderer Stelle fort. Insbesondere Indien und China haben eine enorme Sogkraft und Eigendynamik entwickelt. Eine rasch expandierende Binnennachfrage, ausreichend wissenschaftliches Personal und Kompetenzen sowie niedrige FuE-Kosten machen die Region zunehmend für ausländische Unternehmen attraktiv.

Abb. 5: *Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in jeweiligen Preisen nach Weltregionen 1995-2006*



Halblogarithmisch.

NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SÜD: ITA, POR, ESP, GRE. - MEDI: BEL, NED, AUT, SUI. - STC (ausgewählte Schwellenländer): CZE, HUN, POL, SVK, SLO, RUS, ROM, CHN, KOR, TPE, ISR, SIN, IND, ARG, BRA, MEX, RSA. - Daten teilweise geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2007/2). - IMD World Competitiveness Yearbook (versch. Jgge). - MOST India. - IMF. - Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch. - Ministerio da Ciencia e Technologia do Brazil. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

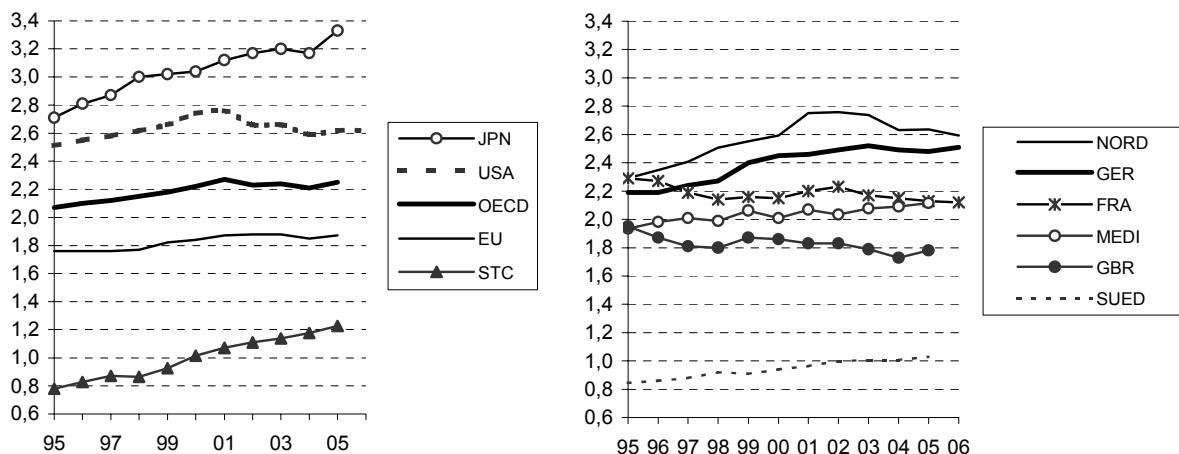
- Quantitativ ist vor allem China auf einem steilen FuE-Expansionspfad. Es hat die FuE-Ausgaben seit Mitte der 90er Jahre bis 2006 auf 144 Mrd. \$ (in KKP gerechnet) real fast versiebenfacht, hat sich damit in kurzer Frist vor Deutschland (knapp 67 Mrd. \$) auf Rang 2 der forschungsreichen Länder katapultiert und ist Japan schon sehr nahe gekommen - hat es möglicherweise 2006 gar schon überholt. Mit einem Anteil von 1,4 % am Inlandsprodukt lag die FuE-Quote 2005 bspw. höher als in Irland, Spanien oder Italien. Es gibt sicher kein Unternehmen von Weltgeltung, das nicht in China investiert hat, dem größten Empfängerland von ausländischen Direktinvestitionen.
- Indien gehört mit knapp 28 Mrd. \$ volumenmäßig in die Top 8. Attraktiv sind für ausländische Investoren vor allem die wissenschaftliche Tradition sowie die verfügbaren Humanressourcen. Der Staat spielt bei der Durchführung von FuE allerdings nach wie vor die dominierende Rolle, die FuE-Schwerpunkte sind daher auch stark durch staatliche Ziele geprägt (Militär-, Agrar-, Raumfahrt-, Gesundheits-, Energieforschung). In Indien gründen ausländische Unternehmen vielfach produktionsunabhängige FuE-Stätten, FuE ist mit 26 % meist genannter Hauptanlass für aus-

ländische Direktinvestitionen¹⁹. Als besonders günstig gelten die Bedingungen für FuE in Chemie und Pharmazie (klinische Studien) sowie in Elektronik und Software.

- Drei Viertel der zwischen 2002 und 2004 in Entwicklungs- und Schwellenländern errichteten neuen FuE-Standorte befinden sich in Indien oder China.²⁰ Multinationale Unternehmen forschen und entwickeln dort überwiegend zur Anpassung ihres Sortiments an die regionalen Marktbesonderheiten. FuE hat in diesen Ländern teilweise aber auch schon Weltmarktrelevanz bekommen.

Abb. 6: *FuE-Intensität in ausgewählten Regionen der Welt 1995 bis 2005*

- 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): CZE, HUN, POL, SVK, SLO, RUS, ROM, CHN, KOR, TPE, ISR, SIN, IND, ARG, BRA, MEX, RSA. - Daten teilweise geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2007/2). - IMD World Competitiveness Yearbook (versch. Jgge). - MOST India. - IMF. - Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch. - Ministerio da Ciencia e Technologia do Brazil. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Dass FuE nicht nur nach innen gerichtet ist, sondern sich mit seinen Ergebnissen auch dem Weltmarkt stellt, zeigt sich bspw. am mittlerweile signifikanten Auftreten auf den Weltpatent- bzw. -publikationsmärkten: China war zwischen 2000 und 2005 zu 7,4 % am Zuwachs des Triadepaten-taufkommens beteiligt (Deutschland: 0,7 %) und zu 10,7 % an den seit 2000 am EPA zusätzlich angemeldeten Patenten (Deutschland: 0,8 %)²¹. 49 % aller seit 2000 zusätzlich in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlichten Forschungsergebnisse stammen aus China, 5,7 % aus Indien und 4,9 % aus Deutschland.²²
- Unter den Ländern aus dem Nicht-OECD-Raum ragen von der FuE-Intensität vor allem Israel (4,5 %), Taiwan (2,5 %) und Singapur (2,4 %) heraus. Berücksichtigt man zusätzlich die starken Steigerungen der FuE-Intensität in den etablierten Ländern Japan und Korea, dann wird das Ausmaß der globalen Gewichtsverlagerungen in Richtung Asien offensichtlich. Die asiatischen Staaten sind die FuE-Tempomacher.

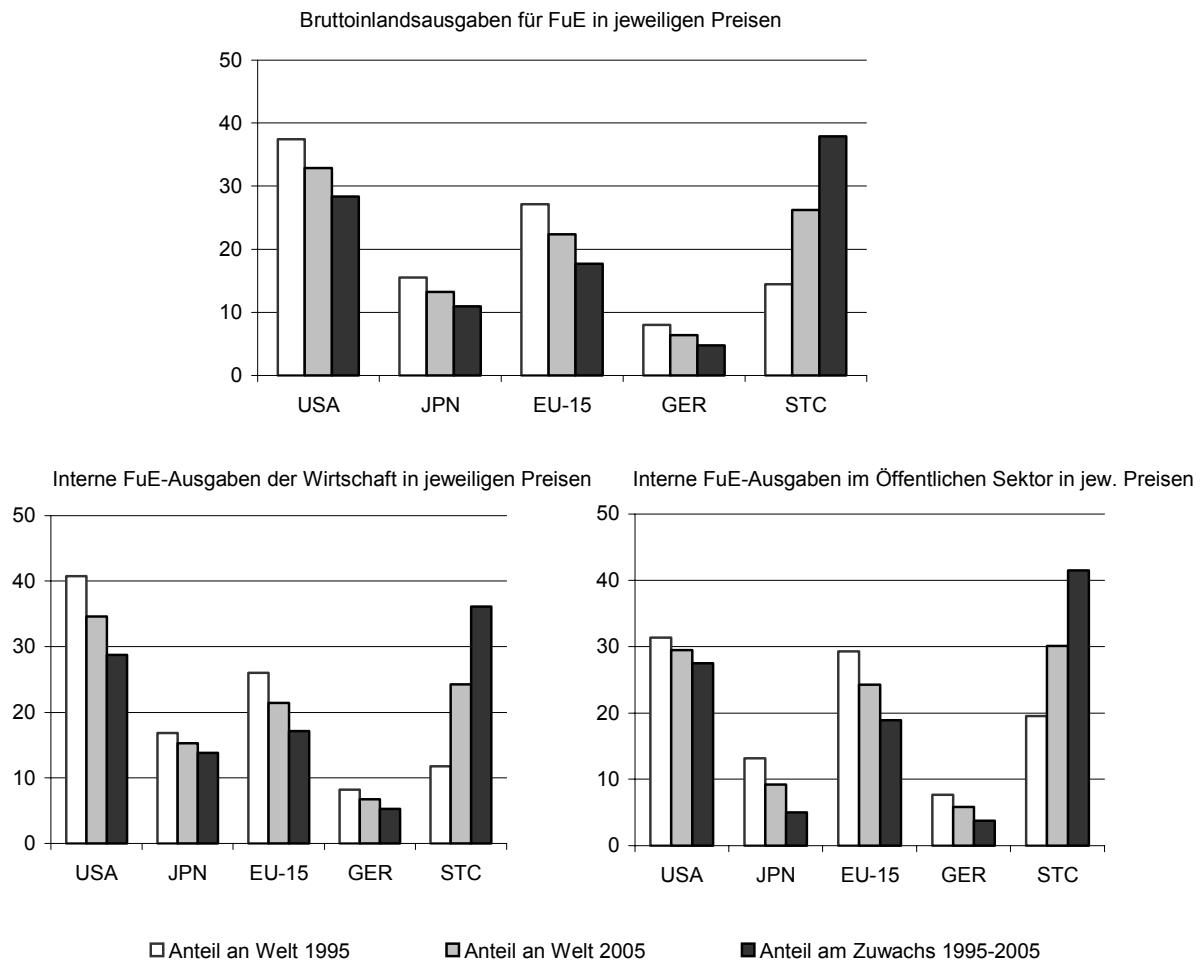
¹⁹ Vgl. OCO Consulting (2007).

²⁰ Vgl. UNCTAD (2006).

²¹ Berechnet aus MSTI 2007/2.

²² Dies ergibt sich aus Angaben des Fraunhofer ISI für die Studie von Rammer, Legler u. a. (2007).

Abb. 7: Anteil der Weltregionen an den FuE-Kapazitäten 1995-2005 in % - insgesamt, Wirtschaft und öffentlicher Sektor



STC (ausgewählte Schwellenländer): CZE, HUN, POL, SVK, SLO, RUS, ROM, CHN, KOR, TPE, ISR, SIN, IND, ARG, BRA, MEX, RSA.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2007/2). - IMD World Competitiveness Yearbook (versch. Jgge). - DST. - IFM. - Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch. - Ministerio da Ciencia e Technologia do Brazil. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Auch in Ungarn, Tschechien und der Slowakei erweitern multinationale Unternehmen ihre FuE-Kapazitäten. Sie nutzen vor allem das Fachkräftepotenzial für FuE in gehobenen und mittleren Technologiesektoren.²³

Die FuE-Intensität der größten Aufholländer ist seit 1995 fast um einen halben Prozentpunkt gestiegen und übertrifft mit 1,2 % bereits deutlich die der südeuropäischen Länder (1 %, Abb. 6). Sie haben im Zeitraum von 1995 bis 2005 etwa 38 % der zusätzlichen FuE-Ausgaben getätigt (Abb. 7). Diese Länder - allen voran China - haben damit mehr noch als die USA (28 %), die EU (18 %, davon Deutschland knapp 5 %) und Japan 10 % das internationale FuE-Tempo bestimmt. Der Marginalbeitrag der Aufholländer erscheint in einem besonders strahlenden Licht, wenn man nur die Periode ab 2000 berücksichtigt: Dann sind es über 45 % (Wirtschaft: 48 %, Wissenschaft/Forschung: 40 %). Bei

²³ Vgl. UNCTAD (2006).

einer Ausgangsbasis Mitte der 90er Jahre von 15 % beträgt ihr Anteil an den weltweiten FuE-Ausgaben nun bereits über 26 %.

Investitionen in FuE-Kapazitäten werden sich künftig parallel zur Verschiebung von Nachfrage und Produktion weiter schrittweise in andere Regionen als Nordamerika und Westeuropa verlagern. 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. Denn die avancierteren asiatischen Staaten haben nicht nur den Anspruch aufzuholen. Sie streben an, die entwickelten westlichen Länder einzuholen. Andererseits übt die Erweiterung der internationalen FuE-Arbeitsteilung Druck auf das Spezialisierungsprofil der hoch entwickelten Volkswirtschaften aus, d. h. die Konzentration auf die ersten Phasen der Wertschöpfungsketten. In Teilbereichen wird sich ein Abbau von FuE-Arbeitsplätzen nicht vermeiden lassen. Eine stärkere Spezialisierung auf hochwertige Dienstleistungen - nicht nur bei FuE - dürfte die erforderlichen Anpassungsprozesse erleichtern.

Wieder höhere Priorität für FuE in den öffentlichen Haushalten

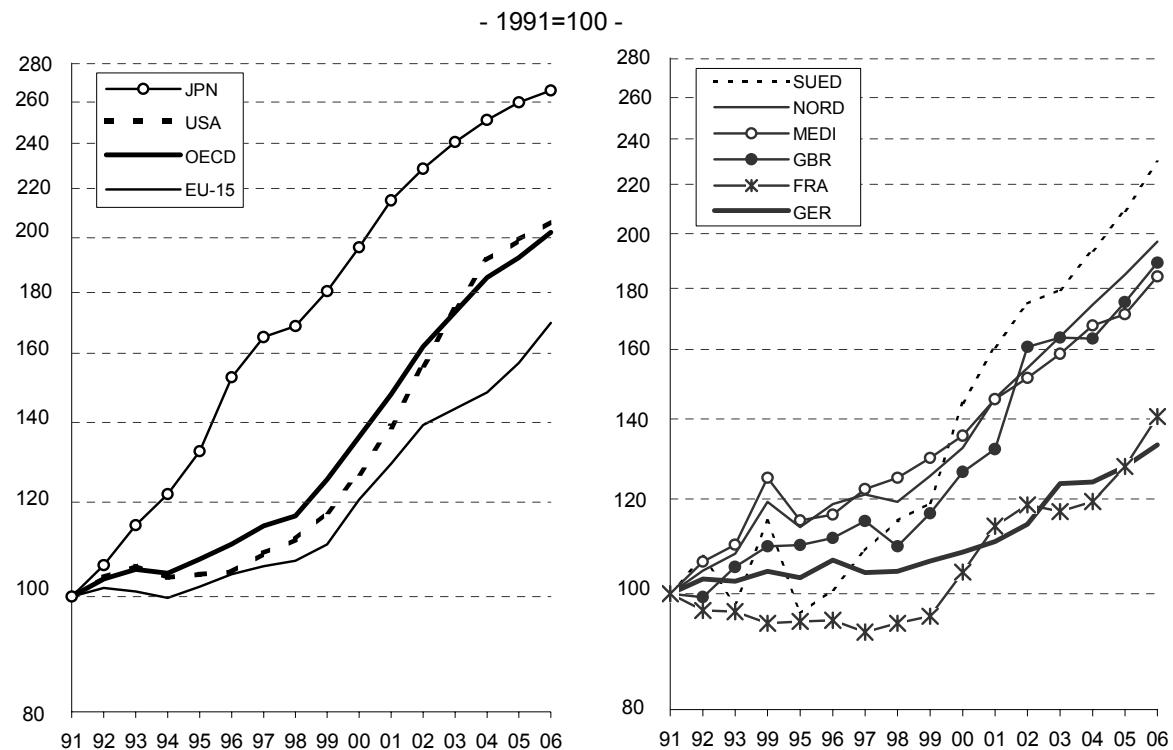
Auch vor diesem Hintergrund - und der damit verbundenen Sorge vor Verlust an internationaler Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung - hat in vielen Volkswirtschaften der Staat auf dem Feld von Wissenschaft, Forschung und Technologie in der jüngeren Vergangenheit wieder mehr Engagement gezeigt. 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. oben*), 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.).

Der ökonomische Erfolg von Forschungsarbeiten in der Wirtschaft ist in vielen Fällen unsicher, nur langfristig zu realisieren und z. T. mit hohem finanziellen Aufwand und technologischem Risiko verbunden. Dies betrifft zum einen Märkte, auf denen der Staat in großem Umfang als Nachfrager auftritt, um eigenständige sozio-ökonomische Ziele zu realisieren oder die er stark reguliert (Gesundheit, Umwelt, Sicherheit usw.). 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.²⁴ Aus der „Lücke“ zwischen volkswirtschaftlichen und privatwirtschaftlichen Erträgen von Forschungsaktivitäten werden gewerblicher Rechtsschutz bzw. öffentlich finanzierte Grundlagenforschung zur Erweiterung der technologischen Optionen, Forschung für Aufgaben im öffentlichen Interesse sowie die Förderung von Gemeinschaftsforschung, Kooperationen und betrieblichen FuE-Projekten abgeleitet.

Während sich der Staat seit 30 Jahren in praktisch allen hochentwickelten Volkswirtschaften bei der FuE-Finanzierung immer mehr zurückgenommen hat, hat er sich im neuen Jahrtausend wieder neu in das FuE-Geschehen eingeordnet (*Abb. 8*).

²⁴ Die grundlegende Arbeit zur ökonomischen Begründung staatlicher Eingriffe in das FuE-System stammt von Arrow (1962).

Abb. 8: Haushaltsansätze des Staates in FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991-2006



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

Halblogarithmischer Maßstab. - Daten zum Teil geschätzt.

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

- Der staatliche FuE-Finanzierungsbeitrag²⁵ ist in den OECD-Ländern bezogen auf das Inlandsprodukt von 0,92 (1985) über 0,83 (1990) auf 0,63 % (2000) gesunken, in Deutschland von 0,98 auf 0,77 %. Es gab verschiedene und in den einzelnen Ländern unterschiedliche Gründe dafür: Der Rückgang militärisch begründeter Staatsnachfrage nach FuE-Leistungen seit dem Ende des „kalten Krieges“, Konsolidierungsdruck bei den öffentlichen Haushalten sowie Kontroversen um zivile Großprojekte (bemannte Raumfahrt, Atomenergie) wurden als wichtige Begründungen angeführt.
- Das neue Jahrzehnt hat jedoch in der OECD einen Wiederanstieg auf bis zu 0,67 % (2004) gebracht (2005: 0,66 %), vor allem vom kräftigen staatlichen FuE-Engagement in den USA gespeist (Förderung der Grundlagenforschung, der „life sciences“ und der militärischen Forschung)²⁶. Der Impulseeffekt bspw. der militärisch motivierten FuE-Ausgaben des amerikanischen Staates ist als außergewöhnlich hoch zu bezeichnen: Sie lagen im Jahr 2006 mit 79 Mrd. \$ um 70 % über den **gesamten** internen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft (46,3 Mrd. \$). Die Gesundheitsforschungsmittel beliefen sich in den USA 2005 auf 34,5 Mrd. \$, in Deutschland auf 2,9 Mrd. \$.²⁷

²⁵ Die statistischen Finanzierungskonzepte berücksichtigen allerdings die Rückflüsse aus Mitteln, die der Staat supranationalen Behörden (wie EU-Rahmenprogramme, ESA, Eureka, Nato o. ä.) zur Verfügung stellt, nicht adäquat. Diese sind Teil der als Finanzierungsmittel aus dem Ausland deklarierten Gelder. 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 haben. Bezogen auf die zivilen eigenstaatlichen FuE-Ausgaben in den EU-15 machten Rahmenprogramme der EU im Jahr 2004 etwa 4 % der nationalstaatlichen FuE-Haushaltsansätze in der EU aus (OECD, MSTI 2007/2). Zwar ist zu erwarten, dass sich deren Bedeutung in den nächsten fünf Jahren auf 8 % erhöht. Deren Berücksichtigung würde jedoch den aufgezeigten Trend kaum beeinflussen.

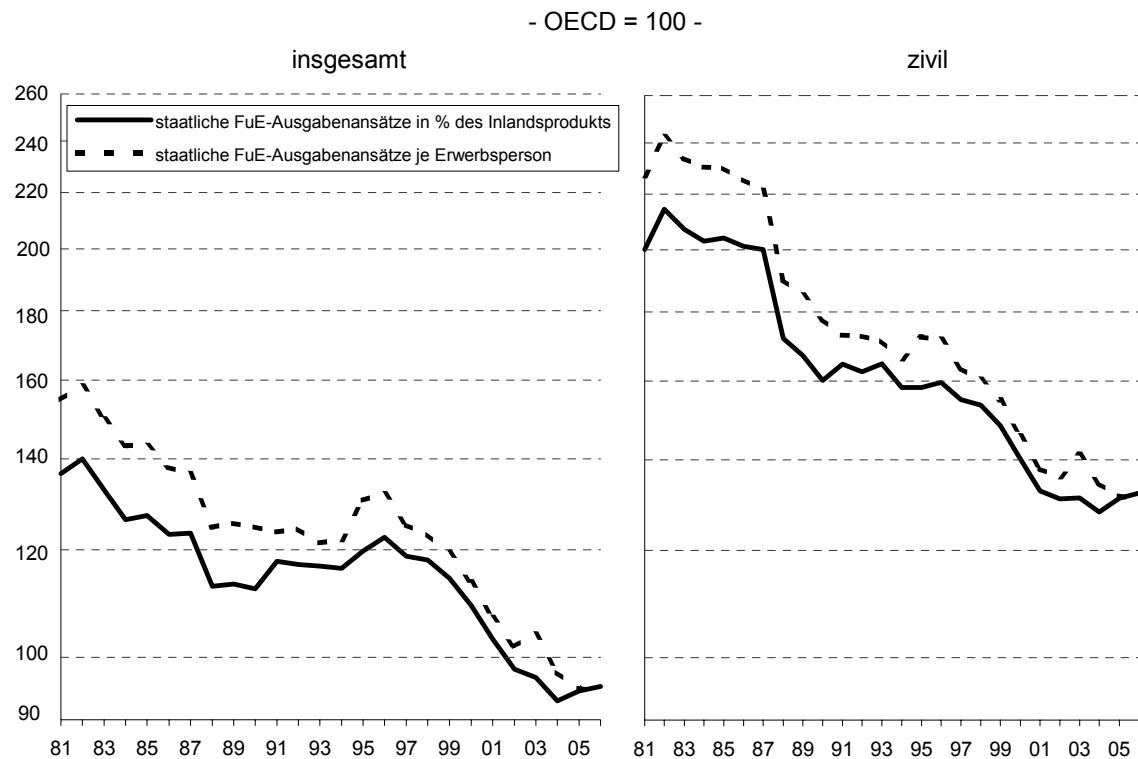
²⁶ Vgl. die Zusammenstellungen der NSF sowie der OECD (STI Scoreboard 2007).

²⁷ Berechnet aus OECD (STI Scoreboard 2007).

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 (Informations- und Nachrichtentechnik, Medizintechnik, Pharmazie, Bio- und Gentechnologie). Es gilt - wie in Großbritannien und Frankreich - als „missionsorientiert“, während es in Zentraleuropa und Japan eher als „diffusionsorientiert“ eingestuft wird.

Im Allgemeinen hat der Staat weltweit 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 2006 ein (nominaler) Anstieg von über 7 % pro Jahr gemeldet. Darunter befinden sich bspw. Irland (19 %), Spanien (17 %), Korea mit 12 %, die USA mit 8,3 %, Norwegen und Portugal (jeweils 8 %). In Großbritannien, Schweden, Kanada und Australien, wurden in diesem Zeitraum die FuE-Haushaltsansätze um 6-7 % p. a. ausgeweitet. 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 Überhitzungsscheinungen auf dem Markt für hoch qualifizierte Arbeitskräfte enden; es sind auch Verschiebungen zwischen den Förderbereichen zu erwarten.²⁸

Abb. 9: *Staatliche FuE-Ausgabenansätze in Deutschland 1981 bis 2006**



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

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

²⁸ Vgl. Rammer, Polt u. a. (2004).

Immerhin ist FuE wieder stärker in das Blickfeld der öffentlichen Haushalte gerückt - auch in Deutschland, wo praktisch die gesamten 90er Jahre hindurch Stillstand geherrscht hatte und ab 1999 eine Ausweitung der staatlichen FuE-Budgets um 1,3 % jährlich verwirklicht werden konnte. Real bedeutet dies dennoch Stagnation. Damit ist der staatliche FuE-Finanzierungsanteil mit 0,7 % des Inlandsproduktes auf den tiefsten Stand gesunken. So muss das noch vor einigen Jahren im Vergleich zu den übrigen OECD-Ländern als hoch einzustufende staatliche FuE-Engagement nunmehr als durchschnittlich charakterisiert werden (*Abb. 9*): Deutschland ist stark zurückgefallen, allerdings scheint die Talsohle durchschritten. Etwas anders ist die Einschätzung, wenn man den militärischen Teil der staatlichen FuE-Ausgaben unberücksichtigt lässt, der sich eher aus geopolitischen Konstellationen ergibt als aus den Grundregeln der internationalen Arbeitsteilung. Im zivilen Bereich sind die staatlichen FuE-Anstrengungen in Deutschland als recht hoch anzusehen. Allerdings ist der Verlust an Dynamik dann noch auffälliger.

Unterstützung industrieller FuE nimmt weltweit wieder leicht zu

Der in den westlichen Industrieländern im neuen Jahrhundert steigende staatliche FuE-Ausgabenanteil ist nur in wenigen Ländern darauf zurückzuführen, dass der Staat der Wirtschaft mehr FuE-Finanzierungshilfen gewährt hat. Diese Entwicklung hängt vielmehr hauptsächlich mit der Ausweitung der FuE-Kapazitäten „in den eigenen Reihen“, d. h. in 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.²⁹ Bis 2005 ist dieser Anteil weiter auf 10 % gesunken.

Eine Möglichkeit, die Verflechtungen zwischen Staat und Wirtschaft bei FuE zu quantifizieren, ist der finanzielle Impuls staatlicher FuE-Förderung im gewerblichen Sektor. Die **direkte** staatliche Unterstützung von industrieller FuE (durch öffentliche Beschaffungen oder Zuschüsse), variiert stark zwischen den Volkswirtschaften (*Tab. 2*). Der staatlich finanzierte Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft beläuft sich in Italien, Großbritannien, Frankreich und den USA auf rund 10 %. Dort macht er sich auch quantitativ klar bemerkbar. Er lag in Deutschland im Jahr 2005 nur noch bei 4,5 % (nach rund 10 % noch Mitte der 90er Jahre und 17 % Anfang der 80er Jahre), im OECD-Mittel bei 7 % (21 % in den 80er Jahren). In den 90er Jahren hatte der finanzielle Staatseinfluss im industriellen Technologiebereich hingegen in allen westlichen Industrieländern deutlich nachgelassen, besonders stark dort, wo der militärische Bereich vergleichsweise viele FuE-Ressourcen beanspruchte (USA, Frankreich, Großbritannien), aber auch in Deutschland. Dieses Bild ist jedoch nicht mehr ganz aktuell. Denn in vielen Ländern hat der staatliche Finanzierungsbeitrag auch bei FuE in der Wirtschaft seit 1999/2000 wieder etwas zugenommen. Quantitativ machen sich die gestiegenen staatlichen Beiträge zur Finanzierung von privaten FuE-Ausgaben für die Unternehmen jedoch nur in den USA bemerkbar. Absolut gerechnet gab die US-amerikanische Regierung im Jahr 2005 mit 22 Mrd. \$ mehr als das Doppelte für die FuE-Finanzierung in der Wirtschaft aus als die Regierungen in den EU-Ländern zusammengenommen (ohne Berücksichtigung der EU-Mittel selbst).

²⁹ Vgl. Rammer, Binz (2006).

Tab. 2: Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 1981 bis 2006

	1981	1985	1991	1995	1997	1999	2001	2003	2004	2005	2006
	- Anteile in % -										
GER	16,9	15,3	10,1 ^a	10,2	9,2	7,0	6,7	6,1	5,9	4,5 ^a	
GBR	30,0	23,0	14,6	10,5	9,6	10,2	7,8 ^a	9,6	10,4	8,6	
FRA	24,6	23,4	22,3	12,7	10,4 ^a	10,0	8,4 ^a	11,1	8,7 ^a	10,0	
ITA	8,8	16,9	13,2 ^a	16,7	13,1	13,0	14,9	14,1	13,8	11,0	9,7 ^c
NED	7,5	12,6	7,5	6,6	5,4	5,1	5,2	3,4			
SWE	13,6 ^a	11,6	10,3	9,5 ^a	7,6 ^a	7,8	5,8	5,9		4,2 ^a	
FIN	4,2 ^a	3,2	5,5	5,6	4,1	4,2	3,4	3,3	3,7	3,8	3,7
SUI ¹	1,3	1,8 ^a	1,7	2,4		2,3			1,5		
USA	29,7 ^a	30,8	21,0	16,3	14,0	11,3	8,4	8,9	9,7	9,7 ^c	9,3 ^c
CAN	10,7	12,2	9,9	6,2	5,0	3,5	3,6	2,8	2,2	2,2 ^c	2,2 ^c
JPN	1,9	1,6	1,4	1,6	1,3	1,8	1,4	1,4	1,3	1,2	
KOR				3,6	4,8	5,8	8,1	5,3	4,7	4,6	
EU-15	19,3 ^b	17,5 ^b	13,4 ^{a, b}	10,7 ^b	9,1 ^b	8,3 ^b	7,5 ^b	8,0 ^b	7,6 ^b	6,9 ^b	
OECD	21,1 ^b	20,9 ^b	13,9 ^{a, b}	11,0 ^{a, b}	9,6 ^b	8,4 ^b	6,8 ^b	6,8 ^b	7,0 ^b	6,8 ^{b, c}	

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

1) 1986 statt 1985, 1992 statt 1991, 1996 statt 1995 und 2000 statt 1999.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2007/2). - Zusammenstellung des NIW.

Die staatliche FuE-Förderung bedient sich jedoch zunehmend anderer Instrumente - weg von Zuschüssen und Beschaffungen, hin zu **indirekten ertragsteuerlichen Hilfen** (FuE-Zulagen bzw. -Abschreibungen) und zur Stärkung der Verflechtung und Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft. Indirekte FuE-Förderung gilt - wenn richtig eingesetzt - als besonders geeignet, den Sockel FuE-betreibender Unternehmen anzuheben. Deshalb ist zu berücksichtigen, dass die Impulse der staatlichen FuE-Fördermittel dort in dem Maße faktisch unterschätzt werden, wo die Förderung von FuE-Projekten durch steuerliche Hilfen oder Ausweitung des Wissens- und Technologietransfers ergänzt oder ersetzt wird. Diese Hilfen sind einer Finanzierungsrechnung allerdings nur schwer zugänglich. In vielen Ländern sind gerade in letzter Zeit steuerliche FuE-Hilfen neu eingeführt worden³⁰, obwohl der staatliche Finanzierungsbeitrag zu FuE in Klein- und Mittelunternehmen in der Regel bereits deutlich höher ist als bei Großunternehmen (Tab. 3). 2006 waren es 20 Länder, 1995 erst 12³¹, Deutschland ist allerdings nicht dabei. Vielfach haben sich parallel dazu die Konditionen verbessert, so dass steuerliche FuE-Förderung in diesen Ländern mittlerweile Milliardenbeträge ausmacht: 5,1 Mrd. \$ in den USA, was ein Äquivalent von 23 % der direkten FuE-Förderung bedeutet; rund 1 Mrd. \$ in Frankreich (43 % der direkten Fördermittel) und Großbritannien (53 %). In Kanada beliefen sich die FuE-bedingten Einnahmenausfälle mit 2,3 Mrd. \$ sogar auf das Siebenfache der direkten Förderung.

³⁰ Vgl. zu einer ausführlichen Auseinandersetzung mit steuerlichen FuE-Finanzierungshilfen den Beitrag des ZEW zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007 (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

³¹ Vgl. OECD, STI Scoreboard 2007.

Tab. 3: *Staatlicher Finanzierungsbeitrag zu FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 2005*

- Förderung in % der internen FuE-Aufwendungen -

Land	direkte FuE-Förderung			direkte FuE-Förderung + steuerliche Förderung
	insgesamt	KMU	Großunternehmen	
SVK	26,7	37,5	15,4	26,7
CAN	2,2	3,4	1,6	21,7
POR (2003)	5,3	10,4	0,8	17,9
ESP (2004)	12,5	14,7	8,1	17,8
AUT (2004)	6,4	11,7	4,5	17,4
NOR	8,9	8,1	9,8	16,5
MEX	5,7			15,8
CZE	14,7	25,2	9,4	14,7
BEL (2004)	5,8	9,4	3,4	14,1
ITA (2004)	13,8	15,7	13,8	13,8
POL	13,7	18,6	11,7	13,7
FRA (2004)	9,3	7,3	9,7	13,5
GBR	8,6	4,7	9,5	12,9
USA	9,7	10,4	9,6	12,0
NED (2003)	3,4	4,8	2,8	11,4
AUS (2004)	4,3	6,8	1,6	10,0
NZL (2003)	10,0			10,0
IRL	4,1	6,4	2,1	9,0
GER (2004)	5,9	16,0	5,2	5,9
SWE (2003)	5,9	5,0	5,6	5,9
KOR	4,6	12,1	3,1	4,6
GRE (2003)	4,4	4,5	4,3	4,4
TUR (2004)	4,2			4,2
HUN	3,9	16,3	0,9	3,9
FIN	3,8	7,7	2,8	3,8
ISL	2,8			2,8
LUX (2003)	2,5			2,5
DEN (2003)	2,4	2,9	2,1	2,4
SUI (2004)	1,5	4,5	0,7	1,5
JPN	1,2			1,2

KMU: Unternehmen mit im Allgemeinen bis zu 249 Beschäftigten.

Die steuerliche Förderung ist berechnet aus den Einnahmeausfällen auf Grund von FuE-Förderung.

Quelle: OECD, MSTI 2007/I. - OECD, S&T Scoreboard 2007. - OECD, S&T Outlook (2006). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Durchführung von FuE an Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen hält Kurs

Die zunehmende Ausrichtung von Wirtschaft und Gesellschaft auf Spitzentechnologien und wissensintensive Dienstleistungen stellt besonders hohe Anforderungen an hochwertige wissenschaftliche Forschung. Staatlichen FuE-Einrichtungen wird daher nicht nur vorübergehend-kompensatorisch wieder größere Bedeutung beigemessen. Das Angebot an vorwettbewerblicher, staatlicher Grundlagenforschung erweitert mittel- bis langfristig die Potenziale. Gerade angesichts der nachlassenden Ausrichtung der Unternehmen an mittelfristig-strategischen Zielen ist es wichtiger geworden, dass der Staat über den Sektor Wissenschaft und Forschung - abgesehen von der Verfolgung eigenständiger staatlicher Ziele - dafür sorgt, dass sich die technologischen Optionen der Wirtschaft nicht zu sehr verengen. Attraktive Bedingungen in Wissenschaft und Forschung sind im Übrigen neben den Markt- und Produktionsbedingungen mit ein entscheidender Faktor, der die Anziehungskraft von Volkswirt-

schaften und Regionen auf forschende multinationale Unternehmen erhöht: Wissenserweiterung hat als Motiv für FuE-Aktivitäten im Ausland an Bedeutung gewonnen.³²

- OECD-weit hatte die Wirtschaft in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ihre FuE-Kapazitäten im Jahresschnitt noch mit 5,9 % ausgeweitet. Dieses Tempo hat der Staat (3,3 %) mit seinen wissenschaftlichen Einrichtungen nicht mithalten können (*Tab. 1*).
- Nach dem Jahr 2000 hat sich das Blatt wieder deutlich gewendet. Weltweit hat der öffentliche Sektor nicht nur seine Aktivitäten leicht beschleunigt erhöht (3,4 % p. a. bis 2005), sondern auch die Wirtschaft (1,9 %) deutlich überflügelt. Insbesondere in den USA (5,2 %) hat der Staat damit im Endeffekt - wie in den 80er Jahren - kompensatorisch jene Lücke geschlossen, die durch die FuE-Stagnation in der Wirtschaft entstanden ist. Lediglich in Südeuropa ist die Ausweitung der realen FuE-Ausgaben in der Wirtschaft etwas schneller voran gekommen als in öffentlichen Einrichtungen.³³
- Auch in Deutschland hat es nach 2000 eine leichte Verschiebung zu Gunsten der öffentlichen Forschung gegeben, nachdem sie in den 90er Jahren überaus stark hinter den Aktivitäten der Wirtschaft zurückgelegen hatte. Sie hat aber mit einer jahresschnittlichen Ausweitung der FuE-Kapazitäten um 1,5 % (Wirtschaft: 0,5 %) die in anderen Ländern zu beobachtende Expansion nicht mitgehen können. Insofern war der Staat mit seinen Instituten kein gutes Vorbild gewesen und hat der insgesamt vergleichsweise schwachen industriellen FuE-Dynamik nur wenig entgegengesetzt. Erst 2006 gab es mit 3 % real wieder eine etwas stärkere Kapazitätsausweitung.

Inwieweit FuE in öffentlichen Einrichtungen mit den neuerlichen staatlichen Orientierungen auch langfristig zunehmende Bedeutung zugewiesen wird, lässt sich noch nicht 100%ig abschätzen. Entsprechende politische Willenserklärungen gibt es allenthalben. Aber in den USA bspw. sind die öffentlichen Haushalte bereits an Finanzierungsgrenzen gestoßen. So war für 2006 nur noch ein Plus von 3,7 % vorgesehen³⁴, die FuE-Kapazitäten im öffentlichen Sektor wuchsen real nur noch um 0,3 %. Allerdings wurde beginnend ab Haushaltsjahr 2007/8 eine Verdoppelung des NSF-Budgets innerhalb von fünf Jahren beschlossen. In Deutschland mögen der Hochschulpakt, der die Schaffung von 90.000 zusätzlichen Studienplätzen vorsieht, sowie die High Tech-Strategie eine Wende bringen - am internationalen Maßstab gemessen jedoch mit etlichen Jahren Verzögerung.

Strukturveränderungen im öffentlichen Sektor mit unterschiedlichen Richtungen

Der Ansatz ist wichtig, denn der öffentliche FuE-Sektor genießt in Deutschland bei den Unternehmen eine besondere Wertschätzung (*Tab. 4*). Sie finanzieren einen überdurchschnittlich hohen Teil der in öffentlichen Einrichtungen durchgeführten Forschung (12,2 % im Vergleich zu 5 % in der OECD insgesamt, 3,8 % in den USA, 2 % in Japan). Dies sind 5½ %, bezogen auf die unternehmenseigenen FuE-Aufwendungen (OECD: 2,2 %). Nur in wenigen Ländern gibt es intensivere Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung als in Deutschland. Besonders hoch ist die Beteiligung der Wirtschaft an den FuE-Ausgaben der Hochschulen (14,1 %, OECD insgesamt: 6,1 %). Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sind in Deutschland also gut eingebütt, sie haben sich bei FuE gar sehr dynamisch entwickelt. Insofern sind sie aus deutscher Sicht kein Eng-

³² Vgl. Ambos (2005).

³³ Dass für Japan im öffentlichen Sektor ein Minus ausgewiesen wird, hängt mit Privatisierungen zusammen, die sich in der Statistik zu Lasten des öffentlichen und zu Gunsten des privaten Sektors auswirken.

³⁴ MSTI 2007/2.

pass, sondern ein klarer Vorteil, der sich auch auf die Attraktivität des FuE-Standorts Deutschland für multinationale Unternehmen mit Standortalternativen auswirken kann.

Aus der vielfältigen FuE-Landschaft in Deutschland resultiert ein breites Spektrum von Anknüpfungspunkten für eine Zusammenarbeit von Wissenschaft/Forschung und Wirtschaft. Die Gewichte zwischen den meist grundlagenorientierten Hochschulen und den außeruniversitären FuE-Einrichtungen (HGF, MPG, FhG, WGL usw.) mit ihren unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten und inhaltlichen Aufgaben - von strategischer Exzellenzforschung über großgeräteintensive Forschung, wirtschaftsnahe Forschung bis hin zur reinen Ressortforschung - haben sich so gut wie nicht verschoben. Die Grenzen zwischen Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen verschwinden jedoch zunehmend - man denke nur an die kommenden Fusionen von früheren Großforschungseinrichtungen mit Universitäten in Aachen und Karlsruhe als Folge der Exzellenzinitiative.

Tab. 4: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen in OECD-Ländern 2005 (in %)

	Hochschulen	wissenschaftliche Einrichtungen	insgesamt	FuE-Mittel der Wirtschaft für Wissenschaft/Forschung in % der eigenen internen FuE-Ausgaben
GER	14,1	9,9 ^a	12,2 ^a	5,4 ^a
GBR	4,6	9,3	6,0	3,5
FRA	1,6	7,4	4,4	2,6
ITA	1,4	2,4	1,8 ^a	1,7 ^a
NED*	6,8	16,1 ^a	10,0	7,4
SWE	5,2	1,5 ^a	4,5 ^a	1,5 ^a
FIN	6,5	12,4	8,5	3,4
SUI**	8,7	k.A.	k.A.	k.A.
USA	5,0 ^b	2,4 ^{a, b}	3,8 ^{a, b}	1,4 ^{a, b}
CAN	8,3 ^b	3,8 ^b	7,3 ^b	6,2 ^b
JPN	2,8	0,7	2,0	0,6
KOR	15,2	4,3	9,3	2,6
EU-15 insgesamt	6,6 ^c	8,1 ^c	7,1 ^c	4,0 ^c
OECD insgesamt	6,1 ^{b, c}	3,5 ^{b, c}	5,0 ^{b, c}	2,2 ^{b, c}

*) 2003 statt 2005. - **) 2004 statt 2005.

a) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck. - b) vorläufig. - c) Schätzungen.

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

Im Hinblick auf die **Arbeitsteilung** zwischen Wirtschaft, Hochschulen und Staat (bzw. Organisationen ohne Erwerbscharakter) bei der Durchführung von FuE zeigen sich erwartungsgemäß ähnliche Konstellationen wie bei der Finanzierung: Staatlich initiierte FuE findet vorwiegend in öffentlich geförderten Einrichtungen statt, privat finanzierte FuE in den Unternehmen. FuE wird daher zum überwiegenden Teil in der Wirtschaft durchgeführt, im Schnitt der OECD-Länder zu 68 % (Tab. 5), Hochschulen folgen mit knapp 18 % noch vor außeruniversitären FuE-Einrichtungen und privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (gut 14 %). Selbst zwischen den hochentwickelten Volkswirtschaften streuen die Anteile des öffentlichen Sektors ziemlich stark. In Europa ist der öffentliche FuE-Sektor mit einem Anteil von 35 % an den gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten immer noch wesentlich kräftiger entwickelt als bspw. in den USA (knapp 30 %) und Japan (gut 24 %).

Tab. 5: Durchführung von FuE* in den G5-Ländern sowie in der OECD 1981 bis 2006

	1981	1985	1991	1995	2000	2003	2005	2006
- Anteile der Sektoren in % -								
GER								
Wirtschaft	69,0	72,2	69,4 ^a	66,3 ^c	70,3	69,7	69,3	69,6 ^b
Hochschulen	17,1	14,6	16,2 ^a	18,2 ^c	16,1	16,9	16,5	16,5 ^b
Staat	13,4	12,8	14,4 ^a	15,5 ^c	13,6	13,4	14,1	13,9 ^b
Org. o. Erwerbszweck								
GBR								
Wirtschaft	63,0	64,4 ^a	67,1	65,0	65,6	63,7	61,6	
Hochschulen	13,6	14,7 ^a	16,7	19,2	20,6	24,1	25,6	
Staat	20,6	18,3 ^a	14,5 ^a	14,6	12,6	10,4	10,6	
Org. o. Erwerbszweck	2,8	2,6	1,8	1,3	1,2	1,8	2,2	
FRA								
Wirtschaft	58,9	58,7	61,5	61,0	62,5 ^a	62,6	62,6	63,4 ^b
Hochschulen	16,4	15,0	15,1	16,7	18,8 ^a	19,4	18,6	18,1 ^b
Staat	23,6	25,3	22,7	21,0	17,3 ^a	16,7	17,6	17,2 ^b
Org. o. Erwerbszweck	1,1	1,0	0,8	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3 ^b
USA								
Wirtschaft	69,3	71,5	72,5	71,8	75,2	69,3	69,7 ^b	70,3 ^b
Hochschulen	9,7	9,0	14,5	15,2	13,7	14,0	14,1 ^b	14,3 ^b
Staat	18,5	17,2	9,8	9,4	7,0	12,3	12,0 ^b	11,1 ^b
Org. o. Erwerbszweck	2,5	2,4	3,3	3,6	4,1	4,4	4,3 ^b	4,3 ^b
JPN								
Wirtschaft	60,7	66,8	75,4	70,3	71,0	75,0	76,5	
Hochschulen	24,2	20,1	12,1	14,5	14,5	13,7	13,4	
Staat	11,1	9,1	8,1	10,4	9,9	9,3	8,3	
Org. o. Erwerbszweck	4,1	3,9	4,4	4,8	4,6	2,1	1,9	
EU-15								
Wirtschaft	62,3 ^c	64,0 ^c	63,4 ^{a,c}	62,1 ^c	64,5 ^c	63,9 ^c	63,4 ^c	
Hochschulen	17,6 ^c	17,0 ^c	18,8 ^{a,c}	20,8 ^c	20,9 ^c	22,3 ^c	22,4 ^c	
Staat	18,8 ^c	17,8 ^c	16,9 ^{a,c}	16,3 ^c	13,7 ^c	12,8 ^c	13,1 ^c	
Org. o. Erwerbszweck	1,4 ^c	1,2 ^c	0,9 ^c	0,9 ^c	0,9 ^c	1,0 ^c	1,1 ^c	
OECD insgesamt								
Wirtschaft	65,4 ^c	68,3 ^c	68,8 ^{a,c}	67,2 ^{a,c}	69,5 ^c	67,5 ^c	68,0 ^{b,c}	
Hochschulen	14,5 ^c	13,0 ^c	16,3 ^{a,c}	17,5 ^{a,c}	16,0 ^c	17,7 ^c	17,7 ^{b,c}	
Staat	17,9 ^c	16,4 ^c	12,4 ^{a,c}	12,5 ^{a,c}	11,8 ^c	12,2 ^c	11,8 ^{b,c}	
Org. o. Erwerbszweck	2,3 ^c	2,2 ^c	2,6 ^c	2,7 ^c	2,7 ^c	2,7 ^c	2,5 ^{b,c}	

*) Anteil GERD durchgeführt von ...

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

Quelle: OECD: Main Science and Technology Indicators (2007/2). - Zusammenstellung des NIW.

In beinahe jedem europäischen Land gibt es gewichtige außeruniversitäre FuE-Einrichtungen, auch in den USA nimmt deren Bedeutung im öffentlichen FuE-Sektor zu. Dessen Strukturen sind jedoch kaum vergleichbar. In Deutschland besteht zwischen FuE in Hochschulen und parauniversitären Einrichtungen ein gleichgewichtiges Verhältnis. In Frankreich hatten letztere gar lange Zeit eine größere Bedeutung für FuE als Hochschulen. Überwiegend macht sich innerhalb des öffentlichen FuE-Sektors eine gewisse Strukturverschiebung zu Gunsten der Hochschulforschung bemerkbar. Dies ist ein Zeichen für den steigenden Bedarf an Grundlagenwissen. Eine Ausnahme ist Japan, wo parauniversitäre Einrichtungen von staatlichen technologiepolitischen Initiativen stark profitiert haben und wo es Kommerzialisierungen von privaten FuE-Organisationen ohne Erwerbszweck gegeben hat. Nennenswerte Veränderungen sind weiterhin zum einen für Großbritannien und Frankreich (Verschiebung zu

Gunsten der Hochschulen) und auf der anderen Seite für die USA (stark aufsteigende Tendenz der außeruniversitären Einrichtungen sowie von privaten FuE-Organisationen ohne Erwerbszweck) zu beobachten.

Deutschland hat von der FuE-Globalisierung profitiert

Für die Ansiedlung und den Ausbau von FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen im Ausland werden zwei Hauptmotive angeführt: Die Markterschließung durch die Ausnutzung von Wissensvorsprüngen des Unternehmens und die Akkumulation von technologischem Wissen. „Heimatbasierte Wissensvorteile“³⁵ sollen durch FuE im Ausland entweder ausgenutzt (regionale Spezialisierung) oder durch Wissen im Ausland erweitert und ergänzt werden (global sourcing). Triebkraft ist die zunehmende Internationalisierung der Produktion, die vorwiegend über Mergers & Aquisitions (M&A) vorangetrieben wird. Faktisch ist fast die gesamte Auslands-FuE deutscher Unternehmen und das FuE-Engagement ausländischer Unternehmen in Deutschland Ergebnis von Übernahmen und Unternehmensfusionen. Seltener werden FuE-Einrichtungen „auf der grünen Wiese“ errichtet. Markterschließung und Eintritt in neue Geschäftsfelder sind am häufigsten der Anlass, FuE ist dabei meist nur ein Nebenprodukt. Im Zuge der Konsolidierung kann es jedoch später zu Anpassungsprozessen und Umstrukturierungen im FuE-Sektor der Unternehmen kommen, die die einzelnen Standorte unterschiedlich treffen.

Große multinationale Unternehmen prägen zunehmend die Dynamik und die Struktur der industriellen FuE-Aktivitäten. Im Jahr 2005 wurden 76 % der FuE-Aktivitäten in Deutschland von Unternehmen durchgeführt, die auch im Ausland FuE betreiben. 1995 waren es 69 %. Einerseits haben Unternehmen, die sich nicht an der Internationalisierung von FuE beteiligen, in den letzten Jahren immer weniger zu FuE in der deutschen Wirtschaft beigetragen. Andererseits engagieren sich immer mehr FuE-betreibende Unternehmen auch im Ausland - ein Spiegelbild der zunehmenden Exportorientierung der deutschen Wirtschaft. Die Internationalisierung der Innovationstätigkeit von Unternehmen hatte sich vor allem in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrzehnts im Sog der Wellen von grenzüberschreitenden Unternehmenskäufen und -fusionen kräftig verstärkt. Dabei wurde häufig die Frage gestellt, ob deutsche Unternehmen ihre FuE-Tätigkeit ins Ausland verlagern und ob dies ggf. auf eine Verschlechterung der Innovations- und Forschungsbedingungen im Mutterland zurückzuführen ist. Es gibt allerdings auch viele große ausländische Unternehmen, die bereits seit langer Zeit in Deutschland FuE betreiben. Ausländische Unternehmen gaben 2005 in Deutschland sogar 1,2 Mrd. € mehr für FuE aus als deutsche Unternehmen im Ausland.

- Deutschland ist mit einem FuE-Aufkommen von 12,6 Mrd. € nach den USA (25,5 Mrd. €) weltweit vor Großbritannien (7,7 Mrd. € 2004) der zweitgrößte FuE-Standort für ausländische Unternehmen.³⁶ Gemessen am Anteil ausländischer Unternehmen an den gesamten inländischen FuE-Aufwendungen ist das Engagement von ausländischen Unternehmen in Großbritannien mit 39 % jedoch höher als in Deutschland (26 %) und den USA (15 %).
- Deutschland war 2004 zudem mit einem Anteil von 18,2 % (32.600 Personen) am im Ausland stationierten FuE-Personal hinter Großbritannien (18,7 %) der wichtigste Standort für US-amerikanische Tochterunternehmen. Hierzulande betreiben US-Unternehmen im Vergleich zu an-

³⁵ Vgl. Bas, Sierra (2002), Patel, Vega (1999).

³⁶ Berechnungen des DIW aus verschiedenen Quellen (OECD, UNCTAD, US DoC, WSV).

deren großen Zielländern auch am intensivsten FuE. Lediglich in einigen kleineren Länder wie Israel, Schweden und Irland forschen US-Unternehmen mit höherer Intensität. In der Dynamik der FuE-Aufwendungen von amerikanischen multinationalen Unternehmen an ihren Auslandsstandorten liegen Deutschland und Großbritannien allerdings klar hinter Ländern wie Schweden, Irland, China, Israel und Kanada zurück. Insgesamt hat Europa für FuE-Investitionen US-amerikanischer Unternehmen etwas an Zugkraft verloren, zu Gunsten von Standorten in asiatischen Entwicklungsländern.

- Unter den wichtigen Forschungsstandorten im Ausland für US-Unternehmen verzeichnete Deutschland zwar eine relativ geringe Expansion. Der absolute Zuwachs beim FuE-Personal war in Deutschland zwischen 1999 und 2004 mit etwa 7.300 dennoch deutlich größer als etwa in China mit 4.200.

Deutschland hat also Vorteile aus der FuE-Globalisierung ziehen können: Im Jahr 2005 haben ausländische Tochterunternehmen in Deutschland 12,6 Mrd. € für FuE aufgewendet (2001: 11,5 Mrd. €) und 76 Tsd. Personen in FuE beschäftigt. Bei längerfristiger Betrachtung haben sie seit 1995 gut zwei Fünftel der zusätzlichen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft getragen. Mitte der 90er Jahre verfügten ausländische Unternehmen in Deutschland über ein Sechstel des FuE-Potenzials am Standort Deutschland. Dass der Anteil von ausländischen Unternehmen an den FuE-Kapazitäten in Deutschland seither auf ein Viertel gestiegen ist (Tab. 6), ist vorwiegend auf Unternehmenskäufe und -verschmelzungen in der Phase von 1997 bis 2001 zurückzuführen. In deren Folge wurden vorhandene FuE-Kapazitäten übernommen, weitergeführt und dann - zumindest im Durchschnitt - im Gleichschritt mit den deutschen Unternehmen auch erweitert. In dem Maße, in dem M&A Anfang dieses Jahrzehnts rückläufig waren, hatte sich auch das Globalisierungstempo der Industrieforschung in Deutschland etwas verlangsamt: Zwischen 2001 und 2005 hat es nur noch eine sehr geringe Zunahme des Anteils ausländischer Unternehmen an den inländischen Forschungsaktivitäten gegeben. Dennoch hat Deutschland bei FuE im Vergleich zu großen Industrieländern ein hohes Internationalisierungsniveau erreicht. Es wird nur von kleineren Industrieländern übertroffen (z. B. der Schweiz, den Niederlanden, Kanada, Schweden), aber auch von Großbritannien, wo der Anteil ausländischer Unternehmen an den inländischen FuE-Aufwendungen fast die Hälfte beträgt.

Tab. 6: *FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland und ausländischer Unternehmen in Deutschland 2001 bis 2005*

- Anteile in % -

	Anteil der Auslands-FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen an ihren globalen FuE-Aufwendungen			FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in % der FuE-Aufwendungen in Deutschland		
	2001	2003	2005	2001	2003	2005
Verarbeitendes Gewerbe	28,2	25,0	26,4	27,3	27,4	27,4
Chemische Industrie	41,9	37,8	38,1	29,0	32,6	32,0
darunter: Pharmazeutische Industrie	.	45,5	43,0	.	50,2	40,5
Maschinenbau	11,4	16,4	15,6	20,1	21,0	21,0
H. v. Büromaschinen, DV-Geräten, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik	29,8	29,5	24,7	28,7	29,2	26,4
Fahrzeugbau	27,0	20,2	26,0	26,5	24,4	26,4
darunter: Kraftfahrzeugbau	.	20,2	26,4	.	15,2	15,0
Insgesamt	26,7	24,3	24,4	26,5	26,4	26,4

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

- Die Bedeutung ausländischer Unternehmen für die FuE-Kapazitäten ist in der Chemieindustrie mit 32 % - darunter die Pharmaindustrie mit 40 % - am höchsten (*Tab. 6*). Aber auch in der Computer-industrie/Elektrrotechnik/Feinmechanik und im Fahrzeugbau (jeweils 26 %), hier vor allem außerhalb des Kraftfahrzeugbaus, haben diese Unternehmen ein großes FuE-Gewicht.
- Ausländische Unternehmen setzen in Deutschland bei ihren FuE-Aktivitäten zunehmend die gleichen sektoralen FuE-Schwerpunkte wie ihre einheimischen Wettbewerber. Zwar liegt der Anteil ausländischer Anbieter an den FuE-Ausgaben im Automobilbau unter dem Durchschnitt (*Tab. 6*). Er ist jedoch eine der Branchen, auf die ausländische Unternehmen ihre FuE in Deutschland konzentrieren (*Tab. 7*) und hält in der Dynamik mit. Ausländische Unternehmen sind auch im sonstigen Fahrzeugbau (Luft- und Raumfahrzeug-, Schiff-, Schienenfahrzeugbau) sehr FuE-aktiv. In der Pharmaindustrie, wo 40 % der inländischen FuE-Aufwendungen von ausländischen Unternehmen getragen werden, war ihr Engagement jedoch zuletzt leicht rückläufig (während das der deutschen Unternehmen im Inland zunahm).

Tab. 7: Struktur der FuE-Aufwendungen von deutschen und ausländischen Unternehmen in Deutschland 2005

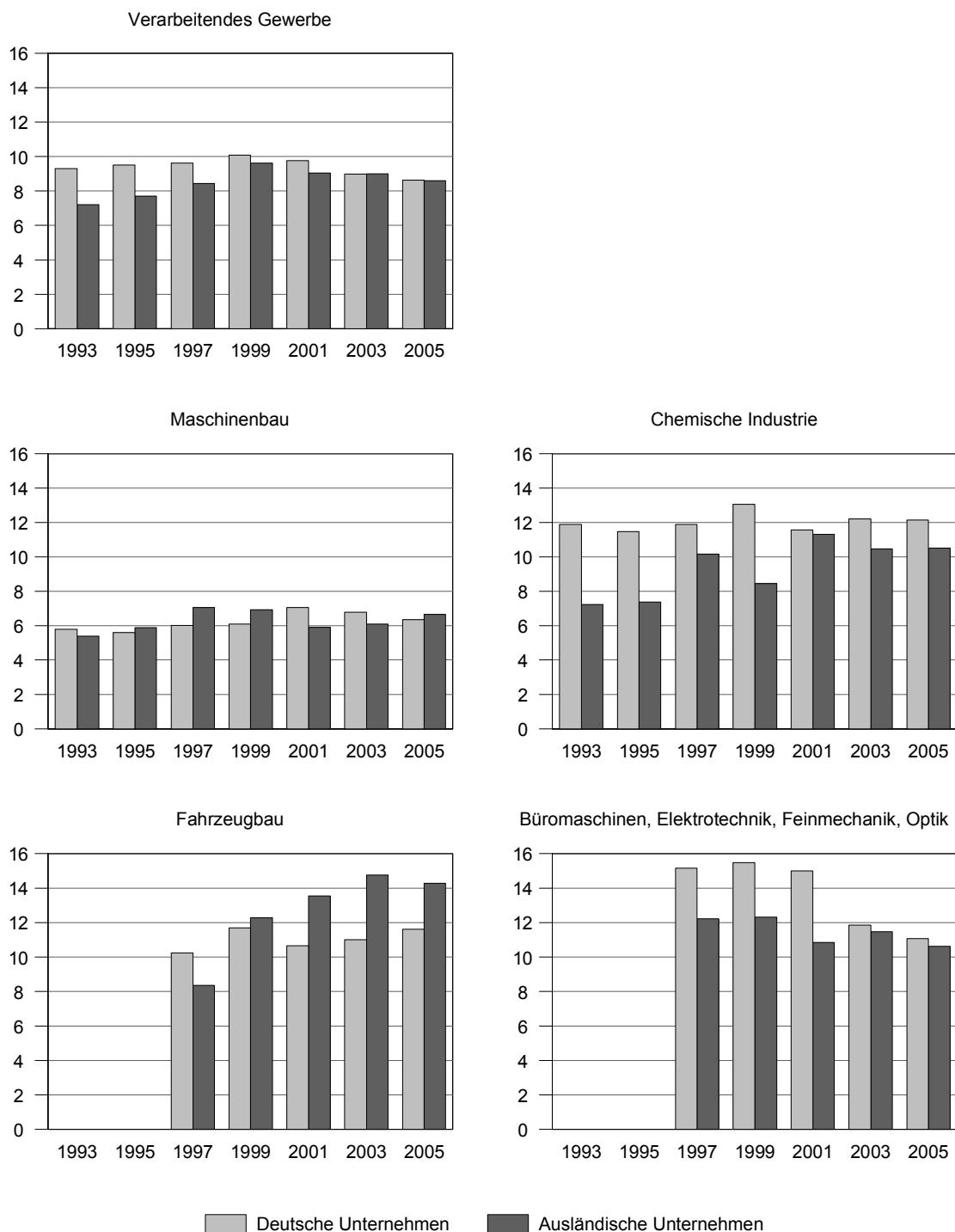
	- Anteile in % -	
	Deutsche Unternehmen	Ausländische Unternehmen
Chemische Industrie ohne Pharmazie	7,5	5,3
Pharmazeutische Industrie	7,7	14,7
Maschinenbau	9,9	7,4
H. v. Büromaschinen, DV-Geräten, Elektrotechnik, Feinmechanik, Optik	20,1	20,1
Kraftfahrzeugbau	37,9	18,7
übriger Fahrzeugbau	0,9	20,2
Dienstleistungen	8,5	5,1
Übrige	7,4	8,5
Insgesamt	100,0	100,0

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

- Generell drücken multinationale Unternehmen dem jeweiligen „nationalen Innovationssystem“ nur selten einen eigenen Stempel auf. Vielmehr orientieren sie sich in den FuE-Schwerpunkten meist an den Gegebenheiten der gastgebenden Länder. Dies gilt auch für Deutschland: FuE ausländischer Unternehmen ist stark auf Innovationen für den Inlandsmarkt ausgerichtet.
- Große Unternehmen, die im gleichen Markt im Wettbewerb stehen, müssen auch ähnlich intensiv in FuE und Innovationen investieren. Die FuE-Intensität ausländischer Unternehmen ähnelt daher nach einem kontinuierlichen Konvergenzprozess mittlerweile derjenigen der Unternehmen in einheimischem Besitz (*Abb. 10*).³⁷ In der Kfz-Industrie und im übrigen Fahrzeugbau sowie im Maschinenbau forschen und entwickeln sie im Durchschnitt inzwischen mit etwas höherer Intensität, d. h. sie konzentrieren sich in Deutschland im Vergleich zu ihren hiesigen Wettbewerbern stärker auf FuE als auf Produktionsaktivitäten. Dies deutet in diesen Branchen- und Technologiefeldern auf sehr gute Bedingungen für FuE am Standort Deutschland hin.

³⁷ Ähnliche FuE-Intensitäten von Großunternehmen im Besitz von In- und Ausländern zeigen sich auch in den USA. Vgl. Belitz (2006).

Abb. 10: FuE-Personalintensität deutscher und ausländischer forschender Unternehmen in ausgewählten Industriezweigen in Deutschland 1993 bis 2005 in %



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des DIW Berlin.

Deutsche Auslands-FuE stagniert

Um die Weltmärkte zu erschließen, müssen deutsche Unternehmen auch vor Ort in FuE investieren. Denn hochwertige Produkte und Technologien lassen sich nur zu einem gewissen Grad standardisieren und exportieren. Um auf die spezifischen Anforderungen der Kunden eingehen und rasch auf

Marktänderungen reagieren zu können, ist Produktion vor Ort oft unabdingbar. Dabei gehen FuE-Anstrengungen, die marktgerechte Produktentwicklung sowie Produktion und Absatz Hand in Hand.

Die globalen FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen sind 2005 gegenüber 2001 um knapp 4 Mrd. € auf 38,3 Mrd. € gestiegen. Der Zuwachs wurde jedoch nur im Inland realisiert, im Ausland stiegen die FuE-Aufwendungen zuletzt nicht mehr: Sie werden für 2005 auf 11,4 Mrd. € geschätzt. Dies sind mehr als 2003 (10,9 Mrd. €), aber weniger als 2001 (12,1 Mrd. €). Die Unternehmen haben seither also eher FuE-Kapazitäten im Ausland abgegeben, nachdem sie diese zwischen 1995 und 2001 verdoppelt hatten. Deutsche Unternehmen haben bei FuE - wie die Unternehmen anderer Länder auch - also nur bis Anfang dieses Jahrhunderts im Ausland expandiert. Damit ging der Anteil der FuE-Aufwendungen im Ausland etwas zurück³⁸ und liegt nun bei 24,7 % der globalen FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen (2001: 26,7 %). Nach „außen“ ist also der Prozess der Internationalisierung von FuE in multinationalen Unternehmen im neuen Jahrtausend zunächst genauso zum Stillstand gekommen, wie nach „innen“. Das FuE-Internationalisierungsniveau deutscher Unternehmen liegt etwa im Durchschnitt der weltweit größten multinationalen Unternehmen.³⁹

Bis 2005 wuchsen lediglich die FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen der Pharma- und Automobilindustrie im Ausland schneller als im Inland, im Maschinenbau und in der Computerindustrie/Elektrotechnik/Feinmechanik war es umgekehrt. Es finden sich somit kaum Anhaltspunkte dafür, dass Unternehmen ihre FuE im Ausland auf Kosten der Aktivitäten in Deutschland ausweiten. Im vergangenen Jahrzehnt sind die FuE-Gesamtaufwendungen bei den auslandsaktiven deutschen Unternehmen im Inland sogar schneller gestiegen als bei den Unternehmen ohne FuE im Ausland. Ein deutsches FuE-Standortproblem zeichnet sich aus dieser Sichtweise nicht ab. Eher wird immer deutlicher, dass sich das **weltweite** Innovationspotenzial der deutschen Unternehmen - also das FuE-Aufkommen im In- **und** Ausland - vergleichsweise wenig dynamisch entwickelt.

- Vorreiter der Internationalisierung von FuE waren Chemie- und Pharmaunternehmen: 90 % der FuE-Aktivitäten der Branche entfallen auf deutsche und ausländische multinationale Unternehmen. Deutsche Chemie-/Pharmaunternehmen wendeten 2005: 3,3 Mrd. € für FuE im Ausland auf. Das sind zwei Drittel bezogen auf ihre FuE-Aufwendungen in Deutschland. Deutsche Pharmaunternehmen investierten mit 2,1 Mrd. € gar mehr in FuE im Ausland als im Inland (1,7 Mrd. €). Die Pharmabranche bevorzugt bei FuE Standorte in Nordamerika, zunehmend aber auch in Südostasien.
- Durch Übernahme und Aufbau von FuE-Einrichtungen im Ausland hat der deutsche Automobilbau seine Präsenz auf den großen Märkten in Produktion und Forschung besonders deutlich verstärkt. Fast 100 % der FuE-Aufwendungen wurden 2005 durch Unternehmen abgedeckt, die sowohl im Inland als auch im Ausland FuE betreiben. Gleichzeitig haben Automobilhersteller als einzige Branche ihre FuE-Kapazitäten in Deutschland kräftig ausgeweitet (*siehe hinten*). Die Globalisierung dieses Wirtschaftszweiges stärkt offensichtlich den heimischen FuE-Standort. 2005 gab der Automobilbau im Branchenvergleich mit 4,8 Mrd. € auch den höchsten Betrag für FuE im Ausland aus: Dies sind 26,5 %, was eine vergleichsweise niedrige FuE-Globalisierungsquote bedeutet, die zudem leicht rückläufig ist. Die Auslands-FuE-Standorte des deutschen Automobilbaus liegen schwerpunktmäßig sowohl in Europa als auch in den USA.

³⁸ Hierbei dürfte auch die Abwertung des US-Dollar gegenüber dem Euro und damit eine niedrigere „Bewertung“ der FuE-Aufwendungen im Ausland eine Rolle gespielt haben.

- Unternehmen des Maschinenbaus sind bisher zwar weniger im Ausland FuE-aktiv (15,6 %), jedoch mit deutlich steigender Tendenz (2001: 11,4 %). Diejenigen Maschinenbauer, die im Ausland FuE betreiben, haben inzwischen im Durchschnitt einen ähnlichen Internationalisierungsgrad (27 %) erreicht wie der Fahrzeugbau und die Computerindustrie/Elektrotechnik/Feinmechanik.
- Im letztgenannten Sektor ist der Auslands-FuE-Anteil deutscher Unternehmen zudem klar rückläufig (24,7 % nach 29,8 % im Jahr 2001). Unternehmen aus diesen Branchen beginnen in jüngster Zeit verstärkt mit FuE in aufholenden Schwellenländern, vor allem in den Ländern Asiens.

FuE-Globalisierungspause in den USA

Generell scheint - was die Änderung der FuE-Besitzverhältnisse angeht - zumindest bis 2005 eine Globalisierungspause eingetreten zu sein. Dies hängt damit zusammen, dass im neuen Jahrhundert weltweit deutlich weniger grenzüberschreitende M&A zu beobachten waren. Insbesondere in den USA - auf die gut 40 % der weltweit an ausländischen Standorten durchgeführten FuE-Aktivitäten entfallen - ist die Beteiligung von Ausländern an den dortigen FuE-Kapazitäten nach dem historischen Höchststand von 1998 nicht mehr gestiegen. Der rasanten Globalisierung von FuE ist die Konsolidierung gefolgt. Dies muss auch vor dem Hintergrund gesehen werden, dass die FuE-Kapazitäten in den USA in dieser Zeit gerade in stark globalisierten Industriezweigen in nie gekanntem Ausmaß zunächst reduziert worden sind und danach nur mit deutlich verminderter Geschwindigkeit ausgeweitet wurden.

Tab. 8: *Jährliches Wachstum der realen FuE-Aufwendungen ausländischer Tochterunternehmen in den USA 1994-2005¹⁾*

	Ins-gesamt	Darunter: aus dem Heimatland							Nachrichtlich: US-Mütter
		FRA	GER	NED	SWE	SUI	GBR	JPN	
<i>in Mio. US-\$</i>									
Nachrichtlich: FuE-Aufwendungen 2005 ²⁾	31694	4063	6287	1597	282	4334	5954	3447	152364 ³⁾
<i>Durchschnitt in %</i>									
1994-1999	8,2	9,5	17,2	9,1	18,3	5,5	7,1	7,7	6,6
1999-2005	1,7	4,4	-0,7	0,7	1,1	1,9	4,5	1,3	1,8
1994-2005	4,9	7,0	8,2	4,9	9,7	3,7	5,8	4,5	4,4

1) Preisbasis des Jahres 2000. 2) Nominale FuE-Aufwendungen. 3) 2004.

Quelle: US Handelsministerium. - Berechnungen des DIW Berlin.

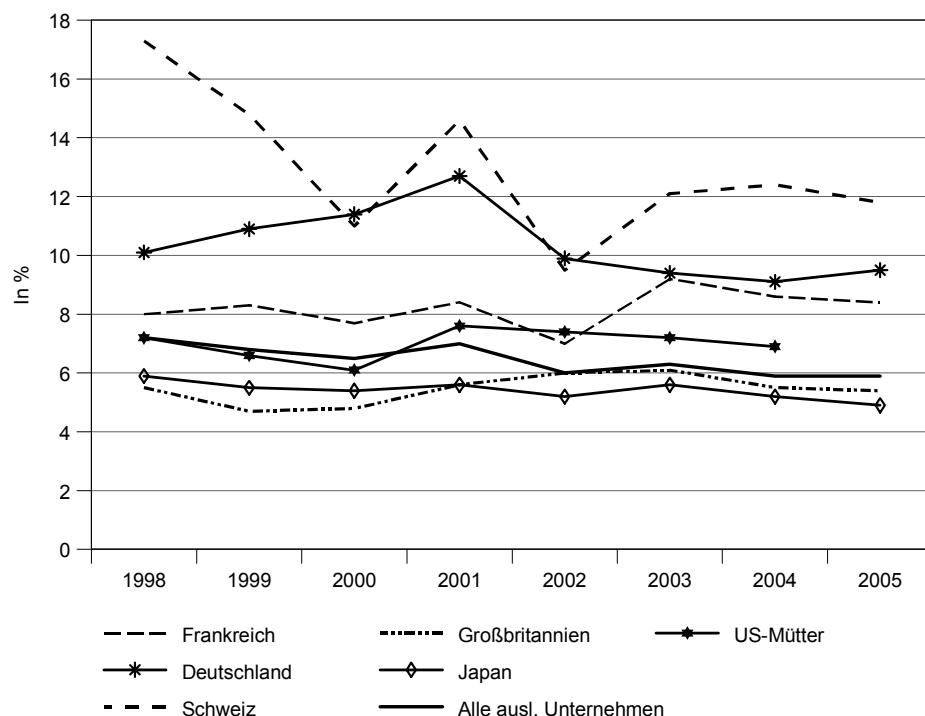
Aus der Sicht deutscher multinationaler Unternehmen hat Europa in den letzten Jahren etwas an Boden gewonnen; dennoch entfällt knapp die Hälfte ihrer FuE-Aufwendungen im Ausland auf die USA. Sie hatten 1999 den bisher höchsten Wert (Tab. 8) erreicht, lagen danach mehrere Jahre bei knapp 6 Mrd. US-\$ und sind zuletzt wieder etwas gestiegen. Mit einem FuE-Aufwand von insgesamt etwa 6,3 Mrd. \$ im Jahre 2005 und einem FuE-Personalbestand von 29.200 verfügen deutsche Unternehmen in den USA über das größte FuE-Potenzial ausländischer Unternehmen, dicht gefolgt von britischen Un-

³⁹ Vgl. UNCTAD (2005).

ternehmen (24.300 FuE-Beschäftigte), die zuletzt stark aufgeholt haben. Schweizer Unternehmen haben sich jüngst auf den dritten Platz geschoben, gefolgt von französischen.

Die **Entwicklung** der FuE-Intensität unterscheidet sich zwischen ausländischen und einheimischen multinationalen Unternehmen in den USA kaum (*Abb. 11*), Unterschiede sind überwiegend auf unterschiedliche Branchenstrukturen zurückzuführen. Deutsche Unternehmen weisen unter allen ausländischen Unternehmen in den USA hinter schweizerischen die höchste FuE-Intensität auf. Dies zeigt, dass bei den FuE-Auslandsinvestitionsmotiven deutscher Unternehmen neben der Markterschließung auch der Wissenserwerb, vor allem bei Spitzentechnologien, ganz oben steht, insbesondere in den USA. Insgesamt hat das Motiv des Wissenserwerbs an ausländischen FuE-Standorten in multinationalen Unternehmen seit Ende der 90er Jahre zugenommen.

Abb. 11: FuE-Intensität ausländischer und einheimischer multinationaler Unternehmen in den USA 1998 bis 2005



¹ Berechnet als Relation der FuE-Aufwendungen zur Wertschöpfung.

Quelle: US-Handelsministerium. - Berechnungen des DIW Berlin.

Weitere Diversifizierung der FuE-Standorte zu erwarten

Die deutschen Unternehmen sehen in Zukunft nicht nur ein großes Potenzial, sondern auch die Notwendigkeit für die weitere Expansion ihrer Auslands-FuE. Nach einer mehrjährigen Phase der Beruhigung ist es 2006 zu einer deutlichen Belebung der internationalen M&A-Aktivitäten sowie der Diversifizierung der Produktionsstandorte gekommen.⁴⁰ Es ist daher auch in Deutschland mit einer Beschleunigung der Internationalisierung von FuE zu rechnen.

⁴⁰ Vgl. Arensman (2007).

Die Internationalisierung der Unternehmensforschung ist nicht durch Verlagerungen charakterisiert, sondern durch gegenseitige Durchdringung. Befürchtungen vor einer Auslagerung von FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen aus Deutschland haben sich deshalb bislang als unbegründet erwiesen. Zur Erhaltung und Erhöhung der Attraktivität des Industrieforschungsstandorts Deutschland für multinationale Unternehmen müssen jedoch hochwertige Marktnachfrage, intensiver Wettbewerb, günstige Produktionsbedingungen und Forschungskompetenz zusammentreffen. Diese Faktoren sind die Zugpferde der Globalisierung von FuE. Wo dies gegeben ist - bspw. im Maschinen- und Fahrzeugbau - hat Deutschland an Attraktivität für FuE gewonnen. Andererseits liegen in der Internationalisierung von FuE auch insofern Chancen für die Heimatländer als multinationale Unternehmen über ihre Forschungsnetzwerke direkt auf das Wissen im Ausland zurückgreifen können. FuE-Globalisierung nutzt also allen.

Die grenzüberschreitende Vernetzung von FuE-Standorten der Unternehmen und der Austausch von Wissen fanden bislang vorwiegend innerhalb und zwischen den wissensintensiven Regionen USA und Westeuropa statt. 59 % der FuE-Gesamtaufwendungen ausländischer Tochterunternehmen in Deutschland entfallen auf europäische Unternehmen (darunter 47 % aus Mitgliedsländern der EU) und 38 % auf nordamerikanische Unternehmen (fast ausschließlich US-Unternehmen), die sich besonders im Fahrzeugbau in FuE engagieren. FuE-Aufwendungen von Unternehmen aus Asien und der restlichen Welt fallen in Deutschland bisher kaum ins Gewicht; ihr Anteil liegt bei 2 %.

Der Anteil der traditionell wichtigen großen Zielländer an den weltweiten FuE-Aufwendungen ist bei US-amerikanischen Unternehmen jedoch bereits langsam zurückgegangen.⁴¹ Zunehmend führen sie FuE auch in neuen dynamischen Märkten durch. So flossen bspw. aus US-amerikanischen Unternehmen am Beginn des neuen Jahrtausends jeweils schon mehr als eine halbe Mrd. \$ in FuE in Tochterunternehmen in Singapur, Israel, Irland und China, wo sie noch Mitte der 90er Jahre kaum mit FuE-Aktivitäten vertreten waren. Sowohl Japan und Ostasien als auch Mittel- und Osteuropa spielten für eigene FuE deutscher Unternehmen bisher noch eine geringe Rolle.

Tab. 9: *Verbreitung und Ausweitung von FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland 2005-2007*

	FuE-Aktivitäten 2005 im Ausland					geplante Ausweitung im Ausland 2006/07						
	insg.	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*	insg.	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*
Chemieindustrie	15	8	4	3	4	3	9	3	0	0	4	2
Pharmaindustrie	15	14	0	3	1	0	16	4	2	1	8	0
Maschinenbau	7	3	3	1	1	1	10	2	4	2	4	1
Elektroindustrie	12	6	2	1	4	0	10	3	4	1	4	0
Instrumententechnik	10	3	1	3	4	0	6	0	1	2	2	0
Fahrzeugbau	7	3	0	3	4	0	3	1	0	1	2	0
EDV/Telekommunikation	5	2	0	3	0	0	6	1	0	4	1	0
technische Dienste	11	8	0	2	1	0	23	13	1	7	3	0

Lateinamerika, Afrika, Ozeanien; inkl. Angaben "weltweit".

Angaben in % aller Unternehmen mit 5 und mehr Beschäftigten. Regionale Zuordnung der Auslandsaktivitäten auf Basis der Angaben zu den wichtigsten Ländern, in denen die jeweiligen Auslandsaktivitäten stattfinden bzw. geplant sind, Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2006). - Berechnungen des ZEW.

⁴¹ Berechnungen des DIW auf Basis von US DoC-Daten.

Deutsche Unternehmen erwarten praktisch in allen Branchen eine Ausweitung ihrer FuE- und Innovationsaktivitäten im Ausland. Vornehmlich planen sie die Expansion eher in den Entwicklungs- und Aufhol-Ländern in Asien als in Westeuropa (Tab. 9). Über das quantitative Ausmaß lassen sich jedoch noch keine Aussagen treffen. Die deutsche Wirtschaft wird versuchen, sich das starke wirtschaftliche Wachstum und das reichliche Angebot an gut qualifizierten Arbeitskräften in aufholenden Schwellenländern zu Nutze zu machen und dort häufiger investieren. Die (bislang noch geringen) FuE-Aktivitäten deutscher, aber auch multinationaler Unternehmen aus anderen Ländern in Osteuropa und Asien dürften daher stark vom Motiv der Markterschließung geprägt sein. Die Internationalisierung von FuE beschränkt sich auch nicht mehr länger nur auf die Industrie. Zunehmend suchen Dienstleistungsunternehmen ebenfalls nach Möglichkeiten, Entwicklungstätigkeiten an kostengünstigen Standorten aufzubauen („Off-shoring“). Zu beachten ist jedoch, dass international arbeitsteilig organisierte FuE auch zusätzliche Transaktionskosten verursacht.⁴² Die Erfahrungen vieler Unternehmen deuten darauf hin, dass sich die ursprünglichen Erwartungen bezüglich der Kosteneffizienz kurzfristig nicht realisieren lassen und Auslands-FuE primär unter strategischen Gesichtspunkten beurteilt werden sollte.

Die Globalisierung von FuE spiegelt sich nicht nur im Aufbau von FuE-Kapazitäten wider, sondern auch in strategischen Allianzen, FuE-Kooperationen und -Aufträgen zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung sowie im grenzüberschreitenden Austausch von technologischen Dienstleistungen. Sie ist zudem kein Privileg von Großunternehmen mehr. Vielmehr ergeben sich auch für deutsche Klein- und Mittelunternehmen vor allem aus der Nähe zu den wachsenden Märkten in Mittel- und Osteuropa und aus deren Ausstattung mit gut ausgebildeten Akademikern und Fachkräften zu wettbewerbsfähigen Preisen Chancen für interessante Innovationskooperationen und FuE-Partnerschaften.⁴³ Allerdings haben sich in der Breite gerade hinsichtlich der Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal nicht alle Erwartungen erfüllt. FuE ist unter den Auslandsaktivitäten zwar nicht vorrangig; jedoch sind die Unternehmen, die sich dazu entschlossen haben, in weit überwiegender Mehrzahl zufrieden.⁴⁴

FuE in deutschen Klein- und Mittelunternehmen: Kritische Entwicklung

In Deutschland werden die FuE-Aktivitäten mit überwiegender Mehrheit von Großunternehmen durchgeführt: 81,5 % der FuE-Gesamtaufwendungen in Höhe von 48 Mrd. € und 73,3 % des FuE-Personals entfallen auf Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten. Eine derart hohe Ausrichtung auf Großunternehmen findet man auch in den anderen forschungsreichen Ländern wie Japan und den USA.⁴⁵

Großunternehmen entscheiden somit über das gesamtwirtschaftliche FuE-Volumen und die FuE-Intensität der Wirtschaft. Die Masse der Klein- und Mittelunternehmen bestimmt hingegen die Breite, mit der FuE in der Wirtschaft verankert ist. Insofern ist für die Innovationspolitik die FuE-Beteiligung eine kritische Größe. Klein- und Mittelunternehmen sind häufig die Speerspitze bei der Entwicklung

⁴² Vgl. Economist Intelligence Unit (2004).

⁴³ Vgl. Rose (2006).

⁴⁴ Vgl. Lau (2007).

⁴⁵ Vgl. OECD, STI Scoreboard (2007).

radikal neuer Technologien sowie neuer Märkte.⁴⁶ Sie bilden das Reservoir für forschungsintensive Großunternehmen. Zu einem größeren Teil haben Klein- und Mittelunternehmen ihren - mehr in die Breite reichenden - Schwerpunkt vor allem in Branchen, die im Allgemeinen wenig FuE-intensiv produzieren. Ihnen kommt dort eine „Wissenstransferfunktion“ zu, d. h. die Anwendung, Verbreitung und Weiterentwicklung von neuen Technologien. Mittlere und größere Unternehmen haben ihre Schwerpunkte hingegen häufiger anwendungsorientiert in der Gehobenen Gebrauchstechnologie, d. h. in den „klassischen“ deutschen Domänen. Industrielle Großunternehmen wiederum haben Vorteile, wenn Forschung hohe Aufwendungen erfordert und eine routinierte und formalisierte Vorgehensweise am ehesten zum Innovationserfolg führt. Sie können und müssen große FuE-Abteilungen unterhalten, so dass zum Ende der Kurve typischerweise wieder eine sehr hohe FuE-Intensität erreicht wird, die auch kontinuierlich zugenommen hat. Die FuE-Intensität der **forschenden Unternehmen** nimmt daher typischerweise einen U-förmigen Verlauf (*Tab. 10*).

Tab. 10: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung in Bergbau und Verarbeitender Industrie nach Unternehmensgrößenklassen in Deutschland 1995 bis 2005

Beschäftigten- größenklasse	FuE-Intensität* forschender Unternehmen						Anteil forschender Unternehmen**						FuE-Intensität aller Unternehmen					
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	1995	1997	1999	2001	2003	2005	1995	1997	1999	2001	2003	2005
unter 100	8,8	9,1	8,6	8,5	10,4	9,1	21	20	16	15	12	12	1,5	1,5	1,2	1,1	0,9	1
100 bis unter 500	4,4	4,8	4,5	5,1	5,7	5,9	34	31	30	29	28	29	1,6	1,5	1,5	1,7	1,6	1,9
500 bis unter 1.000	4,7	5,7	5,1	5,9	7,0	6,2	40	40	47	38	42	42	1,9	2,2	2,4	2,3	2,6	2,5
1.000 und mehr	7,2	8,1	8,9	9,1	9,4	9,7	73	67	72	66	71	75	7,0	7,5	8,4	8,1	8,3	8,2
insgesamt	6,6	7,4	7,5	8,0	7,7	8,4	26	24	22	20	18	18	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2

*) FuE-Personalanteil in % der Beschäftigten insgesamt. - **) Forschende Unternehmen in % der Unternehmen insgesamt.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 1995 bis 2005). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Jüngere Daten signalisieren zwar kurzfristig einen leichten FuE-Bedeutungsgewinn von Klein- und Mittelunternehmen in Deutschland (*Tab. 11*), insbesondere im Dienstleistungssektor. Langfristig ist der Anteil von Klein- und Mittelunternehmen an FuE jedoch stark rückläufig, nur phasenweise - auch als Konsequenz von FuE-Personalfördermaßnahmen sowie der Restrukturierung der FuE-Landschaft in Ostdeutschland - gab es Verschiebungen zu Gunsten von Klein- und Mittelunternehmen. Die in der Breite eher als zurückhaltend einzustufende Bereitschaft, an FuE teilzunehmen, ist natürlich nicht nur mit der stark reduzierten finanziellen Förderung in Zusammenhang zu bringen, sondern hat vor allem mit der lange Zeit schwachen binnengewirtschaftlichen Dynamik, den Grenzen der Verfügbarkeit von hochqualifiziertem Personal sowie von Finanzierungsmitteln und Beteiligungskapital zu tun.

Die FuE-Tätigkeit konzentriert sich von Jahr zu Jahr auf immer weniger Unternehmen, denn die Zahl von forschenden industriellen Klein- und Mittelunternehmen hat stark abgenommen: 1995 bspw. hatten noch 21 % der kleinen Industrieunternehmen (mit unter 100 Beschäftigten) FuE-Aktivitäten gemeldet, seit 2003 sind es nur noch 12 %. FuE-Aktivitäten haben damit in der Wirtschaft an Breite verloren, wobei sich dieser Abschmelzungsprozess in jüngster Zeit verlangsamt hat. Im internationalen

⁴⁶ Vgl. auch Rammer, Spielkamp (2006).

Vergleich ist die regelmäßige Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE in Deutschland noch als hoch einzuschätzen (Abb. 12). Dieser bedeutende Vorteil für das „deutsche Innovationssystem“ ist in den letzten Jahren jedoch insofern etwas verloren gegangen als sie in Deutschland rückläufig war, in den meisten anderen (europäischen) Ländern hingegen angestiegen ist (Ausnahmen: Frankreich und Schweden).

Tab. 11: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2005

	Westdeutschland								Gesamtdeutschland							
	1979	1981	1983	1985	1987	1989	1991	Anteile in %	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005
Finanzierung von FuE in der Wirtschaft																
Wirtschaft	83,3	85,2	85,2	85,9	88,2	86,8	88,4		88,2	90,6	90,3	88,0	90,7	92,9	93,7	92,8
<i>eigenes Unternehmen</i>															91,6	89,8
<i>andere Unternehmen</i>															2,6	3,4
Staat	14,2	13,0	12,9	12,5	10,1	10,1	8,6		8,8	7,3	7,5	8,3	6,4	4,1	3,8	3,6
<i>davon in Klein- und Mittelunternehmen</i>	7,5	7,8	18,0	15,1	7,6	6,5			8,2	6,1	7,4	9,2	7,2	5,5	6,1	5,3
<i>Unternehmen > 500</i>	14,1	13,0	11,0	12,0	9,9	10,1			8,3	6,8	7,0	7,7	6,3	3,3	3,1	2,9
Ausland	2,2	1,5	1,6	1,4	1,5	2,9	2,8		2,7	2,0	2,1	3,6	2,7	2,9	2,4	3,4
Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen																
weniger als 100 Beschäftigte	4,1	6,0	9,0	10,2	8,7	7,7	4,9		5,7	7,7	8,1	8,6	7,1	6,3	5,7	6,3
100 bis unter 500 Beschäftigte	9,5	10,1	10,3	10,4	9,3	9,1	9,7		12,1	11,0	11,7	11,4	11,2	11,6	11,8	13,5
500 bis unter 1.000 Beschäftigte	6,8	4,6	4,5	4,5	4,9	4,9	5,0		6,1	5,8	6,2	6,9	7,1	6,8	7,8	6,9
1.000 und mehr Beschäftigte	79,6	79,3	76,2	74,9	77,1	78,3	80,4		76,1	75,6	74,1	73,1	74,6	75,3	74,8	73,3
Anteil der Wirtschaftszweige am FuE-Personal																
Chemie, Mineralöl	22,8	21,6	22,0	20,3	19,8	19,8	20,1		19,4	18,6	17,5	16,8	14,5	13,9	14,2	13,2
Maschinenbau	14,2	13,7	13,8	14,0	13,0	12,6	11,8		13,1	11,9	13,7	13,6	12,1	12,0	11,7	11,8
Elektro, Elektronik, Instrumente, Computer	31	30	29	30	32	31	29		29	30	29,0	25,0	23,5	25,9	23,1	22,1
Fahrzeugbau	17	18	18	18	19	20	21,5		21	22	25,0	28,5	29,6	28,7	32,0	32,8
übr. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	11	13	13	12	12	13	13		12	12	8,2	8,2	8,3	7,6	7,7	7,5
übr. Warenproduzierendes Gewerbe	1	1	1	1	1	1	1		1	1	0,8	0,9	0,9	0,6	0,6	0,5
Dienstleistungen	1	1	2	2	2	2	2		3	3	4,4	5,8	9,7	9,8	9,5	10,8
Gemeinschaftsforschung	1,6	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,5		1,5	1,6	1,4	1,3	1,3	1,5	1,2	1,5
Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft																
insgesamt	5,7	7,7	10,1	9,3	8,6	9,2	10,1		10,2	12,2	10,5	13,3	14,9	17,0	18,3	20,2
<i>Klein- und Mittelunternehmen</i>	6,0	6,9	18,4	14,3	11,1	8,1	9,8		8,5	8,1	8,4	8,2	11,9	10,1	10,5	
<i>Unternehmen > 500</i>	4,7	7,1	7,9	7,9	8,0	9,3	10,1		12,4	10,5	14,1	15,5	17,5	19,1	21,5	
Durchführung externer FuE der Wirtschaft																
Wirtschaft	70,3	63,6	70,5	69,5	67,1	64,6	62,6		62,9	65,4	59,9	64,0	68,3	71,0	61,7	59,2
Hochschulsektor						8,5	10,6	9,1		10,4	9,0	13,1	9,3	7,4	7,7	10,5
sonstige FuE-Einrichtungen	20,7	25,6	20,0	9,4	10,9	10,0	20,8		8,8	6,8	8,6	5,6	4,1	4,0	5,0	10,1
sonstige Inländer						0,0	0,4	0,5		1,5	1,3	3,3	2,1	1,4	0,9	0,6
Ausland	9,4	10,8	9,5	12,6	11,0	15,8	16,6		16,4	17,4	15,2	18,9	18,7	16,4	22,2	18,5
Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen																
Personal	60,1	58,8	58,4	58,0	58,3	60,1	57,9		57,9	59,9	59,8	61,5	59,2	58,5	58,6	60,8
Sachmittel	30,4	31,3	31,6	31,0	30,4	31,0	32,8		32,9	33,0	33,4	31,2	32,2	33,4	32,9	31,0
Investitionen	9,4	9,9	10,0	10,0	11,0	8,9	9,3		9,3	7,1	6,8	7,3	8,6	8,1	8,5	8,1
Struktur des FuE-Personals in Unternehmen																
Wissenschaftler/Ingenieure	30,9	31,8	32,8	34,0	36,3	38,2	41,4		43,8	43,9	45,7	46,2	48,7	51,3	54,3	54,8
Techniker	31,8	30,1	30,9	31,4	30,7	29,7	28,5		26,9	27,9	27,6	27,6	26,3	24,1	23,5	25,0
sonstige	37,3	38,1	36,3	34,6	33,0	32,1	30,1		29,3	28,2	26,7	26,1	25,1	24,6	22,2	20,2
Anteil von Unternehmen im ausländischen Besitz an den FuE-Gesamtaufwendungen																
Anteil von FuE im Ausland an den globalen Gesamtaufwendungen deutscher Unternehmen mit Auslandsforschung																
									16	17	17	18	26	26	26	
									23*	23*	25*	26,7	24,3	24,4		

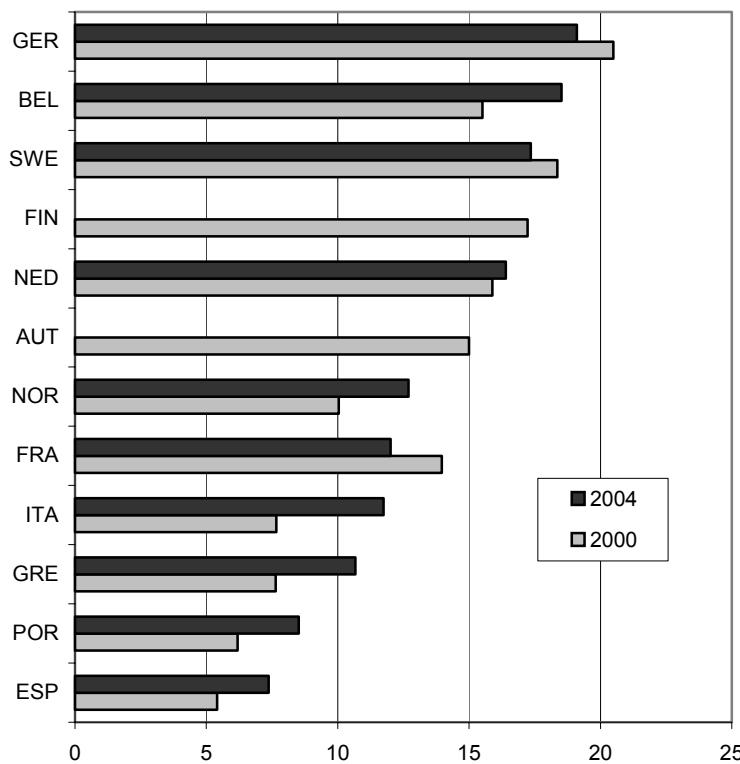
Kursivdruck: Unternehmensangaben, ohne IfG.

* Eingeschränkte Vergleichbarkeit zur ab 2001 verwendeten Methode.

Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik. - DIW Berlin. - BMBF, Faktenberichte und Bundesforschungsberichte. - Berechnungen und Zusammstellungen des NIW.

Der nach der deutschen FuE-Statistik recht starke Rückzug von Klein- und Mittelunternehmen aus FuE wird nicht unbedingt in gleicher Weise in anderen Erhebungen beobachtet.⁴⁷ Es deutet sich jedoch an, dass es zu einem Nachwuchsmangel an forschenden Unternehmen kommen kann. Zum einen hat die Gründungstätigkeit nachgelassen, zum anderen hatte bspw. im Jahr 2003 nur jedes vierte gegründete Unternehmen FuE gemeldet, Ende der 90er Jahre waren es noch 35 bis 50 %.⁴⁸ Hier ist Obacht geboten, denn junge Unternehmen repräsentieren immerhin 20 bis 25 % des Unternehmensbestandes. Die Beteiligung an FuE ist eine strategische Entscheidung in der Gründungsphase des Unternehmens, denn nur wenige Unternehmen finden erst in späteren Lebensphasen den Weg zu kontinuierlicher FuE. Wichtig ist: Die Innovationsfähigkeit der Unternehmen ist mittel- bis langfristig recht eng an die Beteiligung an FuE geknüpft. Insbesondere sind FuE-Kooperationen von Klein- und Mittelunternehmen mit Forschungseinrichtungen und Industriebetrieben vielfach komplementär zu eigenen FuE-Anstrengungen.⁴⁹ Kooperationsprojekte werden immer wichtiger. Eine zentrale Aufgabe der Innovationspolitik ist es daher, jungen Unternehmen die Grundentscheidung für eine FuE-basierte Innovationsstrategie zu erleichtern. Hierzu gehört ein aufnahmefähiger Markt für originäre Neuheiten und ausreichend Kapital zur Abdeckung des für Unternehmensgründer sehr hohen FuE-Risikos, ggf. auch Risikokapital aus öffentlichen Mitteln (Frühphasenfinanzierung) und Projektförderung.

Abb. 12: Anteil der kontinuierlich forschenden Unternehmen im EU-15-Vergleich 2000 und 2004



Quelle: Eurostat, 3rd & 4th Community Innovation Survey. - Berechnungen des ZEW.

⁴⁷ Vgl. z. B. die MIP-Erhebungen, Rammer (2007).

⁴⁸ Vgl. Rammer, Reitze u. a. (2005).

⁴⁹ Das MIP weist für die Periode 2002-2004 nur 1 % der Unternehmen aus forschungsintensiven Industrien aus, die FuE-Aufträge nach außen vergeben, ohne gleichzeitig eigene FuE-Kapazitäten zu haben und die dennoch innovieren. 48 % betreiben hingegen nur interne FuE, 34 % verstärken interne FuE-Aktivitäten durch Aufträge an FuE-Kooperationspartner. Rammer, Blind u. a. (2007).

FuE im Dienstleistungssektor nimmt in Deutschland zu

Wissensintensive Dienstleistungen gewinnen sowohl für die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung als auch als Innovationsmotor an Bedeutung.⁵⁰ Sie tragen vor allem als **Anwender** innovativer Technologien zur Diffusion bei, definieren aber auch neue Anforderungen an Technologien. Dies hat auch 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, Elektrotechnik/Nachrichtentechnik, Instrumente, Luft- und Raumfahrzeugbau). Zum anderen intensiviert sich aus Effizienzgründen (Qualitäts- und Spezialisierungsvorteile) die Arbeitsteilung zwischen der Industrie und spezialisierten FuE-, Planungs- sowie Ingenieur- und sonstigen technischen Dienstleistungen. In der deutschen Wirtschaft wird deshalb mehr und mehr Wert auf FuE für hochwertige Dienstleistungen gelegt; dennoch liegt Deutschland im Weltmaßstab auf diesem Feld noch weit hinten (*Tab. 12*).

Tab. 12: Struktur der FuE-Ausgaben 2004 in der OECD-19

Sektor	OECD	Vertikal- struktur ¹ in %	Anteile von ... an der OECD-19				
			USA	JPN*	GER	FRA*	GBR
Spitzentechnologie	42,2	49,3	16,5	6,5	5,5	5,3	
Pharmazeutika	12,3	55,2	11,2	6,1	5,8	9,0	
Büromaschinen/EDV	4,2	29,3	54,9	3,1	1,3	0,4	
Nachrichtentechnik	14,0	42,4	17,2	5,9	4,7	2,0	
MSR-Technik	6,5	61,6	12,0	9,7	5,2	1,9	
Luft- und Raumfahrzeuge	5,1	55,1	1,6	7,9	10,6	13,3	
Gehobene Gebrauchstechnologie	25,9	27,9	27,5	18,6	6,0	3,9	
Industriechemikalien	5,0	30,2	27,5	14,3	6,4	3,8	
Maschinenbau	5,4	26,2	26,0	16,5	4,6	6,5	
Elektrotechnik	3,1	18,5	49,4	8,2	6,2	4,6	
Automobilbau	11,8	28,6	23,3	24,5	6,5	2,5	
übrige Fahrzeuge	0,5	64,8	7,0	7,2	4,2	1,5	
Übrige Industriezweige	9,5	40,1	22,9	6,8	6,3	3,4	
Dienstleistungen	20,5	62,6	8,2	3,6	2,4	4,8	
übrige Wirtschaft	1,9	18,6	19,2	2,6	11,9	5,4	
Insgesamt	100,0	45,0	18,3	9,0	5,2	4,6	

*) 2003 statt 2004.

1) Anteil der sektoralen internen FuE-Aufwendungen an den Aufwendungen der Wirtschaft in %.

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

Technologische FuE ist für Dienstleistungsunternehmen oft schwer zu identifizieren, denn das statistische Messkonzept ist bei FuE sehr stark an den Innovationsaktivitäten der Industrie orientiert.⁵¹ Im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten auch deutlich weniger stark von FuE-Aktivitäten ab als Innovationen in der Industrie. In der Statistik erscheinen im Jahr 2005 mit 32.750 FuE-

⁵⁰ Vgl. Klodt, Maurer, Schimmelpfennig (1997), ZEW (1998) sowie Grömling, Lichtblau, Stolte (2000).

⁵¹ Vgl. Preissl (2000), Revermann, Schmidt (1999).

Beschäftigten denn auch nur 10,9 % des FuE-Personals der Unternehmen insgesamt im Dienstleistungssektor (Tab. 11). Nähme man IfGs hinzu, die ja ebenfalls Dienstleistungsfunktionen ausüben, käme man auf 36.700 Personen (12,1 %). 80 % sind davon im Sektor „übrige (unternehmensbezogene) Dienstleistungen“ (Datenbanken/-verarbeitung: 13.800, Forschung/Entwicklung: 9.900 und sonstige unternehmensorientierte Dienstleistungen: 4.950) tätig, 2.100 - mit stark nachlassender quantitativer Bedeutung - im Sektor Verkehr/Nachrichtenübermittlung.

Sektoraler Strukturwandel bei industrieller FuE: Automobil und Spitzentechnik profitieren

Die deutsche Industrieforschung war lange Zeit - im Vergleich zu ihren internationalen Konkurrenten - in den meisten Spitzentechnologiebereichen schwach engagiert. Sie hatte sehr stark auf die kompetente Anwendung und Umsetzung von (zu einem großen Teil importierten) Spitzforschungsergebnissen in Bereichen gesetzt, in denen zwar auch noch viel und anspruchsvoll geforscht und entwickelt werden muss, jedoch nicht so aufwändig wie im Spitzentechnologiebereich. Insbesondere in Gehobenen Gebrauchstechnologien (wie Chemieindustrie, Maschinen- und Automobilbau) stand - und steht! - sie ganz vorne. Um wieder an der Weltspitze mitzumischen, muss sie sich jedoch auch stärker in der Spitzentechnologie engagieren, zumal bei mittleren Technologien aufholende Schwellenländer Anknüpfungspunkte für ihre strukturelle und technologische Entwicklung suchen. Dieser sektorale Umstrukturierungsprozess hin zu mehr Spitzentechnologie war jahrelang versäumt worden, erst der FuE-Aufschwung in der deutschen Wirtschaft im zweiten Drittel der 90er Jahre war mit einem Strukturwandel zu Gunsten der Spitzentechnologiebereiche verbunden.

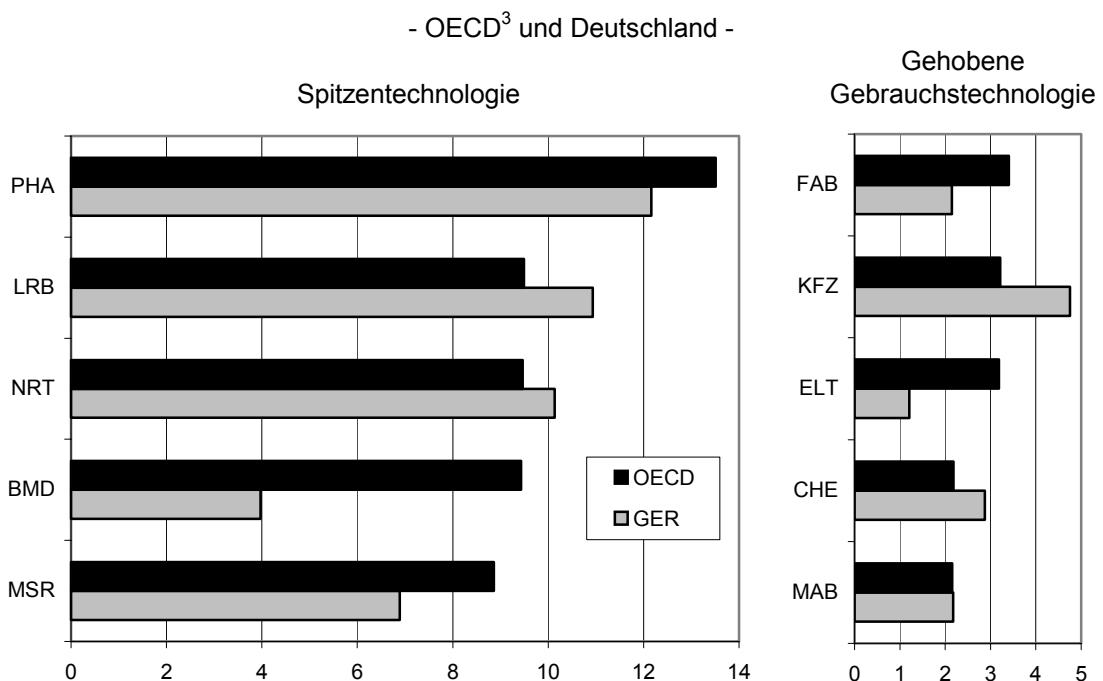
Spitzentechnik in Deutschland liegt vom **spezifischen FuE-Einsatz** her betrachtet (Abb. 13) - mit Ausnahme des Luft- und Raumfahrzeugbaus sowie der Medientechnik - an internationalen Maßstäben gemessen zurück (Pharmazie, Informationstechnik, Mess-, Steuer- und Regeltechnik). Zudem ist ihre quantitative Bedeutung innerhalb der Industrie im Vergleich zu den „traditionellen Sektoren“ und im Vergleich zu den wichtigsten Konkurrenzländern recht schwach (Tab. 12). Daher nimmt im Endergebnis die Verankerung der deutschen Industrieforschung in der Spitzentechnik zwar zu; sie ist jedoch noch nicht darauf spezialisiert und hält auf diesem Feld auch das internationale Wachstumstempo nicht ganz mit.⁵² 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“: Es ist nicht nur bei FuE, sondern auch in der Wirtschaftsstruktur und im Außenhandel⁵³ oder bei Patenten⁵⁴ 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. wider spiegelt.

⁵² Vgl. Legler, Krawczyk (2006).

⁵³ Vgl. Schumacher (2007).

⁵⁴ Vgl. Frietsch (2007).

Abb. 13: FuE-Intensität¹ in forschungsintensiven Industriezweigen 2004²



PHA = Pharmazeutische Erzeugnisse; LRB = Luft- und Raumfahrtzeugbau; NRT = Nachrichtentechnische Geräte und Einrichtungen; BMD = Büromaschinen, Datenverarbeitung; MSR = Mess, Kontrol-, Navigations- und ähnliche Instrumente und Vorrichtungen; FAB = sonstiger Fahrzeugbau; KFZ = Kraftwagen und Kraftwagenteile; ELT = Geräte der Elektrizitätserzeugung, -Verteilung u. ä.; MAB = Maschinenbau.

1) interne FuE-Ausgaben in % des Produktionswertes. - 2) oder letztverfügbares Jahr.

3) 19 OECD-Länder: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, ESP, SWE, FIN, NOR, POL, CZE, CAN, USA, JPN, KOR, AUS.

Quelle: ANBERD-Datenbank. - STAN-Datenbank. - EUKLEMS-Datenbank. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Im Welt-FuE-Strukturwandel sind die traditionell starken Industriezweige außerhalb der Spitzentechnologie in Deutschland dennoch deutlich zurückgeblieben. Positiv auszunehmen hiervon ist der Automobilbau, der in den 90er Jahren eine ausgesprochene FuE-Erfolgsstory geschrieben und im letzten Jahrzehnt zusammen mit der bei FuE expandierenden Pharmazeutischen Industrie dafür gesorgt hat, dass das FuE-Aktivitätsniveau der deutschen Wirtschaft auf akzeptablem Niveau geblieben ist. Deutschlands Anteil bei Automobilbau-FuE in den wichtigsten Ländern ist damit langfristig von 10 auf 25 % geklettert. Damit wird das deutsche Innovationssystem immer stärker vom Automobilbau abhängig: Über die Hälfte des FuE-Ausgabenzuwachses seit Mitte der 90er Jahre ist auf das Innovationsverhalten im Automobilbau zurück zu führen. Die zunehmende Konzentration auf den Automobilbau ist jedoch ein Risiko. Die deutsche FuE-Struktur braucht mehr wettbewerbsfähige Alternativen.

Ein Bild von den gewaltigen Umstrukturierungsprozessen in der deutschen Industrieforschungslandschaft mag die jüngste Vergangenheit vermitteln. So waren im Jahr 2005 in der Verarbeitenden Industrie zwar 1,5 % weniger Personen in FuE tätig als 2001 (4.500), dennoch gab es unterhalb dieses an sich kaum nennenswerten Saldos erhebliche Turbulenzen⁵⁵.

- Nur in wenigen Industriezweigen wurde mehr FuE-Personal eingesetzt: in Gummi-/Kunststoffverarbeitung 1.050, im Pflanzenschutz 900, bei Kraftmaschinen 900, bei Waffen 600, im spezifischen

⁵⁵ Berechnungen auf der Basis von Angaben des WSV.

Maschinenbau 450, in der Metallerzeugung 600, bei Verlagen 400. Sehr positiv fiel auch die Pharmazeutische Industrie auf (2.500). An der Spitze lag jedoch sehr klar der Automobilbau: Innerhalb von vier Jahren wurden in dieser Industrie 11.750 Personen mehr im FuE-Bereich eingesetzt.

- Das Automobilbau-FuE-Plus ist jedoch durch den Einbruch in Elektronik/Medientechnik (9.600) fast vollständig substituiert worden. Unter den übrigen (vielen) Branchen, die FuE abgebaut haben, ragen vor allem die Chemische Industrie (4.700, trotz Pflanzenschutz), Metallverarbeitung (1.300), übriger Maschinenbau (2.600), MSR-Technik/Optik/Uhren (900), Bahnindustrie (650), Computerbranche (450) und Elektrotechnik (200) negativ heraus.

Es ist sicher zu früh, aus der kurzen Periode 2001 bis 2005 heraus zu extrapolieren. Wenn man jedoch die FuE-Personalentwicklung mit der allgemeinen Industriebeschäftigungsentwicklung vergleicht, dann hat sich die Grundstimmung der Unternehmen gegenüber FuE wieder verbessert. Zudem ist der sektorale Strukturwandel zu Gunsten der forschungsintensiven Industrie ein Faktor, der künftig - für sich genommen - zu einem höheren Bedarf an FuE-Personal führen könnte.⁵⁶ Genau genommen waren es jedoch hauptsächlich das Wachstum der Pharmazeutischen Industrie und des Automobilbaus sowie die dort forcierten spezifischen FuE-Anstrengungen, die die Nachfrage nach Hochqualifizierten für FuE-Zwecke hoch gehalten haben.

Noch einmal aus einer anderen Perspektive: Der FuE-Aufschwung der 80er Jahre ist in der Breite der Wirtschaft angegangen worden - in den letzten Jahren ist der Prozess jedoch sehr selektiv (Automobil) und überwiegend in die Spitze verlaufen. Es ist klar, dass ein schneller FuE-Strukturwandel, der massiv die Verteilung auf die Wirtschaftszweige verändert, nicht von Klein- und Mittelunternehmen ausgehen kann. Der FuE-Aufschwung der 90er Jahre war in Deutschland daher mit einer Konzentration auf immer weniger (Groß-)Unternehmen verbunden.

Verschiebungen in der Hierarchie der FuE-Intensitäten

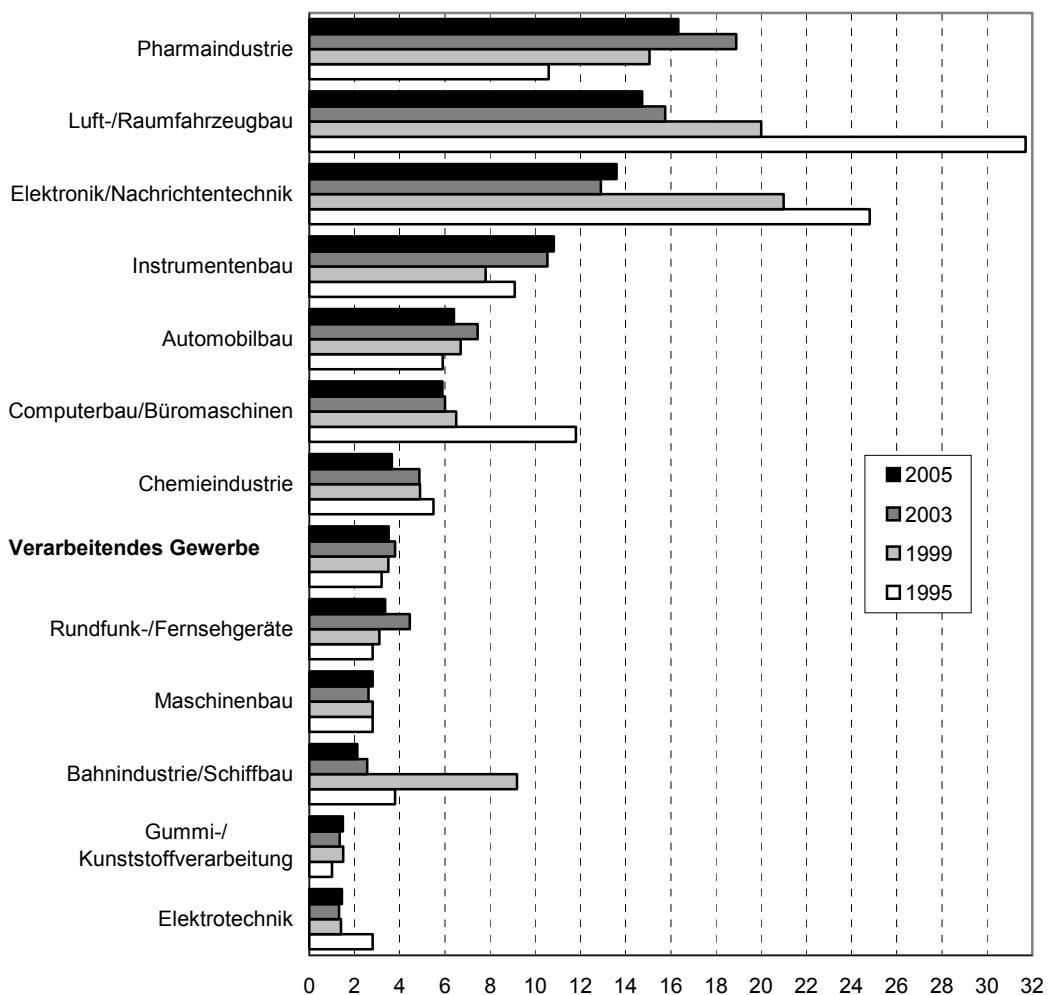
Die Rangfolge der Industrien nach FuE-Intensität ist in den meisten Ländern recht ähnlich⁵⁷, sie hat sich auch jeweils in die gleiche Richtung verändert, so auch in Deutschland.

Luft- und Raumfahrzeugbau, Elektronik/Nachrichtentechnik und Computer/Büromaschinen sind seit Mitte der 90er Jahre in einem kontinuierlichen und zugleich rasanten FuE-Strukturwandelprozess von der Pharmazeutischen Industrie an der Spitze sowie auf den Plätzen teilweise auch vom Instrumentenbau und von der Automobilindustrie überholt worden (*Abb. 14*). Außerdem haben langfristig Radio/TV sowie Kunststoff/Gummi den FuE-Anteil am Umsatz steigern können. In einer ganzen Reihe von Industrien hat die Ausweitung der FuE-Aufwendungen nicht mit der (meist nicht einmal sehr dynamischen) Umsatzexpansion Schritt halten können. Neben dem Luft- und Raumfahrzeugbau, Elektronik/Medientechnik und Büromaschinen/EDV sind dies aus dem forschungsintensiven Sektor mit der Chemischen Industrie, der Elektrotechnik sowie Schienen- und Wasserfahrzeugen Wirtschaftszweige, die im internationalen Wettbewerb zu Deutschlands Stärken zu zählen sind und über Jahrzehnte maßgeblich Deutschlands technologische Kompetenzen repräsentiert haben.

⁵⁶ Vgl. Gehrke, Krawczyk, Legler (2007).

⁵⁷ Vgl. Legler, Krawczyk (2006).

Abb. 14: *FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 1995, 1999, 2003 und 2005*



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

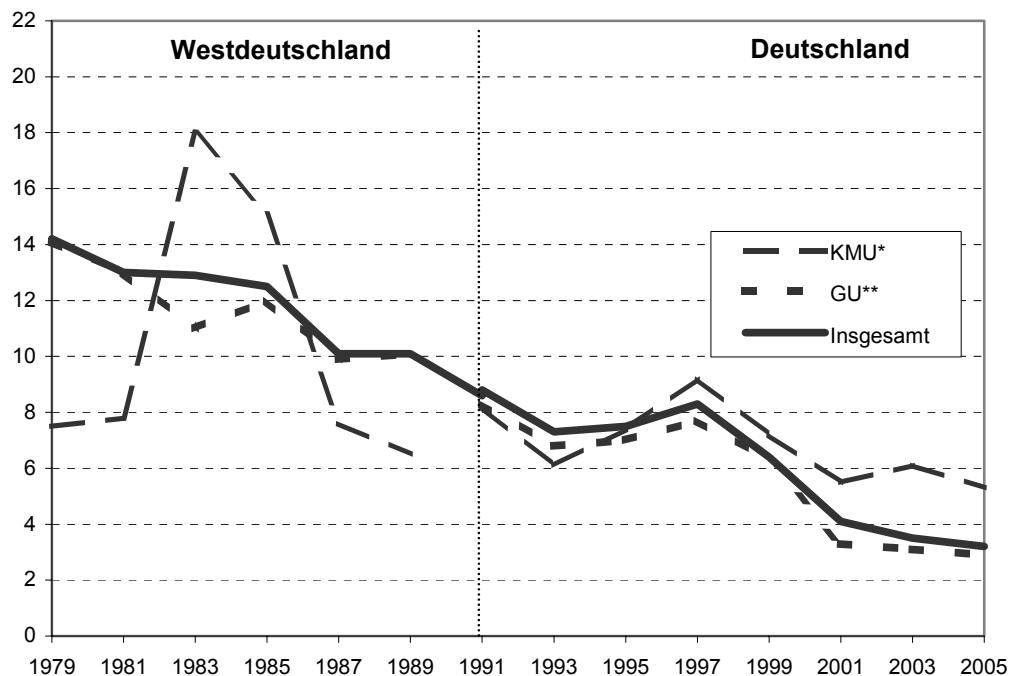
Dass die Verarbeitende Industrie zumindest im Zehnjahresvergleich dennoch eine leichte Steigerung der FuE-Intensität aufweist, mag deshalb auf den ersten Blick nicht einsichtig sein. Dieses Ergebnis hängt mit der hohen Bedeutung des Automobilbaus zusammen: Er ist zum einen deutlich stärker gewachsen als viele andere Industriezweige und hat zum anderen im Expansionsprozess seine FuE-Kapazitäten auch noch überdurchschnittlich stark und über dieses Wachstum hinaus ausgeweitet. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Strukturen über ein Vierteljahrhundert betrachtet: Der Fahrzeugbau ist unter den großen Technologiesektoren der einzige signifikante Strukturwandelgewinner: Sein Anteil am FuE-Personal hat seit 1979 um 15 Prozentpunkte auf über 32 % zugelegt. Dies ging zu Lasten aller anderen Industriezweige. Denn ansonsten konnte nur der Dienstleistungssektor kräftig zulegen (Tab. 11).

Staatliche Finanzierungsbeiträge zu FuE in der Wirtschaft in Deutschland auf Talfahrt

Allenthalben fördert der Staat mehr oder weniger massiv und im Zeitablauf nicht immer stabil den FuE-Prozess in der Wirtschaft mit unterschiedlichen Instrumenten und Anreizen. Der Staat ist auch in Deutschland an der Finanzierung der industriellen FuE beteiligt - nach den Angaben der Wirtschaft im Jahr 2005 mit gut 1,5 Mrd. €. Der staatliche Finanzierungsbeitrag zu den FuE-Gesamtaufwendun-

gen der Wirtschaft hat sich jedoch von gut 14 % Ende der 70er Jahre auf 3,2 % (2005) und damit um über drei Viertel reduziert. Der Trend ist stabil nach unten gerichtet und nur in einzelnen Zeitabschnitten (zuletzt 1993 bis 1997) unterbrochen worden (Abb. 15).

Abb. 15: *Staatliche FuE-Finanzierungsanteile bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1979 bis 2005 (in %)*



*) bis unter 500 Beschäftigte. - **) 500 und mehr Beschäftigte.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Zusammenstellungen des NIW.

Die Luft- und Raumfahrtindustrie allein absorbiert mit 705 Mio € fast die Hälfte der gesamten staatlichen FuE-Ausgaben an die Wirtschaft. In der Spitzentechnik wird ansonsten nur FuE in der Waffen- und Munitionsindustrie besonders intensiv gefördert (mit 36 % der FuE-Gesamtaufwendungen dieses Sektors). Dies weist auf typische Betätigungsfelder des Staates, also auf eine eigenständige Zielstruktur hin. Im Schnitt aller Spitzentechniksektoren werden - durch das starke staatliche Engagement in diesen beiden Industrien forciert - 6,4 % der FuE-Gesamtaufwendungen durch den Staat finanziert; repräsentativ ist dies jedoch nicht (Tab. 13): In der Gehobenen Gebrauchstechnik sind es nur 0,7 %, in niedriger und mittlerer Technologie 1,3 %.

Naturgemäß entfällt der überragende Teil des staatlichen Finanzierungsanteils (78 %) auf Großunternehmen. Allerdings kann seit Mitte der 90er Jahre nicht mehr generell davon ausgegangen werden, dass die staatlichen Präferenzen in Deutschland sehr stark zu Gunsten von Großunternehmen verzerrt sind. Denn im Schnitt beläuft sich staatliche Eingriffsintensität bei FuE im Jahr 2005 bei Kleinunternehmen auf 8,1 % und bei Mittelunternehmen auf 4,2 %. Auch zahlenmäßig sind - nach Angaben der öffentlichen Hand - immer mehr Unternehmen in den Genuss von öffentlichen Finanzierungsmitteln gelangt.⁵⁸ Die Zahl der direkt geförderten Unternehmen hat sich seit 1990 verdreifacht, vornehmlich durch die stärkere Fokussierung auf Klein- und Mittelunternehmen, auf Gründungen und auf Unter-

⁵⁸ Vgl. Rammer, Binz (2006).

nehmen in Ostdeutschland. Besonders stark wirkte sich auch die vermehrte Ausrichtung der Förderung auf FuE-Kooperationen (insbesondere Wirtschaft/Wissenschaft) aus. Intention ist eindeutig die Verstärkung der Breitenwirkung der FuE-Förderung. Inwieweit sich dieser Effekt angesichts der stark abgesenkten Mittel tatsächlich eingestellt hat, ist nicht ganz sicher; es dürfte ein hoher Anteil von kaum merklicher Bagatellförderung dabei gewesen sein. Zudem ergibt sich aus MIP-Auswertungen eher das gegenteilige Ergebnis: Danach sind von der öffentlichen Innovationsförderung seit Ende der 90er Jahre immer weniger Unternehmen erfasst worden - vornehmlich in Westdeutschland durch Rückzug der Bundesländer aus der FuE-Förderung.⁵⁹

Tab. 13: Finanzierung von FuE in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2005

- Anteile in % -				
Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Wirtschaft	Staat	andere Inländer	Ausland
alle forschenden Unternehmen	93,2	3,2	0,2	3,4
Wirtschaftszweig				
Verarbeitendes Gewerbe	93,8	2,8	0,1	3,3
Chemische Industrie	97,7	0,5	0,0	1,8
Maschinenbau	95,7	2,1	0,1	2,1
Elektrotechnik/Elektronik	93,2	2,6	0,0	4,2
Fahrzeugbau	91,6	4,3	0,2	4,0
übrige Industrie	96,9	1,4	0,1	1,6
übrige Wirtschaftszweige	88,0	7,0	0,5	4,4
Beschäftigtengrößenklasse				
< 100	87,4	8,1	0,2	4,3
100 < 500	93,2	4,2	0,2	2,4
500 < 1000	97,4	1,5	0,0	1,1
> 1000	93,2	3,0	0,2	3,6
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie				
niedrige und mittlere Technologie	96,9	1,3	0,0	1,8
Gehobene Gebrauchstechnologie	97,4	0,7	0,2	1,7
Spitzentechnologie	87,6	6,4	0,0	6,0

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

Angesichts der enormen „Hebelwirkung“ der öffentlichen FuE-Förderung - durch jeden € staatlicher FuE-Finanzierung werden erfahrungsgemäß noch einmal 80 Cent für FuE in der Wirtschaft mobilisiert⁶⁰ - ist der drastische Rückgang der staatlichen FuE-Beteiligung in Deutschland nicht unkritisch. Die Mittel sollten vor allem der vorwettbewerblichen Forschung zugute kommen. Hinzu kommen dann noch unternehmensinterne Mittel für experimentelle Entwicklung und für die Umsetzung der Forschungsergebnisse in Innovationen und Investitionen, die in ihrer Höhe stark vom Technologiefeld, vom Stand der technologischen Entwicklung, von der Marktsituation u. ä. abhängen und daher kaum verallgemeinerbar sind. Die nachlassende Hebelwirkung in Deutschland ist um so bedenklicher

⁵⁹ Vgl. Rammer (2007).

⁶⁰ Vgl. Fier, Eckert (2002).

als die staatlichen Finanzierungsbeiträge in einigen wichtigen Konkurrenzländern wieder deutlich gestiegen sind und vielfach durch steuerliche FuE-Subventionen verstärkt werden (vgl. oben).

FuE-Kosten- und Personalstruktur für Klein- und Mittelunternehmen ungünstig

Die FuE-typischen Kostenstrukturen führen zu Besonderheiten bei der Finanzierung von FuE-Vorhaben (Tab. 14)⁶¹: Der hohe Anteil von laufenden Ausgaben (Personal 50 %, Sachmittel 25 %, FuE-Aufträge 20 %) belastet unmittelbar die Gewinn- und Verlustrechnung der Unternehmen, ohne dass gleichzeitig dingliche Sicherheiten für die Aufnahme von Fremdkapital gebildet werden können. Weil für Fremdkapitalgeber sowohl die technologischen als auch die Marktrisiken von FuE-Projekten kaum abschätzbar sind, müssen FuE-Aktivitäten hauptsächlich aus **Innenfinanzierungsmitteln** bestritten werden und sind somit stark von der Ertragslage abhängig. Da diese einerseits mit der Konjunktur schwankt und andererseits FuE ein Mindestvolumen an finanziellen Mitteln bindet und nicht beliebig geteilt und abgebrochen/unterbrochen werden kann, ist dies gerade für Klein- und Mittelunternehmen ein Hemmfaktor. Insofern sind Klein- und Mittelunternehmen deutlich stärker auf Beteiligungsfinanzierung und auf staatliche FuE-Finanzierungshilfen angewiesen.

Tab. 14: *FuE-Personalstruktur in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2005*

- Anteile in % -			
Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Personalstruktur		
	Wissenschaftler, Ingenieure	Techniker	sonstige
alle forschenden Unternehmen	54,8	25,0	20,2
Wirtschaftszweig			
Verarbeitendes Gewerbe	53,3	24,3	22,4
Chemische Industrie	32,0	41,6	26,3
Maschinenbau	50,6	26,0	23,3
Elektrotechnik/Elektronik	64,9	19,6	15,6
Fahrzeugbau	57,8	17,9	24,4
übrige Industrie	41,7	33,5	24,8
übrige Wirtschaftszweige	63,5	17,5	18,9
Beschäftigtengrößenklasse			
< 100	58,8	23,3	17,9
100 < 500	54,1	26,4	19,5
500 < 1000	48,3	30,2	21,6
> 1000	50,7	27,6	21,7
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie			
niedrige und mittlere Technologie	42,6	33,2	24,2
Gehobene Gebrauchstechnologie	53,4	25,6	20,9
Spitzentechnologie	57,3	24,6	18,0

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

„**Humankapital**“ ist der wichtigste Inputfaktor für den FuE-Prozess. So sind in Zeiten des Abbaus und der Stagnation der unternehmerischen FuE-Personalkapazitäten vor allem technisches und Hilfspersonal betroffen. Der Stamm der akademisch ausgebildeten Arbeitskräfte mit Schlüsselqualifikatio-

⁶¹ Vgl. auch Rammer, Spielkamp (2006).

nen für den Innovationsprozess wird hingegen soweit wie möglich „gehortet“ oder gar erweitert: Ihr Anteil am FuE-Personal beträgt inzwischen 58 %, nachdem er Ende der 70er Jahre noch bei 30 % lag. Der Bedarf an akademischem Wissen im FuE-Prozess nimmt ungebrochen zu. Dies ist vor dem Hintergrund der zunehmenden Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung als fundamentaler Engpassfaktor anzusehen⁶², insbesondere für Klein- und Mittelunternehmen, für Spitzentechnikindustrien und für Dienstleistungs-FuE. Ein Problem ist vor allem, dass akademisches Personal für forschende Klein- und Mittelunternehmen zwar besonders wichtig ist, sich jedoch schlechter rekrutieren lässt, da Großunternehmen höhere Gehälter bezahlen können und oftmals auch bessere Aufstiegsmöglichkeiten bieten. FuE-Tätigkeit ist vielfach ein Sprungbrett in andere dispositive Tätigkeiten im Unternehmen.⁶³ Die Versäumnisse der Bildungspolitik der 80er und 90er Jahre werden sich also als echter Hemmschuh für eine weitere Expansion der FuE-Tätigkeit erweisen. In absehbarer Zukunft wird die demografische Entwicklung die bildungspolitische Problematik verschärfen.

Externe FuE, FuE-Outsourcing und FuE-Kooperationen nehmen zu

Die FuE-Prozesse müssen angesichts des scharfen Wettbewerbs, der hohen Fixkostenanteile sowie der geringen Personalressourcen und des in Deutschland knappen Kapitals für innovative Projekte effizienter werden. Die Unternehmen konzentrieren daher ihre internen FuE stärker auf ihre „Kernkompetenzen“: Sie sind nicht um jeden Preis an einer Ausweitung ihrer eigenen FuE-Aktivitäten interessiert, sondern an einer Optimierung und an einer Minimierung der Risiken - z. B. durch Vergabe von FuE-Aufträgen an Unternehmen sowie an Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen im In- und Ausland bis hin zu „open innovation“-Kooperationen⁶⁴: Während der von Dritten durchgeführte Anteil an den FuE-Projekten der Wirtschaft Ende der 70er Jahre noch 5,7 % betrug, ist er heute mit 20,2 % dreieinhalbmal so hoch (Abb. 16, Tab. 15). Externe FuE trug bspw. zwischen 1995 und 2005 zu 36 % zum gesamten Bruttoanstieg der FuE-Ausgaben der Wirtschaft bei. Insbesondere Großunternehmen gingen zunehmend dazu über, FuE-Aufträge an Dritte zu erteilen.

- FuE-Auftragsvergabe zwischen inländischen **Wirtschaftsunternehmen** ist seit Anfang der 90er Jahre stark angestiegen - auf einen Anteil von bis zu über 70 % im Jahr 2001 (Tab. 15). Das sind 12 % der FuE-Gesamtaufwendungen (Abb. 17), dieser Anteil ist seither stabil geblieben. Generell stecken hinter der FuE-Arbeitsteilung in der Wirtschaft Outsourcing-Strategien, bei denen FuE-Aktivitäten von geringerer strategischer Bedeutung auf Partner in der Wertschöpfungskette verlagert werden, z. B. in spezialisierte Dienstleistungsunternehmen sowie Zulieferer.⁶⁵ Auch konzerninterne, z. T. Grenzen überschreitende FuE-Kooperationen haben stark zugenommen: Fast die Hälfte aller FuE-Aufträge werden mit verbundenen Unternehmen im In- und Ausland abgewickelt.
- Parallel zur zunehmenden Globalisierung verschoben sich die FuE-Aufträge der Unternehmen zu Gunsten des **Auslandes** kräftig von 0,5 auf 4,1 % (2003) der FuE-Gesamtaufwendungen. Das sind zu einem geringeren Teil FuE-Aufträge an FuE-Einrichtungen und unabhängige Unternehmen. Im

⁶² Vgl. zur Situation in der für die technologische Leistungsfähigkeit relevanten Tertiärausbildung im internationalen Vergleich Egeln, Heine (Hrsg., 2007).

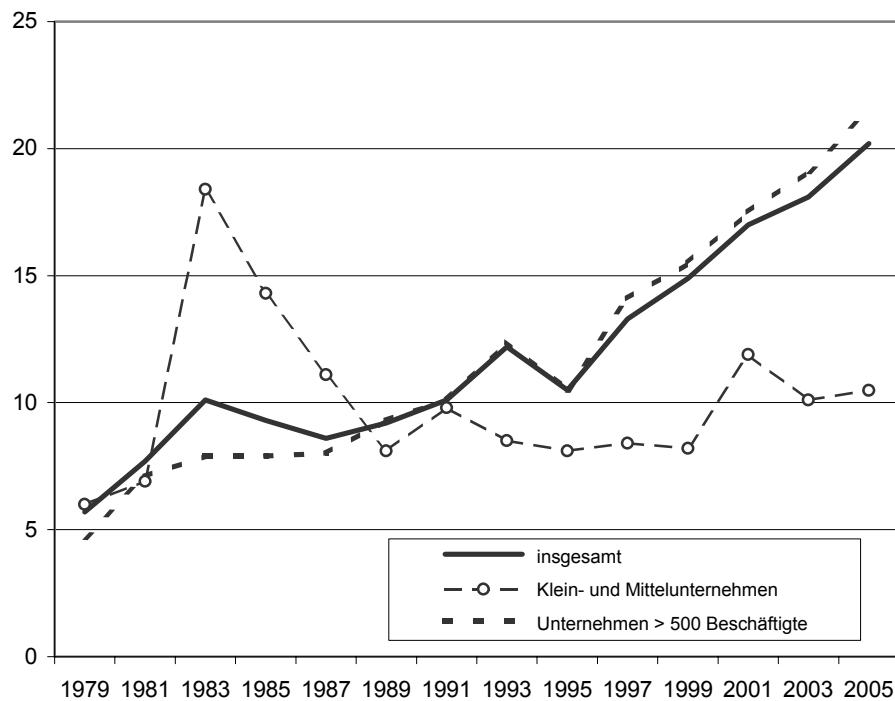
⁶³ Vgl. Heidenreich, Wimmers (2007).

⁶⁴ Freeman, Soete (2007).

⁶⁵ Vgl. Reinhard (2002). Speziell Outsourcing von FuE bei einigen Großunternehmen im Zusammenhang mit organisatorischen Veränderungen ist eine wichtige Ursache für die kräftige Dynamisierung der externen FuE.

Wesentlich hängt der Anstieg jedoch mit zunehmenden M&A und Vernetzungen mit FuE-Einheiten im Ausland zusammen, die zu FuE-Aufträgen an Mütter und Töchter führen. Etwa zwei Drittel der Auslandsvertrags-FuE wird in verbundenen Unternehmen durchgeführt (bzw. mit diesen verrechnet).

Abb. 16: Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in Deutschland* 1979 bis 2005 an den FuE-Gesamtaufwendungen (in %)



*) Bis 1991 Westdeutschland.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Zusammenstellungen des NIW.

- Angesichts der stark zunehmenden „wirtschaftsinternen“ Vergabe von Forschungsprojekten an in- und ausländische Unternehmen hatte die Bedeutung von FuE-Aufträgen an **Wissenschaft/Forschung** zunächst deutlich nachgelassen, auf 2 % der FuE-Gesamtaufwendungen (1999). Dass wissenschaftliches Grundlagenwissen als immer wichtiger für die Technologieentwicklung und für den Innovationsprozess angesehen wird,⁶⁶ hat sich seither auch in einer verbesserten Lage bei den Aufträgen aus der Wirtschaft bemerkbar gemacht: 4,3 % der FuE-Gesamtaufwendungen gehen als Aufträge an den öffentlichen Sektor.
- FuE-Aufträge an Hochschulen haben unter Schwankungen einen Anteil von 2,3 % der FuE-Gesamtaufwendungen erreicht. Der Anteil außeruniversitärer FuE-Einrichtungen war lange Zeit rückläufig. Seit 2001 gab es jedoch wieder einen starken Bedeutungszuwachs auf 2 %. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die meisten Einrichtungen in Deutschland ihr FuE-Personal nicht mehr erhöht haben, sondern eher geschrumpft sind oder stagnieren. Außerdem haben sie sehr unterschiedliche, z. T. gar hoheitliche Funktionen zu erfüllen und agieren insofern nur bedingt marktnah. Zudem erbringen sie häufig vielfältige innovationsunterstützende Dienstleistungen, die nur z. T. FuE betreffen und auch in der Wahrnehmung der Unternehmen nicht als FuE gebucht werden. Insofern

⁶⁶ Frietsch, Schmoch (2003).

wird die Bedeutung außeruniversitärer FuE-Einrichtungen für Innovationsprozesse bei Betrachtung allein der FuE-Aufträge aus der Wirtschaft deutlich unterschätzt.

Tab. 15: Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2005

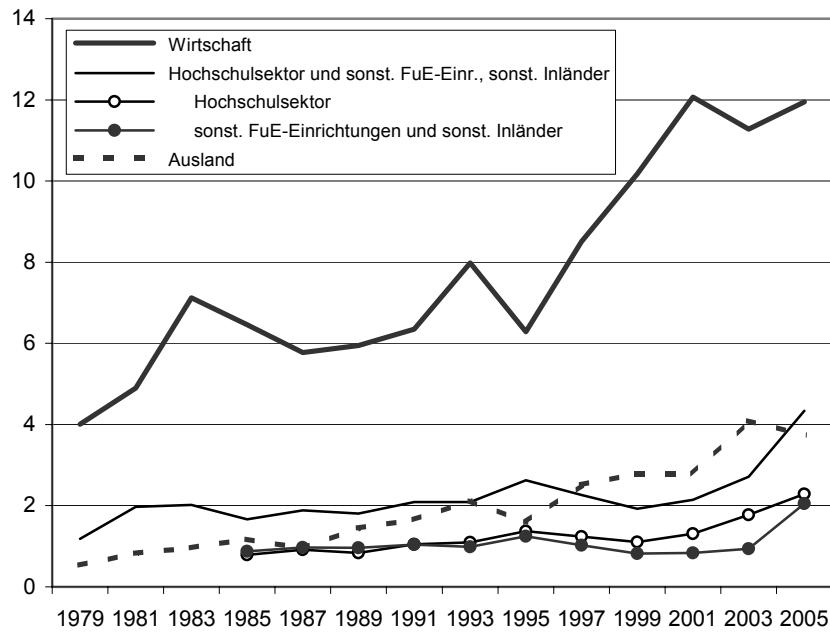
- Anteile in % -								
Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Anteil an den FuE-Gesamt- aufwendungen	Struktur der Auftragnehmer						
		Wirtschaft	Ausland	Wissenschaft				
				zusammen	davon:		Hoch- schulen	außer- universitär
alle forschenden Unternehmen	20,1	59,6	18,5	21,9	11,0	10,1	0,8	
Wirtschaftszweig								
Verarbeitendes Gewerbe	21,0	60,5	18,1	21,5	10,2	10,5	0,8	
Chemische Industrie	19,4	47,8	45,8	6,5	3,3	2,4	0,8	
Maschinenbau	7,7	68,2	14,0	17,8	12,5	3,7	1,6	
Elektrotechnik/Elektronik	21,4	51,2	3,7	45,1	7,1	36,6	1,4	
Fahrzeugbau	26,2	68,0	15,7	16,3	13,0	2,8	0,5	
übrige Industrie	9,7	58,3	19,3	22,3	18,2	3,5	0,6	
übrige Wirtschaftszweige	11,6	45,1	26,1	28,8	24,9	3,7	0,2	
Beschäftigtengrößenklasse								
< 100	11,2	51,0	25,7	23,2	15,0	7,3	0,9	
100 < 500	10,2	57,9	20,1	21,9	13,5	7,2	1,2	
500 < 1000	13,4	43,0	40,6	16,4	10,7	5,1	0,6	
> 1000	22,0	60,6	17,4	22,1	10,8	10,5	0,8	
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie								
niedrige und mittlere Technologie	9,2	58,6	19,1	22,4	18,2	3,5	0,7	
Gehobene Gebrauchstechnologie	20,4	72,6	15,7	11,6	7,2	3,7	0,7	
Spitzentechnologie	24,0	44,4	21,2	34,4	13,6	19,9	0,9	

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

- Die Bedeutung von externer FuE für die FuE-Aktivitäten nimmt mit der **Technologieintensität** stark zu. In der Spitzentechnologie wird in besonders hohem Maße externe FuE vergeben, bevorzugt jedoch an FuE-Einrichtungen im Ausland. Ein Beispiel ist insbesondere die Finanzierung von FuE in US-amerikanischen Töchtern durch die Pharmazeutische Industrie.
- Bei **Klein- und Mittelunternehmen** ist die „Externenquote“ in jüngster Zeit wieder auf 10 % gestiegen, liegt damit jedoch immer noch um elf Punkte unter den entsprechenden Daten für Großunternehmen. Dabei gilt das Argument, externe FuE-Aktivitäten auszuweiten um FuE-Hemmnissen auszuweichen, für Klein- und Mittelunternehmen in besonderem Maße. Sie lassen nur etwas mehr als die Hälfte ihrer externen FuE-Aktivitäten in anderen Unternehmen im Inland durchführen, vornehmlich bei spezialisierten FuE-Dienstleistern. Dafür hat die Wissenschaft einen deutlich höheren Stellenwert als bei Großunternehmen. Dies hängt sicherlich auch mit der deutschen Innovationsförderung zusammen, die sehr stark auf Kooperationen mit Wissenschaft und Forschung („Verbundforschung“) Wert legt. Dieser Ansatz basiert auf der Annahme, dass kooperierende Unternehmen merklich höhere „Innovationserfolge“ aufweisen (neue Produkte oder gar Marktneuheiten). Dies gilt jedoch hauptsächlich für Kooperationen mit Zulieferern und Kunden sowie mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen.⁶⁷ Zwischen dem Innovationserfolg und Kooperationen mit Hochschulen zeigt sich hingegen kein positiver Zusammenhang - zumindest nicht im kurzfristigen Innovationstagesgeschäft.

Abb. 17: Externe FuE-Aufwendungen nach durchführenden Sektoren in Deutschland 1979 bis 2005

- in % der FuE-Gesamtaufwendungen -



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

Zyklische Abhängigkeit von FuE - kaum Eigendynamik in der deutschen Wirtschaft

Einerseits hat FuE bis in die zweite Hälfte der 80er Jahre hinein eine „gute Konjunktur“ gehabt; andererseits gab es danach fast ein Jahrzehnt lang eine Phase mit sehr starker Zurückhaltung der Unternehmen, FuE weiterhin intensiv zu betreiben oder gar auszubauen. Erst in der zweiten Hälfte der 90er Jahre feierte FuE in Deutschland wieder ein beachtenswertes Comeback, geriet im aktuellen Jahrhundert allerdings in den Strudel von Rezession und Stagnation (Abb. 18). Trotz aller kritischen Bemerkungen: FuE ist heutzutage stärker als im Abschwung der ersten Hälfte der 90er Jahre im Bewusstsein der Unternehmen verankert, denn im Gegensatz zu damals sind kaum FuE-Kapazitäten abgebaut worden. Allerdings hat sich seit dem Jahr 2000 der Ausgabenzuwachs deutlich abgeflacht, die Unternehmen passen ihr finanzielles Engagement weiterhin recht kurzfristig an die konjunkturelle Situation an⁶⁸: So sind bspw. die FuE-Investitionen im Jahr 2003 stärker ausgeweitet worden als zunächst geplant. 2004 wiederum sind die ohnehin zurückhaltenden Planungen des Wirtschaftssektors nicht erreicht worden.

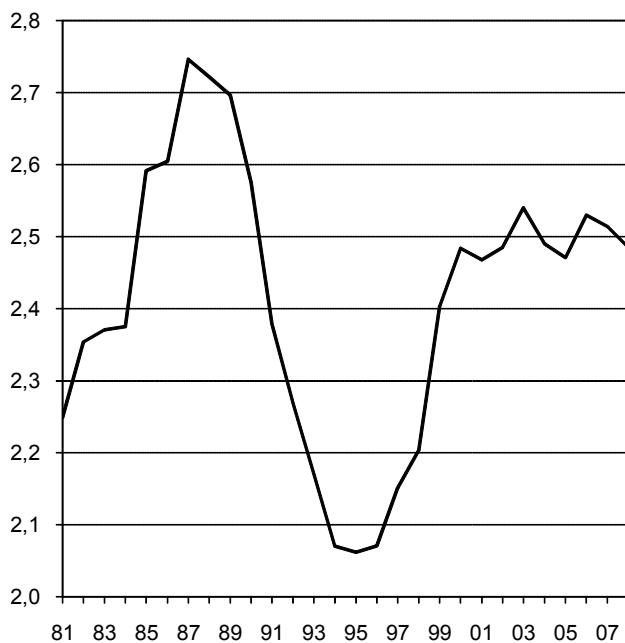
Unternehmerische FuE in Deutschland orientiert sich zwar am Wachstumskurs der Wirtschaft, ist jedoch instabiler geworden. FuE bringt zudem keine eigene Dynamik mehr auf; es ist in der Wirtschaft zu einem unauffälligen Mitläufers der Konjunktur geworden und hat seine Rolle als treibende Kraft für eine dynamischere wirtschaftliche Entwicklung noch nicht wieder eingenommen. Selbst die Phase des wirtschaftlichen Aufschwungs seit 2005 ist von den Unternehmen - soweit bislang aus der deutschen

⁶⁷ Vgl. Rammer (2007).

⁶⁸ So auch Rammer, Grenzmann, Penzkofer, Stephan (2004).

FuE-Erhebung erkennbar - nicht dazu genutzt worden, signifikant überproportional in den Aufbau neuen technischen Wissens zu investieren. Im Jahr 2006 sind die FuE-Aufwendungen zwar etwas stärker angehoben worden als zunächst vorgesehen⁶⁹; für 2007 und 2008 planen die Unternehmen jedoch wieder geringere Zuwächse. FuE orientiert sich - abgesehen von der Notwendigkeit sich für den (internationalen) Wettbewerb fit zu halten - zunehmend an der kurzfristigen Nachfrageentwicklung und an den Wachstumsaussichten in naher Zukunft. Industrielle FuE wird immer stärker unter dem Gesichtspunkt kürzerfristiger Verwertung geplant und ggf. auch nach unten oder oben revidiert.

*Abb. 18: Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1981-2008**



*) 2007 und 2008: Plandaten bzw. Prognose der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - OECD, MSTI 2007/2. - DIW Berlin, Arbeitskreis Konjunktur (2008). - Statistisches Bundesamt, Bruttoinlandsprodukt 2007. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Die Angaben für 2006 zeichnen ein positives Bild: Einerseits ist das FuE-Personal gegenüber 2005 wieder um 2,5 % aufgestockt worden, mit über 312 Tsd. ist ein neuer Rekordstand erreicht worden. Allerdings ging der Dienstleistungssektor bei der FuE-Personalausweitung leer aus. Diese fand ausschließlich in der Verarbeitenden Industrie statt, die einen Zuwachs ihrer internen FuE-Aufwendungen von 2,5 Mrd. € (+6,5 %) meldet. Bei allen anderen Sektoren zusammengekommen ist bei FuE jedoch von Stagnation auszugehen. Es sind also im Wesentlichen Großunternehmen aus der Verarbeitenden Industrie, die den FuE-Personalstamm aufgebaut und -Ausgaben erhöht haben.

Die externen FuE-Aufwendungen sind zwischen 2005 und 2006 in gewohnter Dynamik mit 30 % und damit deutlich kräftiger als die internen FuE-Aufwendungen ausgeweitet worden. Die FuE-Arbeitsteilung zwischen Wirtschaftsunternehmen sowie zwischen Wirtschaft und öffentlichen FuE-Einrichtungen im In- und Ausland hat sich also weiter intensiviert.

Per Saldo konzentriert sich die Ausweitung der internen FuE-Aufwendungen um 2,5 Mrd. € auf den Automobilbau (890 Mio €, +7½ %), der damit wieder einmal seine herausragende Stellung im

⁶⁹ Zu den Planangaben 2006 vgl. WSV (2007).

deutschen Innovationssystem unter Beweis gestellt hat. Umwelt- und Klimaschutz haben dem Automobilbau jüngst wieder zusätzliche FuE-Anregungen gegeben. Aber auch IuK-, Elektro-, Medien- und MSR-Technik (680 Mio €, 9 %), Chemische Industrie (445 Mio €, mit 15 % gar besonders dynamisch) und die Pharmazeutische Industrie (260 Mio €, 7½ %) haben unter den forschungsintensiven Branchen ihre FuE-Ausgaben signifikant gesteigert. Insofern verteilt sich der FuE-Zuwachs 2005/2006 in der Industrie wieder auf mehr Schultern als in den Vorjahren, in denen Automobil und Pharmazie stark dominierten. Im Plus gegenüber 2005 ist weiterhin der Maschinenbau (125 Mio €, +3 %) und der sonstige Fahrzeugbau (60 Mio €, +2½ %).

- Die Planangaben für das Jahr 2007 aus dem Herbst 2007 lassen einen weiteren Zuwachs der FuE-internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft um 1,7 Mrd. € erwarten, der prozentual mit gut 4 % allerdings unter der Zuwachsrate an Wertschöpfung im Unternehmenssektor liegt. Der dringend erforderliche Aufholeffekt gegenüber einer Vielzahl von Ländern, die stetig ihren FuE-Anteil an der Wertschöpfung gesteigert haben oder deutlich vor der deutschen Wirtschaft rangieren, wäre damit wieder etwas gebremst worden. Die deutlich zurückhaltenden Budgetangaben für 2008 von lediglich +2,2 %, von denen die Unternehmen im Herbst 2007 ausgingen, zeigt das vorsichtige mittelfristige Disponieren bei FuE. Sollte dies realisiert werden, dann würde FuE erneut gegenüber dem Wirtschaftswachstum (3,4 % in jeweiligen Preisen⁷⁰) zurückfallen. Nach wie vor gibt es in der deutschen Wirtschaft keine eigenständige FuE-Dynamik.⁷¹

Im September 2007 hat das ZEW eine Kurzerhebung zum FuE-Verhalten der deutschen Wirtschaft vorgenommen⁷². Es kommt zu folgenden Ergebnissen:

FuE hat unter den unternehmerischen Wettbewerbsparametern kurzfristig erneut einen Bedeutungsgewinn erzielt: 37 % der Unternehmen haben ihre FuE-Aktivitäten gesteigert. Die geplanten FuE-Gesamtaufwendungen liegen im Jahr 2007 gegenüber 2006 um gut 7 % höher; diese enthalten sowohl die externen FuE-Aufwendungen als auch die Aufwendungen der Unternehmen in ausländischen FuE-Stätten. Die Ausweitung der FuE-Kapazitäten würde dennoch leicht höher ausfallen als nach der deutschen FuE-Erhebung und auch die Zuwachsrate der Wertschöpfung im Unternehmenssektor geringfügig übertreffen. Hierfür spricht auch, dass das mit FuE und Innovationen beschäftigte Personal in 40 % der Unternehmen aufgestockt worden ist, mit einem Anstieg von 3,5 % gegenüber 2006 ist zu rechnen. Auch für 2008 kann von einer Steigerung der FuE-Gesamtaufwendungen ausgegangen werden, allerdings - wie in der deutschen FuE-Erhebung - in verminderter Geschwindigkeit.

Der Hinweis auf andere Schätzungen zum FuE-Aufkommen in der deutschen Wirtschaft soll die Planzahlen aus der deutschen FuE-Erhebung keineswegs in Frage stellen. Er soll vielmehr verdeutlichen, wie empfindlich und wie rasch Unternehmen auf Änderungen der Rahmenbedingungen reagieren (können). Insofern wäre eine Abweichung der FuE-Istzahlen 2007 von den FuE-Planzahlen 2007 durchaus nachvollziehbar. Wenn der konjunkturelle Aufschwung anhält, wenn es der internationale Wettbewerb erfordert, wenn es merkliche Unterstützung von Seiten der öffentlichen Hand gibt - dies sind die Triebkräfte des vom ZEW ermittelten FuE-Aufschwungs 2007 - und wenn die erforderlichen

⁷⁰ Arbeitskreis Konjunktur (2008).

⁷¹ Gestützt wird diese Aussage auch durch die bekannt gewordenen Plänen zu den **Innovationsausgaben** in der Wirtschaft. Sie laufen für 2007 und 2008 auf einen leichten Rückgang der „Innovationsintensität“ hinaus. Das ZEW kommentiert dies mit „Die Vorsicht überwiegt“. Vgl. Rammer, Schubert u. a. (2008).

⁷² Vgl. Rammer, Peters, Licht (2007).

Ressourcen verfügbar sind, dann ist auch im Jahr 2008 mit einer höheren Ausweitung von FuE in der Wirtschaft als ursprünglich geplant zu rechnen.

Wenn nicht jetzt: Wann dann?

Dass in den vergangenen Jahren die FuE-Planzahlen häufiger von den -Istzahlen übertroffen worden sind, ist ein Zeichen dafür, dass die Grundeinstellung zu FuE zwar positiv, jedoch noch nicht stabil genug ist. Limitierender Faktor für einen FuE-Aufschwung in der Breite - Dienstleistungsunternehmen und Klein- und Mittelunternehmen sind aktuell wieder einmal leer ausgegangen - ist in den betrieblichen Kalkulationen vor allem das moderate Wachstum des gesamtwirtschaftlichen Produktionspotenzials. Die Unsicherheit über Intensität und Dauer des Aufschwungs verleitet weiterhin zu sehr vorsichtigem finanziellem Engagement. FuE ist nicht autonom, sondern eine Investition und damit abhängig von den Ertragserwartungen, die an FuE-Projekte geknüpft werden können.

Drei Viertel der FuE-Kapazitäten der deutschen Wirtschaft sind in Händen von **multinationalen Unternehmen**. Für diese sind im internationalen Wettbewerb die **globalen** FuE-Aktivitäten die entscheidende Messlatte. Sie verfügen über viele Standortalternativen und gehen strategische Allianzen in Forschung und in der Technologieentwicklung ein. Der FuE-Einsatz wird entsprechend nach konzern-internen Zweckmäßigen loziert. Die deutschen FuE-Standorte behaupten sich im internationalen (innerkonzernlichen) Wettbewerb bislang nicht schlecht, Deutschland 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. Darüber hinaus hat Deutschland aktuell eine positive Phase des „*inshoring*“ hinter sich⁷³: Eine Reihe von ausländischen Unternehmen hat Deutschland bewusst als Ausgangspunkt für Innovationsaktivitäten gewählt. Für diese Entscheidungen sind neben den Marktbedingungen und hochwertigen Kundenanforderungen die Forschungsbedingungen und die Kompetenzen des Personals wichtig.

Deutsche Standorte waren nach diesen Kriterien jedoch nicht immer zwingend favorisiert. Ein Grund dafür ist, dass FuE und Innovationen in Deutschland - zumindest im Vergleich zu anderen europäischen Ländern, nicht jedoch zu den USA und Japan - teuer sind. Kosten fallen in schwachen Wachstumsphasen und auf den Märkten, in denen der Ertrag unsicher ist, stärker ins Gewicht, zumal Deutschlands Ausstattungsvorteile bei (hoch) qualifiziertem Personal schwinden, FuE-Personal knapper und damit relativ teurer geworden ist. Dieser Verlust an Ausstattungsvorteilen wird sich voraussichtlich fortsetzen. Mittel-/osteuropäische Reformstaaten kommen an dieser Stelle immer stärker ins FuE-Bewusstsein der Unternehmen. Andererseits sind die noch höheren FuE-Kosten am größten FuE-Standort USA, der durchaus vergleichbare Personalknappheitsprobleme hat, 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.

In Deutschland ist ein starkes Wachstum von zusätzlichen hochwertigen Märkten, die als Zugpferd für internationale Unternehmen dienen können (wie es bspw. der Automarkt ist), nur ansatzweise zu erkennen. Das sind zum einen Aktivitäten auf den Märkten für Klimaschutz, der auch von politischer Seite breit flankiert wird. Weiterhin gilt die Medizintechnik als ausgezeichnetes Kompetenz- und Innovationsfeld für Deutschland. Wissensintensive Dienstleistungen und Spitzentechnologiemärkte wie

⁷³ Vgl. Kunze, Neuhaus (2005) sowie die Vielzahl der dort aufgeführten Beispiele.

bspw. Arzneimittel, Informations- und Medientechnik haben in Deutschland jedoch eine deutlich geringere Zugkraft. Global agierende Unternehmen holen sich ihre Innovationsimpulse aus den Zielmärkten und dem fortschrittlichsten FuE-Umfeld, um sie dann weltweit zu nutzen. Deshalb ist auch eine weitere Expansion der Auslands-FuE notwendig. Insbesondere Asien hat mit China und Indien an der Spitze an Attraktivität gewonnen. Die Partizipation am Wachstum in China macht FuE- und Innovationsaktivitäten vor Ort unentbehrlich. In Indien ist Personal mit ausreichender Qualifikation reichlich verfügbar, FuE ist dort meist genannter Hauptanlass für internationale Direktinvestitionen. Diese Aktivitäten betreffen in den entwickelten Industrieländern jedoch eher den Zuwachs an FuE-Kapazitäten, weniger den Bestand.

Eine Problematik scheint für Deutschland vor allem die mittelfristige **Wachstumsunsicherheit** im Inland sein: Je schwächer die Wachstumserwartungen ausfallen, desto eher wird auf FuE-Projekte verzichtet, 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 Weltmarkt orientieren können. Sie sind vor allem auf Innovationsimpulse eines dynamischen Binnenmarktes angewiesen. Hier ist positiv zu vermelden, dass 2007 zwar immer noch der Außenhandelsüberschuss als Wachstumstreiber überwog, dass jedoch zusätzlich von der Investitionsgüternachfrage starke Impulse ausgingen, die gerade forschungsintensive Industrien zu technologischen Neuerungen angestachelt haben dürften.

Sollten die Planangaben für die Jahre 2007 und 2008 tatsächlich realisiert worden sein, dann wäre FuE weiterhin nur Mitläufer in der Konjunktur. Es bleibt jedoch abzuwarten, ob die Unternehmen die (zumindest für 2007 noch unerwartet) günstigen Produktions- und Wachstumsbedingungen genutzt und in einen neuen Innovationsschub investiert haben. Denn das **Umfeld** für Innovationen hat sich verbessert:

- Es wurden hohe Gewinne eingefahren, so dass die Innenfinanzierungsbedingungen weniger restriktiv wirken dürften.
- Die Lohnstückkosten sind auf Grund stagnierender Löhne im Vergleich zu den meisten anderen Industrieländern gesunken.⁷⁴ Die vergleichsweise niedrige Kerninflationsrate hat innerhalb des Euroraums zu einer zusätzlichen Verbesserung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit geführt. Unsicherheit könnten die jüngst für die kommenden Tarifrunden angekündigten Forderungen auslösen, die im Wesentlichen jedoch erst 2009 Wirkung zeigen dürften.
- Die Produktivitätssteigerungen sind weiterhin auf hohem Niveau, so dass von einer guten Wettbewerbsposition ausgegangen werden kann. Wichtige Kurzfristziele der Unternehmen sind erreicht, damit hat sich die Ausgangsbasis für FuE in ein neues Sortiment, in neue Produkte und Marktneuheiten verbessert.
- Kredite - auch für Innovationen - sind leichter als in den Vorjahren zu haben, der Bankenwettbewerb ist schärfert geworden, Klein- und Mittelunternehmen haben sich an die veränderten Konditionen bei der Kreditvergabe angepasst.
- Die Investitionen in Ausrüstungen sind sprunghaft gestiegen, vornehmlich mit dem Ziel der Kapazitätserweiterung. Änderung und Ausweitung des Sortiments wurde dabei häufiger als Grund für

⁷⁴ Vgl. hierzu und zur Produktivitätsentwicklung Schröder (2007).

die Erweiterung angegeben als Erweiterungen unter Beibehaltung des bestehenden Angebots. Die Struktur der Investitionsmotive spricht eher für mehr Innovationen.

- Die Wachstumserwartungen werden auch für 2008 positiv eingeschätzt, wenn auch nicht mehr so hoch wie für 2007. Insbesondere forschungsintensive Industrien und der Dienstleistungssektor haben qualifiziertes und hoch qualifiziertes Personal eingestellt. Die Einstellungsbereitschaft⁷⁵ ist nach wie vor hoch.
- Die Unternehmenssteuern sinken ab 2008 - jedenfalls soweit die Bemessungsgrundlagen nicht im Gegenzug durch die verschärften Abschreibungsregeln überproportional steigen. Dies verbessert die Erwartungen auf die Innovationsrendite nach Steuern.
- Die finanziellen Auswirkungen der High Tech-Strategie der Bundesregierung für die Unternehmen sind zwar noch nicht klar - insbesondere nicht hinsichtlich der **Zusätzlichkeit** des Impulses. Es mag auch sein, dass die Rechnungsergebnisse der öffentlichen Haushalte später anders ausfallen als die avisierten Budgetsteigerungen. Die Initiative hat jedoch zumindest wichtige Aufmerksamkeitseffekte mit sich gebracht, sprich das Signal: Vorfahrt für Wissenschaft, Forschung und Innovationen! Insofern wirkt sie vertrauensbildend - über einen festgelegten Zeitraum, sowohl in spezifischen Technologiefeldern als auch, allerdings weniger ausgeprägt, in der Breite. Aus ihr sind auch neue technologische Impulse zu erwarten, die die Unternehmen zu neuen Forschungsprojekten inspirieren. Die traditionell enge Verbindung von Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung in Deutschland ist dabei ein großer Vorteil.
- Die High Tech-Strategie der Bundesregierung wird in der Tat wahrgenommen Ihr Zuschnitt passt am besten auf große und forschungsintensive Unternehmen, Breitenwirkung ist aus dem Programmepaket eher nicht zu erwarten. Es ist davon auszugehen, dass die High Tech-Strategie bereits positiv auf den für 2007 gemeldeten Zuwachs der FuE-Aufwendungen gewirkt hat.⁷⁶

Investitionen in Innovationen, d. h. vor allem in knappes Personal und kostspielige Ausrüstungen, sind zumeist das Ergebnis von Mittelfristerwartungen. Die Unternehmen reagieren auf mittelfristig verlässliche Ansätze aus dem politischen Raum. Um in robustere und wachstumsträchtigere Strukturen zu kommen, sind überdurchschnittlich hohe Ausweitungen der unternehmenseigenen FuE- und Innovationsaktivitäten in der Wirtschaft erforderlich. Wenn nicht jetzt, wann dann?

Hauptsächlich stellen sich die Unternehmen die Frage: Wie stabil und ergiebig ist der Aufschwung? Denn es gibt eine Reihe von Risiken, die in den Innovationskalkül der Unternehmen eingehen und jederzeit die Signale wieder verstören können: Nahrungsmittel- und Ölpreise und damit wieder aufflackernde Inflationsgefahr, Aufwertungsdruck und Herausforderungen der Aufholländer, Immobilienkrise in den USA und deren Rückwirkungen auf die Weltwirtschaft, öffentliche Haushalte und Rahmenbedingungen der Ressortpolitiken, Naturkatastrophen, Krieg und Terror. Hinzu kommt kurzfristig immer die Verlockung, die knappen Ressourcen in die immer noch steigenden Produktionsanforderungen zu stecken und nicht in Innovationen.

Bekannt ist die als Bremse wirkende demographische Entwicklung; sie wird das Wachstumspotenzial in Deutschland bei normaler Produktivitätsentwicklung auf maximal 1½ % pro Jahr begrenzen und nach und nach weiter herunterschrauben. Selbst bei expansiver Bildungspolitik ist zudem auf Grund der bildungspolitischen Versäumnisse der letzten 25 Jahre und langfristig aus demographischen

⁷⁵ Verbandsumfrage des IW Köln.

⁷⁶ Vgl. Rammer, Peters, Licht (2007).

Gründen eine Engpasssituation bei Fachkräften als Restriktion einzukalkulieren. Über Defizite bei Naturwissenschaftlern und Ingenieuren wird heute bereits geklagt: So konnten in über 20 % der Unternehmen im Jahr 2007 nicht alle vorgesehenen FuE-Arbeitsplätze besetzt werden. Diese machen nach der Erhebung des ZEW 1,6 % des FuE-Personals 2006 und 45 % der seither neu hinzugekommenen Personalstellen in den Bereichen FuE und Innovation aus⁷⁷.

⁷⁷ Vgl. Rammer, Peters, Licht (2007).

Literaturverzeichnis

- Ambos, B. (2005), Foreign direct investment in industrial research and development: A study of German MNCs, in: Research Poliy 34, S. 395-410.
- Arbeitskreis Konjunktur (2008), Grundlinien der Wirtschaftsentwicklung 2008/2009, in: Wochenbericht 01-02/2008 des DIW Berlin, S. 1-20.
- Arensman, R. (2007), Top 50 electronics mergers and acquisitions of 2006. <http://www.edn.com/index.asp?layout=articlePrint&article>.
- 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.
- Les Bas, Ch., Ch. Sierra (2002), Location versus Home Country Advantages in R&D Activities: Some Further Results on Multinationals Locational Strategies, Research Policy 31, S. 589-609.
- Belitz, H. (2006), Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen 2005, Studie des DIW zum deutschen Innovationssystem 6-2006, Berlin.
- BMBF (2006), Hightech-Strategie für Deutschland, Berlin.
- Brécard, D. u. a. (2004), A 3 % Effort in Europe in 2010: An Analysis Of The Consequences. Using The Nemesis Model. Luxembourg.
- 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.
- Economist Intelligence Unit (2004), Scattering the seeds of invention, The globalisation of research and development, London, New York, Hong Kong.
- Egeln, J., Chr. Heine (Hrsg., 2007), Die Ausbildungsleistungen der Hochschulen. Eine international vergleichende Analyse des ZEW und des HIS im Rahmen des Berichtssystems zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. HIS: Forum Hochschule 8/2007, Hannover, Mannheim.
- European Commission (1997), Second 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., L. Soete (2007), Science, Technology and Innovation Indicators: The Twenty-First Century Challenges, in: OECD, Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs, Paris, S. 271-284.
- Frietsch, R. (2007), Patente in Europa und der Triade - Strukturen und deren Veränderung. Studie des Fraunhofer ISI zum deutschen Innovationssystem Nr. 9-2007, Karlsruhe.
- Frietsch, R., U. Schmoch (2003), Der Beitrag öffentlicher Forschungseinrichtungen zur Technikgenese. Studie des ISI zum Deutschen Innovationssystem 12-2004, Karlsruhe.
- Gehrke, B., O. Krawczyk, H. Legler (2007), Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige in Deutschland: Außenhandel, Spezialisierung, Beschäftigung und Qualifikationserfordernisse. Studie des NIW zum deutschen Innovationssystem 17-2007, Hannover.
- Grömling, M., K. Lichtblau, I. Stolte (2000), Preussag Dienstleistungsreport 2000, Köln.
- Heidenreich, A. M., St. Wimmers (2007), DIHK-Innovationsreport 2007, Berlin.
- IMD (versch. Jgge.), The World Competitiveness Yearbook, Lausanne.
- Klodt, H., R. Maurer, A. Schimmelpfennig (1997), Tertiarisierung der deutschen Wirtschaft, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Krawczyk, O., R. Frietsch, D. Schumacher u. a. (2007), Die Bedeutung von Aufhol-Ländern im globalen Technologiewettbewerb. Studie des NIW, Fraunhofer ISI und des DIW zum deutschen Innovationssystem, Hannover 21-2007, Karlsruhe, Berlin.

- Kunze, F., M. Neuhaus (2005), *Inshoring-Ziel Deutschland. Aktuelle Themen 346* der deutschen bank research, Frankfurt.
- Lau, A. (2007), *Going International. Erfahrungen und Perspektiven der deutschen Wirtschaft im Auslandsgeschäft*. Ergebnisse der IHK/AHK-Unternehmensumfrage 2007, Berlin.
- Legler, H., Chr. Grenzmann, R. Marquardt (2005), *Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft im vergangenen Vierteljahrhundert. Studie des NIW und des WSV zum deutschen Innovationsystem 2-2006*, Hannover, Essen.
- Legler, H., R. Frietsch (2006), *Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft - forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006)*. Studie des NIW und des Fraunhofer ISI zum deutschen Innovationssystem 22-2007, Hannover, Karlsruhe.
- Legler, H., H. Grupp u. a. (1992), *Innovationspotential und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb*, Heidelberg.
- Legler, H., O. Krawczyk (2006), *Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Studie des NIW zum deutschen Innovationssystem 8-2007*, Hannover.
- Licht, G., H. Legler, U. Schmoch u. a. (2007), *Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007*, Hrsg. BMBF, Berlin.
- NSF (versch. Jgge.), *Science And Engineering Indicators*, Washington D. C.
- OCO Consulting (2007), *LOCOMonitor 2007*, London.
- OECD (2002), *Frascati Manual 2002 - The Measurement of Scientific and Technological Activities, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*, Paris.
- OECD (1999, 2001, 2003, 2005, 2007), *Science, Technology and Industry Scoreboard*, Paris.
- OECD (2000, 2002, 2004, 2006), *Science, Technology and Industry Outlook*, Paris.
- OECD (versch. Jgge.), *Main Science and Technology Indicators*, Paris.
- Patel, P., M. Vega (1999), *Patterns of Internationalisation of Corporate Technology: Location versus Home Country Advantages*, Research Policy 28, S. 145-155.
- Preissl, B. (2000), *Service Innovation - What makes it different? Empirical evidence from Germany*, in: S. Metcalfe, J. Miles: *Innovation Systems and Services*, Kluwer.
- Rammer (2007), *Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2005: Aktuelle Entwicklungen - Öffentliche Förderung - Innovationskooperationen - Schutzmaßnahmen für geistiges Eigentum. Studie des ZEW zum deutschen Innovationssystem 13-2007*, 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., K. Blind u. a. (2007), *Schwerpunktbericht des ZEW und des ISI zur Innovationserhebung 2005 an das BMBF*, Mannheim, Karlsruhe.
- 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., H. Legler u. a. (2007), *Innovationsmotor Chemie 2007. Die deutsche Chemieindustrie im globalen Wettbewerb. Studie des ZEW und des NIW im Auftrag der VCI mit Unterstützung der IGBCE*, Mannheim, Hannover.
- Rammer, Chr., B. Peters, G. Licht (2007), *Schnellbericht zur Zusatzbefragung im Rahmen der Innovationserhebung 2007 an das BMBF*, Mannheim.
- Rammer, Chr., G. Polt, J. Egeln, G. Licht, A. Schibany (2004), *Internationale Trends der Forschungs- und Innovationspolitik - Fällt Deutschland zurück? Schriftenreihe des ZEW*, Bd. 73, Baden-Baden.

- Rammer, Chr., F. Reitze u. a. (2004), Zwischenbericht zum Gutachten des ZEW und der KfW „Innovationspotenziale und -hemmnisse unterschiedlicher Gruppen kleiner und mittlerer Unternehmen“ im Auftrag des BMBF, Mannheim, Frankfurt.
- Rammer, Chr., T. Schubert u. a. (2008), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2007, Mannheim, Karlsruhe.
- 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.
- Reinhard, M. (2002), FuE-Dienstleistungen in Deutschland. Paper für den Bericht „zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2001“, BMBF, Bonn.
- 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.
- Schröder, Chr. (2007), Produktivität und Lohnstückkosten der Industrie im internationalen Vergleich, in: Trends 4/2007, S. 51-64.
- Schumacher, D. (2007). Wirtschaftsstrukturen und Außenhandel mit forschungsintensiven Waren im internationalen Vergleich: Produktion, Beschäftigung und Außenhandel. Studie des DIW zum deutschen Innovationssystem 16-2007, Berlin.
- Statistisches Bundesamt (2008), Bruttoinlandsprodukt 2007.
- UNCTAD (2005), World Investment Report, New York/Geneva.
- 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 (2007), FuE-Datenreport 2007, Essen.
- Yorgason, D. R. (2007), Research and Development Activities of U.S. Multinational Companies. Preliminary Results From the 2004 Benchmark Survey. Survey of Current Business, March, S. 22-38.
- ZEW (1998), Haselünner Thesen. Beitrag für den Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1998, Mannheim.